# Asociaţia "Moldova Apă-Canal"

## DIRECŢIA EXECUTIVĂ

***Culegerea materialelor informative pentru specialiştii din domeniul canalizării şi epurării apelor reziduale***

*Ediţia 1*

***Сборник информационных материалов для специалистов в области канализации и очистки сточных вод***

*Выпуск 1*

**BIBLIOTECA CONDUCĂTORULUI**

**БИБЛИОТЕЧКА РУКОВОДИТЕЛЯ**

**mun.Chişinău**
**2009**

*Culegerea dată este destinată pentru informare exclusiv pentru membrii AMAC.*
*Ea este pusă la dispoziția DVS* ***fără plată şi nu poate fi utilizată în scopuri comerciale.***

*Данный сборник предназначен исключительно для членов АМАС в ознакомительных целях.*
*Он предоставлен* ***бесплатно и не может быть использован в коммерческих целях***

DOCUMENTELE INCLUSE ÎN CARTEA DATĂ SUNT DESTINATE EXCLUSIV PENTRU INFORMARE.
LA PREGĂTIREA ŞI LUAREA DECIZIILOR URMEAZĂ A SE CONDUCE DE DOCUMENTELE OFICIALE ÎN VIGOARE CU MODIFICĂRILE ŞI COMPLETĂRILE ULTERIOARE.

ДОКУМЕНТЫ, РАЗМЕЩЕННЫЕ В ДАННОЙ КНИГЕ, ПРЕДНАЗНАЧЕНЫ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО В ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ. ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ СЛЕДУЕТ РУКОВОДСТВОВАТЬСЯ ОФИЦИАЛЬНО ДЕЙСТВУЮЩИМИ ДОКУМЕНТАМИ С ПОСЛЕДУЮЩИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ И ДОПОЛНЕНИЯМИ.

**

*Această publicație a apărut cu suportul financiar al firmei „WILO ROMÂNIA” S.R.L. Firma ”WILO ROMÂNIA” ”nu este responsabilă pentru informațiile, cuprinse în această publicație.*

*Публикация данной книги профинансирована фирмой „WILO ROMÂNIA” О.О.О. Фирма „WILO ROMÂNIA”. не несет ответственность за информацию, включенную в данную публикацию.*

# СОДЕРЖАНИЕ

***Введение***

***Constituţia Republicii Moldova (Extras )***

***Конституция Республики Молдова(Извлечение)***

***Codul contravenţional al Republicii Moldova N 218-XVI din 24.10.2008 (Extras)***

***Кодекс Республики Молдова о правонарушениях N 218-XVI от 24.10.2008 (Извлечение)***

***Codul penal al Republicii Moldova N 985-XV din 18.04.2002 (Extras)***

***Уголовный кодекс Республики Молдова N 985-XV от 18.04.2002 (Извлечение)***

***Hotărîrea Guvernului Republicii Moldova N 656 din 27.05.2002 cu privire la aprobarea Regulamentului-cadru privind folosirea sistemelor comunale de alimentare cu apă şi de canalizare (Extras)***

***Постановление Правительства Республики Молдова N 656 от 27.05.2002г. Об утверждении Типового положения об использовании коммунальных систем водоснабжения и канализации (Извлечение)***

***Hotărîrea Guvernului Republicii Moldova N 1141 din 10.10.2008 pentru aprobarea Regulamentului privind condiţiile de evacuarea a apelor uzate urbane în receptori naturali***

***Постановление Правительства Республики Молдова N 1141 от 10.10.2008г. Об утверждении Положения об условиях сброса городских сточных вод в естественные водоемы***

***ГОСТ 25150-82 "Канализация.Термины и определения”***

***Э.Стир, М.Фишер. Пособие специалиста по очистке стоков.Главы 2-14***

***Epurarea apelor reziduale***

***Recomandări privind exploatarea şi întreţinerea pentru diferitori tipuri de pompe***

***Extras din Registrul de Stat al mijloacelor de măsurare al Republicii Moldova (извлечение из Государственного реестра средств измерений Республики Молдова. Ультразвуковые и электромагнитные приборы измерения расхода и количества природных и сточных вод в трубопроводах и открытых каналах, включенных в Государственный реестр приборов учета Республики Молдова, перевод)***

***Учет сточных вод в Санкт - Петербурге***

***Расход жидкости в безнапорных каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков МИ 2406-97 (рекомендуемая)***

***Инструкция по отбору проб для анализа сточных и поверхностных вод (для сведения)***

***Извлечения из Методических указаний по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов МДК 3-01.2001 (для сведения)***

***Справка о порядке проведения количественного химического анализа сточных вод в г. Москва ( для сведения)***

***Расчет основных параметров работы очистных сооружений (для сведения)***

# ВВЕДЕНИЕ.

В настоящем сборнике собраны информационные материалы для руководящих работников и специалистов в области эксплуатации систем канализации и сооружений для очистки сточных вод и обработки осадков, а также для других работников предприятий водопроводно-канализационного хозяйства Республики Молдова. Изучение и применение требований законодательно-нормативных актов в практической деятельности, освоение информационных материалов, позволит повысить эффективность труда как отдельных работников, так и эффективность деятельности предприятий в целом.

Законы Республики Молдова представлены в Сборнике в виде извлечений на государственном и, в переводе, на русском языке.Аналогичным образом представлены Постановления Правительства Республики Молдова. Для более полного понимания технических материалов, в Сборник полностью включен действующий ГОСТ 25150-82 "Канализация. Термины и определения''.

Среди материалов Сборника, представленных на государственном языке, следует особенно отметить монографию "Epurarea apelor reziduale" (перевод с французского языка).

Наиболее важными разделами данного материала являются главы о процессах механической, физико-химической, биологической очистки сточных вод с активным илом. Полезно изучить вопросы, связанные с принципами функционирования и эксплуатации сооружений с применением для биологической очистки технологий биофильтрования с фиксированной микрофлорой; компостирования и других технологий стабилизации осадков сточных вод, которые в настоящее время начинают применяться при проектировании очистных сооружений населенных пунктов Республики Молдова

Самым полезным и интересным материалом Сборника на русском языке является Пособие специалиста по очистки стоков, перевод с немецкого языка. Оригинал Пособия в настоящее время является самым популярным специальным изданием в Германии, выдержал 14 изданий, переведен на другие языки, в том числе русский, французский, китайский. В состав Пособия включены материалы по видам, составу и свойствам сточных вод, по контролю за состоянием канализационных сетей и сооружений, по эксплуатации сетей, сооружений и оборудования систем канализации населенных пунктов, методам очистки сточных вод и обработки осадков. Подробно, но без излишней детализации рассмотрены вопросы , связанные с техникой контроля за показателями сточных вод (отбор проб, определение химических показателей и свойств сточных вод, биохимических величин, наблюдениям при помощи микроскопа и других приборов). Есть разделы, посвященные ведению технической документации на предприятии, оценке производственных результатов, гигиене, предупреждению несчастных случаев.

К сожалению, ограниченный объем печатного издания не позволил включить в него все необходимые законодательные, нормативные акты, имеющиеся информационные материалы, книги, учебники , программы и т.д.. В целях частичного устранения отмеченного недостатка, к Сборнику на бумажном носителе прилагается сборник на электронном носителе, емкость которого значительно больше. При этом следует отметить, что в электронном издании юридические акты приведены полностью, а наиболее важные положения выделены полужирным шрифтом.

Надеемся, что изучение обоих сборников позволит повысить уровень компетентности пользователей и сформировать у них новые потребности в информационных материалах. Предложения по составу следующих аналогичных сборников просим направлять в Исполнительную Дирекцию Ассоциацию предприятий водопроводно-канализационного хозяйства.

к содержанию

# CONSTITUȚIA REPUBLICII MOLDOVA

Publicat : 18.08.1994 în Monitorul Oficial Nr. 1 art Nr : 1 Data intrarii in vigoare : 27.08.1994

## Articolul 37

## Dreptul la un mediu înconjurător sănătos

(1) Fiecare om are dreptul la un mediu înconjurător neprimejdios din punct de vedere ecologic pentru viaţă şi sănătate, precum şi la produse alimentare şi obiecte de uz casnic inofensive.
(2) Statul garantează fiecărui om dreptul la accesul liber şi la răspîndirea informaţiilor veridice privitoare la starea mediului natural, la condiţiile de viaţă şi de muncă, la calitatea produselor alimentare şi a obiectelor de uz casnic.
(3) Tăinuirea sau falsificarea informaţiilor despre factorii ce sînt în detrimentul sănătăţii oamenilor se interzice prin lege.
(4) Persoanele fizice şi juridice răspund pentru daunele pricinuite sănătăţii şi avutului unei persoane ca urmare a unor contravenţii ecologice.

ПЕРЕВОД

к содержанию

# КОНСТИТУЦИЯ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Опубликовано: 18.08.1994 в Официальном Мониторе Nr 1 Дата введения в действие: 27.08.1994

## Статья 37

## Право на благоприятную окружающую среду

(1) Каждый человек имеет право на экологически безопасную для жизни и здоровья окружающую среду, а также на безопасные продукты питания и предметы быта.
(2) Государство гарантирует каждому человеку право на свободный доступ к достоверной информации о состоянии природной среды, условиях жизни и труда, качестве продуктов питания и предметов быта и на ее распространение.
(3) Утаивание или искажение информации о вредных для здоровья людей факторах запрещается законом.
(4) Физические и юридические лица несут ответственность за вред, причиненный здоровью и имуществу лица вследствие экологического правонарушения.

к содержанию

**COD Nr 218 din 24.10.2008**
**CODUL CONTRAVENȚIONAL AL REPUBLICII MOLDOVA** (Extras )
**Capitolul IX**
**CONTRAVENȚII ÎN DOMENIUL PROTECȚIEI MEDIULUI**

**Articolul 109**. Încălcarea regimului de protecție a apelor

(1) Încălcarea regimului de protecție a apelor avînd drept urmare poluarea acestora, eroziunea solurilor şi alte fenomene dăunătoare

se sancționează cu amendă de la 20 la 40 de unități convenționale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunității de la 10 la 40 de ore, cu amendă de la 200 la 400 de unități convenționale aplicată persoanei juridice.

(2) Darea în exploatare a întreprinderilor, a imobilelor comunale şi de altă natură fără construcțiile şi instalațiile care să prevină impurificarea şi infectarea apelor sau influența lor dăunătoare

se sancționează cu amendă de la 40 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunității de la 20 la 40 de ore, cu amendă de la 400 la 500 de unități convenționale aplicată persoanei juridice.

.

(4) Nerespectarea dimensiunilor şi regimului de protecție a zonelor de protecție a apelor rîurilor şi bazinelor de apă şi a fişiilor riverane de protecție a apelor

se sancționează cu amendă de la 10 la 30 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 100 la 200 de unități convenționale aplicată persoanei juridice. .

**Articolul 110**. Încălcarea regulilor de folosire a apei (2) Folosirea obiectivelor acvatice fără autorizația de folosință specială, fără titlul de stat de folosință separată

se sancționează cu amendă de la 40 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 400 la 500 de unități convenționale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 111**. Nerespectarea regulilor şi instrucțiunilor privind exploatarea construcțiilor, instalațiilor şi aparatelor de măsurat hidrotehnice, de gospodărire şi de protecție a apelor

Nerespectarea regulilor şi instrucțiunilor privind exploatarea construcțiilor, instalațiilor şi aparatelor de măsurat hidrotehnice, de gospodărire şi de protecție a apelor

se sancționează cu amendă de la 10 la 20 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 40 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere, cu amendă de la 100 la 200 de unități convenționale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 113.** Încălcarea regulilor de desfăşurare a activității economice în zonele de protecție a apelor

(2) Construcția şi amplasarea, în zona de protecție a apelor, a depozitelor de îngrăşăminte şi pesticide, a obiectivelor pentru prepararea soluțiilor chimice, a depozitelor de produse petroliere, a stațiilor de alimentare cu combustibil, a colectoarelor de ape reziduale de la fermele şi complexele zootehnice, a punctelor de deservire tehnică şi de spălare a tehnicii şi vehiculelor, repartizarea de terenuri, într-o astfel de zonă, pentru depozitarea deşeurilor de orice proveniență, construcția neautorizată de instalații de canalizare, de colectoare şi de instalații de epurare a apelor reziduale

se sancționează cu amendă de la 30 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 400 de unități convenționale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(3) Desfăşurarea neautorizată a lucrărilor de astupare a luncilor şi brațelor uscate ale rîurilor, a lucrărilor de regularizare a cursurilor rîurilor, de extragere a substanțelor utile, a materialelor de construcție şi de instalare a comunicațiilor în zona de protecție a apelor

se sancționează cu amendă de la 40 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu

amendă de la 300 la 400 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

(5) Deversarea, în apele de suprafaţă, în canalele de irigare şi de desecare, a apelor uzate neepurate, a celor poluate termic şi cu substanţe radioactive, a apelor contaminate cu germeni patogeni şi cu paraziţi, a produselor sau reziduurilor petroliere şi a altor poluanţi

se sancţionează cu amendă de la 30 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

(6) Desfăşurarea activităţii economice de către întreprinderi cu impact asupra mediului fără dispozitive de ţinere a evidenţei cantitative şi calitative a consumului şi a evacuărilor de ape, precum şi de prevenire a poluării apelor sau a efectelor lor distructive,

se sancţionează cu amendă de la 30 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 114**. Încălcarea regulilor de protecţie a resurselor piscicole şi a regulilor de pescuit

(1) Încălcarea regulilor de protecţie a resurselor piscicole

se sancţionează cu amendă de la 10 la 20 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 115.** Degradarea terenurilor, falsificarea informaţiei despre starea şi folosirea lor

(1) Degradarea stratului fertil al solului, decopertarea neselectivă şi folosirea stratului fertil contrar destinaţiei

se sancţionează cu amendă de la 10 la 20 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 100 la 200 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

(2) Amplasarea, construcţia şi darea în exploatare a obiectivelor care generează efecte de poluare a solului

se sancţionează cu amendă de la 30 la 70 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

(3) Arderea resturilor vegetale de orice proveniență

se sancţionează cu avertisment sau cu amendă de la 10 la 30 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 119.** Încălcarea modului de protecţie şi de folosire a subsolului

(1) Folosirea neautorizată a subsolului

se sancţionează cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(8) Încălcarea cerinţelor şi regulilor de înhumare (depozitare) în subsol a substanţelor şi a deşeurilor nocive sau a apelor uzate

se sancţionează cu amendă de la 20 la 30 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 40 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 122.** Tăierea ilegală sau vătămarea arborilorşi arbuştilor

(1) Tăierea ilegală sau vătămarea arborilor şi arbuştilor pînă la gradul de încetare a creşterii lor ori vătămarea arborilor şi arbuştilor care nu întrerupe creşterea lor

se sancţionează cu amendă de la 40 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunităţii de la 40 la 60 de ore, cu amendă de la 400 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

(2) Tăierea ilegală a arborilor şi arbuştilor din spaţiile verzi, vătămarea lor sau a unor părţi ale lor, inclusiv în urma incendiilor, defrişarea şi/sau strămutarea, fără permisiunea autorităţii administraţiei publice locale coordonată cu autorităţile administraţiei publice pentru mediu, a plantelor din spaţiile verzi în alte locuri în timpul efectuării de construcţii

se sancţionează cu amendă de la 40 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 400 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 123**. Distrugerea şi vătămarea culturilor silvice, a arboretului tînăr provenit prin regenerare naturală, a semințișului natural şi preexistent

Distrugerea şi vătămarea culturilor silvice, a arboretului tînăr provenit prin regenerare naturală, a semințişului natural şi preexistent

se sancționează cu amendă de la 40 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunității de la 40 la 60 de ore, cu amendă de la 300 la 400 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere, cu amendă de la 400 la 500 de unități convenționale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 133.** Darea în exploatare a obiectivelor de producție fără instalațiile de prevenire a impactului negativ asupra pădurilor

Darea în exploatare a întreprinderilor, secțiilor, agregatelor, căilor de transport, obiectivelor comunale, a altor obiective noi, precum şi a celor reconstruite, fără instalațiile de prevenire a impactului negativ asupra stării şi regenerării pădurilor

se sancționează cu amendă de la 30 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere cu sau fără privarea de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 143**. Neefectuarea plății pentru poluarea mediului

Neefectuarea plății pentru poluarea mediului, nevărsarea ei în volum deplin şi în termen în conturile fondurilor ecologice

se sancționează cu amendă de la 30 la 50 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere.

**Articolul 144.** Încălcarea cerințelor ecologice la construcția, la punerea în funcțiune, la exploatarea întreprinderilor, instalațiilor,altor obiective

Încălcarea cerințelor ecologice la construcția, la punerea în funcțiune, la exploatarea întreprinderilor, instalațiilor, altor obiective se sancționează cu amendă de la 30 la 40 de unități convenționale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunității de la 20 la 40 de ore, cu amendă de la 400 la 500 de unități convenționale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 145**. Neadmiterea inspectării obiectivelor sauneprezentarea informației despre stareamediului

Împiedicarea accesului inspectorilor de stat pentru ecologie la inspectarea obiectivelor şi refuzul de a acorda informații, precum şi prezentarea unei informații eronate despre starea mediului se sancționează cu amendă de la 10 la 20 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 400 de unități convenționale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 146.** Nefolosirea instalațiilor pentru purificarea de poluanți şi controlul emisiilor în atmosferă, pentru epurarea apelor uzate

Nefolosirea instalațiilor, utilajului, aparatajului prevăzute pentru purificarea de poluanți şi controlul emisiilor în atmosferă, pentru epurarea apelor uzate ce se evacuează în obiectivele acvatice şi pentru controlul calității lor, precum şi încălcarea regulilor şi instrucțiunilor de exploatare a instalațiilor indicate

se sancționează cu amendă de la 10 la 20 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 200 la 400 de unități convenționale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 147.** Depăşirea normativelor gradului admisibil de acțiune dăunătoare asupra mediului şi emisia de poluanți fără autorizație

Depăşirea normativelor gradului admisibil de degajare a substanțelor poluante, de acțiune radiologică, fizică şi biologică asupra mediului, emisia de poluanți în atmosferă fără autorizația autorității publice abilitate, cînd obținerea unei astfel de autorizații este necesară conform legislației,

se sancționează cu amendă de la 10 la 20 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu

amendă de la 100 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 149.** Poluarea mediului cu cauzarea de prejudicii

Poluarea mediului (aerului atmosferic, a bazinelor acvatice de suprafaţă şi subterane, a terenurilor) cu deşeuri industriale, de construcţie sau menajere, cu ape menajere, cu emisii de poluanţi ce au cauzat prejudicii

se sancţionează cu amendă de la 40 la 60 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 350 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 6 luni la un an. .

**Articolul 154.** Încălcarea regulilor de gestionare a deşeurilor

(1) Nerespectarea modului stabilit de colectare, păstrare, transport, depozitare, ardere, neutralizare şi evacuare, inclusiv în obiectivele acvatice, în subsol etc., a deşeurilor industriale, de construcţie, menajere şi de altă natură

se sancţioneazâ cu amendă de la 20 la 40 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunităţii de pînă la 60 de ore, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(2) Faptele specificate la alin.(1) care au creat pericolul poluării mediului

se sancţionează cu amendă de la 40 la 80 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 400 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(3) Depozitarea arbitrară sau în locuri interzise ori utilizarea unor alte procedee de evacuare a deşeurilor fără autorizaţia autorităţilor abilitate

se sancţionează cu amendă de la 30 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunităţii de pînă la 60 de ore, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(4) Tăinuirea informaţiei sau prezentarea intenţionată de informaţii false sau incomplete privind gestionarea deşeurilor, privind evacuarea lor în caz de avarie

se sancţionează cu amendă de la 40 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunităţii de pînă la 60 de ore, cu amendă de la 300 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 6 luni la un an.

(5) Încălcarea regulilor de evidenţă şi de control primar în domeniul gestionării deşeurilor, nerespectarea termenelor de prezentare a dărilor de seamă în domeniul nominalizat

se sancţionează cu amendă de la 40 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice sau cu muncă neremunerată în folosul comunităţii de pînă la 60 de ore, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(6) Transmiterea deşeurilor periculoase unor persoane fizice sau juridice care nu deţin licenţe (autorizaţii) pentru transportul, păstrarea şi prelucrarea lor

se sancţionează cu amendă de la 30 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 400 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(7) Nerespectarea regimului şi a regulilor de exploatare a instalaţiilor de prelucrare şi neutralizare a deşeurilor, a locurilor de depozitare ori de înhumare a deşeurilor industriale, menajere şi de altă natură

se sancţionează cu amendă de la 50 la 70 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu

amendă de la 400 la 500 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 6 luni la un an.

(8) Proiectarea şi construcţia de întreprinderi şi de alte obiective, precum şi implementarea de materiale şi tehnologii care nu corespund condiţiilor de securitate a utilizării, prelucrării şi evacuării deşeurilor

se sancţionează cu amendă de la 50 la 70 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în ambele cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

(10) Neasigurarea colectării şi evacuării deşeurilor, admiterea stocării deşeurilor de orice proveniență

se sancţionează cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere.

(11) Neîntreprinderea măsurilor de lichidare a gunoiştilor neautorizate şi necontrolate

se sancţionează cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere.

**Articolul 156**. Neîndeplinirea prevederilor legislaţiei privind expertiza ecologică de stat şi evaluarea impactului asupra mediului

Neîndeplinirea prevederilor legislaţiei privind expertiza ecologică de stat şi evaluarea impactului asupra mediului sau a cerinţelor incluse în concluziile expertizei ecologice de stat şi evaluarea impactului asupra mediului, finanţarea sau executarea proiectelor şi programelor care nu au trecut expertiza ecologică de stat şi evaluarea impactului asupra mediului

se sancţionează cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 300 la 400 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.

## Capitolul **X**

## CONTRAVENŢII ÎN DOMENIUL INDUSTRIEI, CONSTRUCŢIILOR, ENERGETICII, GOSPODĂRIEI COMUNALE, LOCUINŢELOR ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI

**Articolul 159**. Încălcarea regulilor, normelor şi a instrucţiunilor cu privire la efectuarea în condiţii de securitate a lucrărilor

Încălcarea de către persoane cu funcţie de răspundere a regulilor, normelor şi a instrucţiunilor cu privire la efectuarea în condiţii de securitate a lucrărilor în ramurile industriei şi la obiectivele aflate sub controlul autorităţilor de supraveghere de stat a efectuării în condiţii de securitate a lucrărilor în industrie şi inspecţiei miniere se sancţionează cu amendă de 15 unităţi convenţionale.

**Articolul 161**. Deconectarea neautorizată a energiei electrice

Deconectarea neautorizată a instalaţiilor de utilizare ale consumatorilor de la reţeaua electrică, cu excepţia cazurilor cînd atare acţiuni se efectuează pentru securitatea vieţii omeneşti, precum şi a situaţiilor de avarie sau de forţă majoră (extraordinare),

se sancţionează cu amendă de pînă la 25 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de pînă la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere.

**Articolul 162**. Provocarea intenţionată a unui deranjament în reţelele electrice cu tensiune pînă la 1000 de volţi

Provocarea intenţionată a unui deranjament în reţelele electrice cu tensiune pînă la 1000 de volţi (la liniile aeriene, subterane şi subacvatice de transport de energie electrică, la instalaţiile de racord şi de distribuţie), avînd drept urmare o pană de curent în asigurarea consumatorilor cu energie electrică,

se sancţionează cu amendă de pînă la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice sau

cu muncă neremunerată în folosul comunității de pînă la 60 de ore, cu amendă de pînă la 100 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere.

**Articolul 163.** Încălcarea Regulamentului cu privire la protecția rețelelor electrice cu tensiune peste 1000 de volți

Încălcarea Regulamentului cu privire la protecţia rețelelor electrice cu tensiune peste 1000 de volți, aprobat de Guvern, creînd pericolul unei pene de curent, o deteriorare a rețelelor electrice sau avînd drept urmare cauzarea unei daune de altă natură economiei naționale,

se sancționează cu amendă de pînă la 50 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de pînă la 100 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere.

**Articolul 164.** Folosirea neautorizată în scop de profit a energiei electrice, a energiei termice sau a gazelor

Folosirea neautorizată în scop de profit a energiei electrice, a energiei termice sau a gazelor, încălcarea regulilor de folosire a energiei electrice, a energiei termice sau a gazelor de către consumatori

se sancționează cu amendă de la 50 la 100 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 75 la 200 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere, cu amendă de la 400 la 500 de unități convenționale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în toate cazurile, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 165.** Încălcarea dreptului de acces la echipamentele de măsurare

Refuzul nemotivat al consumatorului de a permite accesul la echipamentele de măsurare

se sancționează cu amendă de la 10 la 30 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 100 la 150 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere, cu amendă de la 150 la 200 de unități convenționale aplicată persoanei juridice.

.

**Articolul 169.** Încălcarea normelor de desfăşurare a activităților licențiate în domeniul energetic

Încălcarea de către titularul de licență a normelor de desfăşurare a activităților licențiate în domeniul energetic manifestată prin:

d) aplicarea incorectă a tarifelor reglementate la energia electrică şi la gaze sau aplicarea plăților pentru prestarea serviciilor auxiliare care nu au fost aprobate/coordonate de către autoritatea de reglementare;

e) refuzul nejustificat de a încheia contract de furnizare, de distribuție sau de transport al energiei electrice sau al gazelor;

g) neanunțarea consumatorilor sau nerespectarea termenului de anunțare a consumatorilor cu privire la întreruperile programate şi la limitările în furnizarea energiei electrice sau a gazelor;

i) deconectarea nejustificată a instalațiilor de utilizare ale consumatorilor de la rețeaua electrică/rețeaua de gaze sau întreruperea nejustificată a furnizării de energie electrică ori de gaze către consumatori;

j) refuzul nejustificat de eliberare a avizului de racordare la rețeaua electrică/rețeaua de gaze;

m) neexecutarea în termen a măsurilor dispuse, prin decizii sau hotărîri, de autoritatea de reglementare ori neîndeplinirea în termen a prevederilor prescripției privind lichidarea încălcărilor constatate de către autoritatea de reglementare;

o) nerespectarea altor condiții stabilite în licențele eliberate pentru genuri de activitate în domeniul energetic

se sancționează cu amendă de la 100 la 500 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere, cu amendă de la 300 la 500 de unități convenționale aplicată persoanei juridice.

**Articolul 170. Conectarea neautorizată la sistemul de alimentare cu apă şi la sistemul de canalizare**

**(1) Conectarea neautorizată (fără condiţii tehnice de la furnizor) la sistemul de alimentare cu apă şi la sistemul de canalizare**

**se sancţionează cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 75 la 200 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere, cu amendă de la 350 la 450 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.**

**(2) Conectarea la sistemul de alimentare cu apă şi la sistemul de canalizare cu încălcarea condiţiilor tehnice**

**se sancţionează cu amendă de la 25 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.**

**Articolul 171. Deteriorarea intenţionată a sistemului de alimentare cu apă şi a sistemului de canalizare la efectuarea de lucrări**

**Deteriorarea intenţionată a sistemului de alimentare cu apă şi a sistemului de canalizare la efectuarea de lucrări**

**se sancţionează cu amendă de la 40 la 60 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 70 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere.**

**Articolul 172. Încălcarea regulilor privind zonele de protecţie a reţelelor de conducte de apă şi a instalaţiilor de alimentare cu apă şi de canalizare**

**Construcţia şi amplasarea în zonele de protecţie a reţelelor de conducte de apă şi a instalaţiilor de alimentare cu apă şi de canalizare a diferitelor obiective, uzurparea terenurilor din zonele de protecţie a reţelelor de conducte de apă şi a reţelelor de canalizare**

**se sancţionează cu amendă de la 30 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.**

**Articolul 173. Deconectarea neautorizată a consumatorilor de la sistemul de alimentare cu apă şi de la sistemul de canalizare**

**Deconectarea neautorizată a consumatorilor de la sistemul de alimentare cu apă şi de la sistemul de canalizare**

**se sancţionează cu amendă de 25 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere.**

**Articolul 174. Deteriorarea intenţionată a aparatelor de evidenţă a consumului de apă potabilă şi a volumului de apă uzată evacuată**

**Deteriorarea intenţionată a aparatelor de evidenţă a consumului de apă potabilă şi a volumului de apă uzată evacuată în sistemul public de canalizare**

**se sancţionează cu amendă de la 30 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere, cu amendă de la 200 la 300 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.**

**Articolul 175. Prezentarea datelor eronate privind consumul de apă potabilă şi volumul de apă uzată evacuată în sistemul public de canalizare**

**Prezentarea datelor eronate privind consumul de apă potabilă şi volumul de apă uzată evacuată în sistemul public de canalizare**

**se sancţionează cu amendă de la 30 la 50 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere, cu amendă de la 100 la 200 de unităţi convenţionale aplicată persoanei juridice.**

**Articolul 176. Neasigurarea accesului liber al reprezentantului prestatorului de servicii de alimentare cu apă şi de canalizare înlocuinţe şi pe teritoriul agenţilor economici**

**Neasigurarea accesului liber al reprezentantului prestatorului de servicii de alimentare cu apă şi de canalizare în locuinţe şi pe teritoriul agenţilor economici pentru efectuarea controlului legal asupra funcţionării sistemelor interne de alimentare cu apă şi de canalizare, pentru scoaterea indicaţiilor de pe aparatele de evidenţă a consumului de apă, pentru efectuarea lucrărilor de exploatare a aparatelor de evidenţă**

**se sancţionează cu avertisment sau cu amendă de la 10 la 40 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu avertisment sau cu amendă de la 50 la 100 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere.**

**Articolul 177.** Încălcarea legislaţiei şi documentelor normative în construcţii

(1) Încălcarea legislaţiei şi documentelor normative în construcţii manifestată prin:

b) lipsa nemotivată de la verificarea, convocată de executant, a lucrărilor ajunse în faze determinante ale execuţiei;

c) neîndeplinirea obligaţiei proiectantului de a stabili soluţii pentru remedierea defectelor sesizate în proiect, referitoare la exigenţele esenţiale;

d) neaplicarea de către executant a soluţiilor stabilite de proiectant sau de expert pentru rezolvarea neconformităţilor, defectelor sau neconcordanţelor apărute în timpul execuţiei lucrărilor;

e) neprecizarea în proiect a categoriei de importanţă a construcţiei şi nestabilirea fazelor determinante ale execuţiei lucrărilor supuse controlului calităţii;

g) neconvocarea factorilor care trebuie să participe la verificarea lucrărilor ajunse în faze determinante ale execuţiei şi neasigurarea condiţiilor de verificare;

h) nesesizarea în termen de 24 de ore a Inspecţiei de Stat în Construcţii în cazul producerii unor accidente tehnice la construcţiile în execuţie şi la cele în exploatare;

i) avizarea şi aprobarea documentaţiei de proiect, de amenajare a teritoriului şi de urbanism şi autorizarea construcţiilor, lucrărilor de modernizare, de modificare, de transformare, de consolidare şi de reparaţie a construcţiilor cu încălcarea legislaţiei în vigoare sau a documentelor normative;

k) recepţionarea construcţiei cu încălcarea prevederilor legale sau exploatarea acesteia fără recepţie;

l) necompletarea şi nepăstrarea cărţii tehnice a construcţiei conform prevederilor legale; nerespectarea termenelor-limită prevăzute de legislaţia în vigoare în domeniul urbanismului sau neîndeplinirea în termen a măsurilor cuprinse în actele de control;

m) utilizarea construcţiilor a căror destinaţie funcţională a fost schimbată fără autorizaţie;

n) neînregistrarea autorizaţiei de construire/desfiinţare la Inspecţia de Stat în Construcţii şi neînştiinţarea inspecţiei despre demararea lucrărilor de construcţie

se sancţionează cu amendă de la 40 la 80 de unităţi convenţionale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 60 la 120 de unităţi convenţionale aplicată persoanei cu funcţie de răspundere.

(2) Încălcarea legislației şi documentelor normative în construcții manifestată prin:

a) stabilirea, în cadrul expertizei tehnice, a unor proiecte sau lucrări de construcție, a unor soluții care pot determina nerealizarea nivelului de calitate al construcțiilor corespunzător exigențelor esențiale;

b) neamenajarea, la terminarea lucrărilor de construcții, a terenurilor ocupate temporar pentru aducerea lor la starea inițială; neasigurarea verificării execuției lucrărilor de construcții prin diriginți de şantier atestați conform prevederilor legale;

c) interzicerea sau obstrucționarea efectuării controlului calității în construcții, neprezentarea documentelor şi actelor solicitate de persoane cu atribuții de control, conform prevederilor legale;

d) proiectarea, verificarea, expertiza sau realizarea ori modificarea construcțiilor fără respectarea exigențelor documentelor normative privind rezistența şi stabilitatea lor;

e) executarea de modificări ori demolarea integrală sau parțială a construcțiilor cu încălcarea prevederilor privind autorizarea şi executarea acestora, neexecutarea obligațiilor de urmărire a comportării în exploatare a construcțiilor referitor la rezistență şi la stabilitate, neexecutarea lucrărilor de întreținere, reparație şi consolidare ce decurg din această urmărire;

f) realizarea de construcții, modificări, transformări, modernizări şi consolidări, care pot afecta exigențele esențiale, fără proiect sau în bază de proiecte neverificate, necoordonate, neavizate, neaprobate în modul stabilit, cu încălcarea proiectului sau autorizației de construire;

g) eliberarea certificatelor de urbanism şi autorizațiilor de constituire/desființare care conduc la încălcarea legislației şi a documentelor normative în construcții sau la afectarea patrimoniului cultural, istoric şi arhitectural;

h) organizarea necorespunzătoare şi neaplicarea sistemului de conducere şi de asigurare a calității, inclusiv realizarea de construcții fără responsabili tehnici atestați conform prevederilor legale;

i) falsificarea sau întocmirea incorectă a documentelor de execuție şi a celor de încercare şi de analiză în construcție, fabricarea şi comercializarea materialelor şi articolelor de construcție fără documentele de confirmare a calității;

j) neglijarea sau neîndeplinirea prescripțiilor Inspecției de Stat în Construcții

se sancționează cu amendă de la 60 la 100 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 100 la 200 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere, cu amendă de la 300 la 400 de unități convenționale aplicată persoanei juridice cu sau fără privarea, în toate 3 cazuri, de dreptul de a desfăşura o anumită activitate pe un termen de la 3 luni la un an.

**Articolul 179.** Construcții neautorizate şi intervenții neautorizate la construcțiile existente

Executarea construcțiilor de orice categorie, a lucrărilor de modificare, reamenajare, consolidare şi reparație capitală a clădirilor şi edificiilor, indiferent de tipul de proprietate şi de destinație, fără autorizație de construcție, precum şi a construcțiilor ce cad sub incidența legislației privind calitatea în construcții fără licență eliberată în modul stabilit,

se sancționează cu amendă de la 100 la 150 de unități convenționale aplicată persoanei fizice, cu amendă de la 350 la 450 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere cu demolarea construcțiilor neautorizate şi remedierea construcțiilor afectate în urma intervențiilor neautorizate

**Articolul 180**. Încălcarea legislației cu privire la locuințe

(1) Încălcarea modului de evidență a persoanelor care beneficiază de dreptul la îmbunătățirea condițiilor locative din fondul locuințelor sociale, a modului de scoatere din evidență şi de acordare a locuințelor persoanelor din această categorie, nerespectarea termenelor de instalare a locatarilor în locuințe

se sancționează cu amendă de 100 de unități convenționale aplicată persoanei cu funcție de răspundere.

к содержанию

**Извлечение из Закона**
**Кодекс Республики Молдова о правонарушениях**
**N 218-XVI от 24.10.2008**
**Мониторул Официал N 3-6/15 от 16.01.2009**

## Глава IX
## ПРАВОНАРУШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Статья 109.** Нарушение режима водоохраны

(1) Нарушение режима водоохраны, повлекшее загрязнение вод, эрозию почвы и другие вредные явления,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 20 до 40 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок от 10 до 40 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 200 до 400 условных единиц.

(2) Сдача в эксплуатацию предприятий, коммунальной и иной недвижимости без сооружений и установок, предупреждающих загрязнение и заражение вод или их вредное воздействие,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок от 20 до 40 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 400 до 500 условных единиц.

(4) Несоблюдение пределов и режима охраны водоохранных зон рек и водоемов и прибрежных водоохранных полос

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 30 условных единиц и на юридических лиц в размере от 100 до 200 условных единиц.

**Статья 110.** Нарушение правил водопользования .

(2) Использование водных объектов без разрешения на специальное водопользование, без государственного акта, удостоверяющего право на обособленное водопользование,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц и на юридических лиц в размере от 400 до 500 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 111.** Несоблюдение правил и инструкций, касающихся эксплуатации гидротехнических, водохозяйственных и водозащитных сооружений, устройств и измерительных приборов

Несоблюдение правил и инструкций, касающихся эксплуатации гидротехнических, водохозяйственных и водозащитных сооружений, устройств и измерительных приборов,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 20 условных единиц, на должностных лиц в размере от 40 до 50 условных единиц и на юридических лиц в размере от 100 до 200 условных единиц.

**Статья 113.** Нарушение правил осуществления хозяйственной деятельности в водоохранных зонах

(2) Строительство и размещение в водоохранной зоне складов для хранения удобрений и пестицидов, объектов по приготовлению химических растворов, складов нефтепродуктов, автозаправочных станций, накопителей сточных вод от животноводческих ферм и комплексов, пунктов технического обслуживания и мойки техники и транспортных средств, отвод участков в водоохранной зоне для складирования отходов любого происхождения, несанкционированное строительство в такой зоне канализационных сооружений, коллекторов и установок по очистке сточных вод

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 50 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 400 условных единиц с лишением или без

лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

(3) Несанкционированное проведение работ по засыпке пойменных озер и стариц, осуществление руслорегулирующих работ, работ по добыче полезных ископаемых, строительных материалов и прокладке коммуникаций в водоохранной зоне

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 400 условных единиц. .

(5) Сброс в поверхностные воды, ирригационные и осушительные каналы неочищенных отработанных вод, вод, термически загрязненных и загрязненных радиоактивными веществами, вод, зараженных болезнетворными агентами и паразитами, нефтепродуктов или отходов нефтепродуктов, других загрязнителей

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 50 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 500 условных единиц.

(6) Осуществление хозяйственной деятельности предприятиями, оказывающими воздействие на окружающую среду, без приборов для ведения учета количества и качества потребления и сброса вод, а также для предупреждения загрязнения вод или их разрушающего влияния

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 50 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 500 условных единиц.

**Статья 114.** Нарушение правил охраны рыбных ресурсов и правил рыболовства

(1) Нарушение правил охраны рыбных ресурсов

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 20 условных единиц и на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц.

**Статья 115.** Деградирование земель, фальсификация информации о состоянии и использовании земельных участков

(2) Размещение, строительство и сдача в эксплуатацию объектов, вызывающих загрязнение почвы,

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 70 условных единиц и на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц.

(3) Сжигание растительных отходов любого происхождения

влечет предупреждение или наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 30 условных единиц и на юридических лиц в размере от 50 до 100 условных единиц.

**Статья 119.** Нарушение порядка охраны и использования недр

(8) Нарушение требований и правил захоронения (складирования) в недрах вредных веществ и отходов или отработанных вод

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 20 до 30 условных единиц и на юридических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц.

**Статья 122.** Незаконная порубка или повреждение деревьев и кустарников

(1) Незаконная порубка или повреждение деревьев и кустарников до степени прекращения их роста либо повреждение деревьев и кустарников не до степени прекращения их роста

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок от 40 до 60 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 400 до 500 условных единиц.

**Статья 123.** Уничтожение и повреждение лесных культур, молодняка естественного происхождения, самосева и подроста

Уничтожение и повреждение лесных культур, молодняка естественного происхождения, самосева и подроста

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок от 40

до 60 часов, наложение штрафа на должностных лиц в размере от 300 до 400 условных единиц и на юридических лиц в размере от 400 до 500 условных единиц.

**Статья 133.** Сдача в эксплуатацию производственных объектов без установок по предупреждению вредного воздействия на леса

Сдача в эксплуатацию предприятий, цехов, агрегатов, транспортных путей, коммунальных объектов, других новых и перестроенных объектов без установок по предупреждению вредного воздействия на состояние и восстановление лесов

влечет наложение штрафа на должностных лиц в размере от 30 до 50 условных единиц с лишением или без лишения права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 143.** Невнесение платы за загрязнение окружающей среды

Невнесение платы за загрязнение окружающей среды, неперечисление ее в полном объеме и в установленные сроки на счета экологических фондов

влекут наложение штрафа на должностных лиц в размере от 30 до 50 условных единиц.

**Статья 144.** Нарушение экологических требований при строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации предприятий, установок, других объектов

Нарушение экологических требований при строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации предприятий, установок, других объектов

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 40 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок от 20 до 40 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 400 до 500 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 145.** Недопущение инспектирования объектов или непредоставление сведений о состоянии окружающей среды

Воспрепятствование доступу государственных инспекторов по экологии для инспектирования объектов и отказ от предоставления сведений, а также предоставление недостоверных сведений о состоянии окружающей среды

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 20 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 400 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 146.** Неиспользование установок для очистки от загрязнителей и контроля выбросов в атмосферу и для очистки отработанных вод

Неиспользование установок, оборудования, аппаратуры, предусмотренных для очистки от загрязнителей и контроля выбросов в атмосферу, для очистки и контроля качества отработанных вод, сбрасываемых в водные объекты, а также нарушение правил и инструкций по эксплуатации указанных установок

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 20 условных единиц и на юридических лиц в размере от 200 до 400 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 147.** Превышение нормативов допустимости вредного воздействия на окружающую среду и выброс загрязнителей без наличия разрешения

Превышение нормативов допустимости выброса загрязняющих веществ, радиологического, физического и биологического воздействия на окружающую среду, выброс загрязнителей в атмосферу без наличия разрешения уполномоченного на то органа публичной власти в случае, когда получение такого разрешения необходимо в соответствии с законодательством,

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 20 условных единиц и на юридических лиц в размере от 100 до 300 условных единиц с лишением или без

лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 149.** Загрязнение окружающей среды с причинением ущерба

Загрязнение окружающей среды (атмосферного воздуха, поверхностных и подземных водоемов, земельных участков) промышленными, строительными или бытовыми отходами, бытовыми водами, выбросами загрязнителей, причинившее ущерб,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 60 условных единиц и на юридических лиц в размере от 350 до 500 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 6 месяцев до 1 года.

**Статья 154.** Нарушение правил распоряжения отходами

(1) Несоблюдение установленного порядка сбора, хранения, транспортировки, размещения, сжигания, обезвреживания и удаления промышленных, строительных, бытовых и иных отходов, в том числе в водных объектах, недрах и т.д.,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 20 до 40 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок до 60 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

(2) Деяния, указанные в части (1), создавшие опасность загрязнения окружающей среды,

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 80 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 400 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

(3) Самовольное складирование или складирование в запрещенных местах либо удаление отходов другими способами без разрешения уполномоченных органов

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 50 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок до 60 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

(4) Утаивание информации или умышленное предоставление недостоверной или неполной информации о распоряжении отходами, а также об их аварийном сбросе

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок до 60 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 300 до 500 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 6 месяцев до 1 года.

(5) Нарушение правил первичного учета и контроля в области распоряжения отходами, несоблюдение сроков представления отчетности в данной области

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 50 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок до 60 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

(7) Несоблюдение режима и правил эксплуатации установок по переработке и обезвреживанию отходов, мест складирования или захоронения промышленных, бытовых и иных отходов

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 50 до 70 условных единиц и на юридических лиц в размере от 400 до 500 условных единиц с лишением или без

лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 6 месяцев до 1 года.

(8) Проектирование и строительство предприятий и иных объектов, а также внедрение материалов и технологий, не отвечающих требованиям безопасности при использовании, переработке и удалении отходов,

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 50 до 70 условных единиц и на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц с лишением или без лишения в обоих случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

(10) Необеспечение сбора и удаления отходов, допущение накопления отходов любого происхождения

влекут наложение штрафа на должностных лиц в размере от 50 до 100 условных единиц.

(11) Непринятие мер по ликвидации несанкционированных и неконтролируемых свалок

влечет наложение штрафа на должностных лиц в размере от 50 до 100 условных единиц.

**Статья 156.** Невыполнение требований законодательства о государственной экологической экспертизе и оценке воздействия на окружающую среду

Невыполнение требований законодательства о государственной экологической экспертизе и оценке воздействия на окружающую среду или требований, содержащихся в заключениях государственной экологической экспертизы и оценке воздействия на окружающую среду, финансирование или реализация проектов и программ, не прошедших государственную экологическую экспертизу и оценку воздействия на окружающую среду,

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 50 до 100 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 400 условных единиц

## Глава X
## ПРАВОНАРУШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭНЕРГЕТИКИ, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ

**Статья 159.** Нарушение правил, норм и инструкций по безопасному ведению работ

Нарушение должностными лицами правил, норм и инструкций по безопасному ведению работ в отраслях промышленности и на объектах, подконтрольных органам государственного надзора за безопасным ведением работ в промышленности и гортехнадзора,

влечет наложение штрафа в размере 15 условных единиц.

**Статья 161.** Несанкционированное отключение электроэнергии

Несанкционированное отключение установки потребителя от электросети, за исключением случаев, когда такие действия осуществляются для обеспечения безопасности жизни людей, а также аварийных или форс-мажорных (чрезвычайных) ситуаций,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере до 25 условных единиц и на должностных лиц в размере до 50 условных единиц.

**Статья 162.** Умышленное повреждение электрических сетей напряжением до 1000 вольт

Умышленное повреждение электрических сетей напряжением до 1000 вольт (воздушных, подземных и подводных линий электропередачи, вводных и распределительных устройств), вызвавшее перерыв в обеспечении потребителей электроэнергией,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере до 50 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок до 60 часов и наложение штрафа на должностных лиц в размере до 100 условных единиц.

**Статья 163.** Нарушение Правил охраны электрических сетей напряжением свыше 1000 вольт

Нарушение утвержденных Правительством Правил охраны электрических сетей напряжением свыше 1000 вольт, создавшее угрозу перерыва в обеспечении потребителей электроэнергией, вызвавшее повреждение электрических сетей или причинение иного ущерба национальной экономике,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере до 50 условных единиц и на должностных лиц в размере до 100 условных единиц.

**Статья 164.** Несанкционированное использование электроэнергии, тепловой энергии или газа в целях получения прибыли

Несанкционированное использование электроэнергии, тепловой энергии или газа в целях получения прибыли, нарушение потребителями правил использования электроэнергии, тепловой энергии или газа

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 50 до 100 условных единиц, на должностных лиц в размере от 75 до 200 условных единиц и на юридических лиц в размере от 400 до 500 условных единиц с лишением во всех случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 165.** Нарушение права доступа к измерительному оборудованию

Необоснованный отказ потребителя в разрешении доступа к измерительному оборудованию

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 30 условных единиц, на должностных лиц в размере от 100 до 150 условных единиц и на юридических лиц в размере от 150 до 200 условных единиц.

**Статья 169.** Нарушение норм осуществления лицензированных видов деятельности в области энергетики

Нарушение обладателем лицензии норм осуществления лицензированных видов деятельности в области энергетики, выражающееся в:

d) неправильном применении регулирующих тарифов на электроэнергию и газ или применении платежей за оказание дополнительных услуг, не утвержденных /не согласованных с регулирующим органом;

e) необоснованном отказе заключить договор о поставке, распределении или передаче электроэнергии или газа;

g) неуведомлении потребителя или несоблюдении срока уведомления потребителя о планируемых приостановках и ограничениях поставки электроэнергии или газа;

i) необоснованном отключении установки потребителя от электрической /газовой сети или необоснованном прекращении поставки электроэнергии или газа потребителю;

j) необоснованном отказе в выдаче заключения о подключении к электрической /газовой сети;

влечет наложение штрафа на должностных лиц в размере от 100 до 500 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 500 условных единиц.

**Статья 170. Несанкционированное подключение к системе водоснабжения и канализационной системе**

**(1) Несанкционированное (без наличия технических условий от поставщика) подключение к системе водоснабжения и канализационной системе**

**влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 50 до 100 условных единиц, на должностных лиц в размере от 75 до 200 условных единиц и на юридических лиц в размере от 350 до 450 условных единиц.**

**(2) Подключение к системе водоснабжения и канализационной системе с нарушением технических условий**

**влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 25 до 50 условных единиц, на должностных лиц в размере от 50 до 100 условных единиц и на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц.**

**Статья 171. Умышленное повреждение системы водоснабжения и канализационной системы при производстве работ**

**Умышленное повреждение системы водоснабжения и канализационной системы при производстве работ**

**влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 60 условных единиц и на должностных лиц в размере от 70 до 100 условных единиц.**

**Статья 172. Нарушение правил о зонах защиты водопроводных сетей, установок водоснабжения и канализационных установок**

**Строительство и размещение различных объектов в зонах защиты водопроводных сетей, установок водоснабжения и канализационных установок, узурпация земельных участков в зонах защиты водопроводных и канализационных сетей**

**влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 50 условных единиц, на должностных лиц в размере от 50 до 100 условных единиц и на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц.**

**Статья 173. Несанкционированное отключение потребителей от системы водоснабжения и канализационной системы**

**Несанкционированное отключение потребителей от системы водоснабжения и канализационной системы**

**влечет наложение штрафа на физических лиц в размере 25 условных единиц и на должностных лиц в размере 50 условных единиц.**

**Статья 174. Умышленное повреждение приборов учета потребления питьевой воды и объема сбрасываемых отработанных вод**

**Умышленное повреждение приборов учета потребления питьевой воды и объема сбрасываемых отработанных вод в публичную систему канализации**

**влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 50 условных единиц, на должностных лиц в размере от 50 до 100 условных единиц и на юридических лиц в размере от 200 до 300 условных единиц.**

**Статья 175. Представление неверных сведений о потреблении питьевой воды и объеме сброса отработанных вод в публичную систему канализации**

**Представление неверных сведений о потреблении питьевой воды и объеме сброса отработанных вод в публичную систему канализации**

**влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 30 до 50 условных единиц, на должностных лиц в размере от 50 до 100 условных единиц и на юридических лиц в размере от 100 до 200 условных единиц.**

**Статья 176. Необеспечение свободного доступа представителя поставщика услуг водоснабжения и канализационных услуг в жилища и на территорию хозяйствующих субъектов**

**Необеспечение свободного доступа представителя поставщика услуг водоснабжения и канализационных услуг в жилища и на территорию хозяйствующих субъектов для осуществления законных проверок**

**функционирования внутренних систем водоснабжения и канализации, снятия показаний приборов учета водопотребления, осуществления работ по эксплуатации приборов учета**

**влечет предупреждение или наложение штрафа на физических лиц в размере от 10 до 40 условных единиц и предупреждение или наложение штрафа на должностных лиц в размере от 50 до 100 условных единиц.**

**Статья 177.** Нарушение законодательства и нормативных документов по строительству

(1) Нарушение законодательства и нормативных документов по строительству, выражающееся в:

b) немотивированном отсутствии при организованной производителем проверке работ на определяющих этапах их производства;

c) неисполнении проектировщиком обязанностей в части выдачи решений по устранению выявленных в проекте дефектов, относящихся к соблюдению основных требований;

d) невыполнении производителем работ принятых проектировщиком или экспертом решений по устранению несоответствий, дефектов или расхождений, допущенных при производстве работ;

e) неопределении в проекте степени важности сооружения и неустановлении определяющих этапов производства работ, подлежащих контролю качества; ;

g) необеспечении созыва субъектов, которые должны участвовать в проверке работ на определяющих этапах их производства, и необеспечении условий для проверки;

h) неуведомлении в течение 24 часов Государственной инспекции в строительстве о технических авариях на строящихся и эксплуатируемых сооружениях;

i) выдаче заключений и утверждении проектной документации, документации по обустройству территории и градостроительству, а также выдаче разрешений на строительство, производство работ по модернизации, модификации, переустройству, консолидации и ремонту сооружений с нарушением действующего законодательства или нормативных документов;

k) приемке сооружений с нарушениями требований законодательства или их эксплуатации без приемки;

l) незаполнении и несохранении технического паспорта сооружения в соответствии с требованиями законодательства; несоблюдении предельных сроков, предусмотренных действующим законодательством в области градостроительства, или невыполнении в установленный срок мер, содержащихся в актах проверки;

m) использовании строений, функциональное назначение которых было изменено без наличия соответствующего разрешения;

n) нерегистрации разрешения на строительство/снос в Государственной инспекции в строительстве и неуведомлении инспекции о начале строительных работ,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 40 до 80 условных единиц и на должностных лиц в размере от 60 до 120 условных единиц.

(2) Нарушение законодательства и нормативных документов по строительству, выражающееся в:

a) принятии в ходе технической экспертизы проектов или строительных работ таких решений, которые могут послужить причиной необеспечения уровня качества сооружений, соответствующего основным требованиям;

b) неприведении по окончании строительных работ временно занятых земель в их первоначальное состояние; необеспечении проверки производства строительных работ руководителями строек, аттестованными в соответствии с требованиями законодательства;

c) запрещении или воспрепятствовании осуществлению контроля качества в строительстве, непредставлении документов по требованию лиц, наделенных функциями контроля, в соответствии с положениями законодательства;

d) проектировании, проверке, экспертизе или строительстве сооружений либо осуществлении их модификаций без соблюдения требований нормативных документов в части прочности и устойчивости сооружений;

e) осуществлении модификаций либо полного или частичного сноса сооружений с нарушением требований относительно получения разрешения на их осуществление и по их осуществлению, а также неисполнении обязанностей по наблюдению за поведением сооружений при эксплуатации в части прочности и устойчивости, невыполнении работ по содержанию, ремонту и консолидации сооружений, необходимость которых вытекала из такого наблюдения;

f) осуществлении строительства, модификаций, преобразований, модернизации, консолидации, которые могут привести к нарушению основных требований, без проектов или на основе проектов, не прошедших проверку, координирование, согласование, утверждение в установленном порядке, и с нарушением проекта или разрешения на строительство; ;

h) организации не на должном уровне и неприменении системы управления качеством и обеспечения качества, включая строительство сооружений без участия лиц, ответственных за технический надзор, аттестованных в соответствии с требованиями законодательства;

i) фальсификации или неправильном составлении исполнительных документов и документов, относящихся к испытаниям и анализу в строительстве; производстве и реализации строительных материалов и изделий без документов, подтверждающих их качество;

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 60 до 100 условных единиц, на должностных лиц в размере от 100 до 200 условных единиц и на юридических лиц в размере от 300 до 400 условных единиц с лишением или без лишения во всех случаях права осуществлять определенную деятельность на срок от 3 месяцев до 1 года.

**Статья 179.** Несанкционированное строительство и вмешательство в существующие сооружения

Строительство объектов любой категории, выполнение работ по изменению, переустройству, консолидации и капитальному ремонту зданий и сооружений независимо от вида собственности и назначения без разрешения на строительство, а также строительство объектов, подпадающих под действие законодательства о качестве в строительстве, без лицензии, выданной в установленном порядке,

влекут наложение штрафа на физических лиц в размере от 100 до 150 условных единиц и на должностных лиц в размере от 350 до 450 условных единиц со сносом несанкционированных строений и восстановлением строений, поврежденных в результате несанкционированного вмешательства.

**Статья 180.**

Нарушение правил обеспечения чистоты в городских и сельских населенных пунктах в порядке, установленном органом местного публичного управления,

влечет наложение штрафа на физических лиц в размере от 20 до 40 условных единиц или назначение наказания в виде неоплачиваемого труда в пользу общества на срок от 20 до 60 часов и наложение штрафа на юридических лиц в размере от 50 до 100 условных единиц.

к содержанию

**Codul penal al Republicii Moldova**
**nr. 985-XV din 18.04.2002 ( Extras )**
Monitorul Oficial al R.Moldova nr.128-129/1012 din 13.09.2002

Capitolul IX

## INFRACŢIUNI ECOLOGICE

**Articolul 223.** Încălcarea cerinţelor securităţii ecologice

Încălcarea cerinţelor securităţii ecologice la proiectarea, amplasarea, construcţia sau punerea în exploatare, precum şi la exploatarea construcţiilor industriale, agricole, ştiinţifice sau a altor obiective de către persoanele responsabile de respectarea lor, dacă aceasta a provocat:

a) mărirea esenţială a nivelului radiaţiei;

b) daune sănătăţii populaţiei;

c) pieirea în masă a animalelor;

d) alte urmări grave,

se pedepseşte cu amendă în mărime de la 300 la 600 unităţi convenţionale sau cu închisoare de la 2 la 5 ani, în ambele cazuri cu (sau fără) privarea de dreptul de a ocupa anumite funcţii sau de a exercita o anumită activitate pe un termen de pînă la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate sau cu lichidarea persoanei juridice.

*[Art.223 modificat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

**Articolul 224.** Încălcarea regulilor de circulaţie a substanţelor, materialelor şi deşeurilor radioactive, bacteriologice sau toxice

(1) Încălcarea regulilor stabilite ce ţin de fabricarea, importul, exportul, îngroparea, păstrarea, transportarea sau utilizarea substanţelor, materialelor şi deşeurilor radioactive, bacteriologice sau toxice, precum şi a pesticidelor, erbicidelor sau a altor substanţe chimice, dacă aceasta creează pericolul cauzării de daune esenţiale sănătăţii populaţiei sau mediului,

se pedepseşte cu amendă în mărime de la 200 la 600 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 3 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate.

(2) Aceleaşi acţiuni:

a) săvîrşite repetat;

b) săvîrşite în zona situaţiei ecologice excepţionale sau în zona unei calamităţi naturale;

c) soldate cu impurificarea, otrăvirea sau infectarea mediului;

d) soldate cu pieirea în masă a animalelor

se pedepsesc cu amendă în mărime de la 300 la 800 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 3000 la 5000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate sau cu lichidarea persoanei juridice.

(3) Acţiunile prevăzute la alin.(1) sau (2), care au provocat din imprudenţă:

a) îmbolnăvirea în masă a oamenilor;

b) decesul persoanei,

se pedepsesc cu închisoare de la 5 la 10 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 5000 la 10000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate sau cu lichidarea persoanei juridice.

(4) Acţiunile prevăzute la alin.(1), (2) sau (3), soldate cu decesul a două sau mai multor persoane,

se pedepsesc cu închisoare de la 7 la 15 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 5000 la 10000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate sau cu lichidarea persoanei juridice.

*[Art.224 modificat prin Legea nr.136-XVI din 19.06.2008, în vigoare 08.08.2008]*
*[Art.224 modificat prin Legea nr.184-XVI din 29.06.2006, în vigoare 11.08.2006]*
*[Art.224 completat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

**Articolul 225.** Tăinuirea de date sau prezentarea intenţionată de date neautentice despre poluarea mediului

(1) Tăinuirea datelor sau prezentarea intenţionată de către o persoană cu funcţie de răspundere ori de către o persoană care gestionează o organizaţie comercială, obştească sau altă organizaţie nestatală, precum şi de către o persoană juridică, a datelor neautentice despre avariile cu poluare excesivă a mediului, cu poluare radioactivă, chimică, bacteriologică sau cu alte urmări periculoase pentru viaţa sau sănătatea populaţiei, precum şi despre starea sănătăţii populaţiei afectate de poluarea mediului, dacă aceasta a provocat din imprudenţă:

a) îmbolnăvirea în masă a oamenilor;

b) pieirea în masă a animalelor;

c) decesul persoanei;

d) alte urmări grave,

se pedepseşte cu amendă în mărime de la 300 la 800 unităţi convenţionale sau cu închisoare de la 3 la 7 ani, în ambele cazuri cu privarea de dreptul de a ocupa anumite funcţii sau de a exercita o anumită activitate pe un termen de la 2 la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate.

(2) Aceleaşi acţiuni soldate cu decesul a două sau mai multor persoane

se pedepsesc cu închisoare de la 5 la 10 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 3000 la 6000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate sau cu lichidarea persoanei juridice.

*[Art.225 completat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

**Articolul 226.** Neîndeplinirea obligaţiilor de lichidare a consecinţelor încălcărilor ecologice

(1) Eschivarea sau îndeplinirea necorespunzătoare de către o persoană cu funcţie de răspundere ori de către o persoană care gestionează o organizaţie comercială, obştească sau altă organizaţie nestatală, precum şi de către o persoană juridică a obligaţiilor de lichidare a consecinţelor încălcărilor ecologice, dacă aceasta a provocat din imprudenţă:

a) îmbolnăvirea în masă a oamenilor;

b) pieirea în masă a animalelor;

c) decesul persoanei;

d) alte urmări grave,

se pedepseşte cu amendă în mărime de la 200 la 500 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 5 ani, în ambele cazuri cu privarea de dreptul de a ocupa anumite funcţii sau de a exercita o anumită activitate pe un termen de la 2 la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate.

(2) Aceleaşi acţiuni soldate cu decesul a două sau mai multor persoane

se pedepsesc cu închisoare de la 3 la 7 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 3000 la 6000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate sau cu lichidarea persoanei juridice.

*[Art.226 modificat prin Legea nr.184-XVI din 29.06.2006, în vigoare 11.08.2006]*

*[Art.226 completat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

**Articolul 227.** Poluarea solului

(1) Impurificarea, otrăvirea, infectarea sau altă poluare a solului cu produse nocive ale activităţii economice ori de altă natură ca urmare a încălcării regulilor de manipulare cu substanţe nocive, îngrăşăminte minerale, stimulenţi de creştere a plantelor şi cu alte substanţe chimice sau biologice în timpul transportării, utilizării sau păstrării lor, dacă aceasta a cauzat daune:

a) sănătăţii populaţiei; b) mediului; c) producţiei agricole,

se pedepseşte cu amendă în mărime de la 200 la 500 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 2 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate.

(2) Aceleaşi acţiuni:

a) săvîrşite în zona situaţiei ecologice excepţionale sau în zona unei calamităţi naturale;

b) urmate de decesul persoanei din imprudenţă

se pedepsesc cu amendă în mărime de la 300 la 800 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 3000 la 6000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate sau cu lichidarea persoanei juridice.

*[Art.227 modificat prin Legea nr.184-XVI din 29.06.2006, în vigoare 11.08.2006]*

*[Art.227 completat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

**Articolul 228.** Încălcarea cerinţelor de protecţie a subsolului

Încălcarea cerinţelor de protecţie a zăcămintelor minerale sau a altor resurse ale subsolului, construcţia neautorizată sau amplasarea deşeurilor toxice pe terenurile cu zăcăminte minerale, precum şi deversarea nesancţionată a substanţelor nocive în subsol, dacă aceasta a provocat:

a) prăbuşiri sau alunecări de proporţii ale terenului;

b) poluarea apelor subterane, creînd pericol pentru sănătatea populaţiei;

c) decesul persoanei din imprudenţă;

d) alte urmări grave,

se pedepsesc cu amendă în mărime de la 300 la 800 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate.

*[Art.228 modificat prin Legea nr.184-XVI din 29.06.2006, în vigoare 11.08.2006]*

*[Art.228 completat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

**Articolul 229.** Poluarea apei

Infectarea sau altă impurificare a apelor de suprafaţă ori subterane cu ape uzate sau cu alte deşeuri ale întreprinderilor, instituţiilor şi organizaţiilor industriale, agricole, comunale şi de altă natură, dacă aceasta a cauzat daune în proporţii considerabile regnului animal sau vegetal, resurselor piscicole, silviculturii, agriculturii sau sănătăţii populaţiei ori a provocat decesul persoanei,

se pedepseşte cu amendă în mărime de la 300 la 800 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate.

*[Art.229 modificat prin Legea nr.184-XVI din 29.06.2006, în vigoare 11.08.2006]*

*[Art.229 completat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

**Articolul 230.** Poluarea aerului

Poluarea aerului cu depăşirea normelor stabilite, ca urmare a emisiei în atmosferă a poluanţilor sau a încălcării regulilor de exploatare, sau a neutilizării utilajului, aparatajului, instalaţiilor de purificare şi control al emisiilor în atmosferă, dacă aceasta a cauzat daune în proporţii considerabile mediului, regnului animal sau vegetal, sănătăţii populaţiei ori a provocat decesul persoanei,

se pedepseşte cu amendă în mărime de la 300 la 800 unităţi convenţionale sau cu închisoare de pînă la 5 ani, iar persoana juridică se pedepseşte cu amendă în mărime de la 1000 la 3000 unităţi convenţionale cu privarea de dreptul de a exercita o anumită activitate.

*[Art.230 modificat prin Legea nr.184-XVI din 29.06.2006, în vigoare 11.08.2006]*

*[Art.230 completat prin Legea nr.211-XV din 29.05.03, în vigoare 12.06.03]*

к содержанию

Перевод

**З А К О Н**

**Уголовный кодекс Республики Молдова**

**N 985-XV от 18.04.2002**

**Глава IX**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕСТУПЛЕНИЯ**

**Статья 223.** Нарушение требований экологической безопасности

Нарушение требований экологической безопасности при проектировании, размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию, а равно эксплуатации промышленных,

сельскохозяйственных, научных или иных объектов лицами, ответственными за их соблюдение, если это действие повлекло:

a) существенное увеличение уровня радиации;

b) причинение вреда здоровью населения;

c) массовую гибель животных;

d) иные тяжкие последствия,

наказывается штрафом в размере от 300 до 600 условных единиц или лишением свободы на срок от 2 до 5 лет с лишением или без лишения в обоих случаях права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью или с ликвидацией юридического лица.

*[Ст.223 изменена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

**Статья 224.** Нарушение правил оборота радиоактивных, бактериологических и токсических веществ, материалов и отходов

(1) Нарушение установленных правил производства, ввоза, вывоза, захоронения, хранения, перевозки или использования радиоактивных, бактериологических или токсических веществ, материалов и отходов, а также пестицидов, гербицидов и других химических веществ, если это действие создает реальную угрозу причинения существенного вреда здоровью населения или окружающей среде,

наказывается штрафом в размере от 200 до 600 условных единиц или лишением свободы на срок до 3 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью.

(2) Те же действия:

a) совершенные повторно;

b) совершенные в зоне чрезвычайной экологической ситуации или в зоне стихийного бедствия;

c) повлекшие загрязнение, отравление или заражение окружающей среды;

d) приведшие к массовой гибели животных,

наказываются штрафом в размере от 300 до 800 условных единиц или лишением свободы на срок до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 3000 до 5000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью или с ликвидацией юридического лица.

(3) Действия, предусмотренные частями (1) или (2), повлекшие по неосторожности:

a) массовое заболевание людей;

b) смерть человека,

наказываются лишением свободы на срок от 5 до 10 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 5000 до 10000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью или с ликвидацией юридического лица.

(4) Действия, предусмотренные частями (1), (2) или (3), повлекшие смерть двух или более лиц,

наказываются лишением свободы на срок от 7 до 15 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 5000 до 10000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью или с ликвидацией юридического лица.

*[Ст.224 изменена Законом N 136-XVI от 19.06.2008, в силу 08.08.2008]*

*[Ст.224 изменена Законом N 184-XVI от 29.06.2006, в силу 11.08.2006]*

*[Ст.224 дополнена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

**Статья 225.** Умышленное сокрытие или предоставление недостоверных данных о загрязнении окружающей среды

(1) Умышленное сокрытие должностным лицом либо лицом, управляющим коммерческой, общественной или иной негосударственной организацией, а также юридическим лицом, данных или умышленное предоставление ими недостоверных

данных об авариях с чрезмерным загрязнением окружающей среды, радиоактивным, химическим, бактериологическим загрязнением или с другими последствиями, опасными для жизни или здоровья населения, а равно данных о состоянии здоровья населения, пострадавшего от загрязнения окружающей среды, если эти действия повлекли по неосторожности:

a) массовое заболевание людей;

b) массовую гибель животных;

c) смерть человека;

d) иные тяжкие последствия,

наказываются штрафом в размере от 300 до 800 условных единиц или лишением свободы на срок от 3 до 7 лет с лишением в обоих случаях права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок от 2 до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью.

(2) Те же действия, повлекшие смерть двух или более лиц,

наказываются лишением свободы на срок от 5 до 10 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 3000 до 6000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью или с ликвидацией юридического лица.

*[Ст.225 дополнена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

**Статья 226.** Неисполнение обязанностей по ликвидации последствий экологических нарушений

(1) Уклонение от исполнения или ненадлежащее исполнение должностным лицом либо лицом, управляющим коммерческой, общественной или иной негосударственной организацией, а также юридическим лицом, обязанностей по ликвидации последствий экологических нарушений, повлекшие по неосторожности:

a) массовое заболевание людей;

b) массовую гибель животных;

c) смерть человека;

d) иные тяжкие последствия,

наказываются штрафом в размере от 200 до 500 условных единиц или лишением свободы на срок до 5 лет с лишением в обоих случаях права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок от 2 до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью.

(2) Те же действия, повлекшие смерть двух или более лиц,

наказываются лишением свободы на срок от 3 до 7 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 3000 до 6000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью или с ликвидацией юридического лица.

*[Ст.226 изменена Законом N 184-XVI от 29.06.2006, в силу 11.08.2006]*

*[Ст.226 дополнена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

**Статья 227.** Загрязнение почв

(1) Загрязнение, отравление, заражение или иное разрушение почв вредными продуктами хозяйственной или иной деятельности вследствие нарушения правил обращения с вредными веществами, минеральными удобрениями, стимуляторами роста растений и иными химическими и биологическими веществами при их транспортировке, использовании или хранении, если эти действия причинили вред:

a) здоровью населения; b) окружающей среде; c) сельскохозяйственной продукции,

наказываются штрафом в размере от 200 до 500 условных единиц или лишением свободы на срок до 2 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью.

(2) Те же действия:

a) совершенные в зоне чрезвычайной экологической ситуации или в зоне стихийного бедствия;

b) повлекшие по неосторожности смерть человека,

наказываются штрафом в размере от 300 до 800 условных единиц или лишением свободы на срок до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 3000 до 6000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью или с ликвидацией юридического лица.

*[Ст.227 изменена Законом N 184-XVI от 29.06.2006, в силу 11.08.2006]*

*[Ст.227 дополнена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

**Статья 228.** Нарушение требований охраны недр

Нарушение требований охраны полезных ископаемых или других ресурсов недр, самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых или размещение на них токсичных отходов, а равно несанкционированный сброс вредных веществ в почву, если эти действия повлекли:

a) значительные обвалы или оползни;

b) загрязнение подземных вод, представляющее реальную опасность для здоровья населения;

c) по неосторожности смерть человека;

d) иные тяжкие последствия,

наказываются штрафом в размере от 300 до 800 условных единиц или лишением свободы на срок до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью.

*[Ст.228 изменена Законом N 184-XVI от 29.06.2006, в силу 11.08.2006]*

*[Ст.228 дополнена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

**Статья 229.** Загрязнение вод

Заражение или иное загрязнение поверхностных или подземных вод сточными водами или отходами промышленных, сельскохозяйственных, коммунальных и других предприятий, учреждений и организаций, если эти действия причинили ущерб в значительных размерах животному или растительному миру, рыбным запасам, лесному или сельскому хозяйству либо здоровью населения или повлекли смерть человека,

наказываются штрафом в размере от 300 до 800 условных единиц или лишением свободы на срок до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью.

*[Ст.229 изменена Законом N 184-XVI от 29.06.2006, в силу 11.08.2006]*

*[Ст.229 дополнена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

**Статья 230.** Загрязнение воздуха

Загрязнение воздуха с превышением установленных нормативов вследствие выброса в атмосферу вредных веществ или нарушения правил эксплуатации оборудования, установок, сооружений, предназначенных для очистки и контроля за выбросами в атмосферу, либо неиспользования их, причинившее ущерб в значительных размерах окружающей среде, животному или растительному миру, здоровью населения или повлекшее смерть человека,

наказывается штрафом в размере от 300 до 800 условных единиц или лишением свободы на срок до 5 лет, а юридическое лицо наказывается штрафом в размере от 1000 до 3000 условных единиц с лишением права заниматься определенной деятельностью.

*[Ст.230 изменена Законом N 184-XVI от 29.06.2006, в силу 11.08.2006]*

*[Ст.230 дополнена Законом N 211-XV от 29.05.03, в силу 12.06.03]*

Мониторул Официал ал Р.Молдова N 128-129/1012 от 13.09.2002

к содержанию

**GUVERNUL** EXTRAS

**HOTĂRÎRE Nr. 656**
**din 27.05.2002**
**cu privire la aprobarea Regulamentului-cadru**
**privind folosirea sistemelor comunale de alimentare cu apă şi de canalizare**

Publicat : 06.06.2002 în Monitorul Oficial Nr. 71-73 art Nr : 750
MODIFICAT
HG1228 din 13.11.07, MO180-183/23.11.07 art. 1287

Conform art.8 al Legii cu privire la apa potabilă (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 1999, nr.39-41, art.167), Guvernul Republicii Moldova HOTĂRĂŞTE:

1. Se aprobă Regulamentul-cadru privind folosirea sistemelor comunale de alimentare cu apă şi de canalizare (se anexează).
2. Se recomandă autorităţilor administraţiei publice locale să-şi elaboreze propriile regulamente privind folosirea sistemelor comunale în baza Regulamentului-cadru sus-aprobat şi să le coordoneze în mod obligatoriu cu autoritatea publică centrală de specialitate.

Prim-ministru
al Republicii Moldova Vasile TARLEV
Contrasemnată:
Ministrul ecologiei, construcţiilor
şi dezvoltării teritoriului Gheorghe Duca
Ministrul finanţelor Zinaida Grecianîi
Ministrul justiţiei Ion Morei
Chişinău, 27 mai 2002.
Nr. 656.

Aprobat
prin Hotărîrea Guvernului
Republicii Moldova nr. 656
din 27 mai 2002

**REGULAMENTUL**
**privind folosirea sistemelor comunale**
**de alimentare cu apă şi de canalizare**

**I. Dispoziţii generale**

1. Regulamentul privind folosirea sistemelor comunale de alimentare cu apă şi de canalizare (denumit în cele ce urmează Regulamentul) determină relaţiile dintre prestatorii serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare şi utilizatorii acestor servicii.
4. Prezentul Regulament stabileşte:
condiţiile de exploatare a sistemelor comunale de alimentare cu apă şi de canalizare;
modalităţile de calculare a debitului de apă distribuit şi a volumelor de ape uzate evacuate şi recepţionate;
modalităţile de facturare şi plată a serviciilor prestate;
drepturile, obligaţiile şi răspunderea părţilor contractante.
9. Relaţiile dintre furnizor şi consumator privind prestarea şi achitarea serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare, nespecificate în prezentul Regulament, se stabilesc în contractul încheiat de către aceştia.
10. Litigiile părţilor contractante, apărute în legătură cu aplicarea prevederilor prezentului Regulament, se soluţionează în conformitate cu legislaţia în vigoare.

**II. Condiţii de utilizare şi funcţionare a sistemelor de alimentare cu apă şi canalizare**

11. Gradul de răspundere pentru starea tehnică şi întreţinerea sistemelor de alimentare cu apă şi canalizare se indică în procesul-verbal corespunzător dintre părţile contractante.
20. Persoanele fizice şi juridice, care au deteriorat sau din vina cărora au fost deteriorate sistemele de alimentare cu apă sau de canalizare, sînt obligate să anunţe neîntîrziat despre

aceasta posesorul sistemelor respectiv (furnizorul, consumatorul) şi să suporte din mijloace proprii toate cheltuielile de restabilire şi despăgubire pretinse justificat şi legal de cei păgubiţi.
21. Consumatorul poate permite racordarea la reţelele sale a altor consumatori doar cu acordul scris al furnizorului şi numai în cazul cînd capacităţile tehnice a reţelelor permit o atare racordare. Refuzul consumatorului de a permite racordarea reţelelor solicitanţilor la reţelele sale trebuie să fie întemeiat. În cazul cînd refuzul este justificat, decizia în această privinţă o iau autorităţile administraţiei publice locale.
22. Consumatorul (subconsumatorul) este obligat să anunţe furnizorul şi să obţină acordul lui prealabil în cazurile cînd intenţionează:
să reducă sau să majoreze consumul apei şi volumul apelor uzate evacuate, faţă de cele indicate în contract;
să mărească concentraţia sau cantitatea poluanţilor în apele uzate peste limitele stabilite în contract;
să construiască sau să pună în funcţiune noi reţele şi instalaţii;
să schimbe echipamentele de măsurare;
să rupă sigiliile aplicate de furnizor (cu excepţia cazurilor de incendiu);
să întreprindă orice alte acţiuni ce ar putea avea drept consecinţă abaterea de la clauzele contractului.
25. În cazurile cînd solicită majorarea consumului de apă sau a volumelor de evacuare a apelor uzate, solicitantul trebuie să obţină acordul scris sau prescripţiile tehnice ale furnizorului.
26. Racordarea la reţelele şi instalaţiile existente fără avizul furnizorului şi fără respectarea normelor şi reglementărilor în vigoare este interzisă.
Se consideră neautorizate racordările:
executate fără avizul prealabil al furnizorului sau după expirarea termenului de valabilitate al contractului cu acesta;
care sînt folosite înainte de a fi recepţionate şi date în exploatare în modul stabilit;
care sînt exploatate pînă la încheierea contractului de prestare a serviciilor.
Se consideră neautorizate construcţiile şi instalaţiile:
executate fără proiect sau în baza unui proiect neautorizat în modul stabilit, ori după un proiect care nu a fost coordonat cu furnizorul, inclusiv după orice proiect în care nu au fost respectate prescripţiile de execuţie ale proiectului;
executate fără supravegherea tehnică a furnizorului;
reconstruite fără avizul furnizorului sau cele ale căror echipamente de măsurare au fost demontate şi montate (instalate) fără avizul prealabil al furnizorului.
ltării Teritoriului.

**III. Contractarea serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare**

49. Contractul se încheie avînd la bază contractul-cadru, anexă la prezentul Regulament.
50. Contractarea serviciilor se face ţinîndu-se seama de necesităţile utilizatorilor, stabilite în baza normelor tehnologice şi de consum, precum şi de posibilităţile furnizorului. Volumele de apă furnizată sau de ape recepţionate sînt indicate în contract. Excepţie fac consumatorii casnici individuali, cooperativele de construcţie a locuinţelor, întreprinderile municipale de gestionare a fondului locativ, asociaţiile proprietarilor apartamentelor privatizate, asociaţiile de coproprietari în condominiu.

**IV. Determinarea volumului furnizat de apă**

potabilă şi a volumului apelor evacuate
în reţelele de canalizare
54. Volumul de apă furnizat consumatorilor (subconsumatorilor) şi volumul de ape uzate evacuate în reţelele de canalizare şi recepţionate de furnizor se determină în baza datelor înregistrate de echipamentele de măsurare.
55. Pentru perioada în care echipamentele de măsurare au fost defectate sau demontate pentru verificare sau reparare, consumul se va stabili după metodologia convenită între furnizor şi consumator - conform normelor de consum aprobate sau conform mediei calculate pe ultimele

două luni, cînd echipamentul de măsurare a funcţionat normal, şi potrivit clauzelor respective în contractul de furnizare a apei şi de recepţionare a apelor uzate.
56. În timpul trecerii de la sezonul vară - iarnă, în cazul lipsei echipamentelor de contorizare a consumului se va ţine cont de variaţiile consumului de apă, atare schimbări fiind prevăzute în contractul de furnizare a apei şi de recepţionare a apelor uzate.
59. În lipsa echipamentelor de măsurare, volumul apelor uzate recepţionate se consideră egal cu volumul apei folosite sau se stabileşte în baza măsurărilor efectuate de furnizor. Periodicitatea efectuării măsurărilor se stabileşte de furnizor. Rezultatul măsurărilor se înregistrează în procesul-verbal corespunzător, care serveşte drept bază la facturarea serviciilor de canalizare de la consumator (subconsumator).
60. Dacă volumul apelor uzate este mai mic decît volumul apei consumate, consumatorul este obligat să prezinte furnizorului în termenele stabilite calculele prin care determină volumul apelor uzate deversate în reţelele furnizorului.
61. Dacă consumatorul (subconsumatorul) are surse alternative de alimentare cu apă (inclusiv apă fierbinte şi condensat de abur), iar apele uzate le evacuează în reţelele de canalizare, el este obligat să prezinte furnizorului, în termenele stabilite de acesta, datele înregistrate de echipamentele de măsurare şi datele necesare pentru calcularea volumului real de ape uzate deversate în reţelele de canalizare.
62. Dacă consumatorul nu prezintă furnizorului în termenele stabilite datele necesare conform prevederilor pct.59 şi 60, volumul apelor uzate recepţionate se va calcula conform regimului prevăzut în contract.
63. În cazul depistării reţelelor şi instalaţiilor de racordare neautorizată (inclusiv a reţelelor de racordare la coloanele de distribuţie a apei, hidranţi sau la branşamentele caselor), volumul apei consumate şi volumul apelor uzate evacuate se va calcula conform pct.54, 58 şi 67 ale prezentului Regulament.
Pentru calculare, se va considera că reţelele şi instalaţiile respective au funcţionat permanent, fără întreruperi. Dacă nu se poate stabili termenul de cînd au început să fie folosite, pentru calcule se va lua termenul de prescripţie.
64. În cazuri argumentate, furnizorul poate permite folosirea apei de către agenţii economici şi instituţii publice chiar dacă nu sînt instalate echipamentele de măsurare cuvenite. În asemenea situaţii, volumul apei consumate se va determina în baza datelor înregistrate de echipamentele de control instalate de furnizor sau conform normelor de consum aprobate de consiliile locale. Condiţiile de furnizare a apei vor fi stipulate în contractul respectiv.
65. În cazurile cînd furnizarea apei se sistează pe un termen de peste trei zile succesive şi lipsesc echipamentele de măsurare, volumul apei furnizate se va determina luîndu-se în calcul durata reală de prestare a serviciilor. Întreruperile în alimentarea cu apă se vor înregistra într-un proces-verbal.
71. Recepţionarea apelor de drenaj şi meteorice de pe teritoriile întreprinderilor industriale în sistemul public de canalizare nu se admite. În cazuri excepţionale, furnizorul poate permite recepţionarea acestor ape pentru diluarea apelor de canalizare în baza condiţiilor tehnice şi dacă dispune de capacităţi suficiente a instalaţiilor de epurare. În asemenea cazuri, agenţii economici trebuie să plătească şi pentru recepţia volumului suplimentar al apelor meteorice deversate în reţelele de canalizare prin gurile căminelor. Volumul apelor meteorice recepţionate se calculează:
a) în cazul sistemului de canalizare unitar - conform normativului de proiectare SNIP 2.04.-85 " Canalizare, reţele şi construcţii exterioare", în dependenţă de suprafaţa teritoriului întreprinderii şi cantitatea de precipitaţii în perioada calculată, durata căreia se stabileşte conform datelor Serviciului de Stat „Hidrometeo";
b) în cazul sistemului semiseparat de canalizare - volumul apelor meteorice se consideră 20% din volumul calculat pentru situaţia prevăzută la lit. a).

**V. Facturarea serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare**

73. Plata pentru consumul de apă sau evacuarea apelor uzate supralimită, precum şi deversarea apelor uzate cu depăşirea concentratiilor maxime admisibile (CMA) în reţelele canalizaţiei municipale se efectuează conform legislaţiei în vigoare şi condiţiilor stipulate în contract.
74. În cazul cînd furnizorul depistează evacuările apelor uzate cu depăşirea concentraţiilor maxim admisibile de poluanţi (CMA) sau într-un regim neprevăzut de contract, ce poate deregla procesul tehnologic de epurare şi reduce gradul de epurare, agentul economic concret va compensa prejudiciile aduse furnizorului în modul stabilit în contract.
75. Furnizorul facturează serviciile prestate lunar, în baza datelor înregistrate de echipamentele de măsurare.
76. Persoanele fizice şi juridice achită serviciile în termenele stabilite în contract (15 zile pentru agenţii economici şi 30 zile pentru persoanele fizice), după ce furnizorul le-a expediat facturile sau cererile (avizele) de plată.
Parţial, agenţii economici achită serviciile în avans. Cuantumul plăţii anticipate şi termenele ei de achitare se indică în contractul de prestare a serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare.
77. Dacă nu achită factura în termenele stabilite consumatorului cu statut de agent economic, i se aplică penalităţile stabilite de legislaţia în vigoare pentru fiecare zi de întîrziere sau conform contractului încheiat (excepţie constituind populaţia şi instituţiile publice).
78. Dacă consumatorul nu a achitat factura sau cererea de plată timp de trei luni, furnizorul este în drept să deconecteze reţelele consumatorului şi să sisteze astfel prestarea serviciilor.
Neachitarea serviciilor prestate de către o parte din proprietarii apartamentelor privatizate nu poate servi drept temei pentru debranşarea întregului bloc locativ.
79. Preluarea serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare se va efectua în cazul când consumatorul respectiv va achita datoriile integral, precum şi costul lucrărilor de debranşare şi reconectare.
80. Subconsumatorul achită serviciile de alimentare cu apă şi de canalizare consumatorului cu care a încheiat contractul respectiv.
Consumatorul achită consumul de apa integral şi volumul apelor uzate deversate conform tarifelor corespunzătoare pentru grupul de consumatori la care este raportat.
81. Volumul apei potabile, consumat de întreprinderea de termoficare pentru producerea apei calde, se achită în baza datelor înregistrate de contoarele (echipamentele de măsurare). Volumul apelor uzate, ce urmează să fie achitat de întreprinderea de termoficare, este determinat prin calcularea diferenţei dintre volumele de apă rece şi apă caldă furnizate abonaţilor, care au contracte de recepţionare a apelor uzate de către furnizor.
82. În lipsa echipamentelor de măsurare, volumul de apă furnizată întreprinderii de termoficare pentru alimentarea cu apă caldă şi volumul corespunzător al apelor uzate evacuate se determină prin contract.
84. Consumatorii au dreptul să conteste greşelile de calcul sau volumul consumurilor de apă în termen de 30 zile din data primirii facturii.
Ca urmare a contestaţiei depuse de ei, se va face o cercetare şi orice diferenţă constatată în detrimentul consumatorului se va rambursa sau se va lua în calcul în factura următoare.
85. Dacă consumatorul are datorii faţă de furnizor şi nu l-a informat pe acesta în termenele stabilite despre reorganizarea sau lichidarea organizaţiei sale, furnizorul este în drept să sisteze prestarea serviciilor.
86. În cazul în care consumatorul datornic transmite obiectul altui utilizator, documentul care stabileşte modalitatea de achitare a datoriilor se perfectează cu participarea furnizorului. În situaţiile cînd un asemenea document nu a fost perfectat, noul utilizator va achita integral datoriile predecesorului faţă de furnizor în termenele convenite.

## VI. Întreruperi şi limitări la prestarea serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare

87. Furnizarea apei potabile şi recepţionarea apelor uzate se efectuează fără întreruperi, dacă contractul încheiat între furnizor şi consumator (între consumator şi subconsumator) nu prevede un alt regim. Excepţie fac cazurile indicate la pct.91 şi 93.
Dacă consumatorul urmează să sisteze furnizarea apei către subconsumator ori recepţionarea apelor uzate, el este obligat să anunţe acest lucru furnizorului în prealabil.
89. În anumite situaţii, după ce l-a prevenit în prealabil pe consumatorul respectiv, furnizorul este în drept să sisteze furnizarea apei sau recepţionarea apelor uzate, cu condiţia ca aceste acţiuni să nu scadă calitatea serviciilor prestate altor abonaţi. Asemenea situaţii sînt:
a) starea tehnică nesatisfăcătoare a reţelelor şi instalaţiilor de alimentare cu apă şi de canalizare, aflate în administrarea consumatorului, şi refuzul acestuia de a lichida încălcările regulilor de exploatare tehnică;
b) neîndeplinirea obligaţiilor faţă de furnizor privind dezvoltarea, reconstrucţia sau înlocuirea reţelelor şi instalaţiilor de alimentare cu apă şi de canalizare, aflate la balanţa consumatorului;
c) refuzul de a permite reprezentantului furnizorului, împuternicit cu dreptul de control, accesul la instalaţiile şi reţelele de alimentare cu apă şi de canalizare, la dispozitivele şi construcţiile aferente, pentru examinările prescrise sau pentru verificarea şi citirea datelor echipamentelor de măsurare, efectuarea măsurărilor şi prelevarea probelor de ape uzate, aplicarea sigiliilor, reglementarea distribuţiei apei potabile (în cazul nerespectării limitelor stabilite), cît şi pentru executarea altor lucrări de exploatare, întreţinere, reconstrucţie, construcţie etc;
d) dispoziţia organelor teritoriale de supraveghere sanitară;
e) neîndeplinirea de către consumator a condiţiilor contractului cu furnizorul privind limitele consumului de apă, volumul şi calitatea apelor uzate evacuate sau a cerinţelor privind protecţia mediului;
f) depistarea instalaţiilor şi construcţiilor neautorizate pentru racordarea reţelelor consumatorului la sistemele de alimentare cu apă şi canalizare ale furnizorului sau a reţelelor altor consumatori neconectate încă la reţelele consumatorului;
g) neachitarea de către consumator a plăţii pentru serviciile prestate de furnizor în termenele stabilite în conformitate cu pct. 75;
h) refuzul neîntemeiat al consumatorului de a permite racordarea la reţelele sale de alimentare cu apă şi canalizare ale potenţialilor subconsumatori, care au acordul respectiv al furnizorului.
90. Sistarea pe parcursul sezonului de încălzire a furnizării apei către sursele de energie termică (centrale termice, centrale electrice şi de termoficare, puncte termice centrale cu schemă independentă de încălzire), care nu au surse alternative de alimentare cu apă, se admite numai cu acordul organelor autorităţilor publice locale.
91. În cazul în care consumatorul nu semnează procesul-verbal prin care se constată refuzul de a permite accesul reprezentantului furnizorului la sistemele şi construcţiile aferente, procesul-verbal nesemnat poate servi drept temei pentru aplicarea sancţiunilor corespunzătoare, în condiţiile legislaţiei în vigoare.
92. Despre efectuarea lucrărilor planificate (de reparaţie, racordare, reconstrucţie etc.) la reţelele şi instalaţiile de alimentare cu apă şi de canalizare, la care sînt racordate reţelele consumatorului, furnizorul este obligat să anunţe consumatorul respectiv cu zece zile lucrătoare înainte de data în care se prevede sistarea serviciilor sau modificarea regimului de funcţionare. Dacă în termen de cinci zile lucrătoare din data primirii preavizului respectiv părţile nu au reuşit să coordoneze calendarul lucrărilor, iar urgenţa acestor lucrări impune sistarea prestării serviciilor, furnizorul va stabili de unul singur data desfăşurării lucrărilor preconizate, avînd obligaţia de a informa cu o zi înainte consumatorul şi de a-şi argumenta acţiunile.
93. Furnizorul este în drept să sisteze furnizarea apei potabile, recepţia apelor uzate sau să reducă volumul serviciilor prestate fără preaviz în următoarele cazuri:
a) sistarea energiei electrice la obiectele sistemelor de alimentare cu apă şi canalizare de către furnizorul de energie;
b) producerea circumstanţelor de forţă majoră, a avariilor mari, inclusiv degradarea bruscă şi esenţială a calităţii apei la sursa de captare, ca urmare a concentraţiei mari de poluanţi în apă;

c) necesitatea de a mări debitul apei în locurile în care urmează să fie stinse incendiile.

## VII. Obligaţiile şi răspunderea furnizorului şi consumatorilor (subconsumatorilor)

96. Furnizorul are următoarele obligaţii faţă de consumatori:

1) să presteze serviciile de alimentare cu apă şi de canalizare conform prevederilor contractelor încheiate cu abonaţii, prezentului Regulament şi altor acte normative specifice în vigoare;

2) să ia măsuri pentru remedierea operativă a defecţiunilor şi disfuncţiunilor la instalaţiile sale;

4) să efectueze controlul şi supravegherea permanentă a instalaţiilor de alimentare cu apă şi de canalizare, ce se află în gestiunea sa precum şi a consumatorilor;

5) să întreprindă toate măsurile posibile pentru reducerea cheltuielilor privind prestarea serviciilor;

6) să instaleze şi să menţină în bună stare echipamentele de măsurare a volumelor serviciilor prestate;

8) să compenseze integral pagubele în cazul producerii din vina sa a avariilor şi accidentelor ce au cauzat degradarea imobilelor, bunurilor materiale şi altor valori ale consumatorului;

9) să verifice şi să asigure în permanenţă calitatea apelor uzate deversate în receptorii naturali;

11) să informeze consumatorii, prin intermediul mass-media şi altor mijloace de informare, despre sistarea furnizării apei şi termenele şi măsurile de remediere a defecţiunilor la instalaţiile sale, să compenseze prejudiciile cauzate sănătăţii populaţiei în urma alimentării cu apă livrată sub normele de calitate.

97. Consumatorii sînt obligaţi:

1) să încheie în termene legale contracte de prestare a serviciilor de alimentare cu apă şi de canalizare cu furnizorii;

2) să respecte întocmai clauzele contractuale;

3) să asigure protecţia şi integritatea sigiliilor aplicate de furnizor;

4) să ţină evidenţa volumului de apă consumat de subconsumatori şi a volumului şi calităţii apelor uzate, recepţionate de la aceştia;

7) să nu evacueze în reţeaua de canalizare substanţe, deşeuri sau reziduuri, care ar putea cauza înfundarea sau deteriorarea racordului de canalizare sau a reţelelor furnizorului;

8) să nu utilizeze instalaţiile sanitare în alte scopuri decît pentru cele care sînt destinate şi avizate de furnizor;

9) să exploateze şi să întreţină instalaţiile proprii în conformitate cu cerinţele instrucţiunilor şi prevederilor normativelor în vigoare;

10) să asigure persoanelor autorizate accesul permanent la căminele de vizitare, echipamente etc.;

11) să permită reprezentantului furnizorului accesul la reţelele şi instalaţiile sale pentru efectuarea controlului, lucrărilor de exploatare şi racordare a unor noi consumatori, pentru efectuarea măsurărilor, prelevarea probelor de ape uzate, aplicarea sigiliilor, citirea contoarelor etc.

98. Consumatorii şi subconsumatorii sînt obligaţi să nu admită:

1) încălcarea limitelor stabilite de consum al apei precum şi a volumului şi concentraţiilor de poluanţi în apele uzate evacuate în reţelele furnizorului;

2) deteriorarea şi înfundarea reţelelor şi instalaţiilor;

3) depozitarea materialelor şi diferitor obiecte, precum şi amplasarea construcţiilor pe reţelele de alimentare cu apă şi de canalizare;

5) descoperirea gurilor căminelor şi coborîrea în cămine a persoanelor străine, evacuarea apelor meteorice în reţelele care au alte destinaţii;

6) racordarea la reţelele lor a altor utilizatori fără acordul furnizorului.

к содержанию

**ПЕРЕВОД**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ** Nr. 656
от 27.05.2002

**об утверждении Типового положения об использовании коммунальных систем водоснабжения и канализации**

Опубликован : 06.06.2002 в Monitorul Oficial Nr. 71-73 статья № : 750

ИЗМЕНЕНО
ПП1288 от 13.11.07, MO180-183/23.11.07 ст.1287

В соответствии со статьей 8 Закона о питьевой воде (Официальный монитор Республики Молдова, 1999 г., №39-41, ст.167) Правительство Республики Молдова ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить Типовое положение об использовании коммунальных систем водоснабжения и канализации (прилагается).

2. Рекомендовать органам местного публичного управления разработать свои положения об использовании коммунальных систем на основе утвержденного Типового положения, согласовывая их в обязательном порядке с центральным отраслевым органом публичного управления.

**Премьер-министр**
**Республики Молдова** **Василе ТАРЛЕВ**
**Контрассигнуют:**
**министр экологии, строительства**
**и развития территорий** **Георге ДУКА**
**министр финансов** **Зинаида ГРЕЧАНЫЙ**
**министр юстиции** **Ион МОРЕЙ**

**Кишинэу, 27 мая 2002 г.**
**№ 656.**

Утверждено
Постановлением Правительства
Республики Молдова № 656
от 27 мая 2002 г.

## ТИПОВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ
### об использовании коммунальных систем водоснабжения и канализации

### I. Общие положения

1. Положение об использовании коммунальных систем водоснабжения и канализации (в дальнейшем - Положение) регулирует отношения между поставщиками услуг по водоснабжению и канализации и пользователями этих услуг.

4. Настоящее положение устанавливает:
условия эксплуатации систем водоснабжения и канализации коммунального хозяйства;
методы расчета объемов распределяемой воды и объемов приема и отвода сточных вод;
методы расчета и оплаты оказываемых услуг;

права и обязанности договаривающихся сторон.

5. Действие настоящего положения распространяется на всех юридических и физических лиц, предоставляющих услуги водоснабжения и канализации, независимо от формы их собственности.

9. Отношения между поставщиком и потребителем по оказанию и оплате услуг по водоснабжению и канализации, не оговоренные настоящим положением, устанавливаются дополнительно в договоре, заключаемом между ними.

.

## II. Условия использования и функционирования систем водоснабжения и канализации

11. Степень ответственности за техническое состояние и содержание систем водоснабжения и канализации указывается в соответствующем протоколе, оформленном договаривающимися сторонами.

20. Физические и юридические лица, которые повредили или по вине которых были повреждены системы водоснабжения и канализации, обязаны немедленно сообщить об этом владельцу соответствующих систем (поставщику, потребителю) и оплатить все расходы по восстановлению и возмещению предполагаемого ущерба за счет собственных средств.

21. Потребитель может разрешить подключение к своим сетям других потребителей только с письменного разрешения поставщика и в том случае, если позволяют технические условия. Отказ потребителя разрешить присоединение к своим сетям сетей заявителей должен быть обоснован. Если отказ оправдан, решение по данному вопросу принимают органы местного публичного управления.

22. Потребитель (субпотребитель) обязан сообщить поставщику и получить его предварительное согласие в случае, если он намерен:

уменьшить или увеличить расход потребляемой воды и объем отведения сточных вод по сравнению с указанными в договоре;

увеличить концентрацию или количество загрязнителей в сточных водах сверх норм, указанных в договоре;

построить или сдать в эксплуатацию новые сети и установки;

поменять измерительное оснащение;

предпринять другие действия, которые являются отклонениями от условий договора.

25. В том случае, если требуется увеличить расход воды и объемы отведения сточных вод, заявитель должен получить на это письменное согласие или техническое предписание поставщика.

26. Присоединение к существующим сетям и установкам без разрешения поставщика и без соблюдения действующих норм и правил запрещается.

Считаются неразрешенными присоединения:

осуществляемые без предварительного разрешения поставщика или по истечении срока действия договора;

используемые до приема и сдачи их в эксплуатацию;

эксплуатируемые до заключения договора на предоставление услуг.

Неразрешенными считаются сооружения и установки:

выполненные без проекта или по проекту, который не был разрешен в установленном порядке либо по проекту, не согласованному с поставщиком, включая любой из проектов, в котором не были соблюдены требования проекта;

выполненные без технического надзора поставщика;

реконструированные без заключения поставщика или тех, измерительное оснащение

которых демонтировано и смонтировано (установлено) без предварительного разрешения поставщика.

## III. Заключение договоров на оказание услуг водоснабжения и канализации

49. Договор на поставку воды и прием сточных вод заключается на основе Типового договора согласно приложению.

50. Договор на оказание услуг заключается с учетом потребностей пользователей, установленных на основании технологических норм и норм потребления, а также возможностей поставщика. Объемы поставляемой воды или принимаемых сточных вод указываются в договоре. Исключением являются частные индивидуальные потребители, жилищно-строительные кооперативы, муниципальные предприятия по управлению жилищным фондом, ассоциации владельцев приватизированных квартир, ассоциации совладельцев (кондоминиумы).

## IV. Определение объемов отпущенной питьевой воды и объемов отвода сточных вод в канализационные сети

54. Объемы поставки питьевой воды потребителям (субпотребителям) и объемы сточных вод, отведенных в канализационные сети и принятых поставщиком, определяются на основе данных, зарегистрированных измерительными приборами.

55. Для периода, в котором измерительные приборы были неисправны или демонтированы для проверки либо ремонта, объемы потребления устанавливаются по методике, устраивающей поставщика и потребителя, в соответствии с утвержденными нормами расхода или по средней величине, рассчитанной за последние 2 месяца при исправной работе измерительных приборов согласно соответствующим условиям договора на поставку воды и отвод сточных вод.

56. В период перехода от летнего сезона к зимнему при отсутствии приборов учета потребления учитываются колебания в расходе воды; такие изменения предусматриваются в договоре на поставку воды и отвод сточных вод.

59. При отсутствии измерительных приборов объем принимаемых сточных вод считается равным объему использованной воды, или устанавливается на основе замеров, осуществляемых поставщиком. Результаты измерений фиксируются в соответствующем протоколе, который служит основой для составления счетов по услугам канализации от потребителя (субпотребителя).

60. Если объем сточных вод меньше объема потребленной воды, потребитель обязан представить поставщику в установленные сроки расчеты определения объема вод, отведенных в сети поставщика.

61. Если потребитель (субпотребитель) имеет альтернативные источники водоснабжения (включая горячую воду и пароконденсат), а сточные воды отводятся в канализационные сети, он обязан представить поставщику в установленные сроки данные показаний измерительных приборов, а также необходимые данные для расчета реального объема сточных вод, отведенных в канализационные сети.

62. Если потребитель не представляет поставщику в установленные сроки необходимые данные согласно требованиям пунктов 59 и 60, объем отвода сточных вод рассчитывается в соответствии с условиями, предусмотренными в договоре.

63. При обнаружении самовольных подключений к сетям и сооружениям (включая присоединение сетей к водоразборным колонкам, пожарным гидрантам и к вводам зданий) объем потребленной воды и объем отведенных сточных вод рассчитываются согласно пунктам 54, 58 и 67 настоящего Положения.

Для расчетов принимается, что соответствующие сети и сооружения работают непрерывно, без перебоев. Если невозможно установить фактический срок пользования, то для расчета берется срок исковой давности.

64. В обоснованных случаях поставщик может разрешить водопотребление экономическими агентами и публичными учреждениями даже без установления соответствующих измерительных приборов. В таком случае объем потребленной питьевой воды определяется на основании данных контрольных приборов, установленных поставщикам, или в соответствии с нормами водопотребления, утвержденными местными советами. Условия отпуска воды указываются в соответствующем договоре.

65. В случае прекращения подачи воды продолжительностью свыше 3 суток при отсутствии измерительных приборов объем поставленной воды определяется с учетом фактической продолжительности оказания услуг. Перерывы в водоснабжении фиксируются в протоколе.

71. Прием дренажных и ливневых вод с территории промышленных предприятий в общую канализационную систему не допускается. В исключительных случаях поставщик может разрешить прием этих вод для разбавления канализационных вод на основе технических условий, если он располагает очистными установками достаточной мощности. В таких случаях экономические агенты должны платить и за прием дополнительных объемов ливневых вод, отведенных в канализационные сети через люки колодцев.

Расход ливневых вод рассчитывается:

a) в случае единой канализационной системы - согласно проектным нормам и правилам СНиП 2.04.-85 "Канализация, наружные сети и сооружения" в зависимости от площади территории предприятия и количества осадков в расчетный период, продолжительность которого устанавливается в соответствии с данными Государственной службы "Hidrometeo";

b) в случае раздельной системы канализации объемом ливневых вод считаются 20% от объема, рассчитанного для периода, предусмотренного в подпункте a).

в состав собственных расходов.

## V. Счета за оказание услуг водоснабжения и канализации

73. Плата за сверхлимитное водопотребление или отведение сточных вод, а также за сброс сточных вод в муниципальные канализационные сети с превышением предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ (ПДК) осуществляется в соответствии с действующим законодательством и указанными в договоре условиями.

74. В случае, если поставщик обнаруживает отведение сточных вод с превышением предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ или в режиме, не предусмотренном в договоре, что может нарушить технологический процесс очистки, конкретный экономический агент возмещает причиненный поставщику ущерб в порядке, установленном в договоре.

75. Поставщик ежемесячно выставляет счет за оказанные услуги на основе данных, зарегистрированных измерительными приборами.

76. Физические и юридические лица оплачивают оказанные услуги в сроки, установленные договором (15 дней для экономических агентов и 30 дней для физических лиц), после предъявления поставщиком платежных счетов или заявок на оплату.

Экономические агенты частично оплачивают услуги авансом. Размер предоплаты и ее сроки указываются в договоре на оказание услуг по водоснабжению и канализации.

77. Если потребитель со статусом экономического агента не оплачивает счет в установленные сроки, к нему применяются санкции в виде штрафа, предусмотренные действующим законодательством, за каждый просроченный день или в соответствии с заключенным договором (исключение составляют население и публичные учреждения).

78. Если потребитель не оплачивает счет или платежное поручение в течение трех месяцев, поставщик вправе отключить сети потребителя, прекратив таким образом оказание услуг. Неоплата оказанных услуг частью владельцев приватизированных квартир не может служить основанием для отключения всего жилого дома.

79. Восстановление услуг по водоснабжению и канализации осуществляется в том случае, если соответствующий потребитель полностью уплатит долги, а также стоимость работ по отключению и подключению к сети.

80. Субпотребитель оплачивает услуги по водоснабжению и канализации потребителю, с которым заключил соответствующий договор.

Потребитель оплачивает полностью расход воды и объем отведенных сточных вод по соответствующим тарифам для группы потребителей, к которой он относится.

81. Объем питьевой воды, потребленной предприятием по теплоснабжению для обеспечения горячей водой, оплачивается на основании данных, зарегистрированных счетчиками (измерительными приборами). Объем сточных вод, который должно оплатить предприятие по теплоснабжению, определяется как разница объемов холодной и горячей воды, поставляемых потребителям, имеющим заключенный с поставщиком договор о приеме сточных вод.

82. При отсутствии измерительных приборов объем воды, поставленной предприятию по теплоснабжению для обеспечения горячей водой, и соответствующий объем сточных вод определяются на основании договора.

84. Потребители имеют право обжаловать ошибки в расчете объема потребляемой ими воды в течение 30 дней со дня получения счета. В результате поданного ими протеста производятся уточнения и любая установленная разница в ущерб потребителю возмещается или учитывается при выписке следующего счета.

85. Если потребитель имеет долги перед поставщиком и не информировал его в установленные сроки о реорганизации или ликвидации его организации, поставщик вправе приостановить оказание услуг.

86. Если потребитель пожелает передать объект другому пользователю, документ, устанавливающий способ расчета долгов, оформляется с участием поставщика. Если такой документ не был составлен, новый пользователь полностью оплачивает долги предыдущего пользователя перед поставщиком в надлежащие сроки.

## VI. Прекращение и ограничение оказания услуг по водоснабжению и канализации

87. Подача питьевой воды и прием сточных вод производятся непрерывно, если договором, заключенным между поставщиком и потребителем (между потребителем и субпотребителем), не предусмотрен другой режим. Исключением являются случаи, указанные в пунктах 91 и 93. Если потребитель прекращает подачу воды субпотребителю или прием сточных вод, он обязан предварительно известить об этом поставщика.

89. В некоторых случаях после предварительного преду-преждения соответствующего потребителя поставщик вправе прекратить подачу воды или прием сточных вод при условии, что эти действия не ухудшат качество услуг, оказываемых другим

абонентам. Такими случаями являются:

a) неудовлетворительное техническое состояние сетей и устройств водоснабжения и канализации, находящихся в ведении потребителя, и отказ его устранить нарушения правил технической эксплуатации;

b) невыполнение обязательств перед поставщиком по развитию, реконструкции или замене сетей и установок водоснабжения и канализации, которые находятся на балансе потребителя;

c) отказ разрешить представителю поставщика, имеющему право контроля, доступ к водопроводным и канализационным сетям и устройствам, приборам и сооружениям для предписанного обследования или для проверки и снятия показаний измерительных приборов, проведения замеров и отбора проб сточных вод, применения пломб, регулирования распределения питьевой воды (в случае несоблюдения установленного лимита) и в целях выполнения других работ по эксплуатации, содержанию, реконструкции, строительству и т.д.;

d) распоряжения территориальных органов санитарного надзора;

e) невыполнение потребителем условий договора с поставщиком по установленному лимиту потребления воды, объему и качеству отводимых сточных вод или требований по охране окружающей среды;

f) обнаружение самовольно построенных устройств и сооружений для присоединения сетей потребителя к системам водоснабжения и канализации поставщика или еще не подключенных сетей других потребителей к сетям потребителя;

g) невнесение потребителем платежей за оказанные поставщиком услуги в установленные сроки в соответствии с пунктом 75;

h) необоснованный отказ потребителя разрешить подключение к своим водопроводным и канализационным сетям потенциальных субпотребителей, получивших соответствующее согласие поставщика.

90. Прекращение в течение отопительного сезона подачи воды источникам теплоснабжения (теплоцентрали, теплоэлектроцентрали, центральные тепловые пункты с независимой схемой отопления), не имеющим альтернативных источников водоснабжения, допускается только с согласия органов местного публичного управления.

91. При неподписании потребителем протокола, которым подтверждается отказ разрешить доступ представителю поставщика к системам и их сооружениям, неподписанный протокол может служить основанием для применения санкций в соответствии с действующим законодательством.

92. О проведении плановых работ (по ремонту, присоединению, реконструированию и др.) на сетях и установках водообеспечения и канализации, к которым присоединены сети потребителя, поставщик обязан известить потребителя за 10 рабочих дней до даты прекращения услуг или изменения режима функционирования. Если в течение 5 рабочих дней со дня получения уведомления стороны не успели согласовать график выполнения работ, а незамедлительность этих работ требует прекращения оказания услуг, поставщик устанавливает единственный день проведения намеченных работ, обязательно уведомляя потребителя за день до того и обосновывая свои действия.

93. Поставщик вправе прекратить подачу питьевой воды и прием сточных вод или сократить объемы предоставляемых услуг без предварительного уведомления в случае:

a) прекращения энергоснабжения объектов систем водоснабжения и канализации поставщиком электроэнергии;

b) возникновения чрезвычайных обстоятельств, крупных аварий, в том числе резкого и значительного ухудшения качества воды в водоисточнике вследствие больших концентраций в ней загрязняющих веществ;

c) необходимости увеличения расхода воды в местах возникновения пожаров.

## VII. Обязанности и ответственность поставщика и потребителей (субпотребителей)

96. Поставщик имеет следующие обязанности перед потребителями:

1) оказывать услуги по водоснабжению и канализации в соответствии с условиями заключенных с абонентами договоров, настоящим положением и другими действующими нормативными актами;

2) принимать меры по оперативному устранению неисправностей и повреждений на своих установках;

4) осуществлять контроль и постоянный надзор за установками водоснабжения и канализации, находящимися в его ведении и ведении потребителей;

5) принимать все возможные меры для сокращения затрат на оказание услуг;

6) устанавливать и содержать в рабочем состоянии приборы учета объемов оказываемых услуг;

8) компенсировать полностью причиненный по своей вине ущерб в результате аварий и пожаров, ставших причиной разрушения недвижимости, порчи материальных и других ценностей потребителя;

9) проверять и постоянно обеспечивать качество сточных вод, отводимых в природные водоемы;

11) информировать потребителей через средства массовой информации и другие средства информации о прекращении подачи воды, о сроках и принятых мерах по устранению повреждений на своих установках, компенсировать ущерб, причиненный здоровью населения вследствие снабжения некачественной водой.

97. Потребители обязаны:

1) своевременно заключать договоры с поставщиками на оказание услуг водоснабжения и канализации;

2) неукоснительно соблюдать договорные условия;

3) обеспечивать сохранность и целостность установленных поставщиком пломб;

4) вести учет объемов потребляемой субпотребителями воды и объемов и качества принятых от них отведенных сточных вод;

7) не сбрасывать в канализационные сети вещества, отходы или остатки, которые могут засорить или повредить канализационные сети поставщика;

8) использовать санитарные установки в согласованных с поставщиком целях;

9) эксплуатировать и содержать свои установки в соответствии с требованиями инструкции и положениями действующих нормативов;

10) обеспечивать уполномоченным лицам постоянный доступ к смотровым колодцам, оснащению и т.д.;

11) разрешать представителю поставщика доступ к своим сетям и установкам для проведения контроля, работ по эксплуатации и присоединению новых потребителей, для осуществления мер по снятию проб сточных вод, установлению пломб, снятию показаний счетчиков и пр.

98. Потребители и субпотребители обязаны не допускать:

1) нарушения установленных лимитов расхода воды, а также объемов сточных вод, сбрасываемых в сети поставщика, и концентрации в них загрязняющих веществ;

2) повреждения и закупорки сетей и установок;

3) складирования различных предметов и материалов, а также размещения каких-либо сооружений на сетях водопроводов и канализации;

5) открывания крышек колодцев и спуска в них посторонних людей, сброса дождевых и талых вод в сети, предназначенные для иных целей;

6) подключения к своим сетям других пользователей без разрешения поставщика.

к содержанию

**HOTĂRÎRE GUVERNULUI AL REPUBLICII MOLDOVA**
Nr. 1141
din 10.10.2008

**pentru aprobarea Regulamentului privind condţiile de evacuare a apelor uzate urbane ]n receptori naturali**

Publicat : 21.10.2008 în Monitorul Oficial Nr. 189 art Nr : 1163

În scopul conformării normativelor naţionale de calitate a apelor uzate deversate în receptori naturali la cerinţele Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane, Guvernul HOTĂRĂ{TE:

1. Se aprobă Regulamentul privind condiţiile de evacuare a apelor uzate urbane în receptori naturali (se anexează).
2. Autorităţile administraţiei publice centrale şi alte organe interesate vor reexamina, în termen de 3 luni, normativele ramurale şi departamentale şi le vor aduce în concordanţă cu prevederile Regulamentului sus-menţionat.
3. Ministerul Ecologiei şi Resurselor Naturale, în comun cu Ministerul Construcţiilor şi Dezvoltării Teritoriului, Ministerul Administraţiei Publice Locale, va elabora, în termen de un an, un plan de măsuri privind colectarea, epurarea şi evacuarea apelor uzate urbane în receptori naturali.

**Prim-ministru** **Zinaida GRECEANÎI**
**Contrasemnează:**
**Prim-viceprim-ministru,**
**ministrul economiei şi comerţului** **Igor Dodon**
**Ministrul ecologiei şi resurselor naturale** **Violeta Ivanov**
**Ministrul administraţiei publice locale** **Valentin Guznac**
**Ministrul construcţiilor şi dezvoltării teritoriului** **Vladimir Baldovici**

**Nr. 1141. Chişinău, 10 octombrie 2008.**

Aprobat
prin Hotărîrea Guvernului nr. 1141
din 10 octombrie 2008

## REGULAMENTUL
## privind condiţiile de evacuare a apelor uzate urbane în receptori naturali

### I. Domeniul de aplicare

1. Scopul prezentului Regulament este protecţia mediului împotriva poluării cauzate de evacuările de ape uzate, stabilirea condiţiilor generale de epurare şi evacuare a apelor uzate

deversate în receptori naturali, precum şi a valorilor-limită admisibile ale principalilor indicatori de calitate ai acestor ape.

2. Condiţiile de evacuare a apelor uzate sînt prezentate în anexa nr. 1 la prezentul Regulament.

3. Prezentul Regulament se referă numai la apele uzate urbane care au fost epurate şi la apele uzate evacuate din staţiile de epurare a acestora. Prevederile Regulamentului se aplică la:

a) proiectarea, avizarea şi, după caz, autorizarea unor noi lucrări de folosire a apelor, precum şi la deversările de ape uzate din staţiile de epurare existente, extinderea sau retehnologizarea obiectivelor care evacuează ape uzate epurate sau neepurate;

b) stabilirea gradului de epurare prealabilă a apelor uzate industriale care intră în sistemele de colectare şi în staţiile de epurare a apelor urbane.

## II. Termeni şi definiţii

4. În sensul prezentului Regulament se definesc următorii termeni:

a) **ape uzate industriale** - orice fel de ape uzate ce se evacuează din incintele în care se desfăşoară activităţi industriale şi/sau comerciale, altele decît apele uzate menajere şi apele meteorice;

b) **ape uzate menajere** - ape uzate provenite din gospodării şi servicii, care rezultă, de regulă, din metabolismul uman şi din activităţile menajere;

c) **ape uzate urbane** - ape uzate menajere sau amestec de ape uzate menajere cu ape uzate industriale şi/sau ape meteorice;

d) **autorizaţie de gospodărire a apelor** - actul tehnico-juridic ce condiţionează punerea în funcţiune sau exploatarea obiectivelor noi ori a celor existente, construite pe ape sau care utilizează apele pentru a deversa apele uzate epurate sau neepurate;

e) **echivalent locuitor (e.l.)** - încărcarea organică biodegradabilă avînd un consum biochimic de oxigen la 5 zile ($CBO_5$) de 60 g $O_2$/zi;

f) **epurare corespunzătoare** - epurarea apelor uzate prin orice procedeu şi/sau sistem care asigură că, la evacuare, caracteristicile apelor uzate respectă condiţiile de calitate prevăzute în prezentul Regulament şi în avizele şi autorizaţiile de gospodărire a apelor în vigoare;

g) **epurare primară** - epurarea apelor uzate printr-un procedeu fizic şi/sau chimic care implică decantarea materiilor în suspensie sau prin alte procedee în care CBO5 al apelor uzate influente este redus cu cel puţin 20%, iar materiile în suspensie - cu cel puţin 50%;

h) **epurare secundară** - epurarea apelor uzate printr-un procedeu biologic cu decantare secundară sau printr-un alt procedeu, care permite respectarea condiţiilor prevăzute în prezentul Regulament;

i) **eutrofizare** - dezvoltarea accelerată a algelor şi a speciilor vegetale superioare, cauzată de îmbogăţirea apei cu elemente nutritive, în special compuşi ai azotului şi/sau ai fosforului, şi care produce o perturbare a echilibrului organismelor prezente, precum şi a calităţii apei respective;

j) **nămol** - nămol rezidual, tratat sau netratat, care provine din staţia de epurare a apelor urbane uzate;

k) **punct de control** - locul de unde se prelevează probe de apă în vederea efectuării analizelor de laborator; acest loc fiind, în cazul apelor uzate din influenţii şi din efluenţii staţiilor de epurare a apelor uzate urbane, a apelor uzate industriale sau al evacuărilor directe - punctul de evacuare finală a apelor uzate în apa receptoare;

l) **receptor natural** - resursă de apă care primeşte apele uzate evacuate direct sau după epurarea în staţiile de epurare;

m) **reţea de canalizare** - sistem de conducte şi/sau canale, care colectează şi transportă apele uzate urbane şi/sau industriale;

n) staţii de epurare retehnologizate/modernizate - staţii de epurare existente, care prin renovarea tehnică permit obţinerea condiţiilor de calitate stabilite în avizele şi autorizaţiile de gospodărire a apelor;

o) **zone sensibile** - tronsoane de apă de suprafaţă şi locuri din apele de suprafaţă afectate de

eutrofizare.

## III. Epurarea şi evacuarea apelor uzate urbane

5. Înainte de a fi evacuate în receptori naturali, apele uzate menajere şi industriale, colectate în reţelele de canalizare municipale, vor fi supuse unei epurări corespunzătoare, conform prevederilor prezentului Regulament şi legislaţiei în vigoare.

6. Staţiile de epurare a apelor uzate urbane, construite în conformitate cu condiţiile prezentului Regulament, trebuie să fie concepute, proiectate, construite, exploatate şi întreţinute astfel încît să aibă un randament suficient în toate condiţiile climatice specifice locului în care sînt amplasate. Este necesar să se ţină seama de variaţiile sezoniere ale încărcăturii la momentul conceperii acestor instalaţii.

7. Evacuările provenite din staţiile de epurare a apelor uzate urbane trebuie să corespundă prescripţiilor din anexa nr. 1 la prezentul Regulament.

Analizele apelor uzate deversate din bazine vor fi realizate pe probe filtrate. Cu toate acestea, concentraţia materiilor solide în suspensii totale a probelor de apă nefiltrate nu trebuie să depăşească 150 mg/l.

8. Pentru evacuările provenite din staţiile de epurare a apelor uzate urbane, efectuate în zonele sensibile, se aplică prescripţiile din anexa nr. 2 la prezentul Regulament.

9. În sensul prezentului Regulament, corpurile de apă folosite ca surse de apă potabilă, care pot conţine concentraţii de azot mai mari decît cele stabilite în normele referitoare la calitatea apei de suprafaţă destinate captării apei pentru potabilizare, se pot considera zone sensibile.

10. Cerinţele sanitaro-epidemiologice faţă de calitatea apelor uzate epurate deversate în receptori naturali sînt de competenţa Ministerului Sănătăţii.

11. Punctele de evacuare pentru apele uzate urbane se aleg avîndu-se în vedere maxima reducere a efectelor asupra receptorului.

12. Apele uzate epurate se vor reutiliza ori de cîte ori acest lucru este posibil, cu avizul autorităţilor în domeniul vizat, în funcţie de origine şi de domeniul de utilizare. Reutilizarea acestor ape trebuie să se facă în condiţiile reducerii la minimum a efectelor negative asupra mediului.

13. Nămolurile provenite din epurarea apelor uzate urmează a fi tratate şi depozitate în mod corespunzător sau reutilizate, atunci cînd acest lucru se dovedeşte necesar. Modul de depozitare sau de utilizare a acestora trebuie să reducă la minimum efectele negative asupra mediului şi se precizează în proiectele noilor staţii de epurare sau în autorizaţiile de gospodărire a apelor.

14. Utilizarea nămolurilor se poate face numai cu avizul autorităţilor în domeniul vizat, în funcţie de origine şi de domeniul de utilizare.

15. Apele uzate industriale şi menajere, deversate în reţelele de canalizare urbane, vor respecta condiţiile tehnice şi cerinţele autorizaţiilor de deversare a apelor uzate în sistemul de canalizare a localităţilor.

## IV. Restricţii privind evacuarea apelor uzate urbane

16. Apele uzate care se evacuează în receptori naturali nu trebuie să conţină:

a) substanţe poluante cu grad ridicat de toxicitate, prevăzute în punctul 17, precum şi substanţe interzise prin studii de specialitate;

b) materii solide în suspensie peste limita admisă, care ar putea produce depuneri în albiile minore ale cursurilor de apă sau în cuvetele lacurilor;

c) substanţe care pot conduce la creşterea turbidităţii, formarea spumei sau la schimbarea proprietăţilor organoleptice ale receptorilor faţă de starea naturală a acestora.

17. Clasele şi grupele de substanţe, selectate în special pe baza toxicităţii, persistenţei şi bioacumulării lor, sînt următoarele:

a) compuşi organohalogenaţi;

b) compuşi organostanici şi organofosforici;

c) substanţe cu proprietăţi cancerigene;

d) compuşi organici ai mercurului;

e) compuşi organosilicici;

f) deşeuri radioactive care se concentrează în mediu sau în organismele acvatice.

18. Este interzisă evacuarea în receptori naturali, odată cu apele uzate, a substanţelor individuale, care aparţin claselor sau grupelor de substanţe enumerate în punctul 17 şi care au un grad ridicat de periculozitate.

19. Apele uzate provenite din instituţiile medicale curative sau profilactice (spitale de boli infecţioase, sanatorii de tuberculoză, instituţii de pregătire a preparatelor biologice - seruri şi vaccinuri), de la unităţi zootehnice şi abatoare nu pot fi descărcate în receptori fără a fi supuse în prealabil dezinfecţiei specifice.

20. Descărcarea apelor uzate epurate în reţeaua de canale de desecare, de irigaţii ori pe terenuri agricole se va face numai cu avizul organelor de mediu şi sănătate.

## V. Monitorizarea evacuărilor apelor uzate municipale din staţiile de epurare în receptori naturali

21. Apele uzate urbane, înainte de a fi evacuate în receptori naturali, trebuie monitorizate în conformitate cu procedurile de control stabilite în proiectul de execuţie a staţiei de epurare şi în prezentul Regulament.

22. Monitorizarea reţelelor de canalizare şi/sau a staţiilor de epurare a apelor uzate municipale şi a oricăror evacuări directe în receptori naturali constituie obligaţia tuturor prestatorilor/operatorilor de servicii publice, a organelor de supraveghere şi control de stat în acest domeniu.

23. Staţiile de epurare vor fi proiectate sau modificate astfel încît din punctele de control stabilite să se poată preleva probe reprezentative din influentul, efluentul staţiei şi din efluentul epurat sau din efluentul final, înainte de evacuare în receptori.

24. Metodele de monitorizare utilizate sînt metode standard în vigoare, utilizate la nivel naţional.

25. Din punctele de control se prelevează probe pe o perioadă de 24 de ore sau la intervale regulate de timp, proporţionale cu debitul, la evacuare - dacă se consideră necesar, şi la intrarea în staţia de epurare - pentru a se urmări conformarea cu prescripţiile stabilite prin prezentul Regulament. La prelevarea probelor se aplică practicile naţionale şi, după caz, internaţionale de laborator: respectiv metodele ISO sau EN, pentru ca gradul de degradare a probelor între momentul prelevării şi cel al analizării să fie cît mai mic posibil.

26. Se consideră că apa uzată epurată respectă valorile maxim admisibile fixate pentru parametrii relevanţi/de interes dacă pentru fiecare parametru relevant, luat individual, probele de apă arată că acesta respectă valoarea fixată, astfel:

a) pentru parametrii din anexa nr.1 - numărul maxim de probe care pot să nu corespundă valorilor de concentraţie fixate, exprimate în concentraţii şi/sau procente de reducere, este prevăzut în anexa nr. 3;

b) pentru parametrii care figurează în anexa nr.1 şi care sînt exprimaţi în valori de concentraţie - numărul maxim de probe prelevate în condiţii de exploatare normale nu trebuie să se abată cu mai mult de 100 % de la valorile parametrilor. Pentru valorile de concentraţie care se raportează la totalul de materii solide în suspensie, abaterea poate merge pînă la 150 %;

c) pentru parametrii prevăzuţi în anexa nr. 2 - media anuală a probelor trebuie să respecte valorile corespunzătoare pentru fiecare parametru.

27. Nu se iau în considerare valorile extreme pentru calitatea apei respective dacă acestea sînt rezultatul unor situaţii neobişnuite, cum ar fi ploile torenţiale.

## VI. Modul de stabilire a valorilor-limită admisibile ale poluanţilor din apele uzate evacuate în receptori naturali

28. Limitele maxime admisibile de încărcare cu poluanţi a apelor uzate la evacuarea în receptori naturali sînt prevăzute în anexa nr.1 la prezentul Regulament şi reprezintă concentraţii

exprimate în mg/dm$^3$. Valorile acestor concentraţii-limită sînt stabilite pentru probe momentane, nu se admit concentraţii medii şi ele se măsoară în punctul de control situat înainte de descărcare.

29. Valorile admisibile, specificate în punctul 28, se stabilesc în conformitate cu prevederile prezentului Regulament şi se înscriu în:

1) avizele ecologice ale proiectelor, care se emit pentru:

a) obiective noi;

b) obiective existente care îşi modifică sau îşi îmbunătăţesc procesele tehnologice de producţie ori de epurare a apelor uzate;

c) obiective existente la care se prevăd extinderi ale capacităţilor de producţie sau ale capacităţilor de epurare a apelor uzate;

d) alte obiective existente care, prin lucrări de investiţie, îşi modifică valoarea parametrilor de capăt;

2) autorizaţiile de gospodărire a apelor, emise:

a) utilizatorilor noi, atunci cînd în avizul de gospodărire a apelor au fost prevăzute condiţii similare cu cele din prezentul Regulament;

b) utilizatorilor de apă existenţi, numai după ce au realizat şi au pus în funcţiune capacităţi corespunzătoare de epurare a apelor uzate.

30. Prin avizele ecologice ale proiectelor şi autorizaţiile de gospodărire a apelor, emitentul acestora poate stabili ca valori admisibile valori mai mici decît cele prevăzute în anexa nr. 1 la prezentul Regulament, pe baza încărcării cu poluanţi deja existente în receptor, în amonte de punctul de evacuare a apelor uzate şi avînd în vedere caracteristica receptorului natural (după procedura de stabilire a categoriei lui de calitate).

31. Pentru substanţele la care nu sînt prevăzute limite maxime admisibile în standardele sau în normativele în vigoare, acestea se stabilesc pe bază de studii elaborate de instituţii specializate, abilitate conform hotărîrilor de Guvern. Studiile vor cuprinde, de asemenea, metodele de analiză calitativă şi cantitativă a substanţelor respective, precum şi tehnologiile de epurare adecvate. Limitele maxime admisibile vor fi aprobate de Guvern în ordinea stabilită.

32. În cazul apelor uzate ce conţin substanţe poluante peste valorile-limită stabilite prin prezentul Regulament, este obligatorie epurarea suplimentară a acestora sau luarea de măsuri tehnologice adecvate, pînă la atingerea valorilor admise.

33. În condiţiile create la deversarea apelor uzate prin ieşirea totală sau parţială din funcţiune a instalaţiilor de epurare, ca rezultat al calamităţilor naturale, organele de mediu şi sănătate pot face derogări de la prezentul Regulament.

34. Pe parcursul perioadei de amorsare a treptelor biologice din staţiile de epurare, al reviziilor periodice sau al execuţiei unor lucrări de retehnologizare sau extindere a capacităţii staţiei de epurare, cu avizul organelor de mediu şi sănătate, a inspectoratului piscicol, este permisă depăşirea valorilor-limită ale indicatorilor de calitate, dacă prin aceasta nu se pune în pericol sănătatea populaţiei, ecosistemele acvatice sau nu se produc pagube materiale.

Avizul se solicită de către utilizatorul de apă cu cel puţin 30 de zile înainte de data programată pentru începerea reviziilor, reparaţiilor, lucrărilor, probelor tehnologice ori pentru amorsarea staţiilor de epurare biologică. Prin avizul respectiv se stabilesc durata pentru care se admit depăşiri, dar nu mai mare de 30 de zile, precum şi valorile maxime admisibile ale indicatorilor de calitate pentru această perioadă.

35. Utilizatorii existenţi, care realizează capacităţi de epurare, pe parcursul a 3 (trei) ani trebuie să se conformeze la cerinţele prezentului Regulament referitor la acele valori, pentru care depăşesc valorile-limită din anexele nr. 1 şi nr. 2 la prezentul Regulament.

## VII. Dispoziţii finale

36. Operatorii de servicii publice sau, după caz, deţinătorii staţiilor de epurare sau ai sistemelor de evacuare a apelor uzate în receptori naturali sînt obligaţi să asigure montarea şi funcţionarea corespunzătoare a mijloacelor de măsurare a debitelor de ape uzate evacuate, cu

înregistrarea şi contorizarea debitelor, să prevadă facilităţi de prelevare a probelor de apă pentru analiză în locuri bine stabilite şi, pe cît posibil, să instaleze sisteme automate de determinare a calităţii apelor uzate evacuate, cu măsurarea parametrilor specifici activităţii desfăşurate. Pentru ape uzate cu debite mai mari de 500 l/s şi care se descarcă în receptori cu debite de cel puţin trei ori mai mari decît cele ale apelor uzate, în punctul de evacuare se prevăd sisteme de dispersie/difuzie.

37. În scopul protejării resurselor de apă împotriva poluării:

a) apele uzate şi/sau nămolurile care conţin nutrienţi se vor folosi la fertilizarea ori la irigarea terenurilor agricole sau silvice, cu acceptul deţinătorilor terenurilor respective şi cu avizul autorităţilor competente ale Ministerului Agriculturii şi Industriei Alimentare şi Ministerului Sănătăţii;

b) este obligatorie asigurarea impermeabilizării tuturor depozitelor de nămol. Eventualele exfiltraţii, precum şi apele din precipitaţii ce se scurg de la aceste depozite trebuie colectate şi epurate astfel încît să corespundă prevederilor prezentului Regulament.

38. Metodele de analiză utilizate pentru determinarea calitativă şi cantitativă a substanţelor poluante cuprinse în anexa nr.1 sînt cele prevăzute de standardele în vigoare.

39. Punctul de prelevare a probelor de ape uzate, în vederea controlului conformităţii cu prevederile prezentului Regulament, este punctul de descărcare finală a apelor uzate în receptor.

40. Frecvenţa de monitorizare şi, respectiv, numărul minim de probe de prelevat la intervale regulate de timp se stabilesc prin autorizaţia de gospodărire a apelor, în funcţie de mărimea staţiei de epurare şi de impactul calitativ al descărcării asupra receptorului natural.

Anexa nr. 1
la Regulamentul privind condiţiile
de evacuare a apelor uzate urbane
în receptori naturali

**Prescripţii privind evacuările provenite din staţiile de epurare a apelor uzate urbane**

Se aplică valorile de concentraţie sau procentele de reducere.

| Parametrii | Concentraţia [2]) | Procentul minim de reducere 1), % | Metoda de măsurare de referinţă |
|---|---|---|---|
| Consum biochimic de oxigen $CBO_5$ | 25 mg/l O2 | 70 - 90 | Probă omogenă nefiltrată nedecantată<br>Determinarea oxigenului dizolvat înainte şi după 5 zile de incubare la 20°C ± 1°C la întuneric total<br>Se adaugă un inhibator de nitrificare |
| Consum chimic de oxigen (CCO) | 125 mg/l $O_2$ | 75 | Probă omogenă, nefiltrată, nedecantată<br>Se utilizează metoda cu bicromat de potasiu |
| Materii solide în suspensii | 35 mg/l | 90 | Filtrarea unei probe reprezentative pe o membrană cu 0,45 μm, uscarea la 105°C<br>şi cîntărirea, precum şi prin metode de centrifugare a unei probe reprezentative<br>(timp de 5 minute cu o acceleraţie |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | medie 2800 – 3200 g), uscarea la 105°C şi cîntărirea |

[1]) Reducere în raport cu valorile la intrare faţă de încărcarea influentului.
[2]) Valorile concentraţiilor sînt din probe momentane.

Anexa nr.2
la Regulamentul privind condiţiile
de evacuare a apelor uzate urbane
în receptori naturali

**Prescripţii referitoare la evacuările din staţiile de epurare a apelor uzate urbane, efectuate în zonele sensibile**

Se aplică valorile de concentraţie sau procentele de reducere.

| **Indicatori/parametri de calitate** | **Concentraţia, mg/l** | **Procentul minim de reducere [1], %** | **Metoda de măsurare de referinţă** |
|---|---|---|---|
| Fosfor total | 2 mg/lP (10.000-100.000 e.I.)<br>1 mg/l (peste 100.000 e.I.) | 80 | Spectrofotometrie de absorbţie moleculară |
| Azot total [2]) | 15 mg/l N<br>(10.000-100.000 e.I.)<br>10mg/lN<br>(peste 100.000 e.I.) | 70-80 | Spectrofotometrie de absorbţie moleculară |

[1]) Reducere în raport cu valorile la intrare faţă de încărcarea influentului.
[2]) Azotul total obţinut prin metoda Kjeldahl (azot organic + $NH_1$) de azot conţinut în nitraţi ( $NO_4$ ) şi de azot conţinut în nitriţi ($NO_2$).

Anexa nr. 3
la Regulamentul privind condiţiile
de evacuare a apelor uzate urbane
în receptori naturali

**Numărul de probe la care se admit abateri de la cerinţele stabilite**

| **Numărul de probe prelevate în decursul unui an** | **Numărul maxim de probe la care se permit abateri** |
|---|---|
| **4 - 7** | **1** |
| **8 - 16** | **2** |
| **17 - 28** | **3** |
| **29 - 40** | **4** |

| | |
|---|---|
| **41 - 53** | **5** |
| **54 - 67** | **6** |
| **68 - 81** | **7** |
| **82 - 95** | **8** |
| **96 - 110** | **9** |
| **111 - 125** | **10** |
| **126 - 140** | **11** |
| **141 - 155** | **12** |
| **156 - 171** | **13** |
| **172 - 187** | **14** |
| **188 - 203** | **15** |
| **204 - 219** | **16** |
| **220 - 235** | **17** |
| **236 - 251** | **18** |
| **252 - 268** | **19** |
| **269 - 284** | **20** |
| **285 - 300** | **21** |
| **301 - 317** | **22** |
| **318 - 334** | **23** |
| **335 - 350** | **24** |
| **351 - 365** | **25** |


к содержанию

ПЕРЕВОД

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА**
Nr. 1141
от 10.10.2008

**об утверждении Положения об условиях сброса городских сточных вод в естественные водоемы**

Опубликован : 21.10.2008 в Monitorul Oficial Nr. 189 статья № : 1163

В целях приведения национальных норм по качеству сточных вод при сбросе в естественные водоемы в соответствие с требованиями Директивы 91/271/CEE относительно очистки городских сточных вод Правительство ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить Положение об условиях сброса городских сточных вод в естественные водоемы (прилагается).

2. Органам центрального публичного управления и другим заинтересованным органам пересмотреть в 3-месячный срок отраслевые и ведомственные нормативы и привести их в соответствие с требованиями вышеуказанного положения.

3. Министерству экологии и природных ресурсов совместно с Министерством строительства и развития территории, Министерством местного публичного управления разработать в течение года план мероприятий по сбору, очистке и сбросу городских сточных вод в естественные водоемы.

**ПРЕМЬЕР-МИНИСТР** **Зинаида ГРЕЧАНЫЙ**

**Контрассигнуют:**

**первый зам. премьер-министра,**
**министр экономики и торговли** **Игорь ДОДОН**

**министр экологии и природных ресурсов** **Виолета ИВАНОВ**

**министр местного публичного управления** **Валентин ГУЗНАК**

**министр строительства и**
**развития территории** **Владимир БАЛДОВИЧ**

**№ 1141. Кишинэу, 10 октября 2008 г.**

Утверждено
Постановлением Правительства
№ 1141 от 10 октября 2008 г.

## ПОЛОЖЕНИЕ
## об условиях сброса городских сточных вод в естественные водоемы

### I. Область применения

1. Целью настоящего положения является охрана окружающей среды от загрязнения, вызываемого сбросом сточных вод, установление основных условий очистки и сброса сточных вод в естественные водоемы, а также предельно допустимых значений основных показателей качества этих вод.

2. Условия сброса сточных вод представлены в приложении №1 к настоящему положению.

3. Настоящее положение применяется только к городским сточным водам, которые были очищены, и к сточным водам, сбрасываемым с очистных сооружений. Требования настоящего положения применяются при:

a) проектировании, согласовании и в некоторых случаях при выдаче разрешений на новые работы по использованию водных ресурсов, а также при сбросе сточных вод с существующих очистных сооружений, расширении или техническом перевооружении объектов, которые осуществляют сброс очищенных или неочищенных сточных вод;

b) определении степени предварительной очистки промышленных сточных вод, которые отводятся в систему канализации и на городские очистные сооружения.

### II. Понятия и определения

4. Для целей настоящего положения используются следующие понятия:

a) *промышленные стоки* – любые стоки с объектов, в которых осуществляется какая-либо коммерческая или промышленная деятельность, кроме стоков бытового происхождения и дождевых стоков;

b) *стоки бытового происхождения* – стоки, поступающие из хозяйств и служб и состоящие, как правило, из продуктов жизнедеятельности и из бытовых отходов;

c) *городские стоки* – стоки бытового происхождения или смесь бытовых стоков с промышленными и/или дождевыми стоками;

d) *водохозяйственное разрешение* – технико-юридический акт, которым обусловливаются условия сдачи в эксплуатацию или эксплуатация новых или

существующих объектов, построенных на воде или использующих воду для сброса очищенных или неочищенных сточных вод;

e) *эквивалент населения (ЭН)* – органический, способный к биологическому разложению объем загрязнителей, имеющих 5-дневный показатель биохимического потребления кислорода ($БПК_5$), равный 60 г кислорода в день;

f) *соответствующая очистка* – очистка стоков с помощью любого процесса и/или системы удаления, в результате которой водотоки, принимающие сбросы, отвечают соответствующим требованиям настоящего положения и действующих заключений и водохозяйственных разрешений;

g) *первичная очистка* – очистка сточных вод с помощью физического и/или химического процесса, который обеспечивает осаждение взвешенных твердых частиц, или других процессов, при которых показатель $БПК_5$ для неочищенных стоков в процессе очистки снижается как минимум на 20%, а общее содержание взвешенных твердых частиц в неочищенных стоках – на 50%;

h) *вторичная очистка* – очистка городских стоков с помощью биологического процесса, сопровождаемого вторичным осаждением, или другого процесса, при котором соблюдаются требования, предусмотренные настоящим положением;

i) *эвтрофикация* – процесс накопления в водоеме питательных веществ, в особенности нитратов и фосфатов, что приводит к быстрому росту водорослей и водных растений и к нежелательным нарушениям баланса водных организмов, а также к изменениям качества воды;

j) *шлам* – очищенный или неочищенный осадок, остающийся после очистки городских стоков очистными сооружениями;

k) *контрольный пункт* – место, где отбираются пробы воды для выполнения лабораторного анализа; этим местом может быть перед подачей на очистные сооружения городских и промышленных сточных вод и после очистки стоков или прямого сброса место окончательного сброса сточных вод в водные объекты;

l) *естественный водоем* – водный источник, который принимает сбрасываемые сточные воды напрямую или после очистки на очистных сооружениях;

m) *сети канализации* – система трубопроводов и/или каналов, которые собирают и отводят городские и/или промышленные сточные воды;

n) *переоснащенные/модернизированные очистные сооружения* - очистные сооружения, которые посредством их технического обновления, улучшения и дополнения, позволяют достичь качественных условий, устанавливаемых документами согласования и водохозяйственными разрешениями;

o) *чувствительные зоны* – участки поверхностных вод и отдельные места поверхностных вод, подверженные эвтрофикации.

## III. Очистка и сброс городских сточных вод

5. Перед сбросом в природные накопители бытовые и промышленные сточные воды, отведенные в городские сети канализации, подлежат соответствующей очистке согласно требованиям настоящего положения и действующего законодательства.

6. Сооружения по очистке городских сточных вод, построенные согласно настоящему положению, должны проектироваться, строиться, эксплуатироваться и содержаться таким образом, чтобы они могли функционировать эффективно во всех климатических условиях, специфичных месторасположению. Необходимо учитывать сезонные колебания их загрузки уже на начальном этапе строительства этих сооружений.

7. Сбросы с сооружений по очистке городских сточных вод должны соответствовать условиям приложения № 1 к настоящему положению.

Анализ сбросов с отстойников должен проводиться на фильтрованных образцах. Вместе с тем концентрация взвешенных твердых веществ в нефильтрованных образцах не должна превышать 150 мг/л.

8. Сбросы с сооружений по очистке городских сточных вод в чувствительные зоны должны осуществляться с соблюдением условий, указанных в приложении № 2 к настоящему положению.

9. В целях настоящего положения водные объекты, используемые в качестве источника питьевого водоснабжения, в которых концентрации азота могут быть выше установленных нормативов качества поверхностных вод, предназначенных для забора питьевой воды, считаются чувствительными зонами.

10. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству очищенных сточных вод, сбрасываемых в естественные водоемы, находятся в компетенции Министерства здравоохранения.

11. Пункты сброса городских стоков выбираются с учетом максимального снижения воздействия на водоемы.

12. Очищенные стоки должны по возможности повторно использоваться с разрешения соответствующих отраслевых органов в зависимости от происхождения и области использования. Повторное использование этих вод должно осуществляться при условии минимального негативного воздействия на окружающую среду.

13. Шлам, остающийся после процесса очистки стоков, следует обрабатывать и складировать соответствующим образом или использовать повторно, если это необходимо. Способы его размещения и использования должны свести к минимуму отрицательное воздействие на окружающую среду и должны быть определены в проектах новых очистных сооружений или в водохозяйственных разрешениях.

14. Использование шлама возможно только при наличии заключения соответствующих органов в зависимости от происхождения и области использования.

15. Промышленные и бытовые сточные воды, сбрасываемые в городские канализационные сети, должны соответствовать техническим условиям и требованиям разрешений на сброс сточных вод в систему канализации населенных пунктов.

## IV. Ограничения по сбросу городских сточных вод

16. Сточные воды, сбрасываемые в естественные водоемы, не должны содержать:

a) загрязняющие вещества с повышенной степенью токсичности, указанные в пункте 17, а также вещества, запрет на которые был установлен специальным исследованием;

b) взвешенные вещества с превышением значений, которые могут привести к отложениям в малых водотоках;

c) вещества, которые могут привести к повышению мутности, образованию пены или изменению органолептических свойств водоприемников по сравнению с их естественным состоянием.

17. К классам и группам веществ, отобранных на основе токсичности, стойкости и биоаккумуляции, относятся:

a) органогалогенные соединения;

b) органические соединения олова и органофосфоритные соединения;

c) вещества с канцерогенными свойствами;

d) органические соединения ртути;

e) органосиликатные соединения;

f) радиоактивные отходы, которые концентрируются в окружающей среде и водных организмах.

18. Запрещается сброс в естественные водоемы вместе со сточными водами веществ, которые принадлежат к классам и группам, указанным в пункте 17, и которые имеют высокую степень опасности.

19. Сточные воды, сбрасываемые медицинскими лечебными и профилактическими учреждениями (инфекционные больницы, санатории для больных туберкулезом, учреждения по подготовке биологических препаратов - теплицы и вакцины), животноводческими комплексами и скотобойнями не могут быть отведены в водоемы без проведения специальной предварительной дезинфекции.

20. Отведение очищенных сточных вод в осушительные, ирригационные каналы или на сельскохозяйственные земли осуществляется только с разрешения природоохранных органов и органов здравоохранения.

## V. Мониторинг сброса сточных вод с городских очистных сооружений в естественные водоемы

21. Городские сточные воды перед сбросом в естественные водоемы должны пройти мониторинг в соответствии с процедурами контроля, установленными в проектной документации очистных сооружений и в настоящем положении.

22. Мониторинг сетей канализации и/или городских очистных сооружений и любых других сбросов в естественные водоемы является обязанностью всех поставщиков/операторов публичных услуг, органов государственного контроля и надзора в этой области.

23. Очистные сооружения должны проектироваться или модифицироваться таким образом, чтобы из установленных контрольных пунктов можно было отобрать репрезентативные пробы из стоков на входе очистных сооружений и из очищенного стока или из окончательного стока, перед сбросом в приемник.

24. Используемые методы мониторинга являются действующими стандартными методами национального уровня.

25. В контрольных точках пробы отбираются в течение 24 часов или в определенные интервалы времени в зависимости от загрузки очистных сооружений на выходе, при необходимости, и на входе очистных сооружений - для наблюдения соответствия предписаниям, установленным настоящим положением. При отборе проб применяются национальные, и по необходимости, международные лабораторные методы: соответственно методы ISO или европейские нормы (EH) с тем, чтобы свести к минимуму деградацию образцов за период времени с отбора до анализа.

26. Очищенные стоки считаются отвечающими предельно допустимым значениям, если для каждого отдельно взятого параметра образцы стоков покажут, что они соответствуют конкретному параметру следующим образом:

a) для параметров (показателей) из приложения № 1 – максимальное количество образцов, которые могут не соответствовать нормам концентрации и/или снижению процентного содержания, указанного в приложении № 3;

b) для параметров, указанных в приложении № 1, выраженных значениями концентрации, - максимальное количество образцов, отобранных при нормальных условиях эксплуатации, не должно отклоняться от указанных значений более чем на 100%. Для значений концентрации, относящихся к общему содержанию взвешенных твердых частиц, могут приниматься отклонения до 150%;

c) для параметров из приложения № 2 – среднегодовые показатели образцов по каждому параметру не должны превышать предельных значений, установленных для конкретного параметра.

27. Экстремальное значение параметров, относящихся к качеству воды, не принимаются

во внимание, если они получены в результате аномальных ситуаций, например, обильного выпадения осадков.

## VI. Способы установления предельно допустимых значений загрязнителей в сточных водах, сбрасываемых в естественные водоемы

28. Максимально допустимая нагрузка в отношении загрязнителей в сточных водах, сбрасываемых в естественные водоемы, предусмотрена в приложении № 1 к настоящему положению и представляет концентрации, выраженные в мг/л. Значение этих предельных концентраций установлено для текущих единовременных проб; не допускаются средние концентрации, и они замеряются в контрольной точке до сброса.

29. Допустимые значения, указанные в пункте 28, устанавливаются в соответствии с требованиями настоящего положения и вносятся в:

1) экологические заключения проектов, которые выдаются для:

a) новых объектов;

b) действующих объектов, которые модифицируют и улучшают технологические процессы производства или очистки сточных вод;

c) действующих объектов, на которых предусматривается расширение производственных мощностей или мощностей по очистке сточных вод;

d) других действующих объектов, которые вследствие инвестиционных действий меняют значения конечных параметров;

2) разрешения на водопользование, выданные:

a) новым пользователям в случаях, когда в водохозяйственном разрешении были предусмотрены условия, аналогичные условиям настоящего положения;

b) существующим водопользователям только после выполнения и сдачи в эксплуатацию соответствующих мощностей по очистке сточных вод.

30. На основании экологических заключений проектов и водохозяйственных разрешений можно установить предельно допустимые значения ниже, чем они предусмотрены в приложении № 1 к настоящему положению, исходя из существующей нагрузки загрязнителей на водоеме выше точки сброса сточных вод, и принимая во внимание характеристику естественного водоема (после процедуры установления категории его качества).

31. Для веществ, для которых в действующих стандартах или нормативах не предусмотрены максимально допустимые значения, они устанавливаются на основании исследований, проведенных специализированными институтами, уполномоченными поста¬новлением Правительства. Исследование должно содержать также методы анализа качества и количества соответствующих веществ, а также технологии адекватной очистки. Предельно допустимые значения утверждаются Правительством в установленном порядке.

32. В случае, если сточные воды содержат загрязняющие вещества сверх предельно допустимых значений, установленных настоящим положением, обязательна дополнительная очистка или принятие адекватных технологических мер для достижения разрешенных значений.

33. В случае сброса сточных вод с очистных сооружений, которые в результате природной катастрофы полностью или частично вышли из строя, природоохранные органы и органы здравоохранения могут сделать отступление от настоящего положения.

34. В отдельных случаях – после технологических испытаний, при запуске биологических ступеней очистных сооружений, периодических обследований или во время выполнения работ по техническому перевооружению или расширению мощностей очистных сооружений с согласия природоохранных органов и органов здравоохранения, рыбной инспекции допускается превышение предельных значений показателей качества,

если это не представляет опасности для здоровья населения, водных экосистем или не ведет к материальному ущербу.

Водопользователь обращается за согласованием за 30 дней до запланированной даты начала обследования, ремонтных работ, технологических испытаний или запуска станции биологической очистки. Соответствующим разрешением устанавливается период, в течение которого разрешается превышение, но не более чем на 30 дней, а также устанавливаются максимально допустимые значения для показателей в этот период.

35. Существующие пользователи, эксплуатирующие очистные мощности, должны в течение 3 лет достичь требований настоящего положения относительно норматива по сбросу по тем значениям, по которым существует превышение предельных значений, указанных в приложениях № 1 и № 2 к настоящему положению.

## VII. Заключительные положения

36. Операторы публичных услуг или в определенных случаях владельцы очистных сооружений или систем отвода сточных вод в естественные водоемы обязаны обеспечить монтаж и соответствующее функционирование средств измерения расхода сбрасываемых сточных вод с регистрацией и контролем расходов; должны способствовать отбору проб воды для анализа в установленных местах и, по возможности, установить автоматическую систему контроля качества сбрасываемых сточных вод с измерением специфических для проводимой деятельности параметров. При сбросе сточных вод объемом более 500 л/сутки в приемник, дебит которого превышает не менее чем в 3 раза дебит сточных вод, в точке сброса предусматривается дисперсная/диффузионная система.

37. В целях охраны водных ресурсов от загрязнений:

a) следует использовать сточные воды и/или шлам, которые содержат биогенные вещества для удобрения или орошения сельскохозяйственных или лесных земель, с согласия владельцев соответствующих земель и по согласованию с компетентными органами Министерства сельского хозяйства и пищевой промышленности и Министерства здравоохранения;

b) необходимо обеспечить водонепроницаемость всех полигонов для хранения шлама. Возможные фильтраты, а также ливневые стоки, стекающие с этих полигонов, необходимо накапливать и очищать таким образом, чтобы они соответствовали требованиям настоящего положения.

38. Методы анализа, используемые для определения качества и количества загрязняющих веществ, включенных в приложение № 1, предусмотрены действующими стандартами.

39. Точкой отбора проб сточных вод, с точки зрения контроля соответствия требованиям настоящего положения, является точка окончательного сброса сточных вод в приемник.

40. Частота проверок и соответственно минимальное количество проб, отобранных в определенный период времени, устанавливается в разрешении на водопользование в зависимости от мощности очистных сооружений и степени воздействия сбросов на естественный водоем.

anexa 1-3

к содержанию

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР**

# КАНАЛИЗАЦИЯ

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**ГОСТ 25150-82**

**Москва**

**РАЗРАБОТАН**

**Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР Государственным комитетом СССР по делам строительства**

**ИСПОЛНИТЕЛИ**

**В.П. Гилев; И.П. Новицкая; Б.В. Тамбовцев; В.А. Гладков,** д-р техн. наук; **Л.С. Алексеев,** канд. техн. наук

**ВНЕСЕН Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР**

Зам. министра **И.И. Бородавченко**

**УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 февраля 1982 г. № 805**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР**

**КАНАЛИЗАЦИЯ**

**Термины и определения**

**SEWERAGE**

**Terms and definitions**

**ГОСТ 25150-82**

**Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 24 февраля 1982 г. № 805 срок введения установлен**

**с 01.07.83**

Настоящий стандарт устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения в области канализации.

Термины, установленные стандартом, обязательны для применения в документации всех видов, научно-технической, учебной и справочной литературе.

Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Применение терминов - синонимов стандартизованного термина запрещается.

Установленные определения можно, при необходимости, изменять по форме изложения, не допуская нарушения границ понятий.

В случаях, когда необходимые и достаточные признаки понятия содержатся в буквальном значении термина, определение не приведено, и соответственно, в графе

«Определение» поставлен прочерк.

В стандарте приведен алфавитный указатель содержащихся в нем терминов.

| Термин | Определение |
|---|---|
| **Общие понятия** | |
| 1. Канализация | По ГОСТ 19185-73 |
| 2. Сточные воды | По ГОСТ 17.1.1.01-77 |
| 3. Городские сточные воды | Смесь бытовых и промышленных сточных вод, допущенная к приему в городскую канализацию |
| 4. Водный объект | По ГОСТ 19179-73 |
| 5. Приемник сточных вод | Водный объект, в который сбрасываются сточные воды |
| **Водоотведение и расходы сточных вод** | |
| 6. Расход сточных вод | Объем сточных вод, протекающий в интервал времени для расчета сетей и сооружений канализации |
| 7. Коэффициент неравномерности расходов сточных вод | Отношение максимального или минимального расхода к среднему расходу сточных вод за определенный интервал времени |
| 8. Норма водоотведения сточных вод | Объем сточных вод в интервал времени от одного потребителя или на единицу вырабатываемой продукции |
| 9. Расчетная продолжительность дождя | Продолжительность дождя определенной интенсивности и частоты для расчета канализационной сети |
| 10. Периодичность однократного превышения расчетной интенсивности дождя | Число, выражающее вероятное количество появления в один год дождя интенсивностью, превышающей расчетную |
| 11. Модуль стока | По ГОСТ 19179-73 |
| 12. Залповый сброс сточных вод | Кратковременное поступление в канализацию сточных вод с резко увеличенным расходом и/или концентрацией загрязняющих веществ |
| 13. Коэффициент наполнения канализационной сети | Отношение глубины слоя воды в самотечном трубопроводе или канале к его диаметру или высоте в расчетной точке канализационной сети |
| **Канализационные сети и сооружения на них** | |
| 14. Канализационная сеть | Система трубопроводов, каналов или лотков и сооружений на них для сбора и отведения сточных вод |
| 15. Канализационный выпуск | Трубопровод, отводящий сточные воды из зданий и сооружений в канализацию |
| 16. Дождеприемник | Сооружение на канализационной сети, предназначенное для приема и отвода дождевых вод |
| 17. Ливнеспуск | Сооружение на канализационной сети для сброса избытков дождевых вод в приемник сточных вод |
| 18. Ливнеотвод | Трубопровод для отвода дождевых вод от ливнеспуска в приемник сточных вод |
| 19. Канализационный коллектор | Трубопровод наружной канализационной сети для сбора и отвода сточных вод |
| 20. Быстроток на канализационном коллекторе | Прямой участок канализационного коллектора, уложенный с уклоном, создающим повышенные скорости движения сточных вод |
| 21. Выпуск сточных вод | Трубопровод, отводящий очищенные сточные воды в водный объект |
| **Очистка сточных вод** | |
| 22. Очистка сточных вод | По ГОСТ 17.1.01-77 |
| 23. Механическая очистка сточных вод | Технологический процесс очистки сточных вод механическими и физическими методами |
| 24. Биологическая очистка сточных вод | Технологические процессы очистки сточных вод, основанные на способности биологических организмов разлагать загрязняющие вещества |
| 25. Химическая очистка сточных вод | Технологические процессы очистки сточных вод с применением реагентов |
| 26. Глубокая очистка сточных вод | Дополнительная очистка очищенных сточных вод, |

| Термин | Определение |
|---|---|
| | обеспечивающая дальнейшее снижение содержащихся в них некоторых остаточных загрязняющих веществ |
| 27. Обеззараживание сточных вод | По ГОСТ 17.1.1.01-77 |
| 28. Биохимическое потребление кислорода в сточных водах | Количество кислорода, потребляемое на биохимическое окисление содержащихся в сточных водах загрязняющих веществ в определенный интервал времени |
| 29. Аэробный процесс очистки сточных вод | Процесс разрушения органических веществ микроорганизмами в присутствии кислорода воздуха |
| 30. Анаэробный процесс очистки сточных вод | Процесс разрушения органических веществ микроорганизмами при отсутствии кислорода воздуха |
| 31. Осадок сточных вод | Совокупность твердых частиц с заполняющими их поры сточными водами, полученная в процессе разделения суспензии |
| 32. Минерализация загрязняющих веществ в сточных водах | Превращение органических соединений, содержащихся в сточных водах, в неорганические вещества |
| 33. Эквивалентное число жителей | Условное число жителей, определяющее объем или концентрацию загрязняющих веществ в сточных водах |
| 34. Гидравлическая нагрузка сточных вод | Объем сточных вод, протекающий в интервал времени, отнесенный к единице поверхности или объема очистных сооружений |
| 35. Нагрузка по загрязняющему веществу сточных вод | Масса загрязняющих веществ сточных вод в интервал времени, отнесенная к единице поверхности или объема сооружения |
| 36. Рециркуляция сточных вод | Возвращение очищенной воды на сооружения станции очистки сточных вод для разбавления или для поддержания определенного расхода сточных вод в этих сооружениях |
| 37. Окислительная мощность очистного сооружения | Производительность очистного сооружения при биологической очистке сточных вод, выраженная в снижении загрязняющих веществ по биологическому потреблению кислорода на 1 $м^3$ объема сооружения в сутки |
| 38. Скорость окисления загрязняющих веществ активным илом | Масса органических веществ, окисляющих 1 г беззольного вещества активного ила за 1 ч |
| 39. Остаточная загрязненность сточных вод | Масса загрязняющих веществ, оставшихся в сточных водах после их очистки |
| 40. Станция очистки сточных вод | Комплекс зданий, сооружений и устройств для очистки сточных вод и обработки осадка |
| 41. Усреднитель сточных вод | Сооружение для выравнивания колебаний расхода, концентрации загрязняющих веществ или температуры сточных вод |
| 42. Отстойник сточных вод | Сооружение для осаждения в сточных водах взвешенных веществ |
| 43. Двухъярусный отстойник | Отстойник, в котором процессы отстаивания сточных вод и сбраживания выпавшего осадка совмещены и протекают в конструктивно раздельных объемах |
| 44. Септик для очистки сточных вод | Сооружение для механической очистки сточных вод отстаиванием с анаэробным сбраживанием их осадка |
| 45. Илоскреб | Устройство для удаления осадка и ила, осевших на дно отстойника |
| 46. Сырой осадок сточных вод | Осадок из первичных отстойников |
| 47. Фильтр для очистки сточных вод | Сооружение, предназначенное для удаления из сточных вод взвешенных загрязняющих веществ, пропускаемых через фильтрующий материал |
| 48. Биологическая пленка | Пленка из бактерий и других организмов на поверхности загрузки биологического фильтра, окисляющих и минерализующих загрязняющие вещества |
| 49. Биологический фильтр | Сооружение для очистки сточных вод, работающее по принципу пропуска их через загрузку с биологической пленкой |
| 50. Ороситель биологического фильтра | Устройство для равномерного распределения сточных вод по поверхности загрузки биологического фильтра |
| 51. Аэротенк для очистки сточных вод | Сооружение для биологической очистки сточных вод с аэрацией воздухом |
| 52. Окситенк для очистки сточных вод | Сооружение для биологической очистки сточных вод с применением аэрации чистым кислородом или воздухом, |

| Термин | Определение |
|---|---|
| | обогащенным кислородом |
| 53. Аэрация сточных вод | - |
| 54. Биологический пруд | Водоем для биологической очистки сточных вод в естественных условиях |
| 55. Интенсивность аэрации сточных вод | Расход воздуха на единицу площади или объема аэрируемого сооружения за определенный интервал времени |
| 56. Преаэратор | Сооружение предварительной аэрации сточных вод для повышения эффекта их отстаивания |
| 57. Активный ил | Ил, содержащий микроорганизмы, которые сорбируют и разлагают загрязняющие вещества в сточных водах |
| 58. Возраст активного ила | Интервал времени, за который происходит полное обновление активного ила в сооружениях для очистки сточных вод |
| 59. Прирост активного ила | Увеличение массы активного ила, образующейся в результате жизнедеятельности микроорганизмов в аэротенке |
| 60. Доза активного ила | Концентрация активного ила в аэротенке |
| 61. Индекс активного ила | Объем активного ила, содержащий один грамм сухого вещества после тридцатиминутного отстаивания |
| 62. Нагрузка на активный ил | Масса загрязняющих веществ, приходящаяся на один килограмм сухого остатка активного ила в сутки |
| 63. Рециркуляция активного ила | Возвращение активного ила из вторичного отстойника в аэротенк |
| 64. Коэффициент рециркуляции активного ила | Отношение объема возвратного активного ила к среднему расходу сточных вод в аэротенке |
| 65. Регенерация активного ила | Восстановление сорбционной и окислительной способности возвратного активного ила посредством аэрации |
| 66. Регенератор активного ила | Часть аэротенка или самостоятельное сооружение, предназначенное для регенерации активного ила |
| 67. Вспухание активного ила | Всплывание активного ила на поверхность сточных вод в результате его брожения |
| 68. Иловое хозяйство | Комплекс сооружений и устройств для сбора, обработки, обезвреживания, удаления и использования осадка, образующегося в процессе очистки сточных вод |
| 69. Аэробная стабилизация ила | Минерализация активного ила окислением |
| 70. Уплотнение осадка сточных вод | Технологический процесс снижения содержания воды в осадке сточных вод для увеличения его плотности |
| 71. Сбраживание осадка сточных вод | Технологический процесс распада органических веществ осадка сточных вод в анаэробных условиях |
| 72. Кондиционирование осадка | Обработка осадка перед обезвоживанием с целью улучшения его водоотдающих свойств |
| 73. Метантенк для осадка сточных вод | Сооружение для анаэробного сбраживания осадка сточных вод, а также высококонцентрированных сточных вод при повышенных температурах |
| 74. Иловая вода | Загрязненная вода, отделяющаяся при брожении, уплотнении и обезвоживании ила и осадка сточных вод |
| 75. Обезвоживание осадка сточных вод | - |
| 76. Механическое обезвоживание осадка сточных вод | - |
| 77. Термическая обработка осадка сточных вод | Обработка осадка сточных вод при высоких температурах для его обеззараживания и обезвоживания |
| 78. Кек | Осадок или активный ил, обезвоженный до 60 - 85 % влажности |

к содержанию

# ПОСОБИЕ СПЕЦИАЛИСТА ПО ОЧИСТКЕ СТОКОВ

**Дипл. инж. ЭРВИН СТИР**

и

**Дипл. инж. МАНФРЕД ФИШЕР**



## Об этой книге

В начале 60-ых годов в Германии открылись первые курсы по подготовке специалистов по эксплуатации очистных сооружений. Этими курсами в Баварии руководил **ЭРВИН СТИР**. За годы работы он сумел собрать большое количество материала по технике и технологии в области очистки сточных вод. Работая в этой области, он понимал, что специалистам для работы часто не хватает именно практического пособия. Так возникла идея создания этой книги карманного формата.

В 1980 соавтором книги стал **МАНФРЕД ФИШЕР**. Как специалист ATV-DVWK он обладал большим практическим опытом. Его деловые контакты по всей территории ФРГ способствовали увеличению знаний и опыта.

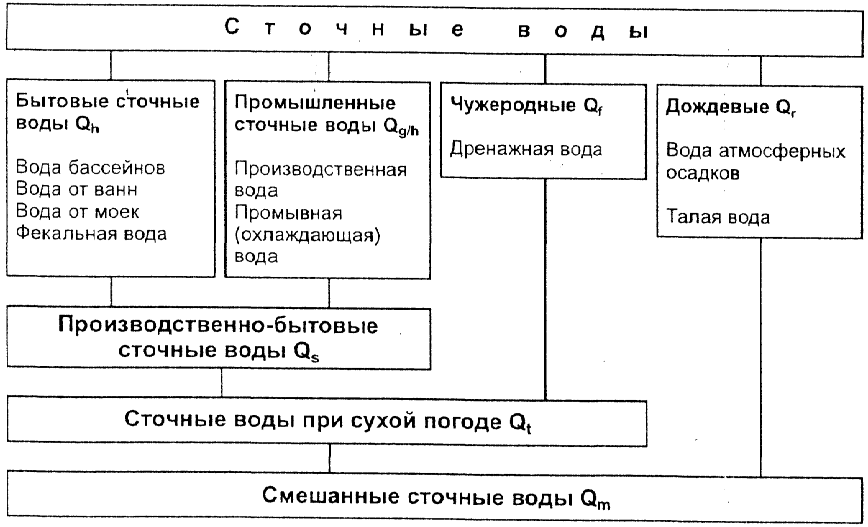
Сегодня эта книга карманного формата необходима для работников по эксплуатации водоотводящей сетей и очистных сооружений. Она обязательно должна быть на очистных станциях. Специалисты управлений, отраслевых бюро, а также органов власти найдут в ней ответы на многие вопросы. Таким образом, не удивительно, что эта книга стала самым популярным немецкоязычным изданием в области водоотведения. Книга постоянно совершенствуется, так как в каждое издание включаются результаты последних исследований и разработок. Конец этого развития в обозримом будущем ещё не определён, так как канализационная техника постоянно развивается и своевременные изменения являются сильной стороной этой книги. Книга переведена на французский, польский и китайский языки.

# 2. Виды, состав и свойства сточных вод

Наибольшая часть воды, используемая населением в домашнем хозяйстве или на промышленном предприятии, загрязняется в процессе ее использования. Загрязнения могут быть твердыми (например, песок, овощные остатки, фекалии) и жидкие (например, моча, молочные остатки) и нерастворимые (например, тонущие или плавающие вещества) и растворенные (например, сахара в воде). В соответствии с химическим составом загрязнения сточных вод можно разделить на неорганические или минеральные (например, песок, соль, металлы) и органические (например, белок, сахар, жир, минеральное масло, фекалии, древесина).

## 2.1 Виды сточных вод

Сточные воды – это воды, изменяющие свои свойства в процессе использования в домашнем хозяйстве, на производстве, в сельском хозяйстве и других областях. Сточные воды, образующиеся при бытовом использовании воды, называются бытовыми. Совместно отводимые при сухой погоде бытовые и производственные сточные воды называются производственно-бытовыми сточными водами. Сточные воды, образующиеся в результате сбора атмосферных осадков с застроенных площадей населенных пунктов, называют дождевыми (§ 2 AbwAG).
Различают следующие виды сточных вод:






Указанные сокращения $Q_h$, $Q_g$, $Q_f$, $Q_r$, $Q_g$, $Q_t$, и $Q_m$, используются в формулах для расчета различных характеристик сточных вод. Например, формулой $Q_s+Q_f = Q_t$ выражается сток при сухой погоде.

*Бытовые сточные воды* – сточные воды, образующиеся в домашнем хозяйстве или на малых предприятиях, состоящие из воды от моек, ванн и плавательных бассейнов и промывочной воды с мочой и фекалиями.

*Коммунальные (городские) производственно-бытовые сточные воды* содержат бытовые сточные воды наряду с производственными от промышленных предприятий.

*Промышленные* или индустриальные *сточные воды образуются* на промышленных предприятиях или в мастерских, при использовании воды в производственном технологическом процессе, для промывки или охлаждения. Особое значение для процесса очистки сточных вод представляют стоки следующих предприятий:

- Молочные заводы
- Пивоварни
- Скотобойни
- Мясо, рыбоперерабатывающие или кожевенные предприятия
- Фабрики по производству сахара
- Фрукто– и овощеперерабатывающие предприятия
- Винодельные предприятия
- Фабрики по производству бумаги
- Шахты и металлургические предприятия
- Сталеварные заводы
- Текстильные фабрики и предприятия химической промышленности.

Сточные воды данных предприятий зачастую содержат большое количество органических или минеральных загрязнений; они могут иметь высокую цветность, очень высокие или очень низкие значения PH, высокую температуру. Поэтому многие сточные воды таких предприятий перед спуском в канализационную сеть должны быть подвергнуты предварительной очистке. Например, сточные воды гальванических и травильных производств перед сбросом в канализационную сеть должны быть обязательно нейтрализованы и продезинфецированы.

*Сельскохозяйственные сточные воды* обычно имеют сильное органическое загрязнение, так как образуются в конюшнях, хлевах и других местах массового содержания животных, например при мойке молокодоилен или при очистке футеровки. Очень часто в сточные воды могут попадать остатки навоза и силос. При этом следует обращать особое внимание на состав сточных вод, так как сброс навоза и силоса в канализационную сеть запрещен.

*Чужеродная вода* – это общее понятие для воды, которая собственно не должна попадать в канализацию и очищаться на канализационных очистных сооружениях. Данное понятие включает в себя грунтовые воды, которые могут проникать в трубопроводы при их нарушении плотности стыков, дренажные воды от дренажей (осушения низколежащих подвалов, земельных участков или дренажных канав) Чужеродная вода не должна попадать канализационной сети. Однако, это не всегда является возможным по техническим и экономическим причинам. Во многих случаях на очистные сооружения поступает большое количество дополнительных вод в сухую погоду. Согласно § 3 абзац 3 постановления о сточных водах (AbwV) разведение сточных вод в частности дополнительной водой не допустимо. Например, 1 л/с дополнительной воды означает 31.500 м$^3$ годового стока.

*Дождевые воды* – это воды, образующиеся вследствие атмосферных осадков (дождь, град или снег) на кровлях и застроенных поверхностях (дворы, улицы и площади или неукрепленные поверхности, например, зеленые насаждения или сады), которые поступают в канализационную сеть. Для этих стоков характерной особенностей является наличие минеральных загрязнений, однако время от времени в их составе могут появляться значительное количество органических примесей. В районах промышленных предприятий это объясняется значительным загрязнением воздуха или выбросами пыли (эмиссия).

*Смешанные сточные воды* образуются в том случае, если все виды сточных вод (бытовые, промышленные и дождевые) отводятся совместно.

Неочищенные сточные воды называются *сырыми*.

## 2.2 Расход сточных вод

Как правило расход производственно-бытовых сточных вод соответствует расходу воды в домашнем хозяйстве и на производстве.



Максимальное количество притока сточных вод приходится на время максимального водопользования. Соответственно ночью, в воскресенья и праздники, а также во время отпуска расход бытовых сточных вод гораздо меньше, чем в другие дни. В курортных зонах наоборот он возрастает во время отпусков и каникул. В маленьких населенных пунктах такие неравномерность поступления сточных вод наиболее изменяется более резко по сравнению с городами. На рисунке 2.1 представлены колебания суточного расхода сточных вод и количество взвешенных веществ в них для города с 50 000 жителей.

*Рисунок 2.1: Суточный расход сточных вод [1]*

Из графика видно, что максимальный приток сточных вод наблюдается вскоре после 12 часов дня и составляет примерно 1/14 от суточного расхода, после полуночи приток приблизительно равен всего 1/37 от суточного. Как эмпирическая величина максимальный суточный расход составляет 3–5 л/с на 1000 жителей.

В малых и средних населенных пунктах норма водоотведения бытовых сточных вод составляет 150–200 л/жит.сут, в крупных городах эта величина вырастает до 300–400 л/жит.сут. Такое увеличение связано преимущественно с наличием в городах промышленных предприятий.

*Расход производственных сточных вод* зависит непосредственно от вида производства и принятого технологического процесса. Чем больше предприятию требуется воды для изготовления продукции, тем больше поступление сточных вод в канализационную сеть. В разделе водное хозяйство приведены значения расходов сточных вод некоторых промышленных предприятий.

*Расход сельскохозяйственных сточных вод* в последние годы очень сильно изменился вследствие быстрого развития механизации сельского хозяйства. Поэтому точные цифры по расходам сельскохозяйственных сточных вод в данной книге не приво-дятся.

Ориентировочно *расход дополнительной воды* может быть определён только с помощью измерений. Для средней канализационной сети принята эмпирическая величина от 0,05 до 0,15 l л/с.га. Однако для канализационных очистных станций такой грубый расчет не достаточен. Здесь необходимы более точные результаты измерения. Для этого разработаны специальные [6] формуляры. Ежемесячно автоматическое устройство измеряет расход дополнительной воды, и затем составляется годовой отчет по полученным результатам.

При использовании данных о количестве дополнительной воды на канализационной очистной станции возможно рассчитать *годовой объем сточных вод* без проведения дополнительных замеров:

| Специфический годовой расход сточных вод $м^3$/жит. | Дополнительной воды расход % |
|---|---|
| 30 – 50 | 0 – 25 |
| 50 – 60 | 25 – 33 |
| 60 – 80 | 33 – 50 |
| > 80 | > 50 |

Эти данные достоверны для сточных вод, в составе которых процент промышленных стоков невелик. При расчетах характеристик сточных вод количество промышленно-бытовых сточных вод совместно с чужеродные водами принимают за 100%. Для более точных расчетов расход дополнительной воды должен быть измерен минимум четыре раза в год, в противном случае расчеты будут не верны.

*Расход дождевых сточных вод* особенно важен для расчетов каналов, трубопроводов, дождеприемников и насосных станций.

Отношение расхода бытовых сточных вод при сухой погоде ($Q_s$) к расходу дождевых вод ($Q_r$) может сильно различаться в зависимости от того, идет ли дождь в час максимального расхода бытовых сточных вод или в час среднего/минимального. Например:

*Сельский населенный пункт* с количеством жителей 3 000 и площадью водосборного бассейна 50 га.



Максимальные расходы: $Q_s$ от 9 до 2 л/с
$Q_r$ от 1500 до 2 500 л/с
$Q_s$: $Q_r$ = от 1: 100 до 1: 250

Годовые стоки: $Q_s$ от 150 000 до 200 000 $м^3$ / год
$Q_r$ от 100 000 до 200 000 $м^3$ / год
$Q_s$: $Q_r$ = приблизительно 1: 1

*Небольшой город* с 30 000 жителями и площадью водосборного бассейна 300 га

Максимальные расходы: $Q_s$ 100 до 150 л/с
$Q_r$ от 12 000 до 20 000 л/с
$Q_s$: $Q_r$ = от 1: 80 до 1: 200

Годовые стоки: $Q_s$ от 2 до 3 млн. $м^3$ / год
$Q_r$ от 0,7 до 1,5 млн. $м^3$ / год
$Q_s$: $Q_r$ = приблизительно от 1,3 : 1 до 4: 1

В данном случае преобладает годовой сток при сухой погоде.

## 2.3 Состав и свойства сточных вод. Количество жителей

При проведении анализа поступающей сточной воды сначала определяют цветность, прозрачность и запах, а затем исследуют физические и химические характеристики пробы. Наиболее важными характеристиками сточных вод являются:

Цвет;
Мутность (прозрачность);
Запах;
Температура;
Взвешенные вещества;
PH;
Растворенные и нерастворимые примеси;
Органические и неорганические (минеральные) вещества;
Загниваемость (стабильность);
Солесодержание;
Ядовитые (токсичные) вещества;
Масла, жиры, горючие, взрывчатые вещества;
Детергенты;
Инфекционные носители;
Результаты исследований по БПК, ХПК, $NH_4$-N, $NO_3$-N, $P_{общ}$.

*Коммунальные сточные воды* имеют, как правило, светло-серый цвет, затхлый запах, низкую прозрачность. Черно-серый цвет и запах сероводорода обычно свидетельствует о наличии гнилостных примесей. Процессы гниения могут проходить в местах отложений осадков в трубопроводах с незначительным уклоном или при большом времени пребывания сточной жидкости в сети. Другие цвета или запахи обусловлены присутствием производственных сточных вод. В зависимости от сезона температура сточных вод колеблется от 10 до 20 °C. Для сравнения: питьевая вода имеет температуру от 8 до 14 °C, а грунтовые воды от 6 до 12 °C.

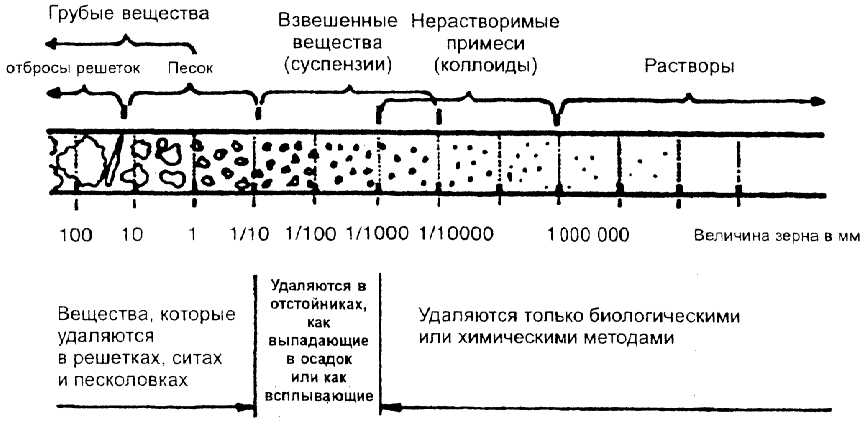



*Рисунок 2.2: Размеры загрязнений*

Количество взвешенных веществ, находящихся в сточных водах колеблется в зависимости от расхода (см. рис. 2.1.) и может составлять до 20 мл/л. При сильном дожде сточные воды могут содержать большое количество плавающих веществ. Приблизительные размеры загрязнений, которые могут находится в сточных водах приведены на рис. 2.2.

*Значение PH* (концентрация ионов водорода) бытовых сточных вод составляет 6,5 – 7,5, что определяет реакцию среды как нейтральную. Общая шкала значений pH представлена на рис. 2.3.

Загрязнения бытовых сточных вод на 2/3 состоят из растворенных и коллоидных примесей и на 1/3 из взвешенных или оседающих веществ.



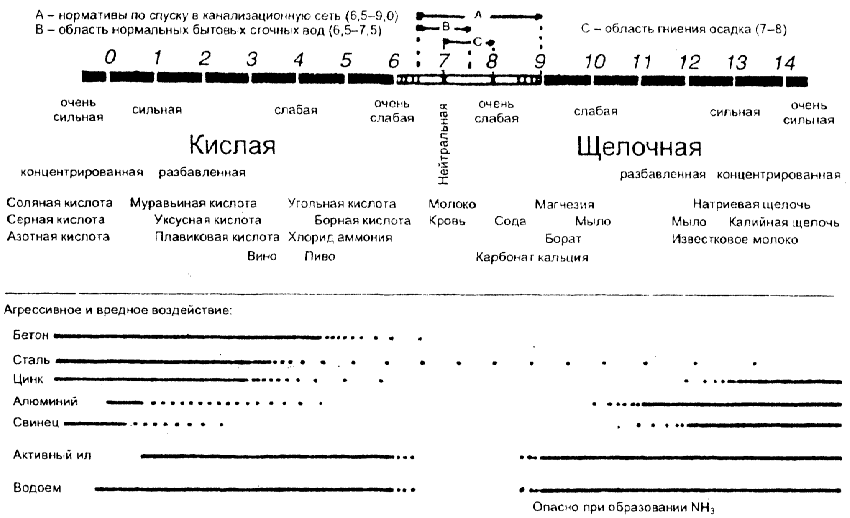



*Рисунок 2.3: Шкала значений pH*

Хорошо очищенные сточные воды не имеют запаха, не содержат взвешенных веществ и имеют прозрачность минимум 50 см. Иногда может наблюдаться легкое окрашивание из-за присутствия гуминовых кислот. Наличие гуминовых кислот не способствует развитию процессов гниения и pH очищенной сточной жидкости составляет около 7.

В других видах сточных вод колебания качественного состава и её количества выражены сильнее и зависят непосредственно от способа образования стока (например, соотношение бытовой и промышленной составляющих в коммунальных стоках).

Мутность вызывается присутствием в воде нерастворимых примесей в коллоидной форме или в виде суспензии, которые представляют собой мелкодисперсные частицы и довольно сильно уменьшают прозрачность. Происхождение данных частиц может быть неорганическим, например, глина, или органическим, например, бактерии.

Происхождение некоторых видов сточных вод можно определить по запаху, например, сельскохозяйственные сточные воды имеют типичный запах навоза или силоса. Сточные воды пивоварни пахнут дрожжами, а сточные воды молочного завода – сывороткой.

Иногда опасные, вещества, например, токсичные составляющие сточных вод гальванического производства, не во всех случаях имеют отличительную цветность или запах. К ним с ледует отнести также группы веществ с пометкой CKW (хлористые углеводороды, PCB (полихлорит бифенил), AOX (органические галогенсоединения) или аналогичные вещества, имеющие в своем названии слоги Tri, Per и Tetra. Данные вещества являются органическими, растворимыми и сильно токсичными. Многие из них практически невозможно извлечь из воды. AOX введены в таблицу вредных веществ AbwAG. Действие некоторых тяжелых металлов также токсично, однако их вредное воздействие в значительной мере зависит от концентрации в сточной воде.

*Соли* содержатся в любой природной воде, поэтому присутствуют и в сточных водах. Однако, содержание сульфатов в воде более 300 мг/л действует разрушающе на бетонные поверхности, применяемых для строительства сооружений водоотведения конструкций. Содержание солей в воде может измеряться электрической электропроводностью.

*Детергенты* поступают в сточные воды с моющими средствами и средствами для полоскания; они способствуют образованию пены в воде. В моющих средствах содержится также значительная часть фосфатов, которые, попадая в водоем, являются питательными компонентами наряду с нитратами.

Многие органические загрязнения, содержащиеся в сточных водах, загнивают при недостатке кислорода. *Загниваемость* и со-ответственно *стабильность* являются важными характеристиками стоков, причем стабильность определяется опытным путём добавления сероводорода и ацетата свинца или метиленового синего. В городских сточных водах метиленовый синий обесцвечивается обычно через несколько часов. Если сточные воды не обесцвечиваются, то это свидетельствует о наличии токсичных веществ.

При исследовании бытовых сточных вод обязательно проводят анализ на наличие *возбудителей болезней* (бактерии, вирусы, паразиты, яйца гельминтов). Остатки этих патогенных микроорганизмов существуют даже в хорошо очищенной сточной воде, если она не продезинфицирована.

*Горючие вещества*, как, например, бензин, бензол или органические разбавители и т.д. представляют опасность прежде всего в трубопроводах из-за возможности взрыва.



Наиболее важными параметрами для оценки качества неочищенных сточных вод (серых) сточных вод являются

*Биохимическая потребность в кислороде (БПК)*
*Химическая потребность в кислороде (ХПК)*
*Сумма органического азота аммония (TKN) и фосфор ($P_{общ}$).*

### *$БПК_5$*

При определении $БПК_5$ определяется количество кислорода $O_2$, которое необходимо микроорганизмам при 20 °C в течение 5 дней для потребления органических веществ. Данная характеристика является важной для биологических канализационных очистных сооружений. Определение $БПК_5$ важно как для проведения расчетов, так и для осуществления контроля за работой биологических очистных сооружений, так как показывает динамику снижения содержания органических загрязнений в воде.

В постановлении о сточных водах $БПК_5$ является основной характеристикой для определения класса водоема.

$БПК_5$ коммунальных сточных вод составляет 200 – 400 мг/л. Меньшее значение свидетельствует о слабоконцентрированных сточных водах, что наиболее характерно для крупных городов с большим специфическим расходом воды и более высокой составляющей дополнительной воды. В Германии считается, что от одного человека ежедневно отводится 60 г $БПК_5$.

Органические загрязнения сточных вод промышленных предприятий также определяются значениями $БПК_5$. Если значение $БПК_5$ разделить на 60 (при измерении после предварительной очистки на 40) – количество $БПК_5$ на одного жителя, то получится количество загрязнений соответствующее эквивалентному числу жителей (EGW).

В пересчете на EGW в сточные воды в среднем поступают следующее количество органических загрязнений при произ-водстве продуктов:

| | | |
|---|---|---|
| 2 – 5 кг | Мясные и колбасные изделия | 1 – 2 л Картоф. спирт |
| 1 – 2 кг | Масло | 3 – 20 л Пиво |
| 4 – 22 кг | Сыр | 0,2 – 0,3 кг Целлюлоза |
| 0,5 – 2 кг | Рыбные консервы | 1 – 5 кг Бумага |
| 2 кг | Овощные и фруктовые консервы | 1 кг мыло |

1 EGW спускает в канализацию от 0,5 л цельного молока или при мойке 1 – 5 кг загрязнений.

Сумма общего числа жителей (EZ) и эквивалентного числа жителей (EGW) дает в итоге **количество жителей (EW)**, требуемое например, **для расчета и строительства канализационных очи-стных станций**.

*ХПК*

ХПК характеризует потребность кислорода $O_2$ для окислении трудноокисляемых загрязнений. Для городских сточных ХПК равно 400 – 600 мг/л и соответственно ежедневно на одного жителя приходится 120 г.

*$NH_4$-N*

Содержание азота аммония ($NH_4$-N) в коммунальных сточных водах зависит от наличия дополнительной воды, видов промышленных сточных вод и степени преобразования органического N в $NH_4$-N в канализационной сети и ориентировочно составляет 20 – 50 мг/л. В пересчете на одного жителя приходится 11 г/сут общего азота – общ N. При окислении $NH_4$-N в нитраты расходуется примерно в четыре раза больше кислорода, чем при окислении углеродистых соединений при постоянной температуре и pH. Азот аммония по своим характеристикам аналогичен аммиаку ($NH_3$-N). Если повышается концентрация $NH_4$-N, то повышаются и значения $NH_3$-N. При более высоких температурах воды и значениях pH концентрация аммиака в воде водоема может повыситься, что может оказаться токсичным для рыб.

TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) – это сумма всех соединений, содержащих азот, т.е. азота аммония и органического азота. Окисленный азот при этом не учитывается; нитриты и нитраты в бытовых сточных водах, как правило не присутствуют. Значение TKN, измеренное на входе на канализационные очистные сооружения имеет значение как эксплуатационный показатель. Так как только в процессе очистки сточных вод (в анаэробной среде) преобладающая часть органического азота превращается в азот аммония. Без органической части азота невозможен расчет баланса азота для выяснения качества работы очистных сооружений.



*$P_{общ}$*

Концентрация фосфора в сточных водах в течение последних лет заметно уменьшилась и составляет на сегодняшний день около 8 – 12,5 мг/л. В расчете на одного жителя 1,8 г/сут $P_{общ}$. Такое заметное уменьшение содержания фосфатов в сточной воде связано прежде всего с изменением технологии изготовления моющих средств.

Фосфор наряду с азотом нитратов принадлежит к питательным веществам для растений и водорослей. Поэтому эти компоненты способствуют процессам эвтрофикации водоемов.

Вышеуказанные замечания относятся в первую очередь к неочищенным сточным водам сточным водам. Конечно, существует тесная связь между качеством неочищенных стоков и качеством очищенных. Для описания этой связи существуют определенные закономерности.

Для всех населенных пунктов в дополнении 1 AbwV в зависимости от размера канализационных очистных станций установлены жесткие значения для $БПК_5$, ХПК, $NH_4$-N, $N_{общ}$ и $P_{общ}$.

„$N_{общ}$" является суммой результатов измерения $NH_4$-N, $NO_3$-N и $NO_2$-N без учета органического азота. Количество соединения азота необходимо определять одновременно в одной и той же пробе. Именно предел значения $N_{общ}$ устанавливается требованиями AbwV или в AbwAG.

Необходимо различать сумму органического и неорганического азота „общ N" и сумму неорганического азота „$N_{общ}$". Данное различие особенно важно для поступающей на очистные сооружения сточной воды, так как содержание органической части в этом случае может быть довольно высоким.

Так как на сегодняшний день углерод (органическое вещество) на канализационных очистных станциях удаляется достаточно глубоко, то особое внимание следует уделять питательным веществам – азоту и фосфору. Необходимые требования к содержанию данных компонентов в воде установлены в § 7a WHG, в AbwAG.

# 3. Отведение сточных вод

## 3.1 Задачи водоотведения

Основной задачей канализационных сооружений является отведение коммунальных сточных вод (бытовых и производственных), а также дождевых сточных вод (дождевых и талых) без причинения какого-либо вреда человеку и природе. Трубопроводы могут хорошо выполнять данную задачу при условии их постоянного осмотра и своевременного ремонта. Так как строительство трубопроводов требует больших капиталовложений, то для экономии средств необходимо постоянно поддерживать трубопроводы в хорошем состоянии и осуществлять их технический контроль с помощью современных приборов. Трубопроводы должны быть герметичными и не иметь протечек, при этом вода может свободно протекать по сечению трубопровода. Необходимо обращать внимание на то, что определенные вещества нельзя сбрасывать в канализационные в трубопроводы. В частности, это – строительные материалы и компоненты, которые мешают процессам очистки сточных вод, причиняют вред водоемам и жизни человека. Существующие запреты на спуск этих веществ в канализацию изложены в уставе водоотведения.

## 3.2 Способы смешения и разделения

Если производственно-бытовые сточные воды отводятся совместно с дождевыми водами по одному трубопроводу, то происходит смешение сточных вод. Для характеристики применяемых систем водоотведения введены понятия общесплавной и раздельной канализации. В раздельной системе канализации (водоотведения) производственно-бытовые и дождевые сточные отводятся по двум раздельным трубопроводам (в двух системах). Такое разделение начинается с самых первых безрасчетных участков, где дождевые воды собираются в трубопровод и отводятся в коллектор дождевой канализации, а коммунальные стоки собираются в отдельные канализационные трубопроводы и отводятся в коллектор производственно-бытовой канализационной сети.

В населенных пунктах могут использовать различные виды систем водоотведения. Существуют города, в которых в одном



районе принята общесплавная система водоотведения, а в другом – раздельная. При этом особую опасность представляют случаи переполнения трубопроводов в местах соединения двух систем.

Для того, чтобы коллекторы общесплавной системы канализации при большом расходе дождевых вод не переполнялись, устраивают специальные места для разгрузки дождевых вод. Это могут быть ливнеспуски или дождеприемники.

Существующие принципы водоотведения в последнее время дополняются новыми рекомендациями по планированию, расширению и санации трубопроводов *современных* общесплавных и раздельных систем для того, чтобы они удовлетворяли экологическим и экономическим требованиям.

В современных системах дождевые воды *обрабатываются* или *не обрабатываются* на в канализационных очистных станциях. Неочищенная дождевая вода пари этом может быть использована на какие-то нужды или направлена в водоем без очистки.

В последнее время все большее распространение получает метод поглощения грунтами дождевых вод, Если дождевая вода впитывается в грунт там же где и выпадает, говорят о децентрализованном поглощении, если она собрается и отводится в специальное место, то такой процесс называется централизованным.

С поглощением грунтом дождевых вод восстанавливаются природный круговорот воды и не нарушается экологическое равновесие, нарушенное вследствие освоения площадей.

## 3.3 Устройство водоотведения застроенного земельного участок

Система водоотведения застроенного земельного участка включает в себя сбор и отвод коммунальных и дождевых стоков (рис. 3.1.) Для расчета, строительства и комментариев к ним в 1986 году принят германский промышленный стандарт – DIN 1986.

Основными понятиями являются:

– *Домовый выпуск*, в грунте – трубопровод, уложенный под зданием до соединения с дворовой канализационной сетью

- *Стояк* – вертикально расположенный трубопровод в пределах здания для сбора сточных вод, имеющий свободный выход на крышу для осуществления вентиляции
- *Дворовая канализационная сеть* – трубопроводы, соединяющие контрольный колодец, который устраивается на границе дворового участка и канализационный коллектор.

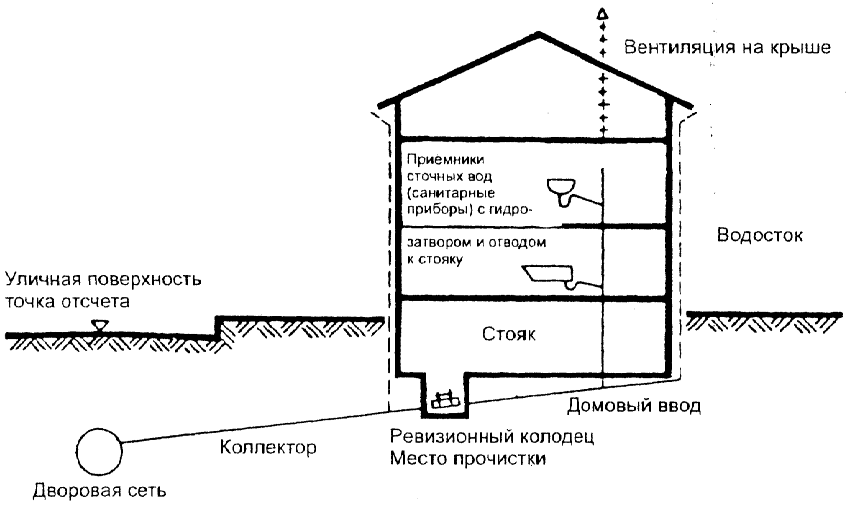



*Рисунок 3.1: Изображение канализования земельного участка*

Все трубопроводы должны быть герметичны и защищены от промерзания. Материалы, использующиеся для водоотведения должны иметь контрольное клеймо, свидетельствующее об их стандартизации. Выход газов из сети обязательно должен предотвращаться сифонными затворами или гидрозатворами. При прокладке водоотводящих сетей внутри домов необходимо учитывать соотношение строительных высот уличного покрытия, расположения санитарных приборов и подвалов для предотвращения затопления помещений в случае возникновения подпора в канализационной сети. Для этой же цели на каждом стояке необходимо установка канализационной задвижки (DIN 1997).

Если застроенный земельный участок не присоединен к канализационной сети с очистными сооружениями, то сточные воды



должны обрабатываться на малых очистных сооружениях (германский промышленный стандарт – DIN 4261). Малые очистные сооружения должны регулярно опорожняться ассенизационными машинами, которые вывозят образовавшийся фекальный осадок на центральные очистные сооружения для обработки.

Сведения по эксплуатации малых очистных сооружений можно найти в книге „Эксплуатация и техническое обслуживание малых очистных сооружений" [5]. Малые очистные сооружения иногда могут быть установлены из-за экономических соображений, Например, нецелесообразности устройства канализационной сети. В неблагоприятных случаях возможно устройство напорных канализационных сетей для подачи сточных вод с более низко расположенных коллекторов в более высокорасположенные.

На участках, где сточные воды которых могут содержать нефтепродукты и другие плавающие вещества, например, бензин, масло, смазочный материал (жир), перед спуском их в городскую кана-лизационную сеть необходимо устанавливать специальные уста-новки – отделители для легких жидкостей, например, бензиноуловители (DIN 1999), жироуловители (DIN 1940 – 43). При этом данное оборудование должно регулярно контролироваться и опорожняться от собранных примесей.

## 3.4 Расчет трубопроводов

Трубопроводы обычно устраивают в соответствии с естественным уклоном и рассчитывают из уравнения непрерывности неразрывности потока

$$Q = v \times A \text{ и соответственно } A = Q : v$$

Где

Q = расход в $м^3/с$
v = скорость течения в м/с
A = смоченный диаметр поперечного сечения в $м^2$

Поперечное сечение трубы A определяют исходя из расхода сточ-ных вод и скорости течения.

Расход для коллектора общесплавной системы канализации опре-деляют по формуле

$$Q = Q_s + Q_f + Q_r = Q_t + Q_r,$$

Причем $Q_r$ является определяющим параметром.

Для раздельной системы водоотведения расход для трубопровода бытовой канализации определяют

$$Q = 2\,Q_t$$

а для коллектора дождевой канализации

$$Q = Q_r$$

Скорость течения **V** зависит от уклона, шероховатости стенок и формы поперечного сечения трубопровода. Выполнение точных расчетов по гидравлическим формулам достаточно сложны; поэтому для расчета часто используют таблицы. В зависимости от шероховатости могут подбираться трубопроводы с определенной формой поперечного сечения, с разными размерами поперечных сечений при полных или неполных наполнениях и для определенных уклонов с соответствующим расходом и требуемой скоростью течения.

Чтобы предотвратить выпадение осадков в трубопроводе, *минимальная скорость* течения жидкости принимают не менее 0,5 м/с. С другой стороны, предельная скорость потока при полном наполнении из условия неразрушения трубопровода грубыми отбросами не должна превышать 6–8 м/с.

Скорость течения жидкости зависит от уклона трубопровода. Чем больше уклон, тем больше скорость течения и тем меньше должно быть поперечное сечение трубопровода. Уклон J рассчитывается как отношение разности высот к длине или дается в ‰.

Простая эмпирическая формула для круглых сечений, которая учитывает краевые потоки выглядит следующим образом:

J = 1: DN (**в мм**) для минимальной скорости и

J = 1: DN (**в см**) для максимальной скорости
(DN = номинальный внутренний диаметр).

Например, трубопровод с DN 200 должен иметь минимальный уклон 1 : 200 = 5‰. Это составит 1 м разности высот на 200 м длины. Максимальный уклон для данного трубопровода – 1 : 20 = 50‰.

Расчет канализационных сетей требует довольно большого количества математических действий и составления подробных таблиц, поэтому в последнее время такие расчеты производят с помощью компьютерных программ с электронной обработкой данных.



## 3.5 Материал труб и формы поперечного сечения коллекторов

Для *устройства трубопроводов* применяют:

- Керамические трубы, соединяемые при помощи муфт
- Бетонные трубы
- Железобетонные трубы
- Трубы из цементного волокна; (ранее асбестоцементные трубы)
- Пластмассовые трубы
- Стальные трубы или чугунные трубы, например, для напорных водоводов и дюкеров
- Из монолитного бетона, для устройства каналов.

Некоторые трубопроводы облицовываются изнутри глиной, клинкерной массой, цементным раствором или покрываются пластмассой. На старых канализационных сетях встречаются коллектора сложенные из камня (кирпича или булыжника).

Особое внимание следует уделять уплотнению стыковых соединений труб. Раньше стыки труб заделывались просмоленной прядью и заливались горячей заливочной мастикой. В зависимости от способа соединения трубопроводов современные уплотнения представляют собой уплотнительные кольца, торцевые уплотнения или твердые уплотняющие средства, по форме поперечного сечения и в зависимости от материала трубы. Эти уплотнения должны иметь контрольное клеймо института строительной техники в Берлине, свидетельствующее о требуемом качестве.

Основными требованиями при испытаниях являются:

- Водонепроницаемость
- Прочность
- Эластичность стыков при небольших перемещениях труб
- Усталостная прочность.

Состав и свойства сточных вод могут оказывать определенное влияние на материал трубопроводов. Особо важными из них являются температура и pH. Так как высокие температуры сточных вод, например, могут повредить места уплотнения труб или их стыков, поэтому температура стоков при спуске в канализацию должна быть не более 35 °C. Кислые сточные воды с pH менее 6 разрушают цементсодержащие трубопроводы и колодцы.

Наиболее частыми формами поперечных сечений трубопроводов являются круглая и яйцевидная. Трубопроводы с круглым

сече-нием могут иметь диаметр от DN 100 до DN 3000 (цифра указывает номинальный внутренний диаметр в мм). Яйцевидные сечения имеют отношение ширины к высоте 2:3 и бывают следующие: 600/1050 до 1600/2400. При этом данный трубопровод укладывается острой стороной вниз для того, чтобы создавать большую высоту потока даже при небольшом расходе сточных вод. Кроме пере-численных выше существует еще ряд других форм поперечных сечений, которые либо применялись ранее, либо используются только в особых случаях, например, сжатые или вытянутые сечения, лотковые сечения и др.

## 3.6 Колодцы, уличные дождеприемники

Все трубопроводы должны быть доступны для технического осмо-тра и содержания их в исправности. Поэтому на всех канализационных сетях через определенные интервалы устаривают смотровые колодцы (рис. 3.2). Такие колодцы одновременно выполняют функцию приточно-вытяжной вентиляции. Колодцы располагают в местах изменения направления течения, смене диаметра или уклона, а также в месте подсоединения боковых веток. На прямых участках канализационной сети расстояния между колодцами составляют 50–100 м.

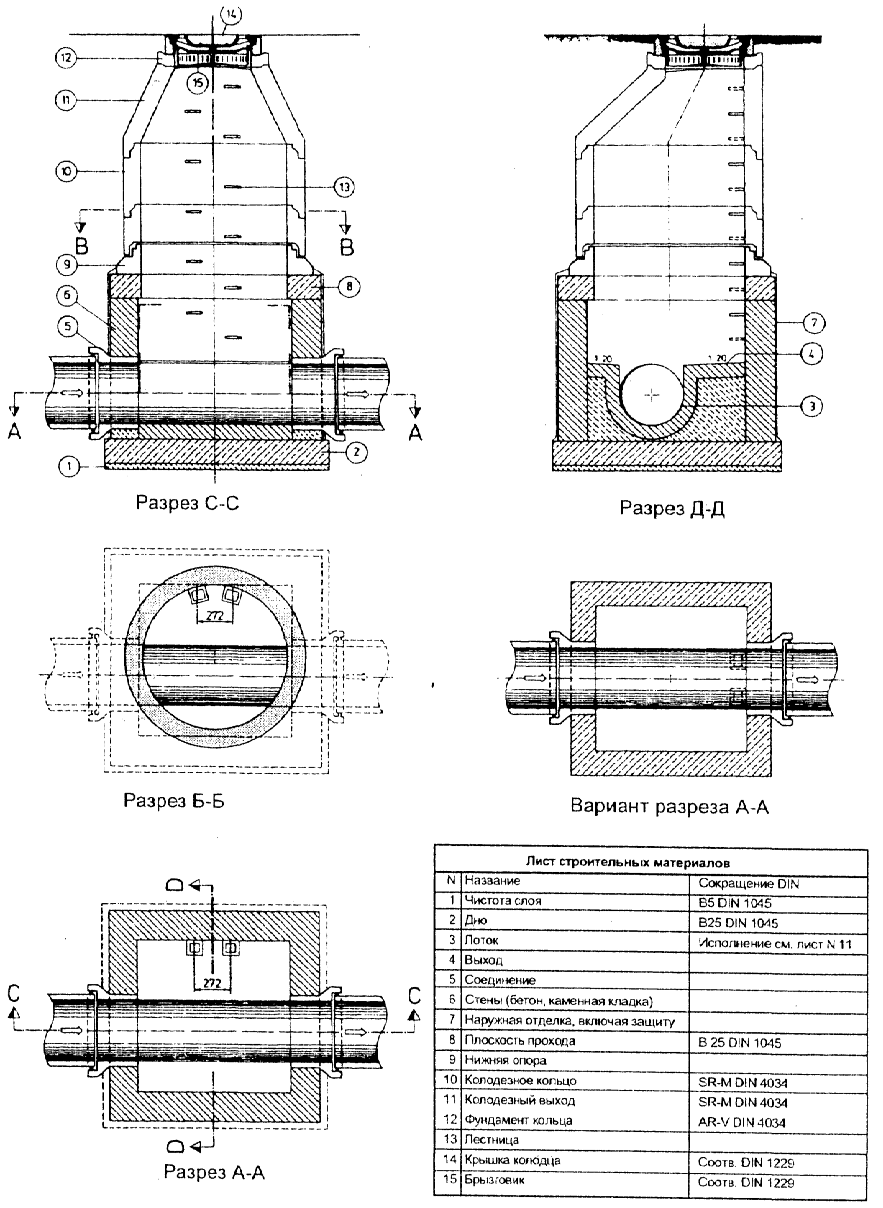
Для строительства колодцев используются преимущественно железобетонные кольца, монолитный бетон или кирпичные кладки. Дно колодца устраивается в виде лотка, который соответствует нижней части сечения трубопровода или коллектора. Таким образом, обеспечивается непрерывность потока и предотвращается выпадение осадков даже при небольшом расходе сточных вод.

Внутренний диаметр колодца составляет 1 м, при этом диаметр верха колодца и верхней защитной крышки должен быть минимум 610 мм. Брызговики на крышках люков (рис. 3.3) защищают трубо-провод от попадания в него грубых загрязнений, которые могут препятствовать хорошей работе вентиляционной системы.

Внутри колодца на стенах его должны быть установлены ходовые скобы или подножками в виде скобы для установки лестницы для спуска в колодец (рис. 3.4).

Ходовые скобы или подножки в виде скобы расположены с определенным интервалом для удобного спуска в колодец (рассто-






| Лист строительных материалов | | |
|---|---|---|
| N | Название | Сокращение DIN |
| 1 | Чистота слоя | B5 DIN 1045 |
| 2 | Дно | B25 DIN 1045 |
| 3 | Лоток | Исполнение см. лист N 11 |
| 4 | Выход | |
| 5 | Соединение | |
| 6 | Стены (бетон, каменная кладка) | |
| 7 | Наружная отделка, включая защиту | |
| 8 | Плоскость прохода | B 25 DIN 1045 |
| 9 | Нижняя опора | |
| 10 | Колодезное кольцо | SR-M DIN 4034 |
| 11 | Колодезный выход | SR-M DIN 4034 |
| 12 | Фундамент кольца | AR-V DIN 4034 |
| 13 | Лестница | |
| 14 | Крышка колодца | Соотв. DIN 1229 |
| 15 | Брызговик | Соотв. DIN 1229 |

*Рисунок 3.2: Колодец DN 500: прямоугольная нижняя часть с акладными кольцами*

яние между скобами 25 см). Ходовые скобы смещены друг относительно друга, а подножки располагаются в один ряд. Ходовые скобы изготавливаются из чугуна, а подножки из алюминия с изоляцией из пластмассы в соответствии с существующими видами форм и размеров. Первая ступень устанавливается, как правило, на расстоянии 50 см от верха колодца.

Полностью исправное состояние лестницы крайне важно для надежности работы персонала предприятия. Обнаруженные при техническом осмотре какие-либо дефекты лестницы должны быть устранены в наиболее короткие сроки. Наиболее типичными дефектами в колодцах являются следующие:

- Ходовые скобы повреждены коррозией
- Ходовые скобы сломаны
- Ходовые скобы или подножки ослаблены
- Интервалы между скобами не равные
- Лестница построена не снизу вверх
- Слишком низко находится первая скоба
- Лестница слишком длинна и не имеет страховочного предохранителя
- Лестница заканчивается не на дне колодца
- Лестница не перпендикулярна.

Лестница должна быть устроена таким образом, чтобы спускаться по ней можно было в «слепую».

*Покрытия колодцев* и *дождеприемников*, а также *лестницы* должны регулярно очищаться от грязи. При наличии крышек необходимо особо тщательно очищать брызговики.

Покрытия колодцев должны иметь хорошие поддерживающие опоры для того, чтобы по возможности лежать в плоскости уличного покрытия и не издавать стука при проезде по ним автотранспорта. Поэтому при техническом осмотре колодца необходимо обращать особое внимание на регулировку опор покрытия. Для борьбы со стуком возможно использование смягчающих прокладок. Но, прежде всего, опорная поверхность должна содержаться в чистоте.

Присоединения дворовых сетей и уличные дождеприемники располагаются, как правило, вне колодцев. Как присоединения, так устройство и колодцев на сети должны удовлетворять существующим требованиям, в частности, в области уплотнения сты-



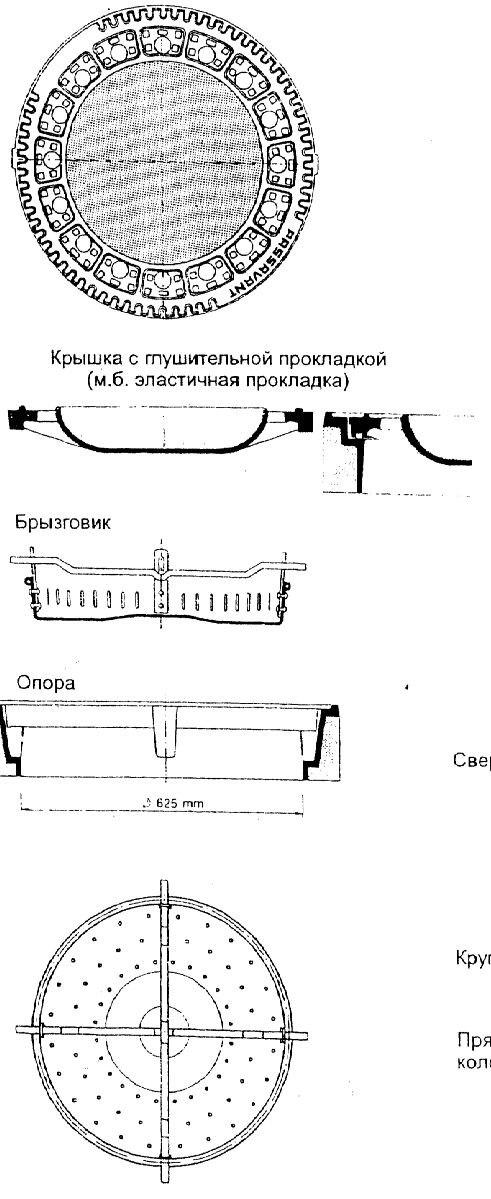



*Рисунок 3.3: Люки с крышкой и брызговиками*

*Рисунок 3.4: Ходовые скобы и подножка в виде скобы*

ковых соединений труб. Соединительные устройства ни в коем случае не должны выступать в проточную часть в трубопроводе, так как это затрудняет процессы водоотведения.

*Уличные дождеприемники* (Рис. 3.5) могут быть с шламосборником или без него. Они располагаются в местах сбора дождевых вод с улиц и площадей и осуществляют отвод этих стоков в коллектор. При наличии в дождевых водах большого количества песка и других крупных загрязнений в дождеприемниках иногда устраивают песколовки. Уличные дождеприемники изготавливают из чугуна, бетона или комбинированными из двух материалов. Дождеприемники необходимо чистить по меньшей мере раз в год. Для облегчения очистки с применением минимального ручного труда используют специальные всасывающие транспортные средства с грузоподъемным оборудованием.

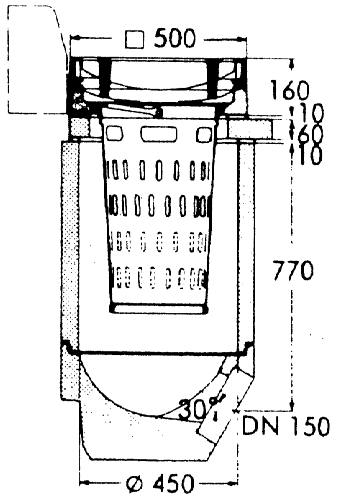



*Рисунок 3.5: Уличный дождеприемник с удлиненной решёткой*



## 3.7 Специальные устройства на водоотводящих сетях

*Ливнеспуски и дождеприёмники*

В общесплавных системах канализации для разгрузки трубопроводов при максимальном дожде на канализационной сети устраивают ливнеспуски и дождеприёмники. Они принимают пото-ки дождевых вод, которые превышают расчётный расход и отводят их в водоем. Таким образом, коллекторы и трубопроводизационные очистные станции защищаются от гидравлической перегрузки или переполнения.

Для таких сооружений используют следующие сокращения:

| | |
|---|---|
| Ливнеспуски и дождеприёмники | RЬ |
| Дождеприемники | RB |
| Камеры ливнеспуска | RЬB |
| Разделительные камеры | RRB |
| Отстойники для дождевых вод | RKB |
| Улавливающие камеры | FB |
| Проточные камеры | DB |
| Проточные очистные сооружения | KЬ |
| Усредняющие камеры | BЬ |

В ливнеспуске (Рис. 3.6) предусмотрен порог перепуска сточных вод (односторонний или двухсторонний), который затопляется, если высота потока воды в трубопроводе превосходит установленную границу. Это соответствует стоку при, так называемой, критической интенсивности дождя по расходу($Q_{rkrit}$). Как правило rkrit наблюдается при стоке 15 л/(с х га). Нарушение порога перепуска происходит от 5 до 20 раз в год.

Дождеприемники служат той же цели, что и ливнеспуски. Однако, за счет процессов седиментации они осуществляют очистку сточных вод от взвешенных веществ и направляют в водоем не сильно загрязненные стоки. По принципу дождеприемника работают: камера ливнеспуска (RЬB), разделительные камеры (RRB) и отстойники для дождевых вод (RKB). Некоторые емкости, устраиваемые иногда на коллекторах, также могут эксплуатироваться как камеры ливнеспуска. Камеры ливнеспуска отличаются от улавливающих камер (FB) (Рис. 3.7) и проточных камер (DB). Улавливающие камеры принимают самый грязный сток во время дождя или сток от небольшого дождя.

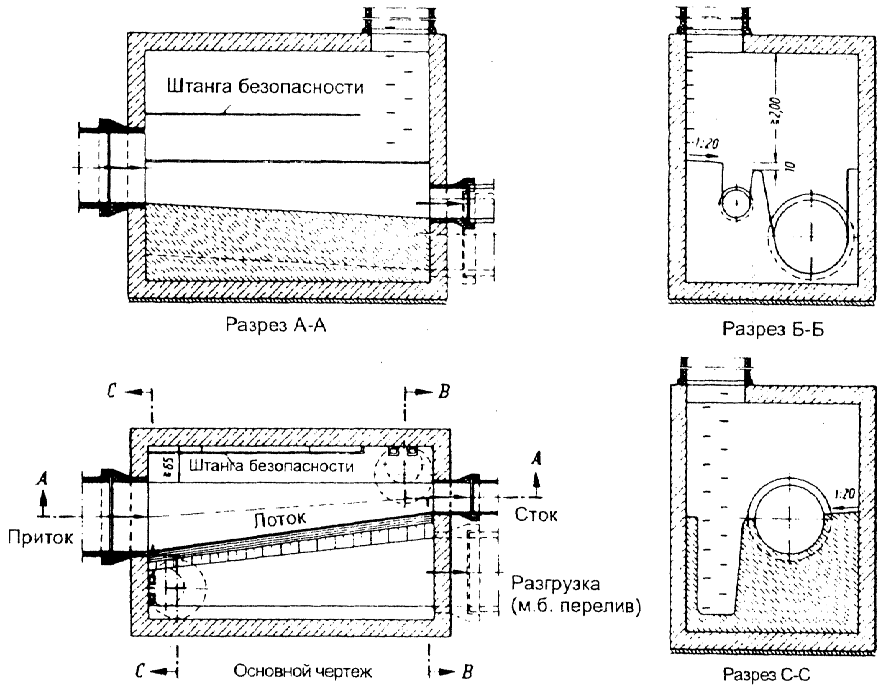



*Рисунок 3.6: Ливнеспуск с односторонним порогом перепуска*

Улавливающие камеры имеют собственный регулирующийся выпуск в водоем и после наполнения не работают на проток. Аналогичным образом работают и усредняющие камеры (BЬ), которые имеют больший объем, чем улавливающие камеры. Поэтому улавливающие камеры располагают для сбора дождевых вод в небольших водосборных бассейнах, а усредняющие камеры в более крупных. Проточные камеры наполняются при потоке дождевых вод и далее работают на проток. В конце камеры находятся очистные сооружения (КЬ), и, таким образом камера работает как отстойник. Для сбора и перепуска больших потоков дождевых сточных вод, которые незначительно загрязнены, могут быть построены комбинированные сооружения.

Наполнение камер (FB и DB) управляется дроссельным оборудованием, например, насосом, дроссельной задвижкой, дроссельной поплавковой заслонкой, и другими регулирующими устройствами.



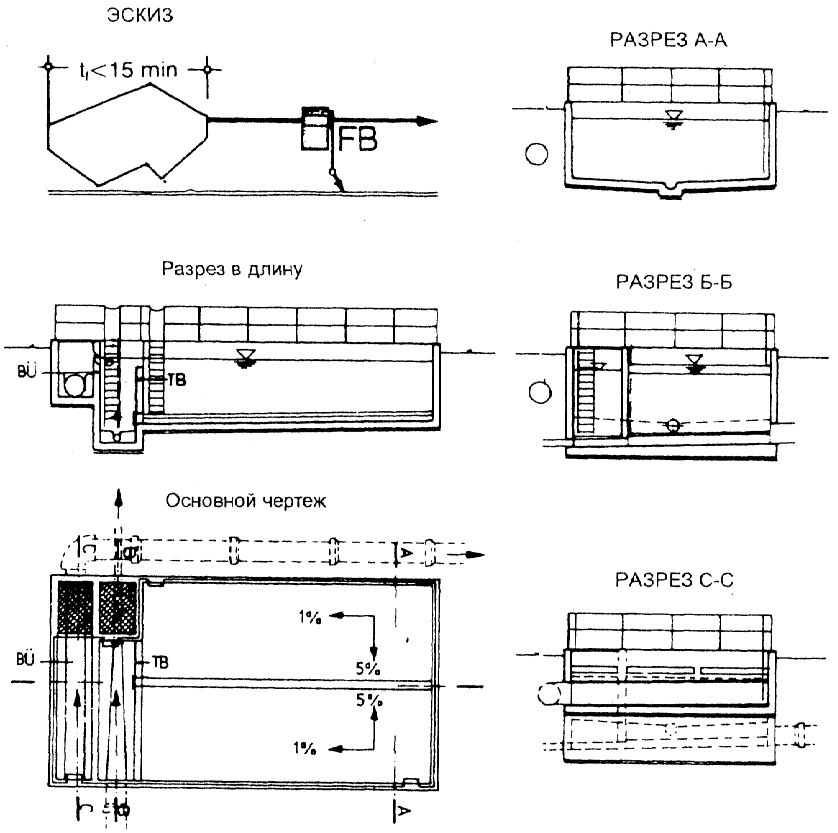



*Рисунок 3.7: Улавливающая камера*

Для очистки дождеприемников существуют автоматические устройства. Процесс очистки с помощью таких устройств связан с большими потоками промывной воды, что приводит к резкому увеличению гидравлической нагрузки на небольшие очистные сооружения, если они расположены недалеко. Большое количество песка и грязи может привести к нарушениям нормальной работы сооружений. Поэтому таких залповых сбросов необходимо избегать посредством регулирования отвода промывных вод, например, колебательными мешалками. Они нуждаются в меньшем количестве энергии по сравнению со струйными насосами.

Содержимое некоторых дождеприемников возможно отводить на установленные на коллекторах очистные станции. Ливнеспуски RÜ и камеры ливнеспусков RÜB рассчитывают в соответствии с операционной картой ATV–DVWK рабочий лист 128 «Основы расчета и построения сооружений для приема дождевых сточных вод в коллекторах общесплавной системы канализации» [4].

Как правило, с гектара застроенной площади собирается 15–25 м$^3$ объема дождевых вод. Меньшая цифра относится к среднему загрязнению регионах с небольшим количеством осадков, большая – сильному загрязнению в регионах большим количеством осадков.

Регулирующие камеры строятся в том случае, если поблизости нет водоема. Они предотвращают спуск большого расхода дождевых вод при максимальной интенсивности дождя напрямую в коллектора, так как аккумулируют часть дождевого стока и позднее отводят в примыкающий трубопровод. Регулирующие камеры имеют, как правило, перепуск, который при необходимости используется не чаще, чем раз в год.

Отстойники для дождевых вод устраивают только при наличии раздельной системы канализации. Если это удовлетворяет существующим требованиям, дождевой сток собирается в отстойник и механически очищается перед спуском в водоем. Осадок из таких отстойников вывозится после сбора на обработку на очистные сооружения или удаляется на свалки.

*Контроль технического состояния дождеприемников*

Контроль технического состояния дождеприемников дождеприемников основные задачи:

- Оценку строительных конструкций, надежности эксплуатации и исправного состояния,
- Оценку воздействий преимущественно вредных веществ на окружающие водоемы.

Несколько федеральных земель разработали минимальные требования по наблюдению за сооружениями по сбору и очистке дождевых сточных вод определенными постановлениями (например, функциональный контроль с помощью машинного оборудования минимум раз в месяц и после каждого дождя).



Для содержания в исправности сооружений по сбору и очистке дождевых вод необходимо выполнять следующие мероприятия:

- Установить вид и объем осадков дождевых вод и своевременно их удалять,
- Производить своевременную промывку, возможно автоматическую, сооружений; при необходимости очищать емкости и люки,
- Проверять состояние дросселей,
- Проверять ходовую часть шиберов, клапанов, замков и приводов,
- Осматривать насосы, осуществлять ежемесячный пробный пуск резервных насосов или перевод их из резерва на активный режим,
- Защитные покрытия и строительные части проверять один раз в полгода, контролировать работу приточно-вытяжной вентиляции; принудительных воздушных клапанов; обращать вни-мание на образование конденсата,
- Проверять освещение,
- Контролировать работу измерительных приборов.

Под терминами «проверка» и «контроль» в данном контексте понимается выполнение всех требований руководства по эксплуатации и служебной инструкции по предписанным видам деятельности; прежде всего это касается смазочно-заправочных работ и ведение контрольного журнала технического состояния измерительных приборов.

Как правило, при ведении журнала хватает показанных на рис. 3.8 пунктов.

*Оценка состояния*

Для оценки эффективности работы ливнеспуска достаточно сведений, отмеченных в приведенной выше форме. Замеры величины наполнения сооружения и высоты перепуска осуществляют спе-циальной водомерной рейкой или другим измерительным прибором. На белой поле рейки после замера уровня воды могут оставаться загрязнения, которые впоследствии будут мешать считыванию отметок. Поэтому после каждого использования ее необходимо тщательно промыть.

## Записи наблюдений за ливнеспусками

**Указания по заполнению смотри на обороте**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Обозначение ливнеспуска | | Untere Brücke offenes Durchlaufb. | | | Obere Brücke abgedecktes Faugb. | | | |
| | 1 | Год 2001 | Месяц | Juli | | | Juli | | |
| | 2 | | День | Do 6. | Fr 7. | Di 18. | Do 6. | Fr 7. | Di 18 |
| | 3 | | Время | 9-10⁰⁰ | 8-12⁰⁰ | 8⁰⁰ | 10-11⁰⁰ | 13-16⁰⁰ | 9⁰⁰ |
| Оценка состояния | 4 | Количество осадков | | 5.7 — | 7.7. | 17.7. | 5.7 — | 7.7. | 17.7. |
| | 5 | Наполнение | в м | Überlauf | | 2 | 1.80 | 1.80 | 1.30 |
| | 6 | Продолж. использования | в ч | 24 | 6 | 5 | 24 | 6 | 4 |
| | 7 | Высота потока в см | BÜ | 2 | — | — | 3 | — | — |
| | 8 | | KÜ | 10 | 2 | — | | | |
| | 9 | Время протока в ч | BÜ | 12 | — | — | 15 | — | — |
| | 10 | | KÜ | 18 | 6 | — | | | |
| | 11 | Сброс в водоем | в м³/с | | | | | | |
| | 12 | | м³ | 15000 | 3000 | — | 10 000 | — | — |
| | 13 | | | | | | Lehmtrüb | | |
| | 14 | | | | | | | | |
| Функциональная надежность и уход | 15 | Количество и Вид осадков | | | 15 cm Schlamm | 3 cm Schlamm | | 10 cm Schlamm | 1 cm Schlamm |
| | 16 | Оборудование для промывки: | проверено | | x | | | | |
| | 17 | | отремонтировано | | x | x | keine vorh. | handgesäumt | |
| | 18 | | осмотрено | | x | | | | |
| | 19 | Дроссельное оборудование: | проверено | = Pumpe | | | | x | x |
| | 20 | | осмотрено | | | | | x | x |
| | 21 | Шибера, клапаны, приводы | проверено | | x | | | x | |
| | 22 | | осмотрено | | x | | | x | |
| | 23 | Состояние счетчиков | | 2468 | 2492 | 2497 | | | |
| | 24 | Насосы: | проверены | | x | | | | |
| | 25 | | осмотрены | | x | | | | |
| | 26 | Вентиляция проверена | | | | | | x | |
| | 27 | Освещение проверено | | | | | | x | |
| | 28 | Внешний вид проверен | | | | | | | |
| | 29 | Измерительные приборы: | проверены | | x | | keine vorh. | | |
| | 30 | | осмотрены | | x | | | | |
| | 31 | Строительные конструкции проверены | | | | | | | |
| | 32 | Затраченного рабочего времени: | | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| | 33 | Наблюдение проводил: (обозначается инициалами) | | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

*Рисунок 3.8: Записи наблюдений за ливнеспусками*



Собранные в процессе эксплуатации записи наблюдений за работой ливнеспусков и других сооружений в конце года подшиваются к годовому отчету о работе канализационной сети, как это предписывают законодательства федеральных земель.

Работу важных для нормальной работы водохозяйственного комплекса ливнеспусков необходимо контролировать и оценивать непрерывно.

При этом следует отмечать:
- Время, частота и продолжительность подпора,
- Время, частота и продолжительность разгрузки
- В верхних точках: количество собранной и разгруженной воды.

Характеристики подпора и разгрузки ливнеспусков устанавливаются относительно просто с помощью сенсорных датчиков. Чаще всего применяют датчики давления или ультразвуковые сенсоры (эхолоты). Датчики давления являются экономически целесообразными, чем эхолоты, так как они потребляют незначительное количество электрического тока, и могут работать в режиме питания от аккумуляторной батареи без дополнительного электроснабжения. При установке датчиков необходимо учитывать размеры и особенности сооружения, например, несколько камер, образование порога и его длину. Кроме того, датчики не дол-жны повреждаться оборудованием, используемым для очистки ливнеспуска.

Избыточный расход воды может оцениваться посредством измеренного уровня воды на пороге ливнеспуска, если приблизительно известно время прохождения через него. Наибольшие неточности при выяснении расхода возникают при технически неправильном устройстве порога. Конструктивное оформление порога, его длина и сам водослив значительно влияют на точность результатов по определению расхода. Поэтому наиболее точный результат дает статистический анализ сопоставления большого количества расходов, рассчитанный за длительный период времени (лет).

Оценка воздействий необходима также на дне водоема в том месте, куда происходит сброс дождевой сточной воды. По истечении периода года, с наибольшим количеством атмосферных осадков и при большом количестве загрязнений, попадающих из ливнеспусков в водоем, необходима более частая промывка канализационных трубопроводов и сооружений.

При помощи автоматических записывающих и анализирующих устройств данные о работе ливнеспусков могут передаваться в центр, например, на канализационные очистные станции.

Сооружения выпусков

В местах, где сточная жидкость выпускается в водоем из канализации или канализационных очистных станций, предусматривается устройство специальных *выпусков*. Их необходимо устраивать таким образом, чтобы при выпуске большого количества сточных вод дно и берег водоема не подвергались разрушению или загрязнению. Иногда при больших выпусках в водоеме устраивают заградительные решетки с крупными отверстиями; это делается для того, чтобы посторонние лица, в частности дети, не попадали в места сброса сточных вод. В период паводков выпуски оборудованы автоматической задвижкой для предотвращения затопления очистных сооружений и канализационных сетей.

Дюкер

Иногда трубопроводы должны пересекать улицы или водоемы и при этом располагаться глубже, чем пересекаемые ими препятствие. Такие пересечения устраивают посредством *дюкера*. Сточные воды из коллектора попадают сначала в верхнюю камеру дюкера. Затем под определенным уклоном сточные воды по дюкеру попадают в нижнюю камеру. В трубопроводе дюкера движение воды может быть, как самотечным, так и напорным под гравитационным давлением. Поэтому при устройстве дюкеров очень важно обращать внимание на разность отметок верхней и нижней камер. Такие сооружения подвержены довольно частым повреждениям и поэтому при эксплуатации дюкеров необходимо проведение постоянного технического контроля.

## 3.8 Насосные станции

При особых топографических условиях, например, если коллектора оказываются слишком заглубленными, устраивают насосные станции. В зависимости от требований применяют разные виды насосов и насосных станций; для напора около 7 м предпочтительны шнековые насосы или шнековые подъемники (рис. 3.9), так как они достаточно надежны, не требуют особого ухода и мало подвержены повреждениям.



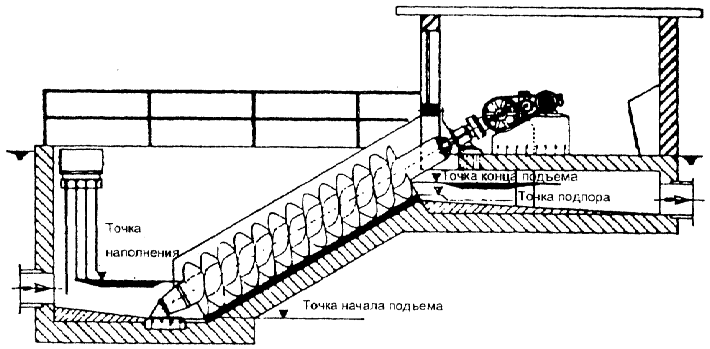



*Рисунок 3.9: Разрез шнекового насоса*

Между точкой начала и точкой конца подъема жидкости в постоянном режиме работает шнековый подъёмник, поэтому количество транспортируемого материала постоянно, вследствие этого невозможно возникновение гидравлического удара.

Для создания большого напора устраивают насосные станции с центробежными насосами. В насосных станциях небольшой производительности насосы устанавливают так называемым «мокрым» способом, а при большой производительности – «сухим» способом. При установке насоса «мокрым» способом, он устанавливается непосредственно в камере всасывания (Рис. 3.11). При «сухой» установке он располагается вне камеры всасывания (Рис. 3.10).

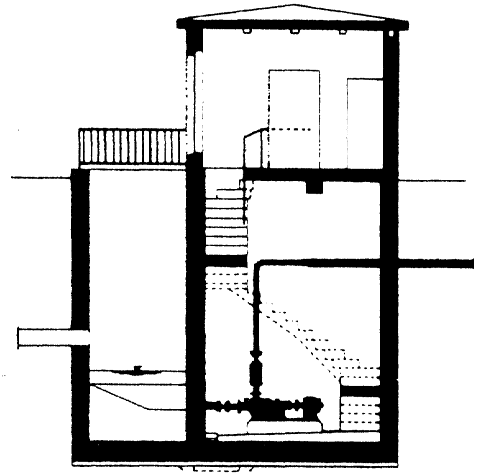


*Рисунок 3.10: Горизонтальный насос, «сухая» установка*

В зависимости от вида сточных вод в насосах могут использоваться различные формы рабочего колеса. Зачастую применяют срезку рабочего колеса из-за его большого напора и расхода, это повышает надежность напорных трубопроводов и конструкций и обеспечивает долговечность и эксплуатационную надежность. До и после насоса монтируют шиберы для возможности отключения насоса и проведения ремонтных работ. На напорном патрубке насоса устанавливается обратный клапан, который предотвращает обратный поток жидкости при остановке насосов.

Для перекачивания небольших расходов жидкости устраивают различные насосные станции особых форм с применением специальных насосов (например, рис. 3.11).

Погружные насосы образуют моноблок из гидравлической части (рабочее колесо с корпусом насоса) и электрической части (двигатель с корпусом). Приводной двигатель опускается вместе с рабочим колесом в сточные воды. Уплотнения подводной части происходят посредством торцевого уплотнения, которое охлаждается сточными водами. Для того, чтобы избежать попадание сточной воды внутрь насоса из-за недостаточного уплотнения, необходимо проводить технический контроль насоса.

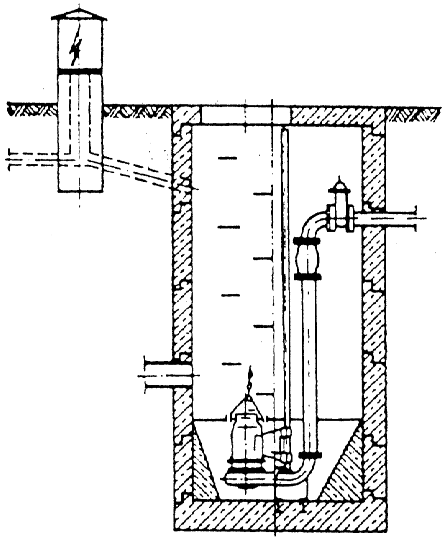


*Рисунок 3.11: Малая насосная установка (погружной насос) «мокрая» установка*



Это происходит с применением так называемой масляной камеры. Насос подключается к масляной камере и опорожняет ее. Если изпод уплотнений насоса начинает сочиться оставшаяся вода, то торцевое уплотнение необходимо менять.

В течение последних лет наряду со шнековыми и центробежными насосами для перекачки сточных вод появилось много других разновидностей насосов, например

- Объемные насосы (экспцентрические шнековые, роторно-поршневые насосы)
- Эрлифты
- Диафрагменные поршневые насосы (для загрузки камеры фильтрпресса).

Для центробежных насосов созданы новые формы рабочего колеса как, например, шнековое колесо, гидравлическое режущее колесо.

При соединениях небольших районов, расположенных на удаленных расстояниях или при неблагоприятном ландшафте устраивают следующие системы канализации:

- Специальные выпарные сооружения (система Strate),
- Напорная канализация,
- Гидростатическая канализация,
- Вакуумная канализация,
- Движение жидкости напорных гравитационных водоводов под напором сжатого воздуха или кислорода,
- Вентиляция для предотвращения неблагоприятного запаха.

Применение напорной канализации оказалось экономически невыгодным, прежде всего для канализования отдельных участков с малыми очистными сооружениями.

В этом случае наряду с проблемами, связанными с постоянной работой насосов, возникают проблемы с дополнительными задачами по работе персонала, включающими наблюдение и уход за насосными установками, а также

- подключение воздуха в напорные гравитационные водоводы и арматуру
- опасность гидравлического удара в напорных водоводах
- удары обратных клапанов при их закрытии.

Подробное описание всех мероприятий по эксплуатации насосных установок не вошли бы в рамки этой книги, поэтому хотелось бы

привести некоторые комментарии проблем наиболее часто встречающиеся при использовании центробежных насосов.

Все расчетные характеристики насосов приводятся на заводской табличке с обозначением модели изделия. Номер предприятия-изготовителя важен для поставки запасных частей к агрегату. Далее обычно указываются

- Q = производительность
- H = напор
- n = частота вращения
- P = мощность привода в кВт.

Насосы разделяют по производительности и мощности двигателя. Основной формулой для расчета является следующая:

$$P = \frac{Q \times H}{\eta \times 101{,}9} \text{ кВт}$$

Где

P = необходимая мощность электрического привода двигателя насоса

Q = производительность в л/с

H = манометрический напор в м водяного столба (геодезический напор + потери на трение в трубах)

η (произносится как слово **эта**) = коэффициент полезного действия насоса, равен 0,5 – 0,8 в зависимости от вида насоса и формы рабочего колеса?

101,9 = постоянная для пересчета, содержащая силу тяжести 9,81 м/с$^2$.

Если, например, расход составляет 28 л/с, требуемый напор 10 м, потери на трение трубы – 3 м и фирма поставщика указала коэффициент полезного действия 0,6, то

$$P = \frac{28 \times 13}{0{,}6 \times 101{,}9} = 5{,}9 \text{ кВт}$$

В эксплуатационных характеристиках насоса имеется запас мощности от 10 до 20%, т.е. в данном случае для работы насоса требуется мощность от 6,5 до 7 кВт.



*Рекомендации по устройству всасывающих камер и колодцев*

- Всасывающие камеры насоса должны быть устроены таким образом, чтобы не образовывались так называемые «мертвые» зоны, где могут скапливаться осадки. Специальные откосы предотвращают образование таких зон и облегчают очистку камеры.
- Всасывающие камеры насоса должны быть легко доступны для очистки и ремонта. Необходимо устройство специальных стремянок с защитой или лестниц (по возможности высокосладных). Применение ходовых скоб не рекомендуется.
- Спуск к всасывающим камерам насоса должен был огорожен. При работе шнековых насосов всасывающие камеры должны быть разделены шиберными перегородками по количеству насосов для проведения ремонта и очистки камеры во время работы другого насоса.
- Для чистки камер должен быть подведен трубопровод технической воды.
- Всасывающие камеры насоса необходимо оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией. Приточные вентиляторы должны обеспечивать подвод достаточного количества свежего воздуха.
- Межлестничные площадки в больших всасывающих камерах облегчают уход и очистку приёмного резервуара. По возможности не должны применяться колосниковые решетки и забетонированные лестничные площадки с перилами.
- Если все-таки применены колосниковые решетки, они должны быть укреплены специальными зубцами для предотвращения опрокидывания или обвала.
- Покрытия отверстий люков должны были быть выполнены таким образом, чтобы они могли выдержать вес одного мужчины, открывающего люк.
- Во всасывающей камере погружного насоса следует предусмотреть установку лебедки для подъёма насоса.
- Во всасывающих камерах должны быть помечены высоты, обозначающие объем жидкости для облегчения контроля за работой насоса.

*Эксплуатация насосных станций*

Основными задачами эксплуатации насосных станций являются контроль за работой и правильной эксплуатацией насосного агрегата, а также контроль при вводе его в эксплуатацию. При этом необходимо ведение журнала насосной станции, картотеки наблюдения за насосными агрегатами, в которой отмечаются напор, производительность, часы работы и потребление тока насосными агрегатами. На крупных насосных станциях целесообразно отмечать также метеорологическую ситуацию, атмосферные осадки, уровни воды, количества перекаченной жидкости за сутки, электрические максимальные производительности и потребление тока. В больших канализационных сетях наиболее важная инфо-рмация передается в центральный диспетчерский пункт. В этих случаях необходимо постоянное дежурство персонала или предусматривается вызов сотрудника.

Нарушения нормальной работы насосов должны устраняться как можно быстрее для того, чтобы избежать подпора и переполнение сети. Для исключения возникновения аварийной ситуации насосное оборудование должно ежедневно проверяться. Для осуществления этого возможна установка автоматических систем оповещения о неисправности того или иного узла или агрегата.

В случаях нарушения работы системы электроснабжения или какихлибо повреждений электрических сетей необходимо моментально известить об этом энергетическую службу (EVU в Германии), номер телефона которой должен быть записан в журнале насосной станции.

Для того, чтобы быстро устранять возникшие неисправности, на складе насосной станции обязательно должен присутствовать запас необходимых запасных частей. Особенно часто изнашиваются, например, рабочие колеса, сальники, включая набивку, торцевые уплотнения, клиновые ремни, шиберы, обратные клапаны.

*Указания по подключению и эксплуатации центробежных насосов*

Мероприятия по вводу в эксплуатацию

1. Проверяя насос, необходимо выяснить легко ли вращается рабочее колесо.



2. Определяют направление вращения, при необходимости производят замену полярности.

   Направление вращения насосов должно контролироваться уже после установки, либо специальным *прибором для испытаний*. При выполнении работ по первому варианту следует помнить, что погружной насос не может долго работать всухую. Второй вариант может выполняться только с помощью опытного электрика.

3. Проверяют возможный ток перегрузки и устанавливают номинальную силу тока двигателя.

   При непосредственном включении: регулировка производится на номинальный ток.

   При трехфазном подключении: регулировка (настройка) на 0,58-кратный номинальный ток.

4. Проверяют напряжение (на указателе напряжения в электрошкафу). Без привлечения электрика.

5. Проверяют уровень масла или наполнение смазочных емкостей или смазочного шприца и при необходимости дополняют.

6. Центрируют насос – проверяют двигатель.

7. Контролируют натяжение ремня и при необходимости подтягивают, при этом очищают шкив от остатков предохраняющих покрытий применяемых при длительном хранении.

8. Очищают всасывающую камера насоса и всасывающие трубопроводы от остатков строительного мусора.

9. Устраняют имеющуюся опалубку. Наполняют всасывающую камеру и удаляют плавающие остатки древесины.

10. Проверяют правильно ли работают контролирующие приборы насосов.

11. Открывают шиберы на всасывающих патрубках и проверяют герметичность трубопроводов и корпуса насосов.

12. Включают насос и при закрытом шибере напорного патрубка снимают показания манометра и амперметра (**внимание**, это не относится к шнековым поршневым и эксцентрическим насосам к винтовой шестерне и турбовинтовым насосам).

13. Медленно открывают задвижку на напорном водоводе. При открытом шибере показания манометра должны соответствовать напору, указанному на заводской табличке с обозначением модели изделия. Потребление тока не может быть больше установленного. Если обнаружены значительные различия между показаниями манометра и амперметра и номинальными значениями паспортных данных насоса, насос необходимо отключить и сообщить об этом производителю.

14. Во время работы насосов проверяют герметичность трубопроводов и арматуры. Проверяют уровень шума и вибрацию при работе насоса и двигателя.

15. Необходимо контролировать работу сальников. При первом вводе в эксплуатацию состояние сальников проверяется рукой. Через несколько часов работы насоса сальники необходимо затянуть, при этом может выходить небольшое количество жидкости. Очень осторожно необходимо обращаться с тефлоновой набивкой, поэтому следует избегать особо сильного затягивания сальников, так как это способствует быстрому их износу. После ввода в эксплуатацию насоса необходимо проверять, достаточно ли воды или масла в гидравлическом затворе в месте уплотнения вала.

16. Во время ввода в эксплуатацию необходимо постоянно контролировать состояние торцевых уплотнений. Перед первым пуском насоса корпус насоса промывают чистой водой или просто ополаскивают. При сильном нагреве корпуса насоса, его необходимо отключить. Установка без соблюдения центрирования насоса ведет к быстрому изнашиванию торцевых уплотнений.

17. После большой продолжительности работы насоса измеряют температуру подшипников агрегата.

18. Параметры работы насосной станции необходимо контролировать и при необходимости регулировать. Сигнализация переполнения всасывающей камеры испытывается закрытием шиберов на всасывающих патрубках насоса.

19. Из возвышенных точек трубопроводов и корпуса насосов при их запуске необходимо удалять воздух. Эти работы необходимо проводить также во время эксплуатации насосов через



определенные промежутки времени. Состояние вентиляционного трубопровода, расположенного чуть выше уровня воды во всасывающей камере насоса необходимо контролировать и соответственно регулярно прочищать.

20. Всасывающие патрубки самовсасывающих насосов должны быть полностью герметичны, это же относится к задвижкам и обратным клапанам на всасывающих патрубках. Сальники таких насосов обязательно должны иметь гидравлический затвор для предотвращения подсоса воздуха через материал набивки.

21. Начиная с момента ввода в эксплуатацию насосов, ведется журнал наблюдений за работой насосной станции. Сюда зано-сятся записи о потреблении тока, напоре, количестве откачен-ной жидкости и возможные чрезвычайные ситуации.

*Работы по уходу за центробежными насосами*

Наибольшему износу подвержены те части насоса, которые находятся в местах соприкосновения движущихся и неподвижных частей. Это, например, место между всасывающей и напорной зоной, рабочим колесом и корпусом, а также уплотнением вала насоса.

В зависимости от вида насоса износ между рабочим колесом и корпусом может быть больше или меньше. Полугодового контроля состояния зазоров между корпусом и рабочим колесом достаточно для своевременного обнаружения дефектов.

Эксплуатация насосов обычно не создает особых проблем, если вовремя проводятся профилактические смазочно-заправочные работы.

В любом случае на складе насосной станции обязательно должен находиться набор запасных частей к работающим насосам.

Сальники подвержены особенному износу. Во время работы насоса они испытывают особую нагрузку. Помимо этого они могут забиваться илом или песком, поэтому за сальниками необходим особый уход, включающий их прочистку, контроль смазки и состояние гидравлического затвора.

При соответствующем соблюдении следующих указаний работы по уходу за сальниками становятся минимальными.

Новые сальники устанавливают вручную с соблюдением производственных норм. Затягивание сальников необходимо проводить только через несколько часов после их установки. Это касается всех материалов набивки независимо имеется или нет гидравлический затвор.

Давление воды в гидравлическом затворе должно немного превышать давление, создаваемое насосами. Например, при рабочем давлении насоса 1,5 бар давление воды в гидравлическом затворе должно составлять от 1,8 до 2,0 бар. Высокое давление, создаваемое в гидравлическом затворе приводит к быстрому износу материала набивки. В процессе эксплуатации вследствие износа сальники необходимо периодически подтягивать. Если подтяги-вание произвести невозможно, то в сальники необходимо добавить набивку или уплотнительное кольцо. За время эксплуатации насоса сменить набивку или уплотнительное кольцо приходиться дватри раза. Если старая набивка максимально изношена и не осуществляет требуемого уплотнения, то ее необходимо заменить. С помощью специального аппарата для удаления набивки ее снимают, уплотнительное кольцо – если оно имеется – снимают двумя стальными крюками.

**Внимание!** Очередность и количество уплотнительных колец необходимо запоминать при удалении. Вал и особенно защитная втулка должны проверяться на износ. Изношенные поверхности даже с новым материалом набивки не смогут создать хорошего уплотнения. Легкие неровности на поверхностях могут быть сглажены за счет набивки и уплотнения.

Новый материал набивки постоянно должен иметься в наличии в необходимом количестве. В специализированной продаже постоянно имеется набивка или готовые уплотнительные кольца. Уплотнительные кольца должны приобретаться только тогда, когда точно известны наружный диаметр и величина требуемого уплотнения.

Метраж обыкновенной набивки должен отрезаться специальными инструментами в соответствии точно по требуемой длине. Зная диаметр вала и соответственно защитной втулки легко можно подсчитать длину набивного материала. Если уплотнительное кольцо или другой материал набивки имеет неровную поверхность соприкосновения, а специально вырезанную по косой, то такое уплотнение легче подгоняется и осуществляет



лучшую защиту от попадания воды в насосную станцию. Если используются несколько уплотнительных колец, то они вкладываются косой стороной друг к другу, при этом они имеют большую площадь соприко-сновения и лучшее прилегание к поверхностям.

Подтягивание сальников осуществляют специальными винтами до необходимого уплотнения. При недостаточном или избыточном уплотнении срок эксплуатации насоса сокращается. После подтягивания винтов проверяют протечки воды или масла.

По сравнению с сальниками практически никакого ухода не требуют торцевые уплотнения насоса. Необходим только контроль его плотности. В том случае, если насос долго не эксплуатировался, то перед его запуском торцевые уплотнения необходимо смочить чистой водой. Пуск насоса с сухими уплотнениями ведет к разрушению уплотнения и, как следствие, корпуса насоса.

*Неисправности*

| Причина | Ликвидация |
|---|---|
| *Насос не работает в автоматическом режиме* | |
| Преодолен порог перегрузки | Кнопку защиты от перегрузки включить снова. |
| Ручной переключатель на автоматический режим не включен. | Переключатель установить в необходимое положение. Выполнить пробное включение. |
| Сгорел предохранитель | Заменить предохранитель, осуществить пробный пуск насоса. Если предохранитель сгорел снова следует обратитесь к электрику. |
| Испорчен двигатель | Обратиться к фирме изготовителю для замены или ремонта двигателя. После ремонта необходимо узнать причину поломки. |
| Двигатель насоса не получает необходимого импульса автоматического устройства | Проверить предохранитель, провести ручное испытание, проверить автоматическое управление |

| Причина | Ликвидация |
|---|---|
| | по уровню воды, поручить электрику проверить индукционную катушку. |
| Сгорела катушка зажигания | Обратиться к электрику. |
| *Насос не создает требуемого напора и вне системы показа-тели резко падают* | |
| Время переключения со звезды на треугольник большое | Установить время переключе-ния 6-8 сек. |
| Заклинили защитные контакты | Проверить время переключения. В противном случае заменить реле переключения. Проверить защиту. |
| Перегружен двигатель | Проверяют напорный патрубок, не засорился ли он. |
| *Насос не перекачивает воду!* | |
| | Проверить показания манометра и амперметра; сравнить с предыдущими показаниями. |
| Не удален воздух из насоса и трубопроводов | Запустить вакуумный насос и удалить воздух из корпуса насоса и из трубопроводов |
| Неправильно подсоединен насос. | Сменить полярность насоса. |
| Закрыты всасывающий или насосный патрубки | Открыть шиберы. |
| Из-за неблагоприятный условий работы загрязнен обратный клапан. | Закрыть шибер, очистить обратный клапан; при эксплуатации чаще менять насосы (рабочие и резервные). |
| Всасывающий патрубок неплотно прилегает к насосу | Проверить всасывающий патрубок и уплотнить |
| Засорен вход в насос | Проверить линию всасывания, очистить приемную камеру. |



| Причина | Ликвидация |
|---|---|
| Засорен напорный трубопровод | Напорную линию промыть и очистить |
| Сальники на всасывающем патрубке насоса прилегают неплотно | Подтянуть или заменить сальники; проверить снабжение водой гидравлического затвора. |
| *Насос транспортирует мало воды!* | |
| | Проверить манометры и сравнить их показания с предыдущими |
| Всасывающий трубопровод и корпус насоса еще содержит воздух | Полностью удалить воздух |
| Всасывающий и напорный шиберы открыты не полностью | Шиберы открыть полностью. |
| Всасывающая линия неплотно прилегает к насосу | Уплотнить всасывающую линию. |
| Сальник на всасывающем патрубке пропускает воздух | Сальник подтянуть или заменить. |
| Закупорен вход в насос | Открыть люк очистки, проверить вход в насос. |
| Направление вращения неверно | Поменять полярность присоединения двигателя. |
| Напор насоса больше чем требуется | Проверить компоновку фирмы-изготовителя. Изменить компоновку большим рабочим колесом или повышением частоты вращения рабочего колеса при ременном приводе. |
| Большой износ внутренних деталей и уплотнений | Заменить изношенные части насоса. |
| *Насос перекачивает много вды!* | |
| Наличествующий напор меньше, чем напор насоса. | Проверить компоновку фирмы-изготовителя. Компоновку можно изменить установкой более ма- |

| Причина | Ликвидация |
|---|---|
| | ленького рабочего колеса или уменьшением частоты вращения. (Возможно временное дросселирование напорного патрубка. При этом возможны засоры!) |
| *Двигатель перегружен!* | |
| | Снять показания манометра и амперметра и сравнить данные в предыдущими. |
| Наличествующий меньше, чем требуется. | Напорный патрубок временно дросселировать. Проверить производительность насоса у фирмы изготовителя. |
| Застопорилось рабочее колесо. | Очистить рабочее колесо. |
| Нагар на элементах уплотнения (особенно после длительной эксплуатации) | Если возможно прочистить уплотнение, открывают насос и прочищают рабочее колесо. Если это не возможно уплотнение заменяют. |
| Сальники слишком сильно затянуты | Ослабить сальники. |
| Насос расчален | Насос установить заново и правильно подвести трубопроводы. |
| Рабочее колесо при работе задевает корпус | Проверить установку рабочего колеса и установить заново. |
| Двигатель и насос находятся не на одной линии | Разобрать и отцентрировать заново. |
| *Корпус насоса перегревается!* | |
| Нехватка масла | Добить масло до требуемой высоты. |
| Насос расчален | Насос установить заново и правильно подвести трубопроводы. |



| Причина | Ликвидация |
|---|---|
| Двигатель и насос находятся не на одной линии | Разобрать линию и установить заново. |
| Вышло из строя устройство для защиты от вибрации | Установить новое устройство. |
| Большое ременное натяжение | Выправить натяжение ремня. |
| Шаровые опоры загрязнены. | Обновить шаровые опоры согласно руководству по эксплуатации |
| *Насос издает сильный шум и работает нестабильно!* | |
| Насос подсасывает воздух | Устранить неплотности в насо-се, арматуре и трубопроводах. |
| Насос работает в области кавитации | Область работы насоса и его компановка должна быть проверена специалистами фирмы-изготовителя (фактический напор незначительно больше высоты компоновки насоса) |
| Двигатель и насос находятся не на одной линии | Разобрать линию и отцентрировать заново. |
| Насос расчален | Насос установить заново и правильно подвести трубопроводы. |
| Корпус насоса загрязнен (содержит камни и т.д.) | Очистить насос. |
| Неправильное направление вращения рабочего колеса | Заменить полярность насоса. |
| Рабочее колесо при работе задевает корпус | Проверить установку рабочего колеса и установить заново. |
| *Шкивы клиноременной передачи и клиновые ремни горячие!* | |
| Натяжение ремня меньше требуемого | Подтянуть ремни. |
| Компановка двигателя и насоса неправильная | Установить правильно двига-тель и насос |

| Причина | Ликвидация |
|---|---|
| Клиноременный привод слишком слабо прилегает | Обратиться к фирме-изготовителю. |
| Ремни не выдерживают долгой эксплуатации | Заменить ремни. |
| *Зависимое от уровня воды управление неисправно:* | |
| *При электропневматическом управлении!* | |
| Пневматическая линия или контактные датчики прилегают неплотно | Проверить плотность прилегания с помощью мыльной пены и устранить неисправность. |
| Наличие воздуха и загрязнений во всасывающем патрубке | Очистить всасывающий патрубок. |
| Нарушены показания ртутных датчиков | Выправить датчики. |
| *При электродном управлении!* | |
| Электроды замаслены или замкнуты | Очистить электроды, проверить электрические подсоедине-ния. |
| Емкостные электроды замкнуты | Очистить электроды от бумажных и текстильных остатков. |
| *При поплавковом управлении!* | |
| Поплавок, системы тяг или трос загрязнены | Очистить или заменить управление. |
| Система тяг повреждена | Закрепить поплавок заново. |



## 3.9 Содержание канализационной сети в исправности

### Понятия

Следующие понятия разработаны в соответствии с памяткой ATV–DVWK M 143 „Инспекция, восстановление, санация и обновление дренажных трубопроводов и водоотводов". Часть 1: основы [4].

*Содержание в исправности*

Общее понятие для всех мероприятий, которые служат сохранению и ремонту трубопроводов; понятие включает в себя также оценку состояния в настоящее время.

*Очистка*

Очистка, промывка трубопроводов и линий трубопроводов.

*Осблуживание*

Включает в себя очистку трубопроводов и линий трубопроводов; а также проверку работы насосов, включая контроль уровня масла.

*Технический осмотр-инспекция*

Контроль, оценка состояния в настоящее время; включает внешний осмотр, а также испытания плотности.

*Восстановление*

Ремонт трубопроводов; устраняют повреждения, которые невозможно устранить мероприятиями по обслуживанию.

*Санация*

Ремонт трубопроводов, имеющих большие повреждения, а также уплотнение стыков канализационной сети.

*Обновление*

Установка новых частей трубопроводов, которые принимают на себя функцию наличествующих частей, вышедших из строя; это может быть замена трубопровода, трубопровода или насоса.

## Эксплуатация трубопроводов

Водоотведение является одной из существенных задач канализации городов и поселков. Водоотводящие сети охватывают все канализационные трубопроводы, коллектора, включая сооружения на них. Канализационные сооружения должны содержаться в исправности, должны собирать и отводить бытовые сточные воды, с поверхностей дорог, а также промышленных предприятий в любое время дня и года. Таким образом, необходимо обеспечить эксплуатационную надежность и исправное состояние трубопроводов. Для содержания их в рабочем состоянии необходимы мероприятия по обслуживанию, надзору и оценке состояния, а также по ремонту трубопроводов.

В маленьких поселках, где всю водоотводящую сеть обслуживает оператор очистных сооружений, также необходимо проведение многих мероприятий по содержанию сети в исправности. Для проведения ремонта должна быть создана специальная бригада. Но простая проверка технического состояния и контролирующие функции являются задачами оператора очистных сооружений.

Предпосылкой правильной эксплуатации сетей водоотведения является безупречное строительство и укладка сети, а также хорошее образование и обучение персонала предприятия водоотведения.

К этому относится

- Точное знание населенного пункта, который обслуживается канализационной сетью со всем производственным оборудованием и сооружениями,
- Знание технических соединений и производственных спусков в пределах канализационной сети, а также возможные неисправности и их устранение,
- Знание правил безопасности и охраны труда
- Организация работы персонала различных областей деятельности.

Персоналу предприятия должны быть известны требования органов надзора, постановления устава канализации, включая запрещения спуска вредных веществ, и особенности промышленного



спуска сточных вод в канализационную сеть. Работники должны знать постановления в области защиты от проникновения воды в защитные зоны с картами санитарных зон и прочие указания, документация и соглашения, например, с фирмами.

На предприятиях, обслуживающих водоотводящую сеть необходимыми являются установочные планы (кадастр трубопроводов), которые соответствуют действительности, описания функций, в том числе электросхемы и руководства по эксплуатации оборудования фирм производителей. Последнее, необходимо для обслуживания и технического контроля за аппаратами и другим оборудованием.

Все подробности и точное описание заданий (план ухода и технического осмотра) должны быть описаны в служебной инструкции и руководстве по эксплуатации для персонала предприятия. Служебная инструкция и руководство по эксплуатации должна содержать также необходимые мероприятия в случае опасности.

Некоторые из следующих указаний взяты из книг «Эксплуатация канализации» [25] и «Основы для предприятия водоотведения» (федеральная организация ATV–DVWK Баден-Вюртемберг) [21].

Следующие разделы описывают в первую очередь содержание в исправности трубопроводов и колодцев, так как уход за насосными станциями и дождеприемниками рассмотрен в разделах, посвященных этим темам.

### *3.9.1 Очистка трубопроводов*

Очистка трубопроводов является одной из основных задач предприятия водоотведения, так как составляет существенную часть обслуживания системы водоотведения.

Трубопроводы должны быть запроектированы и построены таким образом, чтобы в них по возможности проходили процессы самоочищения. Это гарантировано только тогда, когда сила тяжести взвешенных веществ сточных вод (песок, пластмассу, бумагу и т.д.) не превосходит силу течения жидкости. В этом случае они не могут осаждаться и образовывать осадки. Благоприятной для этого являются минимальная скорость течения сточных вод 0,7 м/с. Если уклон трубопровода слишком маленький, а диаметр трубо-

провода слишком велик и трубопровод не имеет возможности самоочищения за счет большого количества дождевой воды в общесплавной системе, то необходима его своевременная прочистка. Практика показывает, что даже при тщательном проектировании и оптимальных гидравлических условиях в трубопроводе необходима регулярная очистка.

Осадки уменьшают живое сечение трубопровода или коллектора, вплоть, до полного его засорения, ведут к появлению неприятного запаха и образованию гниющей массы, что в свою очередь способствует размножению крыс, так как она служит им в качестве среды питания.

Прочистка канализационной сети может проводиться с различной целью. Она может быть производится перед техническим осмотром трубопровода или перед ликвидацией повреждения, возможна очистка с целью поддержания в исправности трубопровода. Необходимая частота очистки самотечных трубопроводов, как мероприятия по обслуживанию, зависит от многих условий, таких, например, как возраст, уклон и диаметр трубопровода, а также наличие критических уклонов. В среднем трубопроводы должны прочищаться примерно один раз в год. Такие прочистки способствуют также, как и очистка улиц, меньшему загрязнению водоемов.

Маленьким поселкам можно рекомендовать осуществлять прочистку трубопроводов силами отраслевых фирм. О больших прочистках необходимо сообщать очистным станциям, так как любая очистка приводит к попаданию большего количества песка и образующегося осадка на очистные сооружения.

*Промывка потоком жидкости* – это самый старый метод очистки трубопроводов. Время от времени этот метод применяется и сегодня. С помощью заградительных элементов на сети накапливаются сточные воды (например, установка специальные шиберы). После быстрого открытия, поток жидкости направляется далее по трубе, смывая образовавшиеся осадки. Эффективность очистки этим методом распространяется на протяженность коллектора 100–200 м. Перед проведением очистки и перекрытием трубопровода необходимо учитывать возможный подпор сточных вод и не допускать переполнения емкостей.

Самоходные промывочные аппараты (рисунок 3.12) также используют энергию подпора сточных вод для прочистки канализационной сети. Передвижной щит, который удерживается при помощи канатной тяги, сужает живое сечение потока. Сточные воды по давлением устремляются в трубу аппарата и через специальное сопло направляются на лоток трубопровода или коллектора. Таким образом, будут осадки размываться и смываться потоком сточной воды. Однако подобный метод невозможно использовать для смыва плотных осадков.



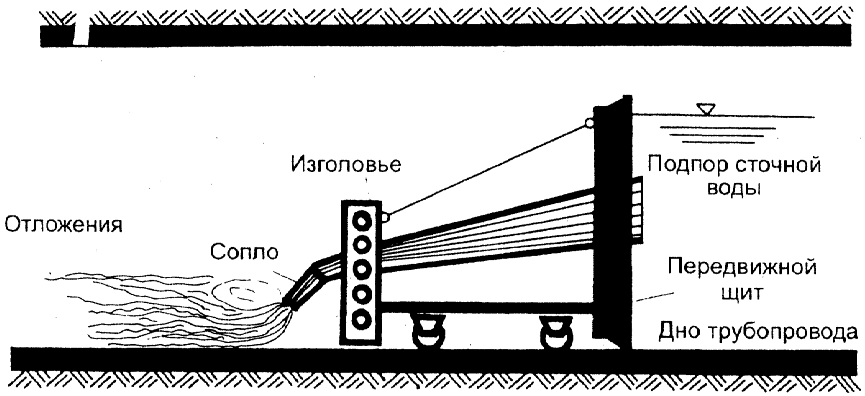



*Рисунок 3.12: Схематическое представление аппарата для промывки трубопровода.*

Метод очистки трубопровода с применением лебедки применяют только лишь в особых случаях, так как он требует более длительное время по сравнению с современными методами, с помощью данного метода могут устраняться объемные загрязнения, более слежавшиеся осадки. Его применяет в том случае, когда, например, в трубопровод проникают прорастающие корни деревьев. Такой корень быстро уплотняется в трубопроводе, нарушая его герметичность. При прочистке в промываемый трубопровод на проволочных канатах укрепляются специальные устройства (например, специальные ножи или ерши для прочистки канализационных коллекторов), которые приводятся в движение в прямую и обратную стороны посредством канатных лебедок (Рисунок 3.13). В KA 3/99 [14], стр. 348 подробно освещается также метод использования ,так называемых „Геттингенских шаров".

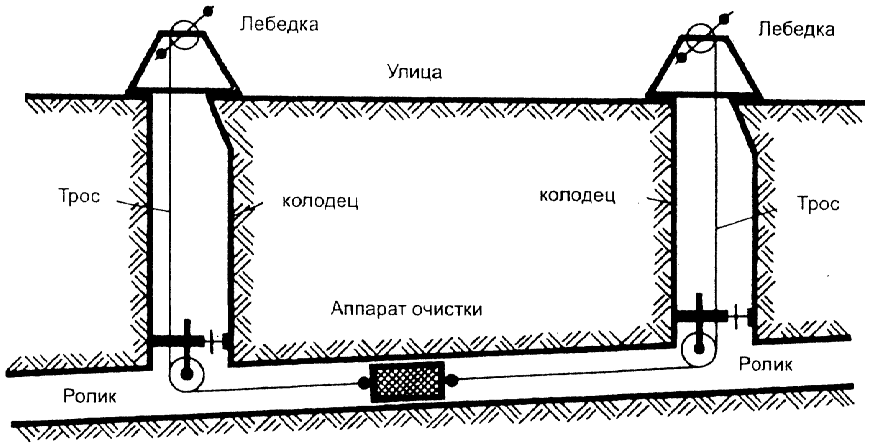



*Рисунок 3.13: Схематическое представление очистки с применением лебедки.*

*Способ промывки при высоком давлении* (МЕТОД HD) (рисунок 3.14), с помощью которого в настоящее время в Германии производятся около 90% всех прочисток, необходимо описать более подробно. Данный метод удобен и экономичен. С его помощью можно прочистить любой трубопровод или коллектор диаметром до 2500 мм. Промывная вода из автоцистерны посредством насоса высокого давления и высоконапорного шланга через сопло выбрасывается на стенки трубопровода. Отверстия распылителя расположены таким образом, что струи воды выходят из них под углом от 15 до 30 °. Они бьют по стенкам трубопровода против уклона. Шланг с соплом при этом двигается на специальном тросе сначала в сторону противоположную течению, а затем назад (к стартовому колодцу, в котором опускается шланг с соплом). При этом струи воды ускоряют течение сточной воды, которые растворяют уплотнившееся осадки, и транспортируют эту суспензию со скоростью не менее 3 м/с до стартового колодца. В этом колодце суспензия удаляется посредством вакуумного шланга всасывающего устройство. Аппарат высокого давления и всасывающее устройство часто комбинируются в одном автомобиле.



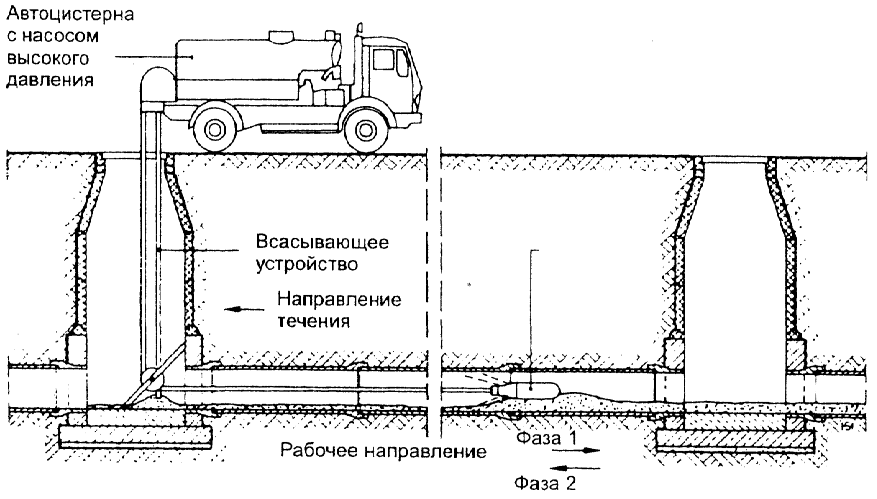



*Рисунок 3.14: Принципиальный эскиз способа промывки высокого давления (Метод HD)*

У транспортных средств, которые оборудованы дополнительно оборотной системой, существует необходимость в пополнения цистерны природной водой. Сопла при применении природной воды изнашиваются незначительно. Количество необходимых проходов и скорость очистки (между 4 и 60 м/мин) необходимо рассчитывать в зависимости от количества загрязнений, а также возможности вывоза загрязнений. Насос высокого давления должен создавать напор между 100 и 150 бар, таким образом, давление в сопле составляет от 60 до 100 бар. Такое давление не разрушает материала трубопровода. Однако в *поврежденных трубах необходимо соблюдать осторожность!* Поврежденные трубопроводы, которые не санированы или не обновлены, должны промываться с меньшим напором, но с более большим расходом. Требуемый напор, создаваемый насосом высокого давления, зависит от вида, высоты и плотности осадков. Если высота осадка меньше чем 0,5 DN и наполнение трубопровода сточными водами во время очистки не больше чем 50%, необходимы следующие значения напора: 320 л/мин для DN < 800, от 390 до 450 л/мин для DN 800 до DN 1200, от 640 до 800 л/мин для DN > 1200.

В зависимости от загрязнений и внутреннего диаметра применяются различные виды сопел.

Сопла принципиально можно разделить на
- Радиальные сопла (струя воды распределяется радиально на объем сопла) и поворотные сопла (поворотно шарнирно опертые радиальные сопла) для очистки всего объема трубы,
- Подошвенные сопла (струя воды в направлении лотка трубы) для очистки лотка трубопровода или коллектора и для взмучивания тяжелых осадков
- Сопло для устранения закупорок (струя воды направлена вперед).

При прочистке трубопроводов методом HD возникают аэрозоли (мелкие капли сточных вод), которые могут создавать угрозу здоровью персонала, занимающегося прочисткой трубопроводов. Для защиты персонала от аэрозолей следует применять легкие люки на колодцы с отверстиями для напорного и всасывающего шлангов.

Большое преимущество метода HD состоит в том, что спуск в колодец персонала здесь сведен к минимуму. На транспортном средстве должно быть задействовано минимум 2 человека. Высоконапорный шланг для обычных машин с цистернами выпускают длиной 120 и 250 м (у специальных промывочных транспортных средств до 800 м). В ходе работ такие шланги могут быть использованы для очистки нескольких коллекторов. Для промывки трубопроводов методом HD необходима опытная рабочая бригада из двух–трех человек, которая в зависимости от размера трубопровода и количества загрязнений может чистить от 1000 м до 3000 м трубопроводов в день. При наличии большого количества загрязнений в больших трубопроводах эффект их работы снижается незначительно.

Если затвердевшие, сцементированные осадки невозможно устранить методом HD, то наряду с гидравлическим соплом могут применяться специализированные инструменты (ударное сопло, пескоструйное сопло, фрезерный роторный станок и т.д.).

Для прочистки канализационной сети могут применяться следующие *специальные методы*:
- Метод „подвижного шара" *(Геттингенский шар)* – это пустая сфера, которая покрыта сверху слоем резины. В потоке сточных вод она катится медленно вниз по течению и является помехой для течения сточных вод, которое продолжается с повышенной скоростью. Образуется турбулентный поток и осадки в трубопроводах взмучиваются.
- Для прочистки трубопроводов больших диаметров используют метод *„Sielwolf"*.
- *„Kanaljumbo"* применяют для сильно загрязненных трубопроводов.



Для очистки напорных трубопроводов применяют метод „саламандры" *(„Molche")*. При этом речь идет о пластмассовой трубе, наружный диаметр которой соответствует внутреннему диаметру напорного водовода. Она вставляется в шлюз напорного водовода, и под давлением воды продвигается по направлению течения сточных вод, очищает трубопровод и извлекается в следующем шлюзе. (Рисунок 3.15).

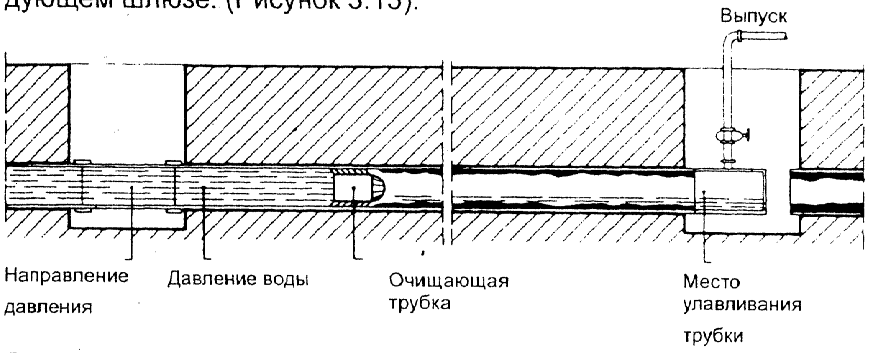



*Рисунок 3.15: Эскиз принципа механической очистки напорного водовода [25]*

К работам по прочистке относится ежегодная очистка уличных дождеприемников (Рисунок 2.6). Наиболее рациональной является прочистка ручным методом с применением специальных всасывающих средств.

При очистках трубопроводов образующийся осадок имеет TR зольность около 40%; органическая часть составляет от 10 до 40%. Согласно TASi депонирование возможно только лишь с 2005 г., если органическая часть составляет меньше чем 5%. Осадок – это отходы, нуждающиеся в обязательном контроле. Для такого осадка должно существовать упрощенное методы обработки и утилизации. Копия этого документа должна быть на каждом автомобиле, прпедназначенном для прочистки трубопроводов.

### 3.9.2 Технический осмотр – инспекция

С помощью выводов, сделанных на основе технического осмотра, можно установить, требуется ли прочистка данному трубопроводу или, наоборот, успешно ли проведена предыдущая прочистка. Однако, в первую очередь технический осмотр необходим для раннего установления повреждений трубопроводов и причин их появления. Технический осмотр проводят

- Оптическим методом (качественно), например, телевизионного исследование трубопровода
- Измерительным методом (количественно), например, испытания плотности.

Раньше трубопровод исследовался только в том случае, если налицо были какие-либо изменения в трубопроводе. Тем временем было установлено, что регулярный технический осмотр необходим для того, чтобы избежать нарушений нормальной работы трубопровода и возможного проникновения грунтовых вод в него (стратегия технического осмотра). По этой причине во многих федеральных землях появились постановления о проведении технических осмотров трубопроводов через регулярный интервал времени. Регулярный контроль канализации способствует экономии средств, так как при обнаружении повреждений на начальном этапе для их устранения необходимы небольшие мероприятия. К тому же резко сокращается количество дополнительной воды, попадающей в трубопроводы и на очистные сооружения, что также способствует экономии средств.

Записи и сообщения технических осмотров должны сохраняться в течение 5 лет.

#### „Визуальный" внешний осмотр

Каждый трубопровод должен быть проверен по крайней мере однажды в год. Спустя несколько лет после первого осмотра персоналу примерно известно о слабых местах того или иного трубопровода по предыдущим техническим осмотрам. Технический персонал ознакомлен с трубопроводами, которые возможно требуют более частого осмотра. Такой контроль называют как правило „визуальным" внешним осмотром без осушения трубопровода. Он включает в себя открытие канализационных колодцев, очистку брызговиков, контроль за повышением концентрации горючей смеси или выделяющимся запахом, оптический осмотр и установление повреждений. Также должны быть проверены люки с крышкой и дождеприемники по всей трассе трубопровода, так как в некоторых случаях они могут возвышаться над поверхностью дорого и тротуаров или быть ниже их. Такие покрытия требуют специальных поддерживающих стенок, так как они должны лежать по возможности точно в плоскости поверхности дороги и не должны издавать стук, поэтому необходимо довольно часто проводить работы по их регулированию. Против стука используются смягчающие прокладки. Но, прежде всего, поверхность опоры люков должна содержаться в чистоте.



Трещины или просадки в поверхности дороги могут повлечь за собой изменения целостности трубопроводов. На нарушение герметичности трубопроводов указывают дополнительные наложения песка, попавшие в трубопровод извне.

Установленные повреждения записывают в протокол испытаний (Рисунок 3.16). Также должны быть отмечены план местности, обозначение улицы, номер колодца и другие необходимые подробности. Проведение внешнего осмотра часто устраивают в комбинации с прочисткой канализационной сети и время от времени сочетают с осмотром коллектора при помощи зеркала.

Осмотр коллектора при помощи зеркала (Рисунок 3.17) – это самый старый и самый простой способ технического осмотра прямых участков трубопровода, не рассчитанных на нагрузки от людей. В одном колодце располагается прожектор таким образом, чтобы освещался весь коллектор, а в колодце наблюдения опускают зеркало, которое соответствует сечению трубопровода или коллектора. Зеркало расположено перед трубопроводом таким образом, что коллектор может просматриваться наверху с края колодца. Зеркальное отображение трубопровода должно исполь-зоваться, разумеется, только для простого контроля, так как точная оценка состояния трубопровода при использовании такого метода невозможна. Данный метод не может быть применен для оценки состояния длинного коллектора. Такой способ используют для проверки качества прочистки трубопровода, для установления отклонения от нормального положения или фиксации помех стока и/или обвалов. Для более точной оценки состояния необходимо применение метода телевизионного обследования трубопровода.

Канализационная сеть – простой визуальный осмотр 2000 Лист 2

Город, село, поселок *Унтербрунн* Область *Обербрунн*

| День / месяц | Район/улица (от колодца до колодца) | Длина | Наличие повреждений в колодцах: Колодец | Взрывчатые газы | Неприятный запах | в колодце: Крышка | Стены | Спуск | Приток воды | в коллекторе: Подпор: Предыдущий | Причина | Осадки: Незначительный | Значительный | Вид | Приток чужеродной воды |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 3/8 | *Марктштрассе 1401 – 1410* | 520 | 04<br>08 | | | | | | X | X | ? | | | | |
| 3/8 | *Марктштрассе 1410 – 1418* | 465 | 15<br>18 | | | X | | | | | | | X | S (орг) | |
| 4/8 | *Уташтрассе 1201 – 1211* | 520 | 01<br>11 | | | | X | | | | | | X | S (орг) | |
| 5/8 | *Орбштрассе 1211 – 1225* | 854 | | | | | | | | | | | | | |
| 6/8 | *Орбштрассе / Марктплатц 1225 – 1240* | 830 | 32<br>39 | | | | | | | X | домовый сет | | | | X |
| 7/8 | *Марктплатц / Людвигштрассе 1240 – 1249* | 520 | 42<br>49 | | | | | | X | | | | | | X<br>X |

Возможные причины повреждений

*Марктштрассе: Причины подпора неизвестны*

*Марктштрассе / Уташтрассе – Причины органических отложений – плоский участок трубопровода и органические скопления*

*Марктштрассе (1415): Значительные повреждения мостовой*

*Марктплатц: причина подтопления колодца – большое количество чужеродной воды*

Проведенные на месте мероприятия *Очистка от жировых и органических отложений*
*Осмотр трубопровода в районе Марктштрассе и Уташтрассе*

Требуемые мероприятия *Срочно: более подробный осмотр Марктштрассе*

*Скоро: санирование в районе Марктштрассе и домовой сети на Орбштрассе*

*Определить: откуда поступает чужеродная вода на Марктплатц?*

Осмотр проводил

*М. Фишер* *7 августа 2000 года*

*Рисунок 3.16: Пример протокола испытания „простого" внешнего осмотра.*



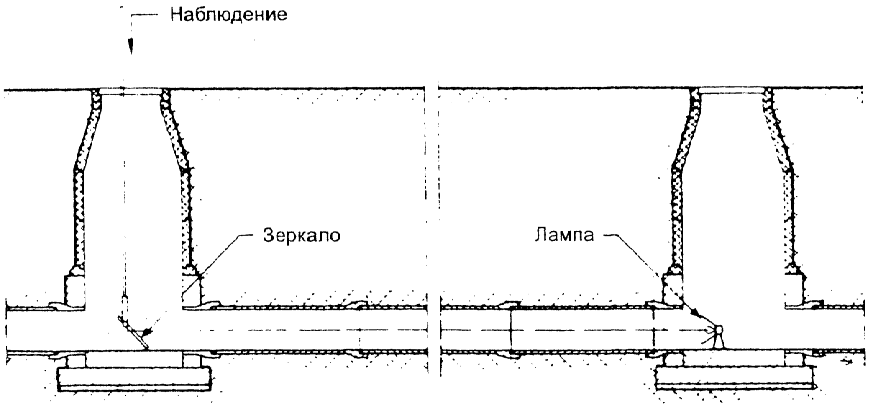



*Рисунок 3.17: Эскиз принципа зеркального осмотра коллектора [20]*

## „Подробный" осмотр

Более детальный контроль за состоянием трубопроводов должен проводиться, как правило, каждые 10 лет. Данная проверка состояния трубопроводов более точная нежели оптический технический осмотр и проводится при помощи телевизионных устройств. Необходимым условием для проведения такого контроля является не только обязательная предварительная очистка трубопровода, но и его осушение. Это делается для того, чтобы помимо всего прочего проверить состояние лотка трубы ниже уровня протекания жидкости. При проведении контроля фиксируются следующие повреждения:

- Помехи стока (например, сцементированные осадки),
- Негерметичности,
- Отклонения от нормального положения,
- Механические износы,
- Коррозия,
- Повреждения покрытия труб,
- Деформации поперечных сечений,
- Трещины и обломы,
- Разрывы трубы или трубопровода
- Обвалы.

Дополнительно в колодцах должны быть проконтролированы лестничные ходы. Полное исправное состояние лестничного хода крайне важно для надежности работы технического персонала. Лестничный ход должен быть устроен таким образом, чтобы по нему можно было спускаться «вслепую». Зафиксированные при осмотре повреждения должны устраняться как можно быстрее. При этом основными наиболее часто встречающимися дефектами являются следующие:

- Ходовые скобы или подножки в виде скобы повреждены коррозией или ослаблены,
- Первая от поверхности ходовая скоба или подножка вставлена слишком глубоко,
- Лестничный ход неравномерен, не соответствует отвесу, слишком длинный, не имеет предохранителя или кончается не на тротуаре.

Особое внимание необходимо уделять месту стыка земли с колодцем. Большая часть повреждений канализации связана именно с технически неправильным устройством данного стыка.

Все повреждения, которые связаны с препятствиями свободного стоку сточных вод (как-то помехи стока, деформации поперечных сечений отклонения от нормального положения, обвалы) могут привести к образованию засоров и таким образом вызывать подпор сточных вод и возможное затопление сети, эти повреждения препятствуют качественной прочистке трубопроводов.

Негерметичность трубопроводов способствует тому, что сто-чные воды могут выходить в грунт, загрязнять его и грунтовые воды или проникать в подвалы зданий. Если трубопровод лежит в плоскости грунтовых вод, то грунтовые воды, проникая в трубопровод и образуя чужеродную воду дополнительно гидравлически нагружают канализационные сооружения. Одновременно с этим в трубопровод может намываться песок. Таким образом, вокруг трубопровода возникают опасные полости, которые могут привести к прорыву линии коллектора.



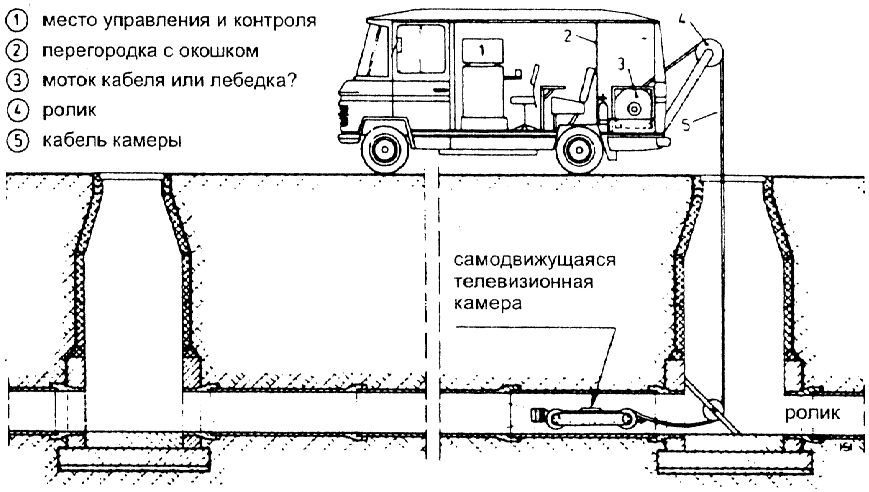



*Рисунок 3.18: Эскиз принципа телевизионного технического осмотра с самодвижущейся камерой и специальным транспортным средством [20]*

а) Телевизионное обследование трубопровода

В маленьких поселках проведение телевизионного обследования своими силами экономически невыгодно. Для выполнения технического осмотра необходимо договариваться с крупными отраслевыми фирмами.

Телевизионное обследование трубопроводов или так называемый телевизионный осмотр применяют сегодня в большинстве случаев для контроля трубопроводов, не рассчитанных на поступление бытовой сточной воды (Рисунок 3.18). Для этого используют специальные взрывоустойчивые системы камер или проводят обследование с применением технической приточной вентиляции. Как правило поворотная головка камеры обеспечивает осмотр всех стенок трубы не только в осевом, но и в радиальном направлении. Возможности таких камер очень велики. Фиксируются трещины шириной 2 мм. Большой радиус действия этих систем способствует проведению технического осмотра нескольких бьефов. Возможное перемещение камеры от колодца определяется длиной кабеля телекамеры. Технический осмотр трубо-

проводов дворовой сети производится через контрольный колодец или с помощью камеры-спутника, которая может вводиться в домовый ввод на расстояние до 20 м (рисунок 3.19).

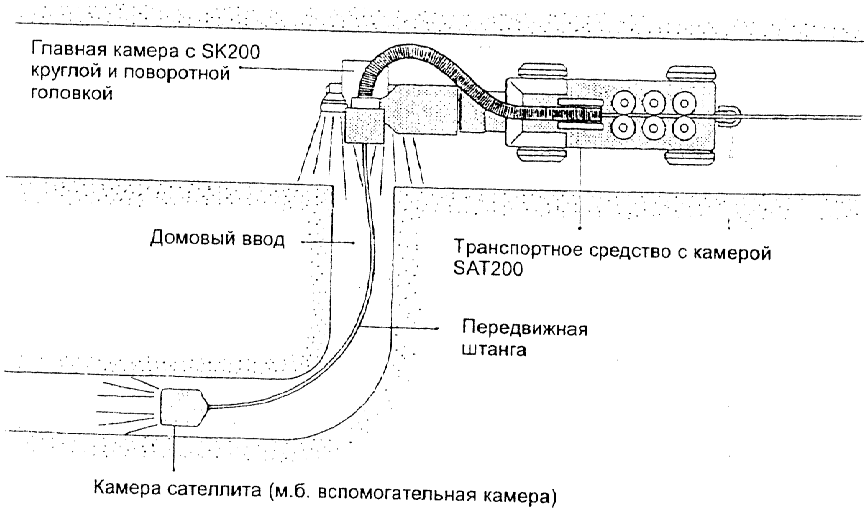



*Рисунок 3.19: Камера – спутник*

Необходимое оборудование наблюдения и механизмы управления установлено в большинстве случаев на специальных транспортных средствах технического осмотра (рисунок 3.19).

Основными компонентами являются:
- Элементы управления камерой,
- Монитор для передачи изображения,
- Электроснабжение,
- Видеомагнитофон,
- Персональный компьютер и принтер.

Вся полученная при исследовании трубопровода информация (например, место обследования, материал и характеристики трубопровода, повреждения и др.) передается на монитор, записывается на видеомагнитофон и затем может быть использована для разработки мероприятий по санированию трубопровода. Для



большого массива данных, требуемых при таком методе контроля коллекторов применяется электронная обработка данных. Протокол обследования данного трубопровода создается уже специальным техническим оборудованием. Этот протокол содержит все сведения о техническом осмотре и его результатах. Все протоколы записываются на носители информации и могут служить для обновления базы данных (кадастра) канализационной сети. При устранении повреждений, выявленных в процессе осмотра, необходимо соблюдение приоритетов важности в процессе санации.

b) Обход

При обходе канализационных трубопроводов должны соблюдаться правила безопасности для технического персонала. Технический осмотр производится непосредственным визуальным методом. Наряду с письменным протоколированием результаты контроля должны быть зафиксированы с помощью фотоаппарата или бытовой видеокамеры.

**Метод задымления**

Для установления неизвестных или не утвержденных присоединений линий трубопроводов к наружной канализационной сети (например, дренажей, случайных тупиков) подходит быстрый и недорогой метод задымления. При этом дым подается под низким давлением в загороженный коллектор или в трубопроводе размещаются дымовые шашки. Наблюдение за выходом дыма происходит на поверхности. По итогам наблюдения составляют документацию, к которой прикладываются фотографии.

**Испытания герметичности**

Оптические технические осмотры часто не достаточны для полной оценки состояния трубопроводов. Различные повреждения (например, неплотность прилегания муфты) оптическими методами осмотра, как правило, не фиксируются и могут быть установлены только испытаниями герметичности коллектора.

Особое значение имеют данные испытания при вводе трубопровода в эксплуатацию. По окончании строительных работ компетентное лицо проводит данное обследование с целью установления погрешностей в работе, которые после пуска трубопровода в эксплуатацию будет практически невозможно устра-

нить. Испытания герметичности канализационных сетей должны быть предписаны в уставе. При этом проверяющий не может удовлетвориться визуальным контролем, а должен провести полное испытание герметичности трубопровода.

Само предприятие водоотведения редко проводит самостоятельные испытания герметичности. При проведении этих испытаний другими фирмами необходимо обращать внимание на то, чтобы эти фирмы были независимы, т.е. *никакие* строительные фирмы или фирмы по санации не могут проводить данные испытания. Принципиально различают 4 случая проведения испытаний герметичности: запуск нового трубопровода, установка гарантии, проведение санации и повторное испытание (в рамках собственного контроля технического состояния трубопровода).

Существует несколько методов, с помощью которых проверяется герметичность трубопроводов (рисунок 3.20). В зависимость от цели испытаний применяют различные проверочные критерии. Например, к новому трубопроводу предъявляются более высокие требования, чем к старому, находящемуся в эксплуатации.

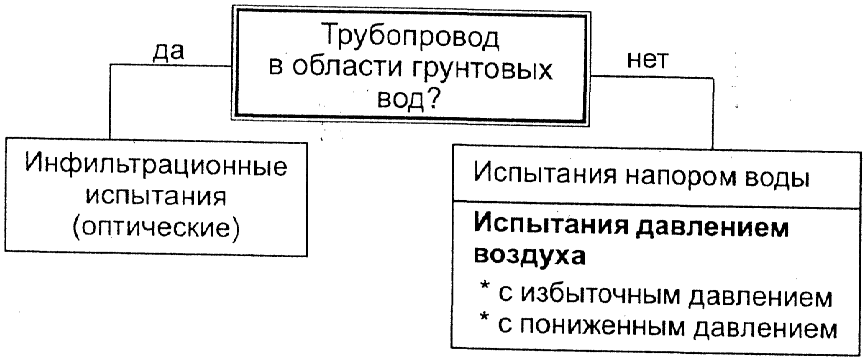



*Рисунок 3.20: Методы испытаний герметичности трубопроводов*

Испытания герметичности канализационных коллекторов описаны в рабочем листе ATV–DWK A 139 и в памятке м ATV–DVWK M143 часть 6 [4].



*a) Инфильтрационные испытания трубопроводов в грунтовых водах*

Если трубопровод расположен в грунтовых водах, то при подробной проверке сети может быть установлена негерметичность стыков и инфильтрация грунтовых вод в трубопровод. Для проведения испытания необходимо очистить и осушить трубу. Для трубопроводов расположенных не горизонтально испытания должны проводиться при максимально высоком уровне грунтовых вод.

*b) Испытания напором воды*

Испытания напором воды согласно DIN EN 1610 производятся по-другому. Для проведения испытаний все отверстия испытываемого участка закрываются, Трубопровод заполняют водой, поднимают давление в сети до необходимых значений и после подготовительного периода, как правило, 1 часа (например, для пропитывания водой цементных материалов) начинают испытания.

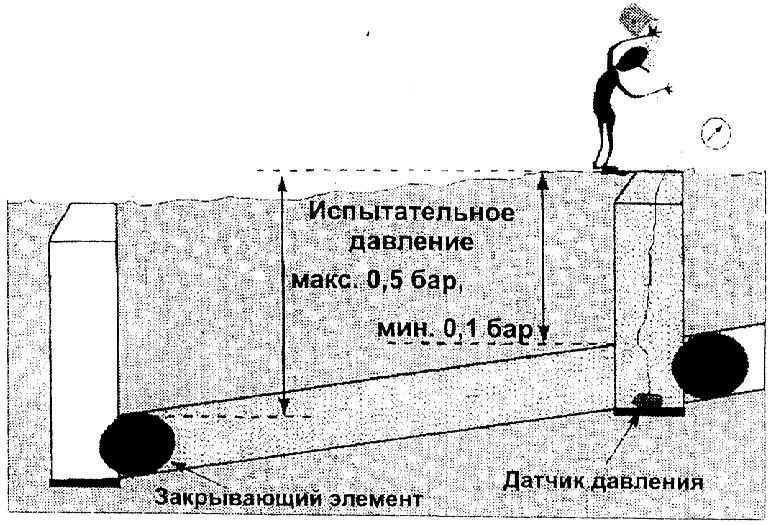



*Рисунок 3.21: Принцип испытаний напором воды согласно DIN EN 1610*

Испытательное давление соответствует напору воды, который устанавливается после заполнения водой колодца вплоть до поверхности земли. Оно должно составить – минимум – 0,1 бар, максимум – 0,5 бар (рисунок 3.21). Испытываемый участок считается герметичным если после 30 минут отстаивания необходимо добавить количество воды, не превышающее следующие значения:

0,15 л/м² поверхность стенки трубы для трубопроводов
0,2 л/м² поверхность стенки трубы для трубопроводов включая колодец
0,4 л/м² поверхность стенки трубы для колодца

Повременные испытания герметичности старых безнапорных водоводов проводятся с более низким напором воды, например, 0,05 бар в высшей точке трубы.

*c) Испытания давлением воздуха*

Испытания герметичности с помощью данного метода возможны также с повышенным или пониженным давлением. Так как в настоящее время не существует стандартизованных проверочных критериев для испытаний пониженным давлением, новые трубопроводы и колодцы могут испытываться методом повышенного давления согласно DIN EN 1610. В связи с явными преимуществами метод испытаний давлением воздуха применяется все чаще по отношению к испытаниям напором воды. Преимущества данного метода следующие:

- небольшие временные затраты (около 30 минут на участок коллектора),
- нет необходимости в подаче воды,
- экономия средств,
- нет высокого давления в нижних частях испытываемого участка.

Для проведения испытаний все открытые участки трубопровода закрываются воздухонепроницаемыми материалами. При помощи компрессора создается испытательное давление. Через некоторое время после выравнивания температуры давление корректируется еще раз. Испытываемый трубопровод считается герметичным, если падение давления во времени считается незначительным для данного участка. Необходимое время испытания зависит при этом от диаметра трубы (рисунок 3.22).



С помощью данного метода могут испытываться и трубопроводы, находящиеся в эксплуатации. Проверочные критерии для них, должны снижены.

| Материал труб давление | Испытат. испытания | Падение давления | Время в минутах | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| В мбар | DN | | DN 100 | DN 200 | DN 300 | DN 400 | DN 600 | DN 800 | DN 1000 |
| Сухие бетонные трубы | 200 | 15 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Влажные бетонные и другие трубы | 200 | 15 | 1,5 | 1,5 | 2 | 2,5 | 4 | 5 | 7 |

*Рисунок 3.22: Таблица проверочных критериев для испытаний давлением воздуха (DIN EN1610-метод LD)*

*d) Испытания напорных водоводов и испытания при помощи пониженного давления*

DIN 4279 описывает метод испытания герметичности напорных трубопроводов. Испытательное давление при этом рассчитывается исходя из рабочего давления следующим образом:

Рабочее давление < 10 бар: испытательное давление = номинальное давление x 1,5
Рабочее давление > 10 бар: испытательное давление = номинальное давление + 5 бар
(Номинальное давление = допустимое рабочее давление при 20°C).

Испытания трубопроводов при помощи понижения давления во время строительства трубопроводов в качестве предварительной проверки и после окончания строительства как испытания на герметичность. Испытанный участок считается герметичным, если установленное пониженное давление минимум 0,6 бар в течение 1 часа изменилось не более чем на 10%. Повременные

испытания после ввода в эксплуатацию не требуются, так как негерметичности самоустраняются при быстром снятии пониженного давления.

*e) Испытуемые объекты*

Испытания на герметичность могут проводиться в коллекторах, на участках трубопровода, отдельных стыковых соединениях труб и колодцев.

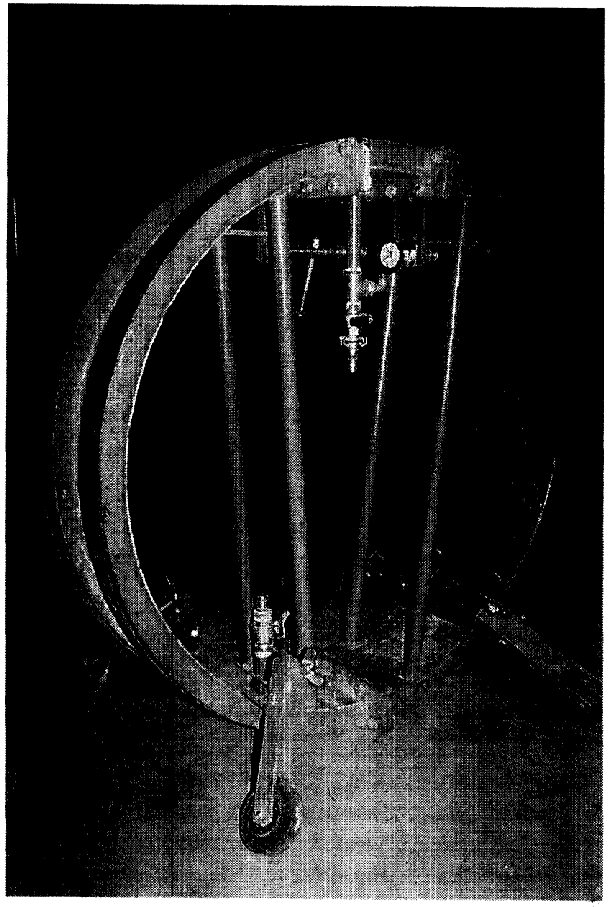


*Рисунок 3.23: Прибор для испытаний муфты DN 1400*



Для экономии средств при соответствующих технических возможностях трубопровод должен быть испытан полностью, включая все соединения. Если проведение таких испытаний невозможно, то необходимо проведение испытаний участков трубопроводов или отдельных его элементов. Если испытание длинных участков трубопровода не возможно или не выгодно (например, из-за необходимости подачи значительных расходов воды при больших номинальных внутренних диаметрах), то стенки трубопровода могут контролироваться тщательным внешним осмотром, а каждое место соединения исследоваться отдельно прибором для испытаний муфты, методом давления воздухом или напором воды. Предложения для проверочных условий описаны в DIN EN 1610.

В непроходных трубопроводах приборы для испытаний муфты применяются совместно с канатной лебедкой или самоходными устройствами, в которые встроены камеры наблюдения. В трубопроводах, рассчитанных на нагрузку от людей прибор для испытания муфты монтируется непосредственно в колодце и перемещается от муфты к муфте по трубопроводу (рисунок 3.23).

### *3.9.3 Ликвидация повреждения*

Если в ходе проведенных обследований были обнаружены повреждения трубопровода, то необходимо проведение мероприятий по их устранению. Метод ликвидации повреждения зависит от конкретных условий. Однако при планировании мероприятия по устранению повреждения должны учитываться следующие пункты:
причина повреждения, способ повреждения, место повреждения, размер повреждения, количество повреждений в трубопроводе, последствия повреждения, свойства трубопровода (назначение трубопровода, размер, гидравлическая нагрузка, глубина заложения, возраст, материал, расположение трубопровода – например, в свободной местности или под улицами), грунтовые условия и режимы подземных вод.

Многочисленные методы по ликвидации повреждений в трубопроводах делятся на группы (рисунок 3.24). Небольшие повреждения устраняются на месте. Более значительные повреждения ликвидируются в ходе проведения санации трубопровода. В противоположность восстановлению и санации, при которых основная часть старого трубопровода сохраняется, иногда возможна

замена трубопровода, т.е. обновление, при котором новые трубы при подсоединении принимают на себя функцию старых. Новые трубопроводы могут быть проложены как на старом, так и на новом месте.

Многие поселки и города до сих пор пренебрегают регулярными осмотрами и устранениями мелких повреждений трубопроводов. Это влечет значительные убытки и как следствие – разрушение канализационной сети. Как отмечалось выше, в случае, если поселок не может провести обследование сети самостоятельно, необходимо поручить проведение обследования отраслевым фирмам.

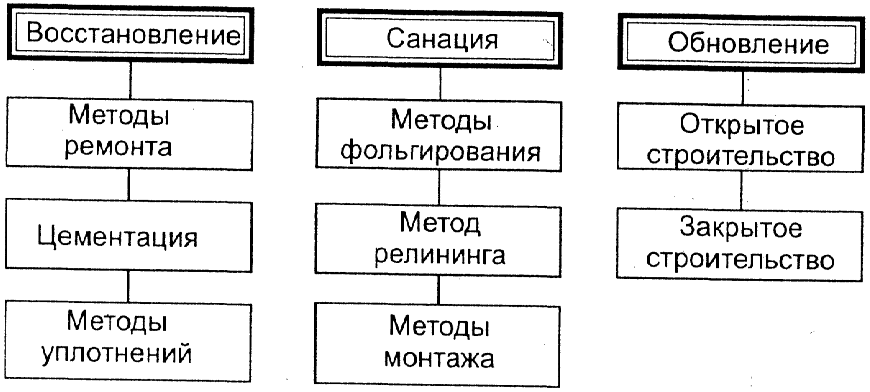



*Рисунок 3.24: Методы ликвидации повреждений*

Причинами повреждения трубопровода м]огут быть
- Ошибка в производстве строительных работ (например, неудовлетворительное уплотнение трубы, технически неправильно установленные патрубки),
- Применение неподходящих материалов,
  Естественное старение,
- Спуск вызывающих коррозию сточных вод
- Биогенная сернокислая коррозия (BSK),
- Нарушение других строительные мероприятия на трассе трубопровода.

Принцип биогенной сернокислой коррозии представлен на рисунке 3.25. Так как появление сульфида в трубопроводе канализационной линии зависит от деятельности бактерий в осадках сточных вод, необходимо заботиться о регулярных прочистках и хорошей приточной вентиляции трубопроводов. Сульфидная коррозия подробно рассматривается в книге „Сульфиды в канализационных сооружениях" [8].



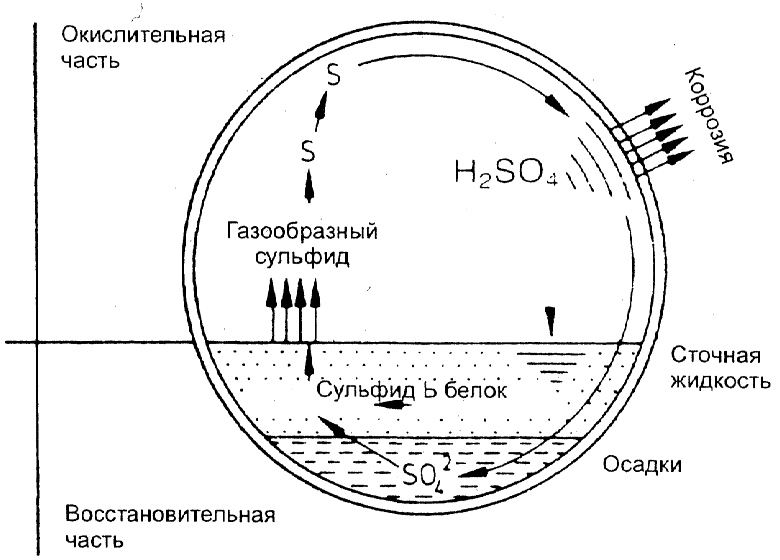


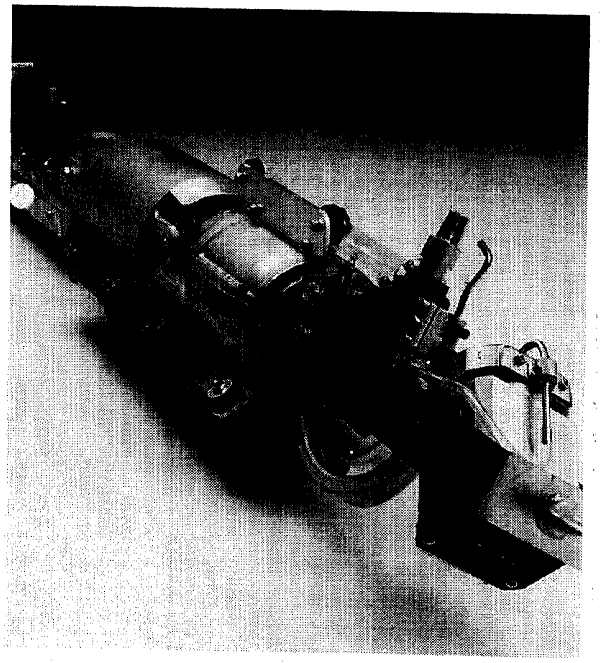

*Рисунок 3.25: Принцип биогенной сернокислой коррозии [20]*

Даже если когда-нибудь будет наработан большой опыт по ликвидации повреждений трубопроводов канализационной сети, данная работа все равно будет составлять основу деятельности предприятий по эксплуатации сети. Поэтому технический персонал предприятия должен владеть достаточными знаниями для проведения ремонтных и восстановительных работ на канализационной сети.

Хороший обзор существующих в настоящее время и широко используемых методов дает книга «Содержание канализации в рабочем состоянии» [20]. Далее коротко описаны три наиболее часто применяемых метода.

### *Метод с применением робота*

Применение дистанционно управляемых роботов оправдано для ремонта непроходных трубопроводов с трещинами, маленькими обломами, неплотными муфтами или технически неправильно выполненными соединениями. Область применения этого метода распространяется на номинальные внутренние диаметры от DN 150 до DN 800.



*Изображение 3.26: Робот с фрезой и камерой наблюдения*

Составной частью систем робота являются самоходные устройства, которые могут быть оборудованы кроме всего прочего фрезерными и буровыми головками, устройствами для шпатлёвки и опалубками для снабжения раствором (рисунок 3.26). В сечение трубопровода или коллектора ненужные патрубки или



корни могут быть вырезаны и зашпаклеваны эпоксидной смолой. Для правильного выполнения мероприятий за работой робота наблюдают через видеокамеру, установленную в нем.

### *Цементация (метод инъекций)*

Данный метод применяют только в том случае, если повреждение незначительно и имеет малую площадь (например, трещины, не герметичность муфты) или восстановление трубопровода другим методом невозможно. Герметичность трубопровода при инъекции создается не только в результате цементирования места повреждения, но и укреплением грунта также посредством инъекции. Материалы, применяемые для инъекций, изготавливают на основе стекла, пластмассы или цементной суспензии.

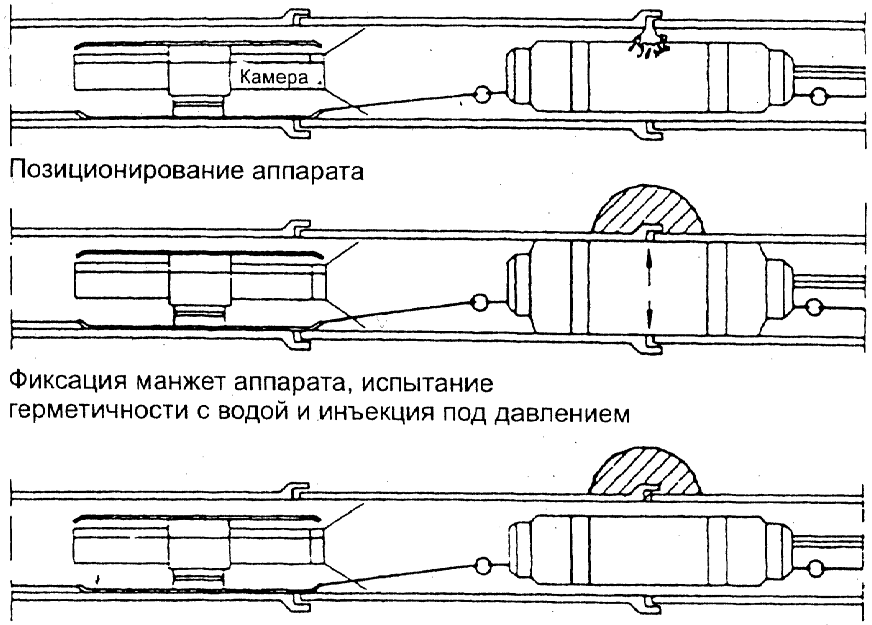



*Рисунок 3.27: Технологический процесс по Cherne-методу [20]*

При ликвидации повреждений в непроходных трубопроводах предпочтение отдается внутренним инъекциям посредством разрежения (подсасывания). В коллектор помещается инъекционный аппарат. Под видеонаблюдением он размещается в месте повреждения, двумя надувными резиновые манжетами фиксирует свое положение, оставляя зазор в месте ремонта. Далее выжимает средство для цементации в грунт и закрывает область ремонта (рисунок 3.27). Так как, в частности, при применении химических средств для инъекции загрязнение грунтовых вод не может быть исключено, то средства и методы цементации должны иметь „Специальное строительное разрешение" от института строительной техники в Берлине.

### *Шланговый релининг*

Шланговый релининг – это метод санации трубопровода или внутренняя обработка бьефа укладкой ткани, пропитанной синтетической смолой (например, полиэстер, стекловолокно), под давлением. Таким образом, получается внутренняя облицовка трубопровода в месте повреждения и восстанавливается его герметичность.

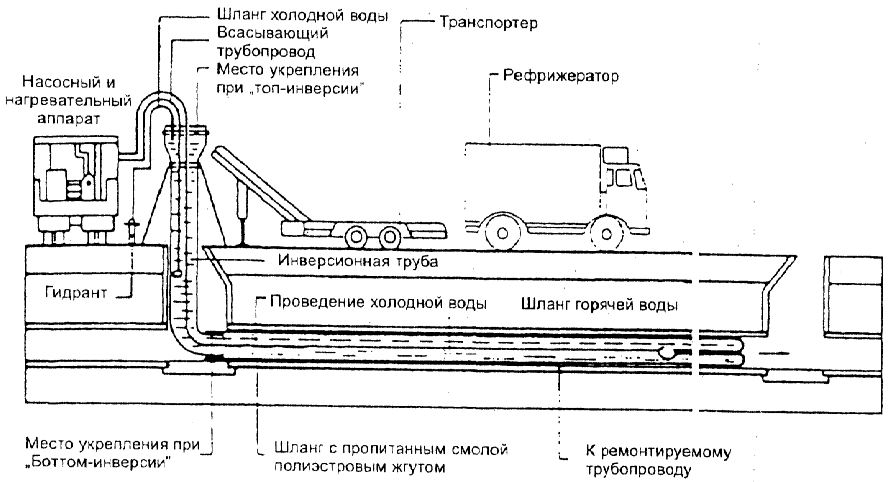



*Рисунок 3.28:* Шланговый релининг *методом Insituform [20]*



Жгут укладываемый в трубопровод достаточно тонкий, поэтому он несущественно сокращает диаметр трубопровода. Существующие виды данного метода различаются между собой прежде всего, способом ввода жгута через колодец и способом отверждения синтетической смолы (теплом или УФ-излучением). Обрезание лишних концов жгута происходит при помощи робота. Герметичность стыков при разветвлениях трубопроводов, а также уплотнение мест соединения трубопроводов и колодцев осуществляются при выполнении специальных мероприятий.

## 3.10 Контроль за выпусками в канализационную сеть

Выпуски в канализационную сеть (непрямые выпуски) осуществляют промышленные предприятия, которые спускают сточные воды не непосредственно в водоемы, а в канализационную сеть или на очистные сооружения. Они могут осуществлять выпуск непосредственно с предприятия или через локальные очистные сооружения.

Противоположностью этого метода является выпуск очищенных производственных сточных вод через канализационную сеть и очистные сооружения непосредственно в водоемы (прямые выпуски). В небольших поселках и городах обычно осуществляют прямые выпуски в водоемы.

Промышленные сточные воды могут быть спущены в канализационную сеть только при соблюдении следующих условий:

- Персоналу предприятия канализационной сети и персоналу органов контроля технического состояния трубопроводов не может быть причинен вред в результате содержания в сточных водах $H_2S$, HCN, $SO_2$, $CO_2$, кислот или щелочей с крайними значениями pH, высокой температуры сточных вод, наличия огнеопасных и взрывчатых материалов, а также летучих орга-нических растворителей (как, например, CKW),
- Сооружения по очистке сточных вод не будут повреждены сточными водами с крайними значениями pH, высокими содержаниями $SO_4$-или $NH_4$-соединений, растворяющей известь и другими, в частности твердыми отходами,
- Функции канализационных очистных станций не должны быть нарушены слишком высокими концентрациями и нагрузками по тяжелым металлам, кислотам, щелочам, токсичным материалам.

Сточные воды следующих предприятий могут представлять опасность:

Предприятия по переработке овощей и фруктов
Пивоварни, винодельческие заводы
Скотобойни, мясоперерабатывающие предприятия
Молочные заводы
Предприятия металлообработки
Красильные фабрики
Химические заводы
Большие прачечные
Целлюлозо-бумажные предприятия
Кожевенные производства.

Уставы канализации многих поселков, городов и земель запрещают спуск вредных веществ в городскую канализацию (см. раздел „Водное право").

Контроль за соблюдением предписаний устава является составной частью работы предприятия, обслуживающего канализационную сеть. К этому относится, например, отбор проб сточной жидкости и проведение соответствующего анализа. В больших городах для аналитических исследований устроены специальные лаборатории, так как большое количество анализов может быть проведено только на специальном оборудовании. Лаборатории очистных сооружений часто не имеют современного оснащения. Поэтому устройство специальных лабораторий имеет особое значение.

Небольшие поселки посылают пробы сточных вод на фирмы-лаборатории, где выполняются анализы. Если необходим регулярный контроль сточной жидкости в течение длительного периода, то следует использовать автоматические анализаторы. Такие приборы не многочисленны и легко могут быть установлены на небольших предприятиях в поселках. В некоторых случаях для осуществления контроля полезно сотрудничество с промышленным предприятием. Возможна также установка своих приборов в контрольном колодце предприятия. Предприятия обязаны сами проводить регулярный контроль качества сточных вод по наиболее опасным веществам.



## 3.11 Охрана труда и предупреждение аварий при работе на предприятии по эксплуатации канализационной сети

На предприятии по эксплуатации канализационной сети действуют те же правила техники безопасности, что и для всех канализационных сооружений. Но, разумеется, случаи спуска человека в колодец здесь встречается гораздо чаще, чем при работе на очистных сооружениях.

**При подробном внешнем осмотре необходим обязательный спуск в колодец. Так как при данных работах происходит большое количество несчастных случаев рекомендуется еще раз обратить внимание на рекомендации «Технические канализационные сооружения» (GUV 7.4) и «Правила безопасности при работах в закрытых технических канализационных сооружениях» (GUV 17.6). Для открытия люков колодцев должны применяться только специальные инструменты. Человек не должен спускаться в колодец и входить в трубопровод один. Интенсивного проветривания колодца из люка недостаточно, вентиляция колодца должна быть устроена принудительным методом при помощи работоспособного аэрационного устройства. Во время проветривания могут быть проведены другие работы, например, очистка крышек колодцев и брызговиков. Наконец, с помощью газоанализатора необходимо проверить наличие в колодце взрывчатых или ядовитых смесей и определить количество кислорода (больше чем 17%). В противном случае человек может быть допущен в колодец только с одетым респиратором. Входящий в колодец человек должен иметь при себе спасательное оборудование, а второй человек обязан постоянно находиться снаружи и поддерживать связь с тем, кто работает внутри колодца или трубопровода. Место входа в колодец должно быть ограждено от транспорта (предписания правил дорожного движения).**

Все специальные правила техники безопасности для канализационных сооружений рассматриваются в разделе „Предупреждение аварий".

# 4. Основы процессов очистки сточных вод

Сведения, приведенные в главе 1, касающиеся естественных процессов самоочищения водоемов – это предпосылки для проведения аналогичных процессов на канализационных очистных сооружениях. Однако процессы, которые длятся в природных водоемах дни и недели, здесь необходимо провести за несколько часов. Это касается, прежде всего, биологических сооружений. Необходимые для биологической очистки сточных вод бактерии, как правило, уже присутствуют в сточных водах. К тому же на очистных сооружениях они дополнительно выращиваются искусственно. Для этого создаются специальные благоприятные условия для роста и развития микроорганизмов, как то достаточное количество кислорода, своевременная подача питания (загрязнений). Для того, чтобы такие сооружения могли нормально работать и эксплуатировать их было экономически выгодно, сточные воды должны быть предварительно обработаны. Предварительная очистка включает в себя удаление грубых примесей на сорозадерживающих решетках, удаление песка в песколовках и первичное отстаивание. Возникающие в биологических сооружениях хлопья бактерий удерживаются при вторичном отстаивании.

**Осажденные вещества после первичного и вторичного отстаивания образуют осадок, который направляется на сооружения сбраживания, где он уменьшается в объеме на 1/3, а затем на обезвоживание.**

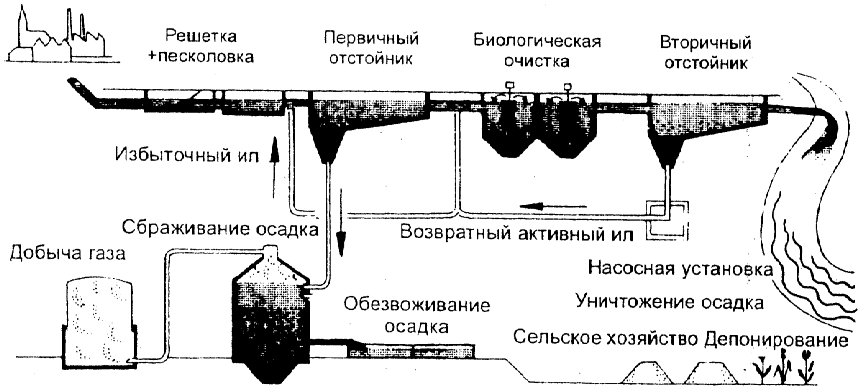



*Рисунок 4.1: Схема канализационных очистных сооружений (д-р Бойе)*



На рисунке 4.1 показана упрощенная схема обычных канализационных очистных сооружений без специального удаления соединений азота и фосфора.

При очистке сточных вод различают канализационные очистные сооружения промышленного предприятия (локальные очистные сооружения), где промышленные сточные воды очищаются с применением специальных методов обработки (например, дезинфекция, нейтрализация и др.) и центральные или городские очистные сооружения, где очистке подвергаются сточные воды города или поселка. Если промышленные сточные воды очищаются на локальных очистных сооружениях частично, а затем сбрасываются в городскую канализационную сеть, то такая очистка называется предварительной. Это может быть, например, предочистка с целью удаления масляных и всплывающих веществ. Если на стадии предочистки используются химические вещества, то говорят о химической очистке сточных вод. Применение химических веществ способствует образованию специфического осадка в результате „химического осаждения". Если при обработке сточных вод образуется так называемый всплывающий осадок, то речь идет о процессе, называемом флотацией. В зависимости от производства флотация часто способствует улучшению качества предварительной очистки.

На центральных канализационных очистных станциях применяют различные методы очистки сточных вод. На первой стадии производится *механическая* очистка сточных вод. Здесь удаляются грубые примеси, песок, взвешенные вещества, включая плавающие загрязнения. Это обеспечивают сороудерживающие решетки, песколовки и отстойники; к этой группе сооружений относится и так называемый двухъярусный отстойник. Биохимический процесс сбраживания осадка необходим для осажденных в отстойниках взвешенных веществ для того, чтобы стабилизировать их и лишить запаха. Сооружения механической очистки способны удалить 20 – 30% всех загрязнений сточных вод. Поэтому необходима следующая стадия очистки – биологическая. Здесь удаляются растворенные органические загрязнения и остаточные взвешенные вещества. Биологические сооружения обеспечивают очистку от органических загрязнений на 90–98%; допустимое остаточное загрязнение установлено правовыми нормами (значения допустимых загрязнений в соответствии с существующими требованиями) (см. раздел „Водное право").

Азот и фосфор, снабжающие водоемы большим количеством питательных веществ, также должны удаляться из сточных вод, особенно при сбросе в водоем большого количества жидкости. Азот удаляется, как правило, биологическими методами, в то время как фосфор возможно максимально удалить только химическим осаждением.

Некоторые сооружения очистных станций можно комбинировать друг с другом. Так возможна комбинация первичных отстойников, биологических сооружений и вторичных отстойников в единый блок. Такие блоки выполняются обычно фирмами-производителями в стандартной комплектации, но различного объема для очистных станций разной производительности. Для того, чтобы уменьшить количество ручного труда, все больше используют автоматически управляемые устройства для работы на очистных сооружениях. В большей степени это касается малых очистных сооружений. Такая механизация очистных сооружений часто приветствуется операторами очистных сооружений, так как в данном случае ручной труб минимизируется и необходим только тщательный уход и технический контроль за работой сооружений.

## 4.1 Механические процессы в очистке сточных вод

Все твердые вещества, содержащиеся в сточных водах, способны оседать согласно закону силы тяжести, т.е. вещества, которые тяжелее воды при спокойном течении потока жидкости выпадают в осадок. Более тяжелые вещества имеют более высокую плотность (удельную массу), и соответственно оседают быстрее, чем вещества с меньшей плотностью.

В песколовках устанавливается такая скорость течения потока жидкости, при которой сравнительно тяжелые зерна песка оседают, в то время как более легкие загрязнения находятся во взвешенном состоянии. В отстойниках скорость потока значительно замедляется таким образом, чтобы практически все взвешенные вещества могли осесть. Предпосылкой успешной очистки в таких сооружениях является также равномерное ламинарное движение потока. Препятствия на входе в сооружение или неравномерный приток (например, при сильном ветре) делают поток неравно-мерным и могут помешать процессу осаждения.

Ухудшить процесс отстаивания могут также низкая температура воды или ее большое солесодержание. Так как при этом возникает слоистость разных потоков воды из-за различной температуры или плотности жидкости.



## 4.2 Биологические процессы в очистке сточных вод

Большая часть органических загрязнений бытовых сточных вод, около 2/3, состоит из растворенных или тонкодисперсных примесей, которые не выделяются в отстойнике. Эти вещества можно в значительной мере удалить из сточных вод с помощью биологических методов очистки.

При биохимической очистке сточных вод органические вещества поглощаются микроорганизмами, в частности, различными видами слизистых бактерий (одноклеточные). Быстро размножаясь они образуют «биологическую пленку» в биофильтре или «хлопок активного ила» в аэротенке. В дальнейшем в составе биологической пленки и активного ила появляются микроскопические животные – простейшие (Protozoen), которые питаются в большинстве случаев свободно плавающими бактериями и маленькими частицами загрязнений. Они также способствуют очистке сточных вод. В отличие от бактерий их можно легко определить микроскопическим исследованием и поэтому наличие простейших служит косвенным признаком хорошего состояния активного ила [17, 19]. Совокупность наличия бактерий и простейших в активном иле или биопленке называется биоценозом. Полная масса бактерий, простейших и других микроорганизмов составляют биомассу.

Содержащиеся в сточных водах частицы загрязнений извлекаются биологической пленкой или активным илом и поглощаются микроорганизмами. При этом органические вещества окисляются с получением углекислого газа и водорастворимых минеральных солей и, используются микроорганизмами для построения клетки и выработки энергии, необходимой для жизнедеятельности. Помимо питательных веществ для нормального существования микроорганизмам необходим кислород. Для удовлетворительной работы биологических очистных сооружений необходима подача достаточного количества кислорода одновременно с подачей сточных вод. Выносимые, из биофильтра биопленка или активный ил из аэротенка осаждаются во вторичном отстойнике. Сущность биологического метода очистки состоит в том, чтобы преобразовать растворенные органические загрязнения до веществ, не загрязняющих окружающую среду, за счет деятельности микроорганизмов.

Очистка сточных вод на биофильтрах, погружных биофильтрах и в аэротенках относится к биологическим методам.

В *биофильтре* биомасса (бактерии и простейшие) располагается на наполнителе, где образуется биопленка, через который фильтруется сточная вода. Похожие процессы происходят на дисковых биофильтрах, в которых 1/3 диска погружена в сточную воду и заполнителях погружных биофильтров.

В *аэротенках* процесс очистки сточных вод происходит при интенсивной аэрации и перемешивании. Это способствуют тому, что активный ил хорошо смешивается со сточной водой и при этом бактерии и простейшие получают достаточное кислорода и питательных веществ. Однако, количество поданых питательных веществ должно соотноситься с количеством наличествующей биомассы.

В слабонагруженных сооружениях микроорганизмы начинают голодать. Вследствие этого может происходить вспухание биомассы. В сильно нагруженных сооружениях, напротив, развивается большее количество бактерий, так как питательный субстрат более многообразен. В итоге большая нагрузка на сооружение влечет за собой увеличение биомассы, и, как следствие, увеличение избыточного активного ила. Слабонагруженные установки должны иметь малые объемы для обеспечения необходимой нагрузки по БПК.

На самом деле процессы разложения органических веществ гораздо сложнее, чем представленное здесь описание. Они зависимы от многих факторов, таких как – температура, время, значение pH, разнообразие питательных веществ и т.д.

При описании биологических процессов нельзя не упомянуть о развитии водорослей. Присутствующие в сточных водах питательные вещества, например, фосфаты, в зависимости от сезона и освещенности часто способствуют росту водорослей. Разрастаясь, они образуют, например, в сточных желобах или на поверхности тела биофильтра поверхности, покрытые зелеными водорослями. Рост водорослей не сказывается на процессах очистки, но свидетельствует о достаточно большом количестве кислорода в сточных водах. Однако, наиболее предпочтительным является регулярное удаление водорослей из сооружений, так как они портят внешний вид сооружений в целом. К тому же при попадании в водоем они создают определенную нагрузку на него. Иногда, при проведении длительных процессов очистки водоросли могут поглощать остаточные загрязнения (например, в биопрудах), но при выпуске очищенных сточных вод в водоем водоросли необходимо удалять.



В аэробных биологических прудах время от времени наблюдается очень сильное образование водорослей. В данных условиях они также не потребляют загрязнения, но при достаточном освещении водоросли производят кислород, который передается бактериям. Такое воспроизводство кислорода называется фотосинтезом. Ночью водоросли снова расходуют кислород, но в значительно меньшей степени, чем производят.

### *4.2.1 Разложение углерода*

Основную часть растворенных органических веществ в сточных водах составляют углеродистые соединения. Наиболее важные из них – это углеводы, белки и жиры. Все эти соединения могут разлагаться бактериями, что и происходит при биологической очистке сточных вод.

Если количество углерода в сточных водах невелико это свидетельствует о недостатке питания для микроорганизмов. В таком случае в биомассе начинаются процессы самоокисления, т.е. истощение собственной клеточной субстанции. В любом случае количество кислорода должно быть больше, чем количество любого питательного субстрата. В противном случае создаются условия, несовместимые с жизнью бактерий. Поэтому основным показателем работы очистных сооружений является биохимическое потребление кислорода (БПК). С помощью этой величины можно судить о наличии органических загрязнений в любой момент времени.

### *4.2.2 Удаление азота*

*Нитрификация*

Следующим этапом биологической очистки может быть преобразование соединений азота определенными видами микро-организмов. Для таких преобразований необходимо в четыре раза больше кислорода, чем для разложения углеродистых соединений.

В коммунальные сточные воды азот (N) попадает вследствие человеческих выделений, а именно из урины, имеющей преимущественно форму мочевины. Мочевина и органически связанный азот (org. N) преобразовывается уже в трубопроводе в азот

аммония ($NH_4$-N). Это преобразование называют аммонификацией. Соответственно чем длиннее канализационная сеть, тем глубже протекает данный процесс. Химическая реакция аммонификации органического азота происходит дольше, чем аммонификация других соединений. Поэтому в сточных водах, приходящих на очистные сооружения, содержится большое количество азота аммония и азота органического (рисунок 4.2). Органический азот и азот аммония обозначаются как общий и носит название азота по Кьельдалю (TKN):

$$TKN = org.\ N + NH_4\text{-}N$$

Азот аммония в отличие от углеродистых соединений не разлагается, а окисляется в нитрит ($NO_2$-N) и нитрат ($NO_3$-N).

Этот процесс называется *нитрификацией.*

Нитрифицирующие бактерии гораздо восприимчивее к внешним условиям, чем бактерии разлагающие углерод. Они отличаются незначительным приростом и легко вытесняются другими бактериями. Особое влияние на нитрифицирующие бактерии оказывают концентрация растворенного кислорода и температура. Процесс нитрификации резко замедляется при концентрации кислорода в аэротенке менее 1,5 мг/л (имеется в виду аэротенк или водоем) и температуре ниже 10 °С. Определенное влияние на данный процесс оказывает также значение pH.

Предпосылкой для нитрификации наряду с достаточным количеством кислорода и более высокими температурами сточных вод является глубокий процесс разложения углерода. Таким образом, для успешного проведения процесса нитрификации необходимы достаточно длительная аэрации, небольшая нагрузка на активный ил и высокий возраст ила.

*Денитрификация*

Возникающие в процессе нитрификации нитраты, попадая в водоем становятся питательными веществами. Поэтому наиболее предпочтительным является их полное выведение из системы. Это возможно осуществить при взаимодействии углеродистых соединения сырой сточной воды с нитратсодержащим активным илом или нитратсодержащей водой. Бактерии, разлагающие угле-род, попадая в анаэробные (бескислородные) условия будут



использовать кислородную составляющую нитратов, тем самым разлагая это соединение. Этот процесс получил название *денитрификация.* Азотистая составляющая при этом восстанавливается до газообразного соединения и удаляется в атмосферу.

Предпосылкой для проведения этого процесса является оборудование перед аэротенком специальной зоны без подачи кислорода (аноксидная зона). Кроме того, в эту зону необходимо подавать органические легко окисляемые загрязнения для обеспечения достаточного количества питания бактериям.

Проведение процесса денитрификации выгодно также по производственным причинам возможно сэкономить часть энергии на аэрацию для нитрификации и избежать нежелательной денитрификации во вторичном отстойнике. При этом одновременно улучшаются седиментативные свойства активного ила.

*Баланс азота*

Происходящие в канализационной сети и в канализационных очистных сооружениях процессы преобразования азота могут быть различными по количеству и качеству. Возможные соотношения показаны на рисунке 4.2.

Для наглядности отдельные ступени баланса были упрощены. Возможные пиковые значения загрязнений из иловой воды после обработки осадка (илоуплотнитель, механическое обезвоживание) не были приняты во внимание. Разведение, например, чужеродной водой, может, напротив, уменьшать концентрацию азота. Концентрация азота может подвергаться определенным колебаниям в зависимости от вида сточных вод.

Для коммунальных сточных вод концентрация азота $TKN = org.\ N + NH_4\text{-}N$ составляет примерно 50 - 60 мг/л. При этом аммонийная составляющая $NH_4$-N данной суммы выше, чем часть org. N. Рассчитано: TKN на одного жителя составляет 11г в сутки.

*Приток на канализационные очистные станции*

Мочевина и органически связанный азот (org. N) начинают преобразовываться в азот аммония ($NH_4$-N) уже в трубопроводе. Это преобразование называют аммонификацией. Чем длиннее трубопровод и дольше время водоотведения стоков, тем глубже происходит этот процесс. При вводе данных ежедневного расхо-

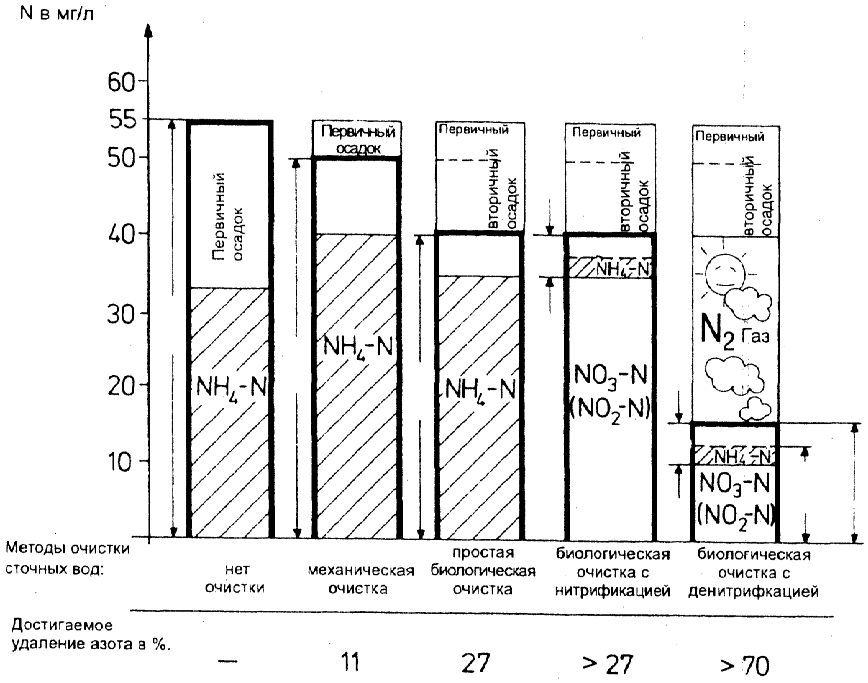



*Рисунок 4.2: Баланс азота в сточных водах*

да бытовых сточных вод – 200 л получается расчетная концентрация

11 000 мг TKN / (жит x сут): 200 л/ (жит x сут) = 55 мг/л

*После механической очистки*

Процесс аммонификации продолжается в сооружениях механической очистки, так org. N преобразовывается далее в $NH_4$-N. Осадок после первичного отстаивания содержит около 1 г N/(жит x сут). Это соответствует удалению из сточных вод около 5 мг/л азота. Эти значения не применимы к биологическим прудам. Для процессов сбраживания необходимы другие условия.

*После биологической очистки (только разложение углерода)*

На данном этапе практически весь азот представлен как $NH_4$-N.



При биологической очистке органическая субстанция переходит в биомассу и удаляется в виде избыточного активного ила. Для образования этой биомассы необходим азот. Таким образом, удаление азота составит – 0,05 x $БПК_5$ = 0,05 x 40 г/(жит x сут) = 2 г N/жит, что соответствует 10 мг/л N в сточной воде.

*После нитрификации*

Окисление $NH_4$-N происходит в аэротенке при достаточном количестве кислорода через нитриты ($NO_2$-N) в нитраты ($NO_3$-N). Аналогичный процесс может происходить в слабонагружаемых или погружных биофильтрах. Этот процесс называют нитрификацией или окислением азота. При достаточном возрасте активного ила, небольшой нагрузке на ил по $БПК_5$ и благоприятных внешних условиях содержание $NH_4$-N на выходе составит менее 3 мг/л, а в большинстве случаев даже менее 1 мг/л. Следует помнить, что нитрат является питательным субстратом в водоемах. Концентрация N в активном иле изменяется незначительно.

*После денитрификации*

В не аэрируемых (аноксидных) водоемах или зонах бактерии не получают кислород; поэтому они вынуждены расщеплять нитрат ($NO_3$-N) для получения достаточного количества кислорода для дыхания. При этом образуется газообразный азот ($N_2$), который удаляется в атмосферу. Этот процесс называют денитрификацией. В процессе очистки ,как правило, денитрифицируется минимум 20 мг/л $NO_3$-N включая $NO_2$-N, концентрация которого менее 1 мг/л.

*TKN (Азот по Кьельдалю)*

Азот по Кьельдалю – это сумма органически связанного азота и аммоннийного азота (org. N + $NH_4$-N). Данная величина представляет интерес на стадии ещё неочищенной сточной воды или после механической очистки. При этом значение org. N настолько мало, что при высокой концентрации по ХПК его величина не имеет значения. Приблизительные концентрации составляют 1–2 мг/л.

*Общий неорганический азот ($N_{общ}$)*

Согласно закону о спуске сточных вод (AbwAG) содержание азота при выпуске сточных вод в водоем должно считаться как сумма $NH_4$-N, $NO_3$-N и $NO_2$-N - без органического азота. При эффективном удалении азота $N_{общ}$ составляет менее 12 мг/л.

*Общий азот (Общ N)*

В отличие от общего неорганического азота общий азот составляет сумму органически связанного азота и неорганического азота и обозначается как Общ N. Данная величина имеет значение в тех случаях, когда органический N (org. N) может составлять более 20 мг/л.

### *4.2.3 Биологическое удаление фосфора*

Для своей жизнедеятельности бактерии нуждаются в питательных веществах. Именно поэтому в процессе очистки удаляется определенная часть растворенных в сточных водах соединений фосфора и азота и переходит в биомассу. Фосфор присутствует в сточных водах всегда в виде соединений с другими элементами, например, с кислородом в случае $PO_4$ (фосфат). Бактерии активного ила обладают свойством, при стрессовых условиях удалять из сточных вод большее количество фосфатов – до 5% по сухому веществу. Такие стрессовые условия создаются при постоянном чередовании анаэробных и аэробных зон. Поэтому такой режим работы часто применяют для биологического удаления фосфора из сточных вод. В предварительной емкости или в части аэротенка создается зона, в которой чередуются анаэробные условия с аэробными. Значительная часть фосфора при этом удаляется в биомассу. Однако, при попадании такого активного ила в область с анаэробными условиями возможен обратный процесс.

Характеристикой хорошей работы такой системы является резкое увеличение концентрации фосфатов в анаэробных условиях. В следующей аэробной части сооружения бактерии опять поглощают фосфор, таким образом, что его конечная концентрация оказывается значительно пониженой. Удаленный из сточных вод фосфат должен быть выведен из системы вместе с избыточным активным илом.



Отдельные элементы метода удаления фосфора на канализационных очистных станциях даны на рисунке 4.3.

## 4.3 Химические процессы

Химическая очистка сточных вод способствует достижению следующих целей:

- Нейтрализации кислых или щелочных сточных вод,
- Переходу растворенных неорганических веществ в нерастворимую форму и удаление из системы в качестве осадка (например, детоксикация сточных вод гальванических производств или удаление фосфатов из коммунальных сточных вод),
- Отделению коллоидно растворенных веществ,
- Улучшению эффекта очистки сточных вод на сооружениях осаждения, флотации и фильтрации.

### *4.3.1 Основы процессов*

Технически необходимо различать методы нейтрализации, осаждения, коагулирования и детоксикации (обеззараживания).

*Нейтрализация*

Под *нейтрализацией* понимают реакцию кислоты с щелочью. При этом образуется соль и вода. Так как для биохимической очистки сточных вод наиболее характерна слабощелочная область pH = 7–7,5, то стоки с сильно колеблющимися значениями pH должны нейтрализоваться. Для нейтрализации щелочных стоков (высокие значения pH) используется в большинстве случаев соляная или серная кислота.

*Осаждение*

При *осаждении* растворенные загрязнения сточных вод переводятся посредством химической реакции с коагулянтом в нерастворимую форму. Данный метод наиболее часто применим для удаления из сточных вод тяжелых металлов. Осаждение может проводиться одновременно с нейтрализацией в соответствующих сооружениях предочистки. С другой стороны, некоторые

выпадающие в осадок соли могут влиять на значения pH. Поэтому совмещению данных процессов необходимо уделять особое внимание.

*Коагуляция*

При *коагуляции* происходит процесс образования крупных хлопьев посредством взаимодействия коагулянта с мелкодисперсными нерастворимыми веществами, содержащимися в сточной воде. В качестве коагулянта могут быть использованы различные химические вещества, образующие хлопья (например, соли железа) в сточных водах. Так как образующиеся хлопья ненамного тяжелее воды, то в дополнение часто применяют присадки (добавки) как вспомогательные средства коагуляции (например, полиэлектролиты). Они способствуют притяжению маленьких хлопьев к более крупным, вследствие чего осаждение происходит быстрее. Коагуляцию иногда применяют для улучшения седиментативных свойств активного ила.

*Детоксикация (обеззараживание)*

*Детоксикация (обеззараживание)* подразумевает разрушение ядовитых веществ или соединений и перевод их в неядовитую для бактерий форму. К основным ядовитым веществам относятся следующие:

Цианид ($CN^-$), хромат ($CrO_4^{--}$), нитрит ($NO_2^-$) и сульфид ($S^{--}$).

Цианид, например, является, самым сильным ядовитым веществом среди неорганических загрязнений воды. Его разрушение производится окислением гипохлоритом натрия (NaOCl) с получением азота и двуокиси углерода.

*Техника методов химической очистки*

Нейтрализация, осаждение солей металлов и детоксикация технически относятся к методам предварительной обработки сточных вод определенного происхождения. Она должна проводиться в месте образования этих сточных вод для того, чтобы сточные воды такого качества не смешивались с коммунальными стоками. С другой стороны, концентрации тяжелых металлов в коммунальных сточных водах в большинстве случаев не высоки и не могут нанести вред работе биологических очистных сооружений.



Тем не менее соли металлов будут присутствовать в осадке. Вследствие этого возникает проблема применения такого осадка для сельскохозяйственных нужд. К тому же осадок, содержащий большое количество тяжелых металлов представляет собой субстанцию, опасную для окружающей среды. Поэтому тяжелые металлы должны удаляться из сточных вод на стадии предочистки.

Особое место в очистке сточных вод занимает вопрос удаления фосфатов. Данный метод не относится к методам предварительной очистки и поэтому будет рассмотрен отдельно.

### *4.3.2 Осаждение фосфатов*

Фосфаты являются питательными веществами для микроорганизмов водоемов и поэтому должны быть удалены из сточных вод. Раньше для этого использовали только химическое осаждение. Между тем стало известно, что бактерии при определенных условиях (см. раздел 4.2.3) могут поглощать большое количество P. Поэтому осаждение имеет сегодня двойное значение.

Добавление солей железа (например, $FeSO_4$) или алюминия (например, $AlCl_3$) приводит к связыванию соединений фосфора и образованию нерастворимых соединений, которые выпадают в осадок и удаляются. Известь также способствует связыванию фосфатов, а изменение при этом значения pH в сторону щелочной среды ускоряет процесс осаждения.

Как при биологическом удалении фосфатов, процесс осаждения происходит только в соединении фосфатов с другими химическими элементами. Соединение фосфата возможно с коагулянтами – солями железа или алюминия и известью.

*Баланс фосфора*

Составление баланса фосфора, как и баланса азота, возможно только при пересчете соединений фосфора на величину P. Для этого все соединения фосфора приводятся к фосфатам, а затем высчитывается общее значение по фосфору = $P_{общ}$

Процессы удаления фосфора, протекающие на канализационных очистных станциях на отдельных этапах очистки сточных вод

наглядно представлены на рисунке 4.3. При составлении баланса не учитывались дополнительные нагрузки от поступления иловой воды после обработки осадка или механического обезвоживания. В расчетах также не учтены обратимые процессы при попадании смеси активного ила и сточной жидкости в анаэробную зону. Эти процессы могут происходить по-разному в различных сооружениях, в данном случае они повлияли бы на простоту представления баланса.

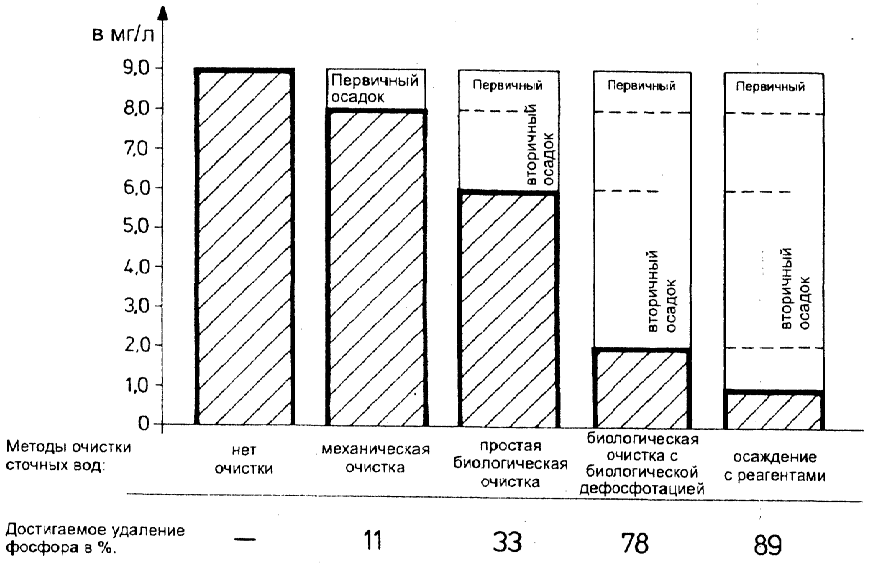



*Рисунок 4.3: Баланс фосфора в сточных водах*

В коммунальные сточные воды фосфаты попадают в большинстве случаев из моющих и чистящих средствами, а также человеческие выделения. Концентрации фосфора в сточных водах в течение последних лет понижаются и составляют для коммунальных стоков 8,0–12,5 мг/л. В пересчете на одного жителя 1,8 г $P_{общ}$ в сутки.

Влияние притока сточных вод на канализационные очистные станции на концентрацию фосфора



При расходе бытовых сточных вод - 200 л получается следующая расчетная концентрация

1 800 мг P / (жит x сут): 200 л/ (жит x сут) = 9,0 мг/л

В практике очистки сточных вод обычно встречаются более низкие концентрации. Это объясняется большим количеством чужеродной воды или большим процентом промышленных стоков в сточных водах. Изменение P-концентрации в канализационной сети не наблюдается.

*После механической очистки*

В осадках сороудерживающих решеток и первичных отстойников связанный фосфор P составляет 0,2 г/(жит x сут), что соответствует удалению 1,0 мг/л фосфора из сточных вод. При более оптимальных методах механической очистки (например, применение сороудерживающих сит) концентрация удаленного фосфора увеличиваться.

*После биологической очистки (только разложение углерода)*

При биологической очистке из сточных вод в аэротенке удаляется около 0,4 г/(жит x сут) фосфора, который остается в избыточном активном иле. Аналогичным образом происходит удаление фосфора в биофильтрах и погружных биофильтрах. Таким образом, возможно удаление до 2,0 мг/л $P_{общ}$ из сточных вод.

*После биологической очистки (с биологическим удалением фос-фора)*

При биологическом удалении P, которое проходит очень часто одновременно с денитрификацией возможно изъятие 0,8 г / (жит × сут) фосфора и перевод его в биомассу активного ила. Таким образом, остаточная концентрация $P_{общ}$ составит около 4 мг/л. При благоприятных условиях возможно достижение и более низких концентраций.

*После осаждения*

После осаждения в сточных водах остается незначительная концентрация фосфора. При правильном ведении технологического процесса осаждения фосфатов (рисунок 5.13) и применении соответствующих коагулянтов возможно снижение концент-

рации фосфора менее, чем $P_{общ}$ = 1,0 мг/л. При фильтровании сточной жидкости с образовавшимися хлопьями концентрация фосфора будет составлять 0,3 мг/л.

*Общий фосфор*

Концентрация фосфора Робщ при выпуске сточных вод от города с количеством жителей до 10000 может составлять 2 мг/л; при количестве жителей больше 100 000 это значение составляет около 1 мг/л.

*Техника метода*

Различные возможности осуществления метода осаждения показано на рисунке 5.13. При этом принятые коагулянты в установленной дозе должны смешиваться со сточными водами в течение наиболее короткого времени. Этап проведения осаждения может быть включен в любой очередности на станции очистки сточных вод. Необходимо отметить, что при осаждении фосфатов количество ила составляет 20–30%, что несравнимо ни с каким биологическим методом.



# 5. Методы очистки сточных вод и применяемое оборудование

## 5.1 Общие сведения

В 2001 году в Германии существовало 10493 коммунальных канализационных очистных станций; при этом малые очистные сооружения поселков с числом жителей менее 50 не учитывались.

| Число | Размер очистных сооружений |
|---|---|
| 249 | Более 100 000 EW |
| 1 589 | 10 001 до 100 000 EW |
| 1 219 | 5 001 до 10 000 EW |
| 3 021 | 1 000 до 5 000 EW |
| 4 415 | менее 1 000 EW |

*Количество коммунальных канализационных очистных станций в Германии*

Канализационные очистные станции являются зачастую самыми дорогими сооружениями поселка или города. Приведем несколько чисел по строительству и эксплуатации очистных сооружений.

| Размер EW | Затраты | |
|---|---|---|
| | ДМ/EW | Млн ДМ |
| 100 000 | 650 – 1 000 | 65 – 100 |
| 10 000 | 700 – 1 200 | 7 – 12 |
| 1 000 | 1 000 – 2 000 | 1 – 2 |

*Значения затрат на строительство очистных сооружений*

| Размер EW | Годовые затраты ДМ/EW x год | Приведенные затраты ДМ/м³ |
|---|---|---|
| 100 000 | 30 – 70 | 0,80 – 1,70 |
| 10 000 | 60 – 90 | 1 – 2 |
| 1 000 | 100 – 200 | 2 – 4 |

*Годовые затраты на очистку сточных вод*

Строительство малых очистных сооружений в расчете на кубометр сточных вод с жителя или за год обходится дороже, чем строительство крупных очистных станций. К этому относятся также затраты на производственные канализационные сети и принадлежащих к ней сооружений, например, дождеприемники или насосные станции, стоимость которых составляет от 40 до 60 ДМ / жит х год. К издержкам относятся налоги на сточные воды, составляющие от 3 до 6 ДМ / м$^3$.

Большой разброс стоимостей строительства указывает на то, что канализационные сооружения могут значительно различаться по своему составу. В каждом конкретном случае необходимо учитывать все особенности водоотведения и более рационально проектировать канализационные очистные сооружения. Наиболее важными пунктами для проектирования являются сбор и отведение сточных вод, особенности местности, методы защиты от паводка, условия конкретного водоема, охрана ландшафта, строительные качества грунта, размер земельного участка, близость к застройкам, и т.д. Перечисленные характеристики показывают насколько дифференцировано должно осуществляться проектирование. Существенное значение на проектирование очистных сооружений оказывают используемые методы очистки с различной эффективностью. Среди всех известных методов биологической очистки следуют отметить наиболее часто применяемые сооружения:

- Биологические пруды
- Аэрируемые пруды
- Растительные очистные сооружения
- Биофильтры
- Погружные биофильтры
- Очистка сточных вод активным илом.

Определенные обоснования должны быть представлены при выборе механических (физических), биологических и химических процессов очистки сточных вод и соответствующих сооружений. К примеру, радиальный или горизонтальный отстойник, эрлифт или скребок для удаления осадка, квадратные, прямоугольные или круглые емкости для биологической очистки. Для аэрации также существует большое количество устройств. Возможен выбор механической или пневматической систем аэрации. Таким образом, необходимо запроектировать и смоделировать эффективную работу оборудования и сооружений для разработки экономически выгодных и надежных в эксплуатации очистных сооружений. При проектировании очистных сооружений обычно не принимается во внимание подбор персонала для их эксплуатации. Однако при подборе кадров необходимо уделять особое внимание образованию и опыту работы с оборудованием для того, чтобы период адаптации человека к работе был наиболее короток.



Некоторые операторы очистных сооружений часто задают вопрос: Почему на моих очистных сооружениях запроектирован биофильтр, а на соседних – аэротенк? Однозначный ответ можно дать только при изучении всех конкретных условий строительства очистных сооружений в этом районе. Но в этой книге хотелось бы упомянуть несколько основных критериев:

- потребление тока при применении биофильтров меньше, чем на станциях аэрации с аэротенками, но станции аэрации обеспечивают более высокую степень очистки.
- сточных вод, возможным перегрузкам и действию токсических веществ, но при срыве в работе сооружения – требуется больший период времени для вывода их на рабочий режим.
- стоимости строительства биофильтров ниже, чем станций аэрации, которые предъявляют более высокие требования, включая контроль за работой сооружения.
- для очистных сооружений малой производительности чаще применяют биофильтры.
- аэротенки оказывают меньшее влияние на ландшафтные условия, так как имеют небольшую высоту и вытянуты в длину, тогда, как биофильтры строятся в виде башен.

*Характеристика отдельных ступеней очистки*

Сточные воды, попадая на очистные сооружения, проходят несколько ступеней очистки (рисунок 5.1). Механическая очистка включает сороудерживающие решетки, песколовки с жироловками, а также первичные отстойники. На очистных станциях малой производительности биологическая очистка часто устраивается без первичного отстаивания. Биологическая очистка осуществляется в аэротенках и вторичных отстойниках, либо в биофильтрах и вторичных отстойниках. В биологических очистных сооружениях происходит удаление органических загрязнений, а на станциях с количеством сточных вод, соответствующих 10 000 EW, – удаление соединений азота. И наконец, на стадии

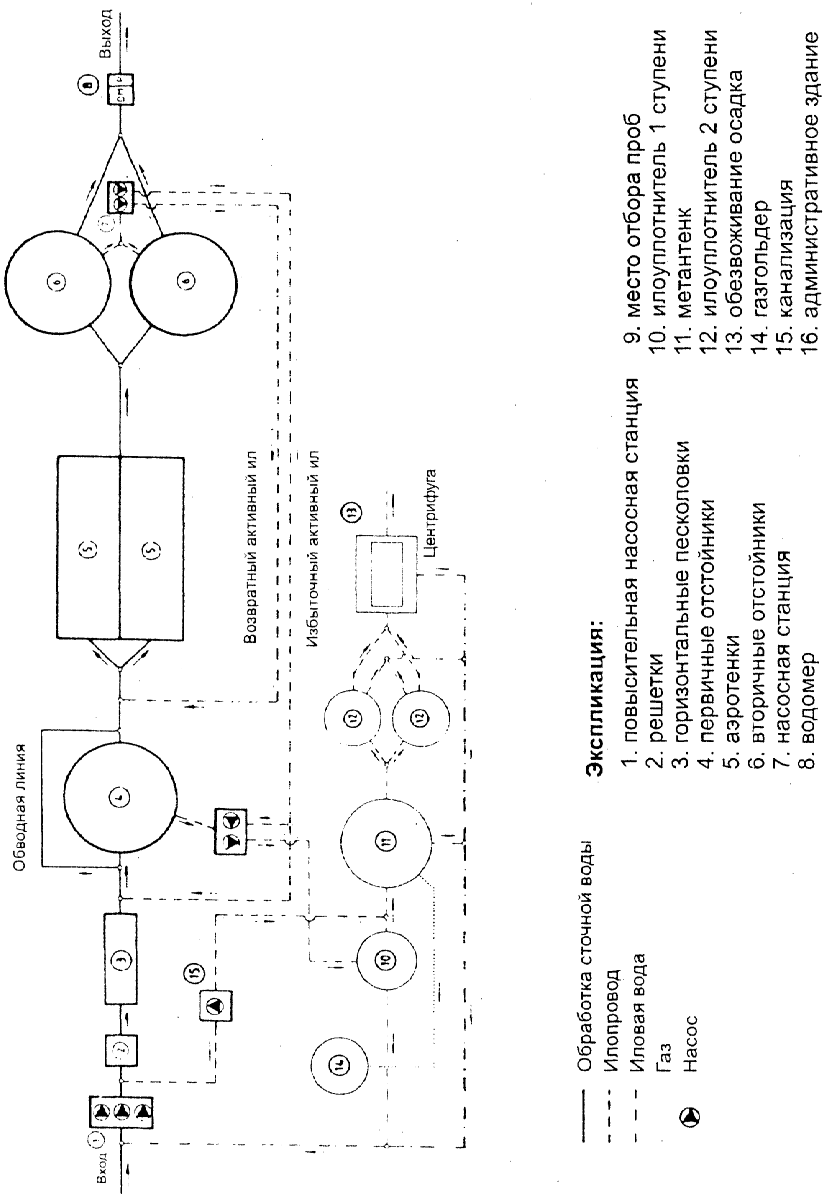



*Рисунок 5.1: Пример компоновки канализационной очистной станции (рассчитанной на 25 000 EW) без удаления соединений азота и фосфора*



химической очистки удаляются соединения фосфора. Это происходит в специальных контактных емкостях и отстойниках.
Однако, в большинстве случаев (в отличие от рисунка 5.1) на очистных сооружениях предусматривается также сооружения для удаления фосфатов (предварительное осаждение или симультанное осаждение).
Удаленные из сточных вод вещества должны подвергаться дальнейшей обработке или утилизации. Это относится к обработке осадка и активного ила, которые на очистных сооружениях должны пройти ступени уплотнения, стабилизации и обезвоживания.

Все виды осадков – отбросы с сороудерживающих решеток, песок и ил, должны обрабатываться допустимыми для окружающей среды методами. Аналогично тому, как сточные воды после очистки включаются в естественный процесс круговорота воды, осадки сточных вод также должны по возможности быть включены в естественные природные процессы. Это означает, что наиболее предпочтительным является использование обработанных осадков в сельском хозяйстве или в качестве энергоносителя, чем применение методов депонирования.

Канализационные очистные сооружения обычно рассчитывают на очистку сточных вод при сухой погоде. Но любая канализационная станция должна обеспечивать необходимую степень очистки и с большими расходами сточной жидкости в период дождливой погоды. При общесплавной канализации характер стоков при сухой и дождливой погоде практически не отличаются. В раздельных системах канализации при сухой погоде и небольшом уклоне в трубопроводе откладывается большое количество грязи, которое затем смывается большим потоком дождевой воды.

Однако, попадание такого количества загрязнений в водоем недопустимо. С другой стороны нельзя рассчитывать очистные сооружения на максимальные расходы. Канализационные очистные станции обычно рассчитываются на удвоенный расход сточных вод при общесплавной системе водоотведения

$$Q_m = 2\,Q_s + Q_f$$

Или на удвоенный расход сточных вод при сухой погоде.

$$Q_m = 2\,Q_t = 2\,(Q_s + Q_f)$$

Расходы, превышающие расчетные значения, должны направляться в камеру ливнеспуска либо непосредственно перед кана-

лизационными очистными станциями, либо на канализационной сети. Осадок и вода из дождеприемника после окончания дождя должна направляется на очистные сооружения. Необходимость этого способа отведения воды определяется обязательной обработкой сильно загрязненных, в частности, производственных сточных вод. В настоящее время существует большое количество сетей, которые не удовлетворяют этим требованиям. Такие сети необходимо модернизировать, расширять или достраивать с целью удовлетворения современным требованиям.

*Указания по сооружениям и методам очистки*

Далее по тексту даются указания по существующим способам строительства и производства работ, при этом особое внимание уделяется тому, как часто необходимо выполнять определенные работы. В зависимости от способа очистки, конструкции сооружения и нагрузки на него технологическое и техническое обслуживание следует выполняться с разной частотой. Выполнение работ и затраченное время зависит от опыта и навыков технического персонала и от исправности рабочего оборудования. Вопрос о режиме производства работ по эксплуатации должен решаться следующим способом: „лучше чаще, чем достаточно не часто!" Все этапы технологического и технического обслуживания должны быть разработаны конкретно для каждых сооружения и отражены в руководстве по эксплуатации. Данное руководство должно обязательно находиться на очистных сооружениях. Такое руководство обычно разрабатывается проектным бюро или строительной организацией. Служебная инструкция и руководство по эксплуатации очистных сооружений вводиться в действие после утверждения ответственным лицом.

*Карманный справочник оператора очистных сооружений ни в коем случае не должен заменять руководство по эксплуатации!*

В руководствах по эксплуатации довольно часто упоминается руководитель очистных сооружений. Для малых и небольших руководителем очистных сооружений является назначаемое административное лицо поселка или городка. Техническая и технологическая эксплуатация очистных сооружений поручается оператору очистных сооружений, если в городе не существует строительного учреждения со своим главным инженером. Если оператор очистных сооружений как руководитель предприятия нуждается в технической консультации, например, в случае аварии он должен обращаться к администрации города или, если есть необходимость непосредственно в проектное бюро, где были разработаны очистные сооружения. Определенную помощь должны оказывать компетентные технические отраслевые органы власти (учреждение водного хозяйства, гидротехническое учреждение, учреждение сельского хозяйства и учреждение обработки отходов), консультативную помощь могут оказывать преподаватели строительных институтов. Адреса и номера телефонов данных учреждений должны быть внесены в руководство по эксплуатации или в журнал эксплуатации очистных сооружений.



При применении горючих смесей для обеспечения работы оборудования персонал предприятия должен знать специальные предписания по складированию вредных веществ и соблюдать требования по технике безопасности. Если на станции применяются химические вещества – например, для удаления фосфатов – необходимо соблюдать требования постановления обращению с опасными веществами. Для защиты от воздействия биологических веществ необходимо строго соблюдать специальные требования при работе с биовеществами; которые определяют гигиенические условия труда и охрану здоровья персонала предприятия канализационных сооружений при очистке сточных вод.

В дальнейшем при упоминании терминов „осмотр" или „контроль" под которыми следует иметь ввиду эксплуатация очистных сооружений или небольшой ремонт оборудования.

Для того, чтобы облегчить эксплуатацию очистных сооружений специалистами разработаны инструкции-рекомендации по эксплуатации в соответствии с плановыми мероприятиями. В основе этих рекомендаций лежит большой опыт специалистов многих поколений. Основные рекомендации приведеныв книге „Очистные сооружения в рисунках – руководство для проектирования, строительства и эксплуатации" [18] с большим количеством фотографий

## 5.2 Сброс сточной воды общесплавной канализационной сети

Для того чтобы дожди большой интенсивности не оказывали значительного влияния на работу очистных сооружений, и в то же время загрязнения из канализационной сети не попадали в водоем, устраиваются специальные дождеприемники. Подробно данная тема рассмотрена в главе 3.

## 5.3 Сороудерживающие решетки, сита

*Задачи, принцип действия и конструкции*

Основной задачей сороудерживающих решеток и сит является удержание текстильных отходов (тряпья), ваты, сигарет, больших камней, ветвей и прочих грубо-дисперсных материалов. Это необходимо для того, чтобы не допустить нарушений нормальной работы канализационных сооружений (трубопроводов, насосов, метантенков и др.). В зависимости от расстояния между прутьями сороудерживающие решетки могут быть мелко- или крупнопрозорчатыми. У мелкопрозорчатых решеток ширина прозоров должна быть не более 10 мм, а в ситах мерилом служит размер отверстия. В некоторых случаях есть необходимость устраивают защитные сороудерживающие решетки. Вещества собираемые на решетках и ситах носят название отбросов. Чем мельче ширина прозоров решетке, тем больше отбросов извлекается из сточных вод. Сокращение расстояния между стержнями в два раза приводит к многократному увеличению количества отбросов, вследствие этого меньшее количество отбросов попадает на очистные сооружения. Отбросы, задержанные на решетках довольно гомогенены, но содержит некоторое количество чужеродных веществ (куски ваты, пластмассы), из-за которых он не может применяться в сельском хозяйстве. Количество собираемых отбросов в сороудерживающих решеток изменяется, следовательно, оно зависит также от времени суток и от погоды (сильный дождь приводит к большему количеству отбросов на решетках). Среднее количество отбросов составляет от 5 до 25 л/(чел × год), или по весу от 4 до 20 кг/ (жит × год), т.е.от каждой 1 000 условных жителей ежегодно обра-зуется от 5 до 25 м$^3$.

Как правило, при устройстве мелкопрозорчатых решеток целесообразна их установка в две ступени с крупнопрозорными. Сороудерживающие решетки нуждаются в определенном техническом контроле. Следует отметить, что сороудерживающие решетки с ручной очисткой на сегодняшний день не соответствуют современным требованиям и не должны применяться.

*Инструкции по установке и эксплуатации*

- Малые очистные сооружения должны оснащаться механизированными сороудерживающими решетками. Для их установки необходимо предусмотреть возможность отопления помещения и дополнительную площадь для размещения 2 контейнеров.
- Для сбора отбросов с решетки должно быть предусматрено автоматическое устройство, в котором разгрузка решетки происходит опрокидыванием в контейнер. Содержимое контейнера необходимо удалять каждые 1 – 3 дня, но не один раз в 6 недель.
- Подъезд к контейнеру должен быть по возможности удобным, а грунт на нем кислотоустойчив.
- В контейнере предусматриваются отверстия для отвода воды канализацию.
- Зимой необходимо применение тонких пластмассовых листов для предотвращения замерзания отбросов в контейнере.
- Дробилки для измельчения отбросов с решеток не пригодны, так как они подвержены частым поломкам, а дробленые отбросы во многих случах вызывают трудности в работе метантенка.
- Применение дешевых решеток на очистных сооружениях экономически не выгодно, так как только хорошо устано-вленные и по возможности коррозионноустойчивые решетки имеют более длительный срок эксплуатации.
- Транспортер для передачи отходов для удобства эксплуатации должен располагаться как можно выше. Поперечное сечение решеток должно обеспечивать пропуск максимальный расхода сточных вод.



*Устройство решеток*

Перед сороудерживающими решетками оборудуется приемная камера. Здесь возможно выпадение в осадок песка, который следует своевременно удалять. Транспортер для транспортирования отбросов должен содержаться в чистоте, а непосредственно сами решетки также должны очищаться от грязи. Это делается с помощью сильной струи воды.

Если отбросы в сороудерживающих решеток необходимо удалять вручную, то необходимо применение резиновых перчаток (см. главу „Гигиена": возможные заболевания)!

Известны следующие виды выпускаемые промышленностью решеток: арочные цилиндрические, радиальные, грейферные и колосниковые. Часто используются понятия прямоточные и про-

тивоточные решетки. В противоточных решетках убирающие отбросы грабли работают в направлении против течения, а в прямоточных – по течению. Ранее применялись решетки скомбинированы с дробилкой, после обработки в дробилке отбросы снова сбрасываются в поток сточных вод, что способствует увеличению количества образующегося осадка и плавающих веществ в первичном отстойнике. Эти недостатки рёшеток-дробилок значительно ограничивают их область применения и в настоящее время они практически не применяются.

Машинное отделение решеток необходимо проверять минимум один-два раза в сутки. Все инструкции и указания фирмы изготовителя должны соблюдаться в обязательном порядке: замена масла, смазочно-заправочные работы, регулирование и т.д.

Система автоматического управления механизмами также должна контролироваться ежедневно. Приемные камеры в зависимости от уровня воды следует очищать 1 раз в неделю, а при установке особого оборудования в выпускных отверстиях необходима их ежедневная очистка.

В суровые зимы существует опасность обмерзания механизмов решетки. Для предотвращения замерзания необходимо увеличение частоты переключения, устройство защиты от ветра или применение отопительных приборов.

*Устройство сит*

В течение последних лет стали более широко применяться сороудерживающие сита. Такие сита дополняют или заменяют сороудерживающие решетки. Это происходит из-за того, что в сточные воды попадает все большее количество волокнистых материалов, которые вызывают нарушения нормальной работы очистных сооружений. Сита оказались пригодны также при их использовании на промышленных предприятиях. При попадании на сита большого количества фекалий или жиров, они часто засоряются. Их очистка производится промывкой горячей водой, подаваемой под большим давлением. Наиболее удачными в применении являются самоочищающиеся сита-дробилки с размером отверстий 0,25 – 5 мм.

Однако, применение сит не может заменить весь процесс механической очистки, поэтому для задержания песка и взвешенных



веществ необходимо устройство песколовок и первичных отстойников. При этом песок из песколовок становится чище. Как показывает практика эксплуатации, что при применении сит на очистных сооружениях через них целесообразно пропускать возвратный активный ил и сырой осадок из первичных отстойников.

*Отбросы сороудерживающих решеток и их прессование*

Устройство мелкопрозорных решеток и соответственно сит приводит к большему количеству собираемых отбросов. За счет прессования объем отбросов значительно уменьшается. Разумеется, органическая составляющая прессованного осадка больше, чем минеральная, поэтому для обработки таких отбросов все чаще применяют промывку, при этом органическая составляющая значительно уменьшается. Промытые отбросы лучше обезвоживаются, а промывная вода вместе с содержащимися в ней органическими загрязнениями подвергаются процессу очистки сточных вод.

*Удаление отбросов (сороудерживающих решеток и сит)*

Отбросы представляют особый интерес для крыс, ворон и чаек, чтобы избежать их нашествия, а также неблагоприятного запаха и неприглядного вида, их необходимо собирать в закрытые контейнеры и хранить таким образом до тех пор, пока они не будут подвергнуты депонированию или сжиганию. Летом для обеззараживания отбросов при необходимости возможно применение хлорной извести.

Согласно TA Отходы Поселений органическая составляющая TR подлежащих захоронению отходов не должна превышать 5% от потерь при прокаливании; согласно данному документу установлен переходный период до 01.06.2005.

При применении решеток на крупных очистных сооружениях для сбора отбросов возможно применение ленточных конвейеров, которые направляют отбросы непосредственно в передвижные тележки. При прессовании отбросов применяют специальные устройства для расфасовывания их в мешки. Сжигания отбросов в печах применяются редко.

## 5.4 Песколовки

*Задачи, принцип действия и конструкции*

В сточных водах, особенно при устройстве общесплавной системы водоотведения (при таянии снега образуется много песка), содержится большое количество песка, который должен задерживаться в песколовках. В противном случае песок, попадая на другие очистные сооружения нарушает их работу, в частности, в метантенках он приводит к затвердеванию осадка. Особо восприимчивы к наличию песка двухъярусные отстойники.

При устройстве горизонтальных песколовок скорость течения замедляется путём увеличения поперечного сечения лотка таким образом, чтобы частицы песка не транспортировались далее в потоке сточной воды, а оседали. Как правило, в осадок выпадают частицы размером около 0,1–0,2 мм. Необходимая скорость течения в горизонтальных песколовках составляет 30 см/с; то есть для прохождения 10 м длины песколовки необходимо около 30 секунд. Скорость течения в песколовке можно измерить помощью такого простого плавающего прибора, например, пробки. Если скорость слишком большая, например, при дожде, то необходимо проконсультироваться со специалистом и уменьшить скорость движения сточной воды в сооружении. Так как расход воды постоянно меняется, то скорость течения также не одинакова, поэтому при небольшом расходе в осадок могут выпадают другие вещества, например, фекалии. Если в осажденном песке накапливается большое количество способных к загниванию веществ, то от песколовок может исходить неприятный запах. Удаленный песок также содержит органические вещества, обладающие неприятным запахом. В таких случаях для устранения неприятного запаха песок необходима промывать водой или продувать воздухом. Следует помнить, что песок из песколовок всегда черный, даже после его промывки цвет сохраняется. Эта окраска связана с присутствующими в сточных водах соединениями серного железа. Среднее количество песка, улавливаемого на очистных сооружениях составляет в зависимости от застройки и поверхности твёрдого покрытия от 2 до 20 л/жит × год, т.е. на 1 000 условных жителей приходится от 2 до 20 м$^3$ ежегодно.

По крайней мере один раз в месяц необходимо контролировать эффективность работы песколовок с помощью исследования наличия песка в осадке первичного отстойника. При этом возможно фиксирование части песка, которая не удерживается песколовками. Контроль осуществляют следующим образом:



Цилиндр на 1 л наполняют осадком отобранным пробоотборником в начале первичного отстойника до отметки (штриха) 100 мл, т.е. в. (Конечно, можно исследовать уже обработанный осадок, но это спосо-бствует увеличению времени работы песколовки в непра-вильном режиме (определенное количество песка не задерживается песколо-вкой)). Затем цилиндр заполняется водой до 1 000 мл и встряхивают. Через несколько минут осадок осаждается до той же отметки 100 мл, а вода сливается (декантирование). Затем необходимо снова долить воды в цилиндр и т.д. После от 2 до 3-х кратного декантирования можно достаточно точно определить, как содержание песка в осадке, а так и размеры зерен или частиц песка.

Если количество песка в осадке оказывается достаточно большим, то необходимо контролировать скорость потока воды в песколовках, так как в этом слечае, режим работы песколовки не удовлетворяет необходимым требованиям.

*Горизонтальные песколовки* бывают с 1, 2 или большим количеством камер. При наличии 2-или многокамерных песколовок необходимо предусматривать резервные камеры для принятия большего расхода сточных вод (например, в дождливую погоду; камеры управляются перегородками или шиберами с электрическим приводом) или на время чистки рабочих песколовок. Для того, чтобы обезвоживать песок под песковой камерой устраивают дренажные трубы, которые быть расположены достаточно часто. Песок из горизонтальных песколовок может удаляться вручную или с помощью механического сгребания оборудования. В последнем случае песок перемешается к воронке с помощью скребков, а затем удаляется эрлифтом, либо он транспортируется всасывающим насосом на сооружения обработки песка, где его отмывают.

В *песколовке с круговым движением воды* песок посредством образования воронки засасывается в приямок, и удаляется оттуда эрлифтом, песок поднимается по трубопроводу за счет давления, создаваемого компрессором. Этот метод применим также и для горизонтальных песколовок. На крупных очистных сооружениях применяют аэрируемые песколовки с механизированным удалением песка очисткой. При помощи аэрации образуется поток спиральной формы, который остается всегда равномерным независимо от течения и хорошо отделяет песок от органических загрязнений, при наличии такого потока возможно одновременное

удаление масел с поверхности воды. Эксплуатацию машинных установок необходимо проводить в полном соответствии с инструкциями и руководствами фирм-изгото-вителей.

*Инструкции по установке и эксплуатации*

- При возможности следует использовать аэрируемые песколовки (даже на сооружениях малой производительности).
- Аэрируемая песколовка может быть оборудована жироловками и автоматическим сбором песка в контейнер.
- Отапливаемый бункер для песка и расположение сооружений по обработке песка в здании значительно облегчают зимнюю эксплуатацию.
- Аэрация крупными пузырьками уменьшает опасность засоров. Трубы для аэрации должны быть разборными для своевременного удаления засоров.

*Эксплуатация и уход за горизонтальными песколовками с ручной очисткой*

Камеру песка необходимо обрабатывать граблями ежедневно, лучше несколько раз в день, движение грабель должно производиться против направления течения, для того, чтобы не дать возможности осадку спрессоваться. Взмучивание можно производить также с помощью струи воды. Необходимо регулярно измерять наполнение песковой камеры. Глубина камеры определяется расстоянием от дна до нижнего края выпускной трубы и соответственно лотка. Если камера песка заполнена на 2/3, то ее необходимо очистить. Камера должна очищаться после каждого сильного дождя, с тем, чтобы перед следующим дождем она была свободна. При эксплуатации горизонтальных песколовок песок необходимо удалять специальным черпаком.

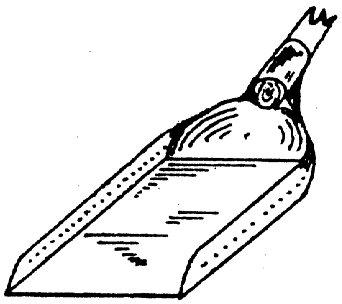


*Рисунок 5.2:*
*Черпак для удаления песка*



Песок выгружают черпаком (см. рис. 5.2), из которого вода удаляется через отверстия, и переносят в специальную тележку. Очистку песколовки начинают с конца песколовки и продолжают очистку против течения воды.

Применение этого метода возможно и при эксплуатации многокамерных песколовок. Таким образом, одна камера песколовки всегда остается рабочей. Другую необходимо содержать сухой или заполненной чистой водой для того, чтобы избежать образования неприятного запаха.

Если при дожде одна камера двухкамерной песколовки быстро наполняется и очистка её в данный момент невозможна, то эту камеру необходимо перекрыть шибером и пустить сточную воду через другую камеру в работу. Затем открывают шибер заполненной камеры, спускают воду и через некоторое время можно удалять из камеры практически сухой песок.

Для очистки песколовок могут быть приспособлены также ассенизационные (вакуумные) машины.

Засоренные дренажи необходимо своевременно очищать, а в некоторых случаях их следует заменять на новые. При этом двухкамерная песколовка эксплуатируется временно как однокамерная.

Песок может складироваться в месте, доступном для подъезда грузового автомобиля, если песок выделяет неприятный запах, то его необходимо обработать хлорной известью.

Вывоз песка на полигоны хранения и переработки бытового мусора возможно только в том случае, если песок не содержит органических загрязнений, например, после обработки в пескомойке (классификатор песка, гидроциклон). На крупных очистных сооружениях возможно применение такой технологии обработка песка, при которой предусматривается его дальнейшее использование.

## 5.5 Отстойники

*Задачи, принцип действия и конструкции*

В отстойниках выделяются взвешенные вещества, которые содержатся в сточных водах. В основе процесса выделения лежат

процессы гравитационного осаждения, т.е. вещества, которые тяжелее воды под действием силы тяжести оседают (седиментируют), а вещества, которые легче воды – всплывают (флотируют). Так как данный процесс происходит механически путём, то такой метод очистка сточных вод относится к механическим.

В первичных отстойниках продолжительность отстаивания составляет 0,5–2 часа. При этом скорость течения сточных вод уменьшается до нескольких миллиметров в секунду. Таким образом, взвешенные вещества, которые составляют, примерно, 1/3 всех загрязнений бытовых сточных вод, практически полностью оседают на дно отстойника, в то время как оставшиеся 2/3 растворенных загрязнений поступают далее на биологическую очистку. В сооружениях биологической очистки загрязнения посредством обработки их бактериями переводятся в иловую субстанцию (хлопья ила), которая под действием сил гравитации оседает во вторичном отстойнике. На больших станциях аэрации хлопья активного ила относительно легки, особенно при обработке сточных вод, что сказывается на процессах вторичного отстаивания. Поэтому процессу вторичного отстаивания необходимо уделять особое внимание.

При первичном отстаивании из сточных вод удаляются плавающие вещества (пробки, апельсиновые корки, жиры, масла, презервативы). Этот процесс происходит с использованием полупогружной перегородки. Задержание отдельных плавающих веществ может происходить также в распределительной чаше отстойников. Иногда, при работе первичных отстойников наблюдается всплытие осадка под действием биогаза. Это является сигналом того, что возникли какие-либо неполадки в системе удаления осадка со дна отстойника, например, плохо работают скребки или слишком редко происходит удаление осадка.

Во вторичном отстойнике содержание плавающих веществ ранее не учитывалось. Однако, с внедрением новых технологий и расчетом сооружений на окисление соединений азота с более длительным временем пребывания активного ила во вторичном отстойнике наблюдается появление плавающих веществ. Это частицы активного ила, которые всплывают под действием газообразного азота, образующегося в процессе денитрификации, выделяющегося в атмосферу. Поэтому во вторичных отстойниках современной конструкции следует устанавливать полупогружные



перегородки для удержания плавающего ила.

Время пребывания в отстойниках необходимо определяется следую-щим образом: полезный объем резервуара (в м³) рассчитывается по расходу сточных вод (в м³/ч). Расчет показывает необходимое время пребывания сточных вод.

Пример:
Средняя глубина воды в остойнике (без осадочной части)
hm = в начале 2,0 м,
в конце – 1,8 м, в середине – 1,9 м.
Ширина зеркала воды b = 4 м, длину зеркала воды l = 15 м.

Поверхность зеркала воды A = ширина × длина = b × l = 4 м × 15 м = 60 м²,

Объем резервуара V = глубина × поверхность зеркала воды = $h_m$ × A = = 1,9 м × 60 м² = около 114 м³,

Расход в полуденное время (около 13 до 14 ч.) = 12 л/с,
л/с × 3,6 = м³ / ч, итак 12 × 3,6 = 44 м³ / ч = Q (расход),

Время пребывания t = V: Q = 114 м³: 44 м³ / ч = 2,6 часа.

Фактическое время пребывания всегда оказывается меньше расчетного примерно на 10–30%, большое влияние при этом оказывают образование „мертвых" зон в углах резервуара, неравномерный приток, слоистости температуры, потоки разной плотности.

Конструкции отстойников отличаются по движению потока воды: В прямоугольных горизонтальных отстойниках сточная вода движется вдоль сооружения, в радиальных – как правило, от центра к периферии. В радиальных или прямоугольных отстойниках вода может направляться снизу наверх, причем во вторичном отстойнике данной конструкции часто отчетливо видна граница ила. В то время как в радиальных отстойниках осаждение ила и его сбор в приямок происходит за счет действия силы тяжести. Частица падает на дно и затем скользит по наклонной поверхности к дну приямка. Сбор загрязнений в горизонтальном отстойнике происходит при помощи специальных скребков, которые движутся вдоль сооружения по его дну, собирая осадок в приямок. Для плавающих веществ и плавающего ила в большинстве случаев применяют подвижные фермы, располагаемые на уровне зеркала воды. Скребки в отстойниках должны приводится в движение минимум 1–2 раза в сутки или работать непрерывно.

Накапливающийся в осадочном приямке сырой осадок необходимо, как минимум, один раз в сутки или чаще перекачивать

в метантенки. Для этой цели используются иловые колодцы. Сырой осадок осевший в первичных отстойниках, как правило, имеет неприятный запах, поэтому выпускать его из осадочного приямка необходимо по возможности непрерывно, кроме случаев тех случаев, когда на станции аэрации предусмотрен илоуплотнитель. Бороться с возникающим неприятным запахом возможно с помощью водопроводной воды, разбрызгиваемой над осадком на высоте около 1 м.

Особо следует отметить двухъярусный отстойник, в котором ил самостоятельно оседает и перегнивает в расположенной ниже осадочных желобов септической камере. Подробно данное сооружение рассматривается в разделе „двухъярусный отстойник", однако нижеизложенные указания инструкции по эксплуатации относятся также и к двухярусному отстойнику.

*Инструкции по установке и эксплуатации*

- В иловых колодцах необходимо размечать легко считываемые маркировки для измерения количества образующегося осадка.

  В илового насосных станциях впускной патрубок необходимо устраивать более крутым, а всасывающий трубопровод по возможности более коротким.
- Колодцы со специальным ограждением легче содержать в чистоте, чем шахты с колосниковой решеткой, что особенно при создании избыточного давления производственной воды минимум 6 бар.
- Для устройства зубчатого водослива, лотков и полупогруженных перегородок необходимо применять нержавеющий материал (не алюминий).
- В отстойниках всегда необходимо предусматривать сбор плавающего ила.
- Лотки для плавающего ила устраивают с крутым спуском.
- Первичные отстойники должны иметь обводные трубопроводы, кроме случаев с большим количеством отстойников.
- Длинные скребки должны быть устроены таким образом, чтобы их ремонт и очистка были возможны на твердом грунте.
- Скребки специальных конструкций более всего подвержены повреждениям.
- Конец скребка оборудуют устройством для его обогрева.



*Эксплуатация и уход*

Плавающие вещества из распределительных камер отстойников необходимо удалять 1–2 раза в неделю и перерабатывать вместе с отбросами сороудерживающих решеток. Трубопровод или лоток поступающей в отстойник сточной жидкости необходимо проверять ежедневно и очищать его прутком или струей воды для того, чтобы избегать односторонней загрузки резервуара и засорения впуска. Плавающий ил в отстойнике следует удалять ежедневно (не путать с плавающей коркой в метантенке). Обслуживание скребковой тележки необходимо проводить согласно инструкциям, осадок им отстойника должен регулярно выпускаться. При этом наблюдают за цветом осадка; если он будет светло-серый, то выпускной шибер необходимо закрыть и открыть еще раз через 5 – 10 минут; если осадок снова светлосерый, то шибер необходимо окончательно закрыть. Кроме изменения цвета, осадок можно определять по текучести. Плотный поток, глухой звук = тяжелый осадок; рваный поток, журча-щий звук = легкий осадок.

Количество осадка измеряют по данными работы насосов или по отметками в иловом колодце и вносят в журнал эксплуатации, кроме того в него заносятся результаты седиментационных исследований ежедневно отбираемых проб. Ежедневно осадок необходимо выполнять анализы осадка. Еженедельно скребком осадок удаляют с косых поверхностей иловых приямков. Чем тщательнее это делается, тем меньшее количество плавающего ила образуется.

Еженедельно необходимо прочищать перепадные каналы и лотки, удаляя с них жировые отложения, для этого можно применяют химические чистящие средства. От применения таких веществ необходимо по возможности отказаться, так как эти средства содержат большое количество хлорбензола и другие углеводородов или кислоты хлора, которые оказывают неблагоприятное влияние на процессы очистки сточных вод. Очень хорошо подходят для обезжиривания использование обезжиривающего вещества разбрызгивающего струей пара. В последнее время появляются небольшие водяные насосы высокого давления. Они используют воду, например, вторичного отстаивания и тем самым способствуют экономии воды.

## 5.6 Биофильтры

*Задачи, принцип действия и конструкции*

К сооружениям биофильтрации относятся сооружения подачи сточных вод (насосная станция), собственно биофильтр и вторичный отстойник. (рисунок 5.3.).

Иногда насосная станция может быть расположена перед первичными отстойниками. Насосная станция не требуется, если сточные воды попадают в биофильтр посредством естественного уклона и не рециркулируются из вторичного отстойника.

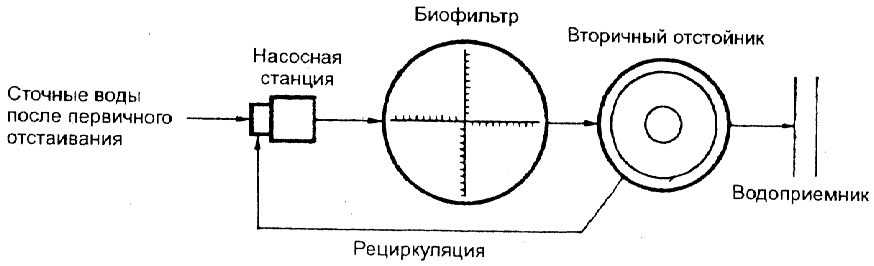



*Рисунок 5.3: Схема биофильтра*

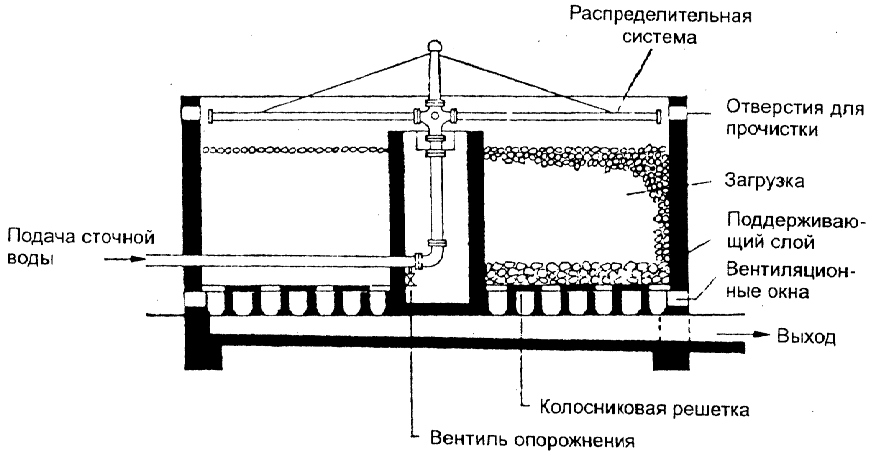



*Рисунок 5.4: Разрез биофильтра*



Биофильтр (рисунок 5.4) состоит из загрузки (горной породы, гравия, керамзита или шлака), которая помещена на колосниковую решетку и окружена цилиндрической водонепроницаемой стенкой. Стенка имеет вентиляционные отверстия равные высоте колосниковой решетки. Используемый для загрузки биофильтра материал должен быть морозостойким, устойчивым к атмосферным воздействиям, чистым, свободным от песка и иметь равномерный гранулометрический состав. Для загрузки часто используется пористая вулканическая порода, а также гранит или известняк. Фракции загрузки имеют диаметр от 40 до 80 мм, а в поддерживающем слое – от 80 до 150 мм. В последнее время для загрузки используется платмассовые блоки или элементы, пластмассовая загрузка имеет большую пористость и не происходит заиливание загрузочного материала.

После механической очистки сточные воды равномерно распределяются реактивным оросителем по поверхности загрузки биофильтра. При этом трубопроводы оросителя – распределительной системы – могут быть смонтированы из дырчатых труб, расположенных в радиальном направлении и укрепленые в центре биофильтра на центральной опоре. Привод для вращательного движения возникает из-за небольшого напора вытекающей из отверстий жидкости и не требует специального двигателя. Поступающие на биофильтр сточные воды фильтруются через загрузку и контактируют со слоем бактерий. Бактерии на загрузочном материале образуют биологическую пленку, толщина которой составляет несколько миллиметров. Очищенная сточная вода через колосниковую решетку попадает в отводящий лоток и направляется во вторичный отстойник. Для проведения процесса очистки в наилучших условиях в биофильтр через вентиляционные отверстия может подаваться воздух.

Протекая через загрузку сточная вода смывает часть отмершей биологической пленки и её уносит во вторичный отстойник, где она выпадает в осадок. Если бы этого непоисходило, биопленка запол-нила бы все пространство межпоровое просстранство загрузочного материала и прохождение воды стало бы невозможным. Чем больше органических загрязнений попадает на биофильтр, тем быстрее растет биопленка, тем выше окислительная мощность сооружения и тем чаще необходимо проводить промывку биофильтра водой из вторичного отстойника.

При расчете биофильтра с гравийной загрузкой учитывают, что каждый м³ загрузки может удалить загрязнений по $БПК_5$ 400 г/сут. При очистке сточных вод с нитрификацией $БПК_5$ должно составлять не более 200 г/сут на м³ загрузки. Из-за большой площади поверхности пластмассовой загрузки гидравлическая нагрузка на сооружение может быть увеличена.

Высоты слоя загрузки должна составлять 3–5 м. Подача сточных вод производится на поверхность загрузки. Это должно учитываться при расчете рабочего режима сооружения и режима промывки. Пример расчета *гидравлической нагрузки:*

Подача сточных вод Q = 20 л/с = 72 м³ / ч; (в некоторых случаях необходимо учитывать время подачи сточных вод от насосной станции);

Диаметр биофильтра = 10 м;

$$\text{Поверхность биофильтра } A = \frac{d^2\ \pi}{4} = \frac{10\ x\ 10\ x\ 3{,}14}{4} = 78{,}5\ м^2$$

Гидравлическая нагрузка = Q : A = 72 м³ / ч : 78,5 м² =

= около 0,9 м³/ (м²хч) = 0,9 м/ч.

Среднесуточная гидравлическая нагрузка должна составлять около 0,8 м/ч.

*Инструкции по устройству и эксплуатации*

- При использовании биофильтров количества потребляемой энергии ниже, чем при очистке сточных вод в системах с активным илом в аэротенках. На очистных сооружениях до 5 000 EW рекомендуется устраивать биофильтры из-за их надежности в эксплуатации. Ошибки в эксплуатации на таких станциях аэрации практически исключены. Осадок после биофильтров лучше обезвоживается.
- Биофильтры с плоскостной загрузкой наиболее предпочтительны, так как обладают большей рабочей поверхностью.
- При правильном расчете биофильтров возможно глубокое окисление азота (нитрификация), возможно осуществление также процессов денитрификации в биофильтрах.
- Для подъёма на рабочую площадку оборудуется лестница (не стремянка).



- С рабочей площадки производят внешний осмотр реактивного оросителя и поверхности загрузки.
- Отверстия для прочистки плети реактивного оросителя должно иметь минимальные размеры 40/40 сантиметр.
- Распределительная система должна своевременно очищаться от механических загрязнений, попадающих на биофильтр. Во избежание засорения возможно оборудование специальных сит или мелких решеток распределительных отверстий.
- Насосы, подающие сточные воды на биофильтр монтируют и оборудуют таким образом, чтобы было возможно устранить засоры обратным током жидкости.
- Очень важна хорошая теплоизоляция стен биофильтра.
- В областях с холодным климатом предусматривают специальное купольное покрытие биофильтра.
- Вентиляционные отверстия должны быть защищены от ветра; это возможно достичь посредством высаживания растений.
- Листва не должна попадать на поверхность биофильтра, так как это способствует образованию засоров в теле загрузки. В осеннее время для предотвращения попадания листвы на загрузку возможно на биофильтре устанавливаются специальные сети.

*Эксплуатация и уход*

Эффективность работы биофильтра зависит от правильной работы реактивного оросителя, работа которого должна контролироваться ежедневно. Следует проверять свободны ли выпускные отверстия и могут ли сточные воды беспрепятственно и равномерно попадать на биофильтр. Если отверстия засорены, то их необходимо очистить специальной щеткой. Помимо этого через специальные люки проверяют работу насосов и трубопроводов и если необходимо производят их промывку и прочистку. Загрязнения, удаляемые в ходе таких прочисток, обрабатываются вместе с отбросами снятыми на сороудерживающих решетках. Следует заметить, что чем лучше работают сооружения механической очистки, тем меньше засоров образуется на биологических фильтрах. В соответствии с проведенными ежедневными санитарнохимическими анализами воды и биопленки, условия работы биофильтров могут изменяться.

Для предотвращения образования запаха и размножения мух (Psychoda) вентиляционные отверстия и *сточные лотки* должны

быть очищены от биопленки, поэтому их необходимо промывать раз в две недели потоком воды. В безветренную погоду можно провести контроль работы системы вентиляции биофильтра. Контроль проводят посредством задымления или горящей свечи. Если сточные воды по отношению к наружному воздуху имеют более низкую температуру, то движение воздуха может идти в обратном направлении. Для того, чтобы предотвратить замерзание реактивного оросителя, необходимо следить за его постоянным вращением. Образовавшийся на стенах биофильтра лед необходимо своевременно сбивать. Вентиляционные отверстия на стороне холодного ветра, необходимо закрывать древесинными досками. В областях с сильными морозами предусматривают утепление биофильтра и его укрытие. Утепление может производиться устройством биофильтра в здании или временным возведением деревянных шатров. Если замерзания биофильтра и оросительной системы не удаётсяь избежать, то необходимо опорожнить трубопроводы и вывести биофильтр из эксплуатации. О произошедшем следует немедленно доложить органам власти!

*Вода* на поверхности загрузки, а также затхлый запах – это признаки заиления биофильтра. Кроме того, вода на поверхности биофильтра может скапливаться из-за разросшихся на загрузке грибов. Для устранения данных неисправностей в работе биофильтра необходимо проведение следующих мероприятий:

1. Очистка верхних слоев загрузки. Это должно делаться очень осторожно с тем, чтобы зерна загрузки не закупорили загрузку в другом месте.
2. *Постепенная промывка биофильтра с помощью реактивного оросителя. Промывка будет успешнее, если на ороситель подать воду с большим напором и расходом, например, включив одновременно все насосы.*
3. Опрыскивание поверхности загрузки струей воды под давлением. (возможно также применение сжатого воздуха.)
4. Увеличение эффективности промывки путем снижения частоты вращения реактивного оросителя. Движение реактивного оросителя может тормозиться, в то время лучи реактивного оросителя поворачиваются вокруг продольной оси таким образом, что скорость вращения в направлении вращения будет меньше. Аналогично работают разбрызгивающие розетки или



отверстия в трубе реактивного оросителя, которые действуют против направления вращения.

5. Увеличение эффективности промывки путем повышения подачи насоса.
6. Посыпка поверхности $NaNO_3$. Поверхность загрузки биофильтра посыпается 400 g $NaNO_3$ на 1 $м^2$ и легко очищается. Возникающие при этом молекулы азота способствуют разрыхлению биопленки. Через несколько часов биофильтр может быть пущен в эксплуатацию, однако, при этом необходим строгий контроль за состоянием биопленки. После такой обработки повышается эффективность работы биофильтра на длительное время. $NaNO_3$ можно приобрестиь в торговых лабораториях или в аптеках.
7. Хлорирование сточных вод. Указания см. далее.
8. Иммобилизация и высыхание биофильтра.

Биофильтры, работающие при большой нагрузке необходимо подвергать промывке согласно пункту 2 каждые 3-4 недели, не дожидаясь появления воды на поверхности загрузки. При этом необходим тщательный контроль процесса промывки. Нельзя допускать смыва большого количества биопленки в отводящий лоток.

Пункты 7. и 8. упомянутых мероприятий должны проводиться только прд наблюдением со стороны органов технического контроля. Причем пункт 7 должен применяться только в исключительных случаях, так как помимо полного повреждения биопленки хлорирование может вызвать гибель рыбы в водоеме.

Если поступление сточной жидкости на биофильтр неравномерно или нагрузка на сооружение очень мала, то на поверхности загрузки, особенно около стены, а также около вентиляционных отверстий могут появиться мухи. Эти маленькие насекомые появляются в первую очередь в тех местах, где нагрузка по загрязнениям наименьшая. Они не летают далеко, но могут быть унесены ветром и принести значительные неудобства местному населению. Против появления мух помогает постоянная требуемая нагрузка и хорошая промывка биофильтра (сравнимо с мероприятиями по удалению воды с поверхности загрузки и против заиления). Хороший результат в борьбе против мух дает также применение хлора. Проведение данных процессов необходимо в присутствии руководства органов технического надзора.

На некоторых очистных сооружениях в биофильтрах возможно появление червей (нематоды и др.). Они не мешают процессу очистки, поэтому в данном случае особые мероприятия по их уничтожению не требуются.

В некоторых случаях в биофильтрах возможно появление червей. Присутствие их может создавать некоторые проблемы, так как скопление червей могут вызвать кольматацию загрузки биофильтра, для предотвращения этого необходимо выполнить соответствующих мероприятий (например, 7 или 8), которые способствуют уничтожению яиц червей.

Во *вторичном отстойнике* должны содержаться в чистоте сточные желоба или если имеются в наличии, трубы или щели на входе в сооружение. Плавающие хлопья биопленки или пузырьки газа свидетельствуют о процессах гниения в резервуаре. Для того, чтобы такие явления не возникали следует как можно чаще удалять осадок из приямка и тщательно очищать наклонные стенки приямка. Для контроля работы сооружения ежедневно проводят анализ очищенной воды и осевшей биопленки. Ежедневно измеряемая прозрачность очищенной сточной воды должна быть минимум 50 см.

## 5.7 Погружной биофильтр

Другим сооружением для биофильтрации является погружной биофильтр. В данном случае биологическая пленка располагается на пластмассовых дисках диаметром от 2 до 3 м, которые надеты на ось на расстоянии от 1 до 2 см друг от друга. Вместо дисков могут использоваться пластмассовые элементы различных форм. Процесс очистки происходит следующим образом. Ось с дисками находится в постоянном медленном вращаении, таким образом, что часть образованного диска, примерно, от 1/3 до 1/2, периодически смачивается сточной водой, то есть микроорганизмы биопленки, образовавшейся на дисках, периодически получают питание из сточной жидкости, а периодически – кислород. Биофильтр должен быть правильно рассчитан для того, чтобы не допустить сильного зарастания промежутков между дисками. Зарастанию биофильтров способствует длительная перегрузка сооружения по загрязнениям. Заросшие места биофильтров необходимо промыть и снова запустить сооружение в работу. Потребление электроэнергии таким биофильтра невелико. Стоимость его строительства сравнима со стоимостью строительства биофильтров других конструкций.



Применение погружных биофильтров возможно при осуществлении процессов нитрификации и денитрификации. При этом нитрификация проводится в аэробном режиме. Денитрификация осуществляется, к примеру, в тех случаях, когда погружной биофильтр полностью покрыт водой и расположен перед обычным биофильтром (рисунок 5.5).

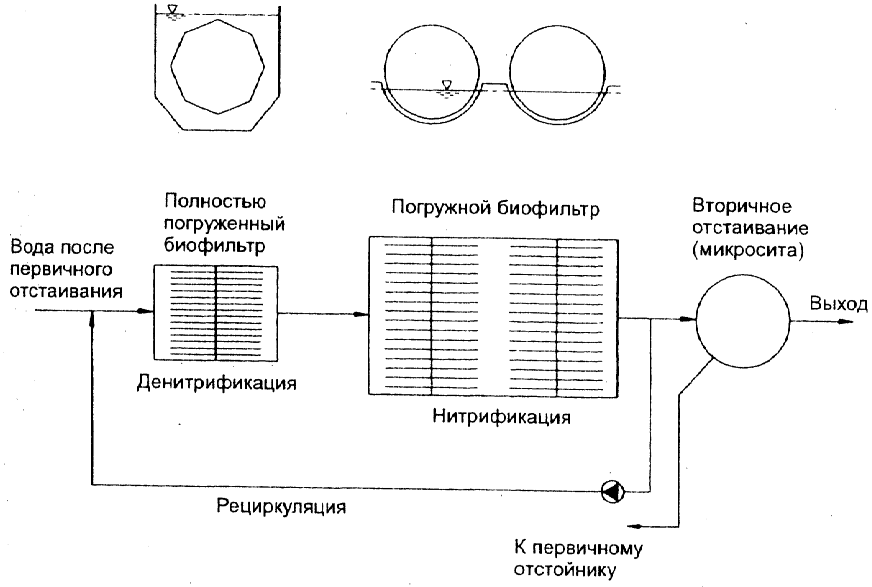



*Рисунок 5.5: Установка погружного биофильтра с предварительной денитрификацией в полностью затопленном биофильтре*

## 5.8 Аэротенк

*Задачи, принцип действия и конструкции*

Очистка сточных вод в аэротенках (рисунок 5.6) происходит за счет смешивания сточных вод с возвратным активным илом из вторичного отстойника и аэрации. Бактерии, находящиеся в хлопьях ила поглощают растворенные в воде органические загря-

знения и оседают во вторичном отстойнике. В процессе переработки загрязнений образуется бесчисленное количество бактерий (биомасса), которое носит название „активный ил". После осаждения во вторичном отстойнике активный ил опять направляется в аэротенк для осуществления процесса очистки. Так как бактерии размножаются очень быстро, то при большой нагрузке на сооружение концентрация активного ила становится очень большой, поэтому избыточный активный ил необходимо периодически удалять. Он отводится к первичному отстойнику, где смешивается с сырым осадком и далее осадочная смесь направляется на сооружения сбраживания осадка.

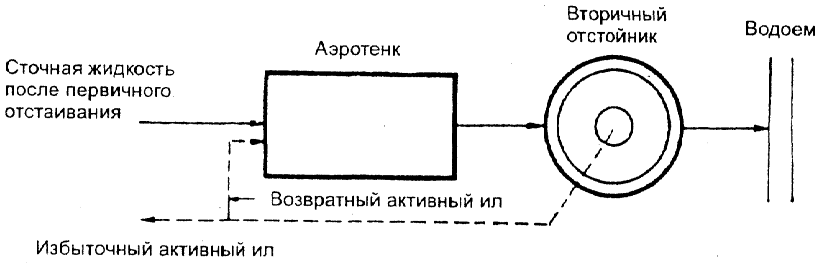



*Рисунок 5.6: Схема биологической очистки с аэротенками*

В противоположность биофильтрации аэрация, рециркуляция и смешивание сточных вод с активным илом в аэротенке происходят искусственным путем. К аэротенку подводятся сточные воды, возвратный активный ил и воздух. Методы подвода могут быть весьма разнообразны. Возвратный активный ил, например, может подаваться в голову сооружения в то время как подача сточных вод часто распределена на 2/3 длины резервуара. Воздух подводится ко всему резервуару; если возможно управление подачей кислорода, то необходимо подавать в начале сооружения большее количество кислорода и меньшее – в конце сооружения. Системы аэрации могут быть пневматическими и механические, действующие при помощи щеточных аэраторов. При системах аэрации необходимо различать пневматическую аэрацию и механическую при щеточных и других типов аэраторов (роторы с горизонтальной осью и круглые механические аэраторы с вертикальной осью) (Рисунок 5.7).



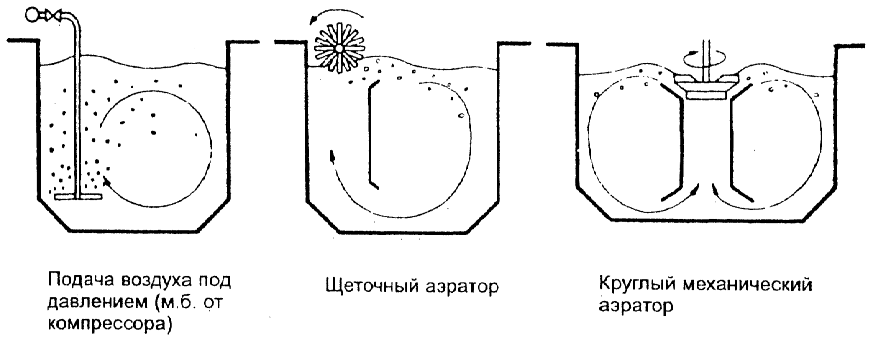



*Рисунок 5.7: Устройства аэрации*

Сжатый воздух подается в сооружение под давлением через дырчатые или пористые аэраторы. В зависимости от размера воздушного пузырька разделяют „мелкопузырчатую", „среднепузырчатую" или „крупнопузырчатую" аэрацию. Пористые аэраторы изготавливают из глины, пластмассы или из войлока; также применяют аэрационные трубы, обтянутые резиной. Из щеточных аэраторов наиболее известными являются щетка Кессенера и воздухоподъемник. Кроме того, существует большое количество модификаций механических аэраторов. Аэрационные устройства предлагают фирмы EMU, Fuchs.

Одним из самых старых аэрационных биологических сооружений является окислительный канал (Рисунок 5.8). В таком канале сточные воды в течении несколько дней без предварительно очистки циркулируют вместе с активным илом и с помощью аэрационных устройств снабжаются кислородом воздуха. Ранее для аэрации применялись механические аэраторы. Количество сточной жидкости, поступающее в канал равно количеству сточной жидкости направляемой во вторичный отстойник. Вследствие длительной аэрации смеси активного ила и сточной воды активный ил не только перерабатывает органические загрязнения, но и с течением времени стабилизируется. Поэтому такой активный ил возможно сразу направлять на сооружения обезвоживания без дополнительного сбраживания. Этот биологический процесс называется аэробной стабилизацией осадка.

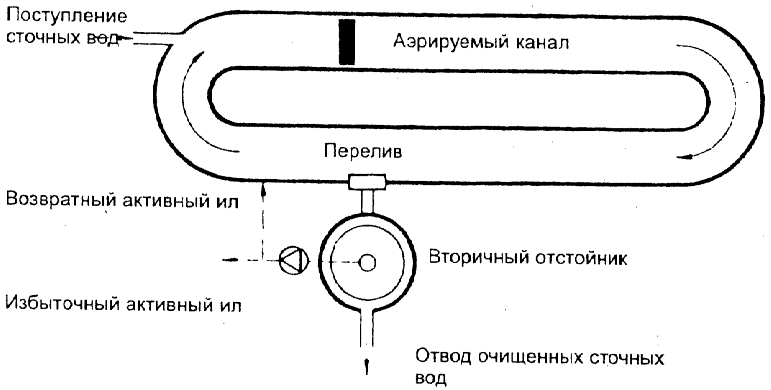



*Рисунок 5.8: Окислительный канал*

Очистка сточных вод активным илом применяется сегодня на большинстве очистных сооружений. Аэротенк по сравнению с биофильтром имеет следующие преимущества:

- Меньшая занимаемая площадь,
- Эксплуатационная надежность при низких температурах сточных вод,
- Возможна более короткая ступень предварительной очистки,
- Возможно управление подачей кислорода, количеством активного ила и коэффициентом рециркуляции возвратного активного ила для создания необходимых нагрузок и получения удовлетворительного результата.

При этом следует отметить следующие недостатки:

- Более высокий уровень контроля работы,
- Существенно более высокие затраты на электроэнергию,
- Активный ил имеет высокую влажность и процесс обезвоживания трудоемок,
- Способность к оседанию активного ила может изменяться в широком диапазоне,
- Более высокие требования к строительству вторичного отстойника.

*Удаление углерода*

При очистке сточных вод в аэротенке в первую очередь разлагаются углеродистые соединения. При этом нагрузка на активный ил составляет $B_{TS} > 0{,}3$ кг $БПК_5$/(кг TS x d), и возраст ила $t_{TS} < 4$ дней, т.е. время пребывания сточных вод в аэротенке относительно мало. Для этих условий подходит схема очистки сточных вод, изображенная на рисунке 5.5.



*Удаление азота*

При длительном времени обработки сточных вод в аэротенке нагрузка на активный ил по углеродистым соединениям уменьшается и способствует стабилизации ила $B_{TS} < 0{,}05$ кг $БПК_5$/(кгTSxd). При этом начинается также окисление соединений азота, нитрификация. Наиболее полно процесс протекает при небольшой нагрузке и высокой температуре сточных вод. Возраст ила должен составлять $t_{TS} > 10$ дней. Таким образом, в активном иле развиваются бактерии медленно растущие и более восприимчивые к внешним условиям среды, которые необходимы для проведения процесса окисления соединений азота. Чем более высокого возраста ила удается достичь, тем большее количество бактерийнитрификаторов появляется в биомассе и тем глубже протекает процесс нитрификации. При этом, содержание кислорода в аэротенке должно составлять около 2 мг / л.

Для проведения процессов денитрификации, напротив, растворенный кислород не должен присутствовать в обрабатываемой воде. В противном случае бактериям нет необходимости расщеплять нитратную молекулу для получения кислорода. Также в аноксидных зонах необходимо наличие питательного субстрата (углеродистые соединения сырой сточной воды).

Удаление азота может происходить в аэротенке только при создании аэрируемых (аэробных) и неаэрируемых (аноксидных) зон. Технически этого можно достичь устройством предварительной аноксидной зоны (рисунок 5.9). Другая возможность состоит в том, чтобы чередовать аэробные и аноксидные области в одноиловой системе(рисунок 5.10).

При предварительной денитрификации регулируется подача сточных вод, нитратсодержащего возвратного активного ила и нитратсодержащей рециркуляционной воды в аноксидную зону аэротенка (D-зону). Содержимое зоны перемешивается мешалками. Бактерии возвратного активного ила удаляют часть углеродистых соединений уже на данной стадии. Для своего дыхания они используют кислород нитратов. Газообразный азот при этом уда-

ляется в атмосферу. Далее сточная вода попадает в аэробную зону (N-зону), где окончательно удаляются углеродистые соединения, а азот аммония окисляется до азота нитратов.

В окислительном канале с симультанной денитрификацией сточные воды сначала попадают в аэробные условия (N-зона), где аэрируются совместно с активным илом, а через некоторое время – в аноксидные условия (D-зона). Если возвратный активный ил и подача сточных вод осуществляется в аноксидную зону, то описанные процессы нитрификации и денитрификации протекают одновременно.

Требуемых условий для удаления из сточных вод соединений азота можно достигать также периодическим включением и выключением аэраторов (чередующаяся нитрификация / денитрификация).

При правильном режиме эксплуатации эффективность очистки сточных вод с помощью описанных методов (помимо приведенных здесь, существует большое количество различных вариантов ведения процессов) практически одинакова. Приведенные варианты проведения процесса будут отличаются друг от друга только размерами строительных конструкций. Способ симультанной денитрификации имеет небольшое преимущество по сравнению с другими методами из-за простоты способа строительства и режима эксплуатации. Однако, для его осуществления необходимы большие объемы сооружений. Следует помнить, что если сточная вода с высоким содержанием кислорода попадает в D-зону, то процесс удаления азота при этом может нарушится.

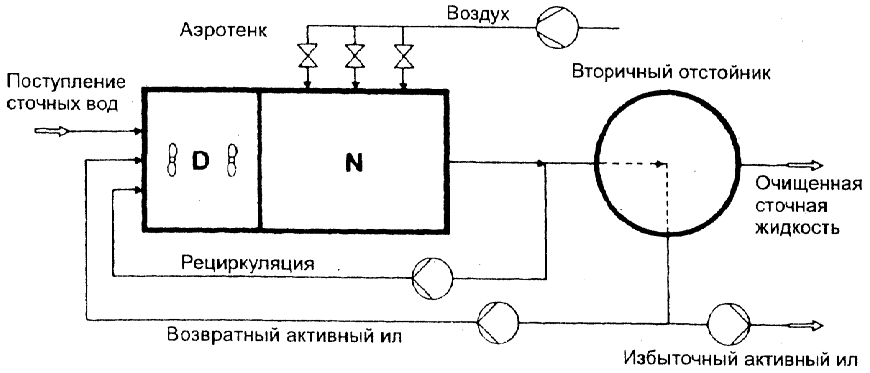



*Рисунок 5.9: Предварительная денитрификация*



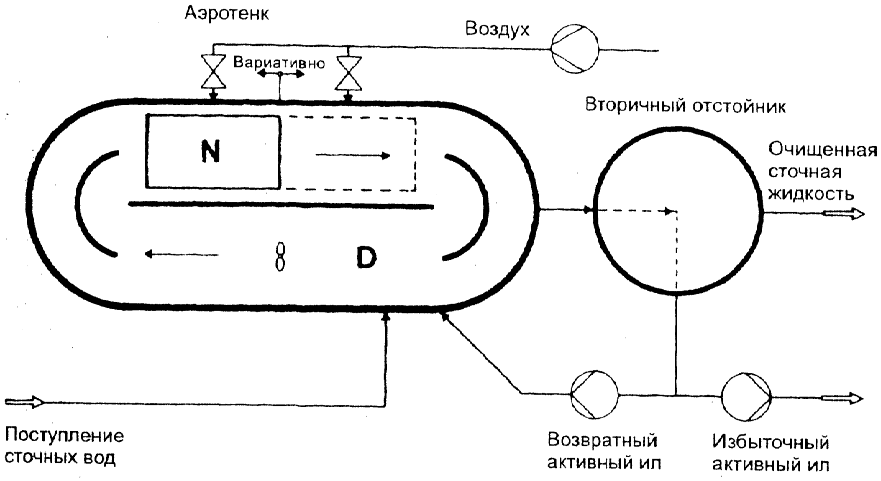



*Рисунок 5.10: Симультанная денитрификация*

Возраст ила $t_{TS}$ является очень важным параметром в процессе удаления азота из сточных вод. Чем больше возраст ила, тем глубже окисляется азот. Возраст ила соответствует среднему времени пребывания микроорганизмов в аэротенке (не путать с продолжительностью пребывания сточных вод в сооружении).

Для определения соотношения массы активного ила во вторичном отстойнике и массы активного ила в аэротенке необходимо знать количество сухого вещества в иле и количество избыточного ила. При подаче возвратного активного ила из вторичного отстойника непосредственно в аэротенк (а также при смешивании сточной воды с активным илом и подачи смеси в аэротенк) количество избыточного ила должно учитываться. Для определения количества осевших в отстойнике веществ необходимо знать расход сточных вод (Q) и количество взвешенных веществ (дозу активного ила) ($TS_e$).

$$\text{Возраст ила } t_{TS} = \frac{TS_{BB} \times V_{BB}}{TS_{US} \times Q_{US} + TS_e \times Q} \text{ в сутках}$$

Для расчета величины в хорошо работающих вторичных отстойниках значение $TS_e \times Q$ можно опустить.

*Биологический метод удаления фосфора*

Для успешного удаления соединений фосфора из сточных вод необходимо жестко выполнять все требования для осуществлении метода. Так для изъятия бактериями большого количества фосфатов необходимо создание предварительной камеры смешения или специальной зоны с анаэробными условиями (то есть без доступа кислорода). В данной зоне (камере) должна обрабатываться некоторое время смесь сточной воды и возвратного активного ила. Следует иметь ввиду, что в данной анаэробной зоне не должно быть даже химически связанного кислорода нитратов, то есть возвратный активный ил необходимо денитрифицировать.

После прохождения анаэробной зоны смесь активного ила и сточной воды направляется в аэробную зону нитрификации, где удаляется большое количество фосфатов. Если в данную технологическую схему снова будет включена зона денитрификации, то будут проходить процессы при которых фосфора будет снова выделяться в сточную воду и, который может удалиться при попадании в аэробную зону.

Из-за колебаний содержания фосфатов в сточных водах данный метод удаления фосфора применяется крайне редко, хотя он является наиболее экологичным и надежным в эксплуатации. Поэтому, как правило, для удаления фосфора из сточных вод используют добавление химических веществ – коагулянтов.

*Инструкции по установке и эксплуатации*

- При устройстве механических аэраторов необходимо предусмотреть большие кожухи или козырьки для защиты от распыления воды; часто они бывают слишком маленькие.
- Перед запуском аэрационного устройства в эксплуатацию целесообразно опробовать его на чистой воде в готовом резервуаре для проверки эффективности его работы.
- Подача кислорода должна регулироваться плавно, бесступенчато; это важно для работы электродов по определению количества кислорода в воде.
- Датчики кислорода должны располагаться таким образом, чтобы замеры отражали действительное содержание $O_2$ в различных частях аэротенка. Непосредственно за щеточным аэратором или в месте выхода пузырька воздуха их устраивать нельзя.



- Аэраторы должны располагаться так, чтобы они были доступны для ремонта и прочисток и безопасны для технического персонала.
- Ротационные воздуходувки с напорной стороны и со стороны всасывания снабжают отбортовкой для облегчения ремонтных работ.
- Помещения воздуходувок должны быть тщательно заизолированы и расположены в стационарном здании.
- Трубопроводы возвратного активного ила в аэротенке не должны находиться ниже уровня воды для того, чтобы можно было наблюдать за активным илом и производить отбор проб.
- При устройстве нескольких аэротенков распределение возвратного активного ила будет неравномерным, если осуществлять разводку непосредственно перед вводом в аэротенк.
- Работа по уходу за сооружениями существенно уменьшится, если для соединения сточных вод и активного ила устраивать не лотки, а трубопроводы.
- При станциях аэрации с аэротенками необходимо предусматривать обводной трубопровод для возможности выключения из эксплуатации первичных отстойников.
- Смешивание сточных вод и возвратного активного ил перед сооружением облегчает оборудование аноксидных (бескислородных) зон.

*Эксплуатация и уход*

Для эксплуатации аэротенков большое значение имеет регулярное – несколько раз в сутки – исследование активного ила. Помимо этого необходимо производить санитарно-химические анализы проб сточной воды из аэротенка и измерять объем ила в цилиндре после получасового отстаивания. Исходя из общего количества ила и сухого вещества определяют какое количество ила необходимо удалить из системы (избыточный активный ил). Особое внимание следует уделять изменению внешнего вида активного ила, возможной коагуляции и ухудшению седиментативных характеристик ила. Для осуществления контроля за работой сооружения время от времени необходимо строить кривую осаждения активного ила и определять иловой индекс. Для построения кривой пробу активного ила помещают в цилиндр и отмечают объем ила в цилиндре каждые 5 минут в течение получаса. Затем полученные данные наносят на график и получают диаграмму. При плохо оседающем иле может наблюдаться удаление большого

количества ила. При быстром приросте биомассы следует часто определять дозу ила и рассчитывать иловой индекс.

Хороший активный ил имеет иловой индекс от 50 до 150 мл / г. Если иловой индекс выше 150 мл/г и активный ил содержит большое количество нитчатых микроорганизмов, то говорят о вспухшем активном иле. Вспухший активный ил плохо оседает, находится во взвешенном состоянии во вторичном отстойнике и может выходить из сооружения вместе с очищенной сточной жидкостью.

Количество вспухшего активного ила может сильно увеличиваться при благоприятных условиях (питательные вещества, температура, содержание кислорода, pH), которые особенно благоприятны для развития нитчатых бактерий. Поэтому для борьбы с данным явлением чаще всего целесообразно удалить данный активный ил и вырастить новый. Если условия не позволяют это сделать, необходимо создать условия неблагоприятные для развития нитчатых бактерий и предотвратить их рост.

В последнее время появились данные о том, что кроме нитчатых существуют несколько разновидностей бактерий, укоторые могут вызывать вспухание активного ила и мероприятия по борьбе с данным явлением не всегда могут быть успешными. Часто нитча-тые бактерии появляются только в определенные сезоны, на-пример, весной, что связано с повышением температуры воды и воздуха. Вспуханию активного ила благоприятствуют также неко-торые виды сточных вод, например, стоки консервных или ви-нодельческих заводов. К загниванию активного ила приводит недостаток азота и фосфора в сточных водах.

Определенные режимы работы также способствуют вспуханию активного ила. К этому относится нагрузка по $БПК_5$ около 0,5 – 0,7 кг/($м^3$ х сут). Работа аэротенка в режиме продленной аэрации может вызвать вспухание активного ила. Длительное пребывание ила во вторичном отстойнике вызывает его загнивание и вспухание, чему способствует неправильные гидравлически расчеты вторичного отстойника. Так, рассчитанный с небольшим запасом отстойник удерживает активный ил гораздо большее время, чем положено по расчету, что вызывает голодание активного ила.

Так как очистка сточных вод активным илом производится с помощью различных бактерий и причины нарушения работы сооружения отличаются друг от друга, то и мероприятия по их



ликвидации должны быть различны. Определенного рецепта в данном случае не существует. Оператору очистных сооружений можно рекомендовать опробовать различные меры по наладке стабильной работы аэротенка. В случае сомнения ему необходимо обратиться к специалистам по биологической очистке или в технические органы надзора.

Как уже отмечалось, на канализационных очистных станциях в аэротенке с нитрификацией образовываются нитраты, которые во вторичном отстойнике денитрифицируются. При этом выделяется газообразный азот, который при выделении может захватывать хлопки активного ила со дна и поднимать их на поверхность воды. Это явление не следует путать со вспуханием активного ила с развитием нитчатых бактерий.

В случае денитрификации хлопок ила, находящийся на поверхности воды содержит пузырек воздуха, так называемую воздушную пробку. После того, как пузырек лопается, хлопок ила тут же опускается на дно отстойника. Этот процесс может продолжаться несколько часов. Данное явление можно хорошо наблюдать в мерном цилиндре.

Вообще, процесс денитрификации очень важен для очистки сточных вод и эти процессы необходимо осуществлять, но при этом не следует проводить их во вторичном отстойнике, основная функция которая это проведения процесса отстаивания. Для проведения денитрификации желательно строить специальные емкости и сооружения.

Денитрификация должна проводиться целенаправленно на канализационных очистных станциях и при этом не создавать трудностей в работе других очистных сооружений (см. удаление азота).

Против образования плавающих хлопков активного ила или процесса денитрификации во вторичном отстойнике возможно проведение следующих мероприятий. Необходимо помнить, что данные мероприятия не всегда эффективны.

1. Увеличение количества отведенного из вторичного отстойника ила. Рециркуляция активного ила рассчитывается по формуле

$$\text{Рециркуляция в \%} = \frac{TS_{BB} \times 100}{TS_{RS} - TS_{BB}}$$

При этом $TS_{BB}$ = доза ила в аэротенке
$TS_{RS}$ = доза возвратного активного ила.

2. Сокращение времени пребывания осажденного ила во вторичном отстойнике (менее 1 часа), при этом необходимо увеличить скорость перемещения скребка вторичного отстойника (при радиальных скребках до от 6 до 8 см/с). Возможно увеличение натяжения цепи скребков для лучшего сбора акти-вного ила в приямок.
3. Тщательная очистка всех лотков канализационных очистных станций от осадков, которые могут приводить к загниванию сточных вод.
4. Уменьшение времени пребывания сточных вод в первичном отстойнике. Это производится для того, чтобы не допустить загнивания сырых сточных вод на канализационных очистных станциях.
5. Значения pH сточных вод около 6–7 в аэротенке свидетельствуют о том, что необходимо дополнительное насыщение воды кислородом.
6. При проведении процесса глубокой нитрификации (остаточное содержание $NH_4$–N менее 3 мг/л) целесообразно устраивать аноксидные зоны (зоны без растворенного кислорода) размером от 20 до 40% от общего объема аэротенка.
7. Если известно, что на данные очистные сооружения приходит достаточно большое количество сточных вод от сахарного, пивоваренного или молочного заводов и возможно развитие нитчатых бактерий в аэротенке, то следует производить дозированиее солей азота и фосфора (все процессы должны быть заранее исследованы отраслевой лабораторией).
8. При добавлении коагулянтов, например, сульфата железа, хлорида железа, сульфата алюминия, хлопьеобразование ила может увеличиваться, а седиментационные свойства его улучшаться. Иногда целесообразно применять добавление извести. Из-за повышения pH-значения и опасности образования корки процесс с известью необходимо вести особенно тщательно.
9. Добавление в аэротенк 20 до 40 мг/л ($H_2O_2$) помогает эффективно бороться с вспухшим активным илом, вызванным появлением Sphaerotilus. В сутки на 1 м$^3$ аэротенк можно вводить от 20 до 200 г вещества.



10. При наличии аэротенка большой длины сточные воды и возвратный активный ил следует смешивать перед сооружением. При этом происходит одновременное хорошее перемешивание и образуется аноксидная зона.

Мероприятия 4, 6, 7, 8, 9 и 10 должны производиться только при контроле со стороны органов технического надзора. Дополнительные указания по данному вопросу можно найти в [15], издание 4/81.

Для контроля работы аэротенка необходимо обязательное проведение регулярного микроскопического наблюдения. При этом возможные нарушения работы аэротенка можно предотвратить уже на начальном этапе. Журналы записи изображений полученных при исследованиях при помощи микроскопа разработаны Управлением водного хозяйства земли Бавария, Мюнхен. Инструкции по проведению данных исследований см. также [17], [19], [22] и [24].

Не менее важным для контроля работы сооружения являются показания датчиков, в частности, количество растворенного кислорода в аэротенке. Он должен составлять минимум 2 мг/л. При пневматической аэрации количество кислорода зависит от интенсивности работы воздуходувок. При наличии механических аэраторов для регулирования содержания кислорода в воде изменяют число оборотов и глубина погружения аэратора. Изменение глубины возможно в области от 5 до 30 см; управление возможно или изменением уровня жидкости или вертикальным смещением механических аэраторов. Работы механических аэраторов должна вызывать образование турбулентных потоков воды. Это делается для того, чтобы в любом случае, даже при отказе илового насоса активный ил не оседал на дно резервуара, а находился во взвешенном состоянии. Следует помнить, что устройство хорошей аэрации и рециркуляции – залог успешной работы биологических сооружений, так как из-за кислородной недостаточности активный ил очень быстро подвергается процессам гниения. Несколько часов без воздуха достаточно для начала гнилостных процессов.

Образование пены в аэротенке недопустимо. Она препятствует растворению кислорода. В случае ее появления возможно опрыскивание аэротенка водой с целью гашения пены. В лотке сбора очищенной сточной жидкости устанавливают косую стенку, которая принуждает пену к погружению.

Стены аэротенка на уровне воды каждые 2 до 3 дня необходимо чистить от жиров и пены для предотвращения появления запаха и возникновения жирных кислот.

Активный ил из вторичного отстойника необходимо постоянно перекачивать в аэротенк. Следует помнить, что при нахождении активного ила во вторичном отстойнике более часа бактерии начинают погибать.

Перед *вводом в эксплуатацию* необходимо тщательно проверить все трубопроводы (воздуховоды, илопроводы, трубопроводы сточной воды) на наличие остатков строительного мусора. Для *введения в эксплуатацию* к аэротенку подводят сточную оду после первичного отстаивания и активный ил, взятый с других очистных сооружений или из соседнего аэротенка. Одновременно начинают работать насосы возвратного активного ила. Ил следует начинать удаляться из системы только в том случае, если необходимая доза его полностью достигнута. При этом дозу ила в период запуска сооружения необходимо контролировать как можно чаще. Период ввода в эксплуатацию продолжается, как правило, от 10 до 20 дней, при слабо концентрированных сточных водах – до 4 недель. Зимой вводить аэротенк в эксплуатацию затруднительно. В данном случае возможно постепенное начало эксплуатации с медленно увеличиваемой частичной нагрузкой.

При применении пневматической аэрации перед воздуходувками на всасывающем воздуховоде необходимо устройство воздушных фильтров. Это делается для того, чтобы воздух подавался в аэротенк чистый и не засорял аэраторы. Такие воздушные фильтры часто склонны к обмерзанию в холодную погоду, что, соответственно мешает захвату воздуха. Образование льда на фильтрах можно предотвратить, если воздуходувки и воздушные фильтры будут располагаться в отапливаемом помещении.

Аэраторы в аэротенке должны регулярно прочищаться. В зависимости от вида аэратора это необходимо делать один раз в 4–12 месяцев. Если аэраторы мелкопузырчатой аэрации засорены, что можно определить по показаниям амперметра воздуходувок – возрастает потребление электрического тока. Засоры отдельных аэраторов происходят чаще всего в том случае, когда в аэротенке наблюдается пониженная турбулентность и интенсивность аэрации невелика.



Очистка аэраторов обычно требует большого количества времени и больших трудозатрат. Данный процесс можно ускорить, если в воздуховод залить очищающее средство, затем включить воздуходувки и, медленно открывая воздушную заслонку, пропустить воду через аэраторы. Об эффективность операции можно судить показаниям амперметра.

Для очистки аэраторов можно применять пар. Через специальную уплотнительную манжету струю пара направляют на аэратор.

Дополнительные указания по эксплуатации аэротенков см. в разделе „Измерительные приборы" в пунктах о дозе ила, иловом индексе и количестве кислорода.

При эксплуатации аэротенков и систем аэрации необходимо тщательно соблюдать все руководства по эксплуатации фирм-поставщиков оборудоваия.

Указания по эксплуатации вторичного отстойника после аэротенка соответствуют аналогичным указаниям системы биофильтр-вторичный отстойник.

Работа по уходу и эксплуатации аэротенка и вторичного отстойника в общем не велика. Однако, здесь необходим тщательный контроль за работой сооружений. Причем проведение контроля не зависит от размера станции очистки сточных вод (т.е. на станции очистки от 100 EW должен проводиться контроль в том же объеме, что и на станции очистки от для 100 000 EW). При этом особенно высокие требования предъявляются к техническому персоналу и его квалификации. Для контроля за работой аэротенка необходимо проведение специфических исследований и измерений (см. соответствующий раздел), качество которых зависит только от квалификации персонала. Минимальные требования предъявляются только в случае контроля за приборами и автоматическими датчиками аэротенка (самоконтроль). Остальные мероприятия довольно сложны в исполнении и требуют большой тщательности, определенных навыков и добросовестности.

## 5.9 Комбинированные сооружения

Под комбинированными сооружениями понимают сооружения, в которых совмещены несколько различных процессов, проводящихся обычно различных емкостях. Это могут быть, например,

двухъярусные отстойники, где совмещены отстойник и емкость для сбраживания осадка, а также сблокированные конструкции – сооружения первичного и вторичного отстаивания, биофильтрации и вторичного отстаивания, аэротенка и вторичного отстаивания и др.

### 5.9.1 *Двухъярусные отстойники*

*Задачи, принцип действия и конструкции*

Двухъярусный отстойник, или эмшеровский колодец, получил свое названия от реки Emscher, находящейся в Рурской области Германии. Знаменитый ученый в области водоотведения Карл Имхофф впервые применил такое сооружение. Оно представляло из себя септическую камеру, отделенную перегородками и наклонными стенками от отстойной емкости, в которой сточные воды очищаются от взвешенных веществ. Взвешенные вещества выпадают в осадок и по наклонным поверхностям попадают в септическую камеру, расположенный внизу сооружения. (см. рисунок 5.11).

Двухъярусные отстойники бывают радиальные и прямоугольные. На крупных очистных станциях устраивают последовательно несколько секций отстойников с одним иловым приямком. В единичных случаях, если поступающие на очистку сточные воды подаются под давлением, двухъярусные отстойники располагают на поверхности. Большей частью отстойники закапывают на определенную глубину. Поэтому отделение метантенка двухъярусных отстойников чаще всего располагается в области грунтовых вод, температура которых около 1–2°C. Для перемешивания осадка целесообразно применение специальных насосов, которые, к сожалению, устраивают редко

*Инструкции по установке и эксплуатации*

- Целесообразно устройство насоса для перемешивания осадка.
- Трубопроводы иловой воды должны быть жестко установлены в осадочном приямке.



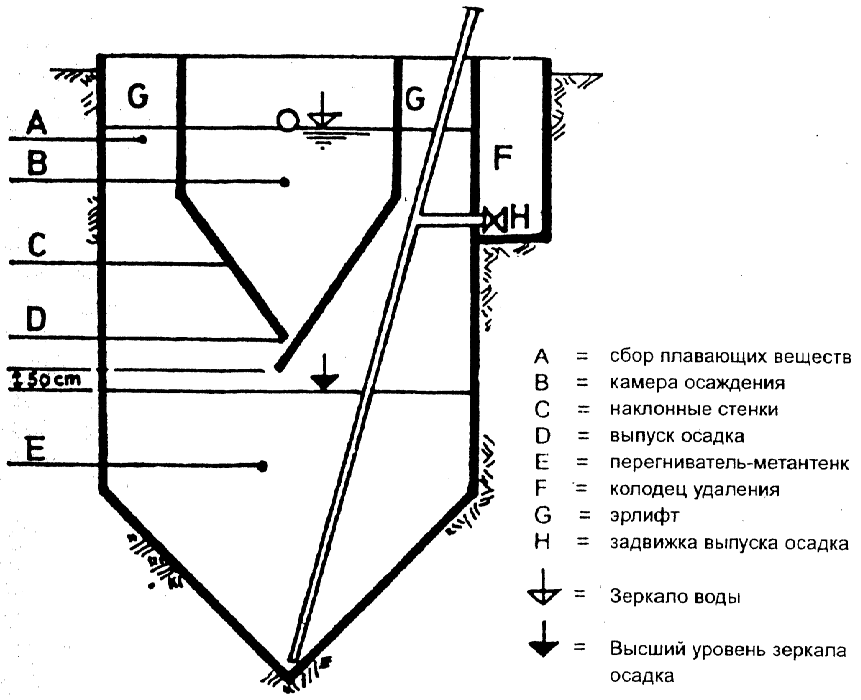



*Рисунок 5.11: Двухъярусный отстойник*

*Эксплуатация и уход*

К общим правилам по уходу и эксплуатации отстойников необходимо добавить несколько мероприятий, которые проводятся *по меньшей мере еженедельно*. Следует измерять высоту уровня зеркала осадка и уровень зеркала воды в отстойнике. Показания заносятся в журнал станции очистки сточных вод.

Максимально допустимый высота уровня осадка – 50 см от иловой щели в осадочной зоне. Допустимая высота уровня осадка может быть рассчитана в соответствии с чертежом сооружения отдельно в каждом конкретном случае. Необходимо регулярное измерение температуры и значения pH иловой воды.

Наклонные поверхности в отстойной зоне и осадочную щель необходимо регулярно очищать от осадка. Пузырьки воздуха на наклонных поверхностях являются свидетельством загнивания

осадка и неудовлетворительной работы осадочной щели. Наличие плавающих хлопьев осадка является следствием гниения (не путать с осадочной коркой). Осадочную корку, если она образуется, необходимо разбивать струей воды. В противном случае она может засохнуть и ее удаление будет проблематичным.

Необходимо рнегулярно контролировать трубопровод выпуска осадка, а также очищать иловой колодец.

В зависимости от состояния осадка в септической камере его необходимо выпускать максимум раз в три месяца. Если при выпуске обнаруживается, что осадок тонкодисперсный и светлый, то задвижку выпуска осадка необходимо закрыть, подождать несколько часов и открыть снова. Небольшое количество осадка должно оставаться в сооружении для дальнейшего ведения процесса. Любые засоры и закупоривания в сооружении необходимо промывать водой, возможно под большим напором. Для этого устраиваются специальные трубопроводы в месте вывода очищенной воды из сооружения. Отводы от этих трубопроводов иногда устанавливают в узких местах отстойниках (осадочная щель, осадочная воронка). Для откачки осадка из осадочного приямка иногда применяют иловые насосы или ассенизационные вакуумные машины. Следует помнить, что откаченный осадок может быть сырым.

### *5.9.2 Сблокированные сооружения*

Компактные очистные станции производятся несколькими фирмами и имеют различные конструкции. Пример такой станции представлен на рисунке 5.12.

Такие компактные очистные сооружения, как правило, работают без первичного отстаивания и включают в себя аэротенк с совместной стабилизацией осадка, работающий в режиме продленной аэрации. Отдельные виды станций могут иметь отдельные сооружения для стабилизации осадка. Биологический процесс очистки сточных вод может проводиться также в окислительном канале. Все приведенные выше указания по эксплуатации и уходу за сооружениями относятся в равной степени и к таким компактным станциям. Их работа должна тщательно контролироваться. При эксплуатации таких сооружений необходимо строго соблюдать все инструкции фирмы-изготовителя. Однако, следует отметить,



что указанные в таких инструкциях трудозатраты по уходу часто недостаточны и должны быть скорректированы на месте.

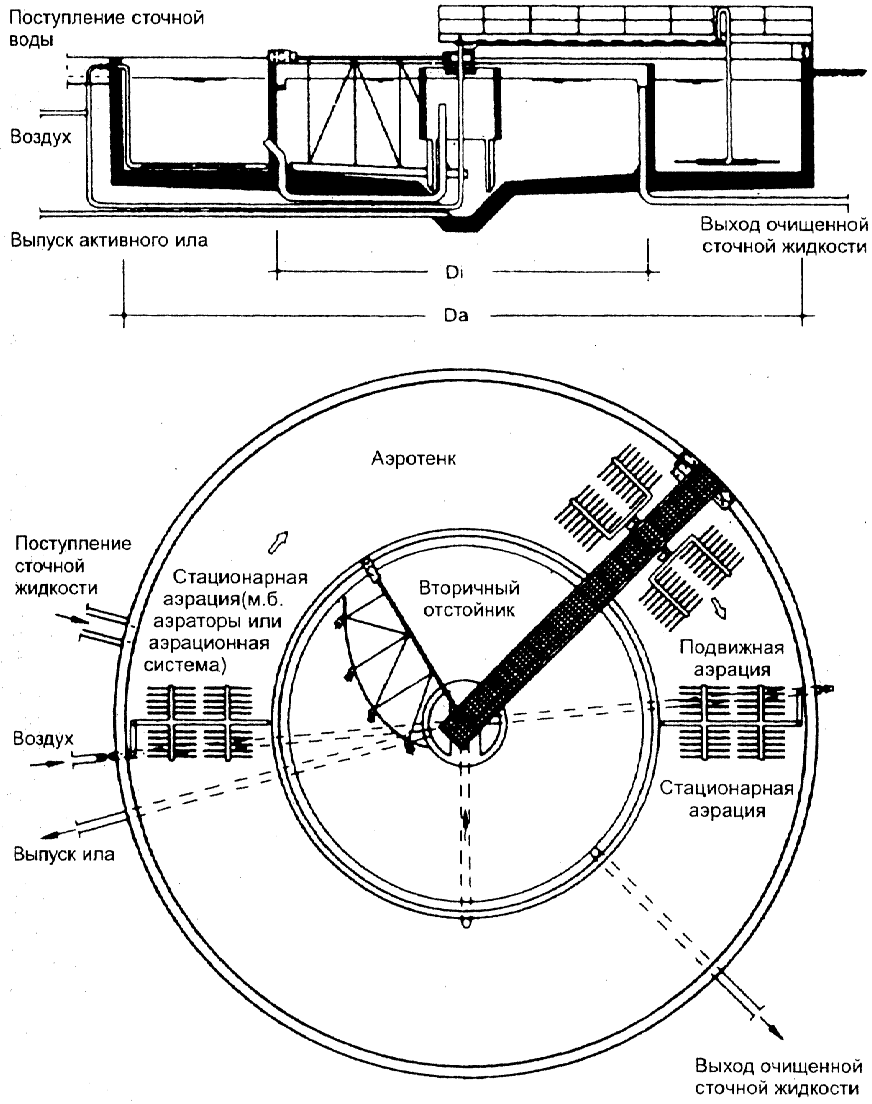



*Рисунок 5.12: Противоточный аэротенк*

### 5.9.3 *Малые очистные сооружения*

Во многих небольших поселках для очистки сточных вод устраивают малые очистные сооружения. Чаще всего они включают в себя первичное отстаивание в двухъярусных отстойниках, насосную установку, биофильтр, вторичный отстойник и сооружение для сбраживания осадка. На некоторых сооружениях количество вторичных отстойников может быть увеличено, что влечет за собой увеличение сооружений сбраживания осадка.

## 5.10 Осаждение фосфора

Различные технические возможности осаждения фосфора представлены на рисунке 5.13. Следует помнить, что во всех методах осаждения возможно увеличение объема осадка на 20 и 30%.

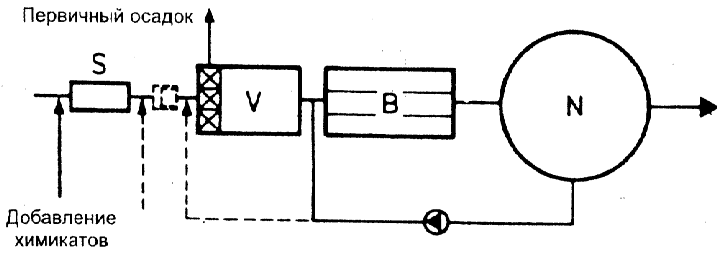
*Предварительное осаждение*

Если коагулянт добавляется перед ступенью биологической очистки на стадии первичного отстаивания (а также в песколовку или преаэратор), то данный метод осаждения фосфора называется предварительным.

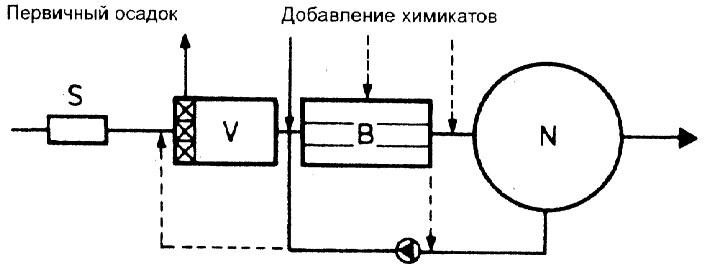
После добавления коагулянта образуются хлопья, которые осаждаются вместе со взвешенными веществами в первичном отстойнике. Добавление коагулянта способствует также осаждению тонкодисперсных примесей. Вследствие этого производительность первичного отстойника может увеличиваться от 40 до 70%. Удаление фосфатов данным методом составляет около 80% и при благоприятных условиях осаждения может увеличиваться до 90%. Таким образом, необходимые нормативы по сбросу $P_{общ}$ от 1,5 до 2,5 мг/л будут выполняться.

Преимуществом предварительного осаждения является то, что кроме дозатора и резервуара для хранения для коагулянта не требуются дополнительные емкости и сооружения. Величина капиталовложений незначительна. Но данный метод невыгодно применять в случае неравномерного притока сточных вод и нестабильных концентраций по фосфору. Кроме того, возможно потребление большого количества коагулянта, что удорожает данный метод.

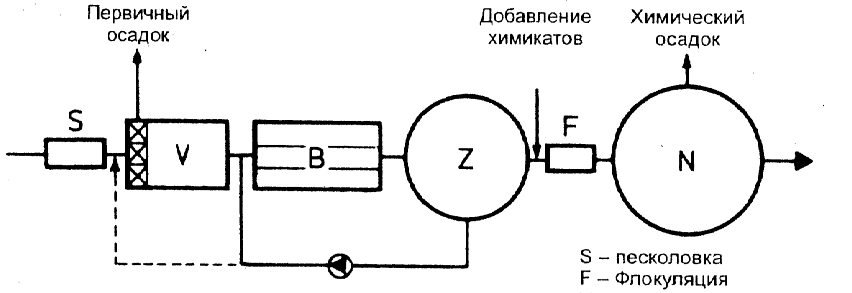





ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОСАЖДЕНИЕ




СИМУЛЬТАННОЕ ОСАЖДЕНИЕ




ПОСЛЕДУЮЩЕЕ ОСАЖДЕНИЕ

*Рисунок 5.13: Метод последующего осаждения фосфата*

*Симультанное осаждение*

При дозировании коагулянта в аэротенк и его связывании с активным илом говорят о симультанном осаждении. Реакция коагуляции, хлопьеобразование и биологическая очистка сточных вод происходят одновременно в аэротенке. Активный ил и осаждаемый осадок седиментируются совместно во вторичном отстойнике. Значение $P_{общ}$ на выходе из сооружения составляет от 1 до 1,5 мг/л.

Данный метод не требует дополнительных сооружений кроме необходимых для коагуляции. Он применим на любой станции аэрации, разумеется, что симультанного очсаждения могут использоваться только такие коагулянты, которые не мешают процессу биологического разложения органических загрязнений. Следует помнить, что при применении данного метода зольность активного ила повышается из-за наличия в нем коагулянта. Симультанное осаждение применяется сегодня на большинстве очистных сооружений.

Последующее осаждение – это химический метод очистки сточных вод, прошедших механическую и биологическую ступень. Его называют также методом третичной очистки или доочистки. Для осуществления последующего осаждения необходимы дозатор, реагентное хозяйство, камера реакции и отстойник для осаждения осадка.

Преимуществом метода является его эффективность, так как количество Pges на выходе из сооружения составляет среднем 0,5 мг/л. Колебания по эффективности работы сооружений практически не отмечаются. Недостатком метода являются дополнительные капиталовложения.

## 5.11 Естественные методы очистки сточных вод

*Задачи, принцип действия и конструкции*

Основным методом естественной очистки сточных вод являются очистка в биологических прудах с применением и без искусственной аэрации. Наряду с этим встречаются также растительные канализационные очистные станции. Все эти методы объединены понятием „естественные или близкие к природным методы очистки сточных вод". При правильном их устройстве они могут принимать и очищать сточные воды в течение всего года. Процесс очистки происходит под действием микроорганизмов.



Применение биологических прудов – это давно известный и надежный способ очистки сточных вод на канализационных очистных станциях. Разумеется, раньше они строились гораздо чаще, нежели сегодня. К сожалению, старые сооружения не могут очищать сточные воды до современных требований, тем более на протяжении всего года. На сегодняшний день они наиболее применимы в сочетании с биофильтрами или погружными биофильтрами. Различают пруды с естественной аэрацией (неаэрируемые) и искусственной аэрацией (аэрируемые). Помимо этого биопруды делятся на виды по способу обработки сточных вод:

*Отстойные пруды*

Для механической очистки сточных вод, то есть для отделения взвешенных веществ из сырых сточных вод.

*Биологические пруды с естественной аэрацией*

Для механической и биологической очистки сточных вод, применяют с наличием или без предварительного отстойного пруда.

*Аэрируемые биологические пруды*

Для механической и биологической очистки сточных вод, особенно для сильно загрязненных сточных вод.

*Биологические пруды с биологическими реакторами*

Например, с промежуточными биофильтрами или погружными биофильтрами для механической и биологической очистки сточных вод.

*Биопруды доочистки*

Для доочистки механически и биологически очищенных сточных вод.

*Растительные канализационные очистные станции*

Для биологической очистки или для улучшения качества биологически очищенных сточных вод. Они устраиваются только для самых малых расходов сточных вод.

Биологические пруды имеют несколько важных преимуществ:

- Обычно они не нуждаются ни в сороудерживающих решетках, ни в песколовках, так как грубые загрязнения и песок не мешают работе прудов; поэтому они почти не требуют ухода.
- Эффективность отстаивания максимальная.
- Они имеют большое преимущество при залповой подаче сточ-ных вод или неравномерности их концентраций.
- Стоимость строительства небольшая, так как требуется только выполнение земляных работ.
- Производственные расходы и затраты на обслуживание ниже, чем на других канализационных очистных станциях.
- Метод очистки наиболее экологически чистый.

Недостатком является относительно большая занимаемая площадь прудов. Если строительный грунт водопроницаем или уровень грунтовых вод слишком высок, это может создавать дополнительные трудности. Возможно образование запаха. Удаление ила может быть затруднено.

Так как в большинстве случаев решетки на таких очистных сооружениях не применяются, то на поверхности пруда часто плавают остатки пластика, текстильные отбросы. Для предотвращения этого необходимо устройство полупогружных перегородок. Помимо неприглядного вида наличие плавающих загрязнений может приводить к появлению запаха; наличие таких загрязнений вызывает трудности в применении ила в сельском хозяйстве. Поэтому на вновь строимых очистных станциях целесообразно предусматривать устройство решеток. На существующих очистных станциях возможно применение мобильных сороудерживающих ре-шеток, которые будут использоваться только во время удаления осадка.

Биологические пруды хорошо зарекомендовали себя на очистных сооружениях небольших поселков. В Баварии таких станций существует более 1 200. Разумеется, они составляют только 3% от общего количества баварских канализационных очистных станций.

Чаще всего для очистки сточных вод устраивают каскад из нескольких прудов, через которые сточные воды проходят последовательно. Первый используется как отстойный пруд. Следующие являются биологическими и действуют как пруды окисления. Образующийся осадок сильно минерализован.



ATV–DVWK издал рабочий лист A 201 „Основные предложения по расчету, строительству и эксплуатации биологических прудов для коммунальных сточных вод" [4].

При строительстве биопрудов необходимо обращать особое внимание на устройство откосов. Они должны быть выше уровня воды на 1 метр. Вокруг пруда предусматриваются смотровые площадки для осмотра от 12 до 18 м$^2$ площади пруда. Осмотры необходимо проводить независимо от погодных условий и результаты заносить в журнал очистных сооружений. Необходимо предусмотреть площадку для проведения лабораторных исследований и размещения соответствующих устройств. Для облегчения проведения эксплуатации и контроля за работой биопрудов федеральная организация ATV–DVWK издала *журнал по эксплуатации биологических прудов*, который содержит большое количество необходимых сведений [10].

На поверхности пруда иногда появляется ряска, которая в большом количестве мешает процессу очистки сточных вод, так как затрудняет доступ кислорода к воде. Удаление ряски дело очень трудоемкое, поэтому удалять ее следует только в том случае, если она оказывает негативное влияние на процесс очистки. В удалении ряски иногда помогают утки. Ни в коем случае нельзя удалять ряску в водоем. Определенные трудности для процесса очистки сточных вод создает в зимний период ледяной покров.

При проведении анализов по $БПК_5$ или ХПК пробы воды обязательно должны фильтроваться для того, чтобы взвешенные вещества и водоросли не мешали измерению показателей. Водоросли довольно активно поглощают кислород или, в зависимости от условий отдают его, и поэтому их попадание в пробу воды может существенно сказаться на результате анализа.

При проведении анализов для сточных вод обычных канализационных очистных станций с биофильтрами или аэротенками пробы воды не фильтруются, кроме случаев научного эксперимента.

Фильтрование лучше проводить с фильтрами из стекловолокна (например, номер 6) с применением оборудования вакуумной фильтрации. Первые 50 – 100 мл необходимо слить. Для определения $БПК_5$ и ХПК берутся только прозрачные неокрашенные пробы воды.

Основным уходом за биопрудами является удаление сильного зарастания и борьба с цветностью воды.

### *5.11.1 Неаэрируемые биологические пруды*

Такие пруды часто называют прудами с естественной аэрацией. Они очень часто применяются в качестве отстойных прудов (рисунок 5.14). Биопруд рассчитывается исходя из нагрузки по количеству сточных вод – 0,5 м³/Е, глубина биопруда в среднем составляет 2 – 3 м.

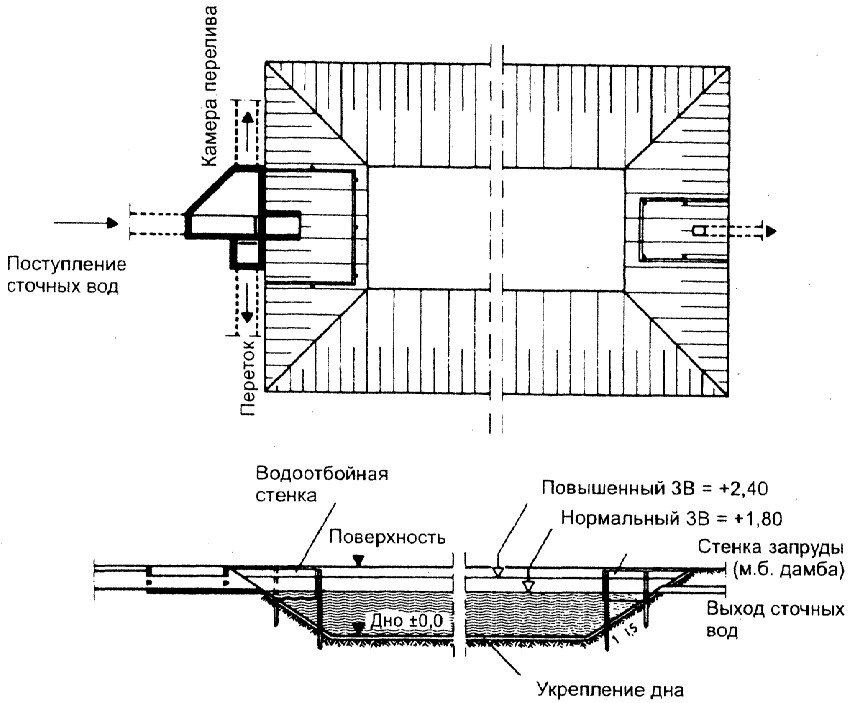



*Рисунок 5.14: Пример отстойного пруда [14]*

В отстойном пруде может быть предусмотрено устройство для смешения сточных вод (пространство для подпора), которое в дождливую погоду принимает нагрузку от дождеприемников.



Скорость течения жидкости в отстойном пруде замедляется таким образом, что взвешенные вещества опускаются на дно водоема. Осажденный ил подвергается процессам гниения (см. сбраживание осадка). При гниении осадка образуется определенное количество газа, который поднимаясь на поверхность поднимает частицы ила. Поэтому на поверхности биопруда иногда появляются хлопки ила. В данном случае плавающий ил не мешает процессу очистки сточных вод. Плавающие вещества удерживаются полупогружными перегородками. Между полупогружной перегородкой и выпуском из сооружения плавающего ила не должно быть. В противном случае он может мешать свободному выходу воды из сооружения. В первом отстойном пруде происходит в основном механическая очистка сточных вод. Биологическая очистка сточных вод от растворенных органических загрязнений осуществляется во втором биопруде в аэробных условиях под действием определенных видов бактерий. Необходимый для аэробных процессов кислород поставляется через поверхность воды и водными растениями, например, водорослями. Наличие плавающей корки на поверхности водоема приводит к снижению количества кислорода в воде.

Такие пруды устраивают из расчета около 10 м²/Е при глубине от 1,0 до 1,5 м. В основном такие типы прудов применяют при размерах застройки до 1 000 Е. Если расчетная поверхность пруда составляет более 3 000 м², то необходимо устройство нескольких прудов меньшего размера. Время пребывания сточной жидкости в пруде составляет от 20 до 30 дней.

*Эксплуатация и уход*

Биологические пруды необходимо проверять 3–4 раза в неделю. Один-два раза в неделю и после каждого сильного дождя осмотр регистрируется в журнале эксплуатации очистных сооружений. В журнал заносят следующие пункты: дату, рабочий день, время, погоду, температуру воды и воздуха, pH, расход сточных вод, количество взвешенных веществ на входе и выходе из пруда, глубину видимости во вторичном отстойнике. Измерение $БПК_5$, ХПК и $NH_4$–N зачастую выполняются смежными канализационными очистными станциями.

Определение параметров ила выполняют один раз в квартал. При этом измеряется глубина воды до ила по возможности в одном

и том же месте в передней трети водоема. Для измерения используют стержни длиной 3 – 4 м, на нижнем конце которого прибита крышка консервной банки; на крышке по всей длине нанесена маркировка в дециметрах. С помощью такого устройства очень удобно определять глубину, на которой уже находится ил. Иногда целесообразно измерять глубину ила в нескольких местах и рассчитывать среднее значение.

Один раз в неделю необходимо прочищать ливнеспуски, колодцы и лотки грубой метлой, удалять плавающий ил между полупогружной перегородкой и сточным желобом.

*Удаление осадка*

Если измерения показали, что около четверти глубины пруда заполнено илом, то его необходимо удалять. Если ил накапливается медленно, то его удаляют раз в год. Если ил хорошо перегнил, то пруд очищают в мае/июне. В противном случае очистку проводят с августа по ноябрь.

Перед удалением ила из пруда всю находящуюся в нем воду необходимо перепустить в другой пруд. Для этого применяют насосные установки. Перекачивания должны происходить медленно, в течение 1–2 дней для того, чтобы не перегружать другой пруд.

Верхний слой ила жидкий. Жидкий ил, как правило, несброженный. Его откачку осуществляют с помощью илососов, иловых насосов или ассенизационных машин, применяющихся в сельском хозяйстве для удаления навоза. Возможно использование различных ковшовых погрузчиков.

Жесткий остаточный ил должен удаляться с небольшим количеством воды. Это производят при помощи скрепера.

Другая возможность удаления ила со дна водоема – это откачивание при помощи иловых насосов под водой. Однако, при этом происходит откачивание большого количества воды.

Для облегчения процесса удаления применяют обработку ила нагнетательным насосом. При этом сильной струей перемешиваются ил, остатки загрязнений и песок; гомогенизированный ил откачивать гораздо проще.

После удаления ила на дне водоема необходимо оставляют слой толщиной 5 до 10 см. Это необходимо для ускорения процессов



налаживания очистки воды и сбраживания ила после запуска пруда в эксплуатацию. Удаленный ил складируется на иловые площадки. Если же иловых площадок не предусмотрено, то ил укладывают в специальные штабеля, где он сушится и обезвоживается. Так как обезвоживание ила в таких условиях затруднено, то этот процесс продолжается длительное времени.

### *5.11.2 Биологические пруды с искусственной аэрацией*

В аэрируемые пруды сточная вода подается непосредственно минуя отстойный пруд. В этом и состоит основное преимущество аэрируемых прудов. Они занимают в четыре раза меньше площади по сравнению с не аэрируемыми прудами. Такие пруды могут применяться для очистки больших расходов сточных вод. Однако аэрируемые пруды требуют повышенного внимания со стороны технического персонала. Для размещения воздуходувок необходимо здание, производительность воздуходувок может быть несколько меньше, чем на обычных сооружениях. Кроме того, кратковременные колебания количества подаваемого воздуха, его концентрация и недостатки в монтаже воздуходувок оказывают незначительное воздействие на эффект очистки сточных вод из-за большого их количества. Аэрируемые биологические пруды в последнее время часто применяются для очистки органически сильнозагрязненных сточных вод от пивоварень, винодельческих, молочных заводов и т.д. Способы строительства таких прудов аналогичны неаэрируемым прудам. Однако, в связи с наличием аэрации глубина аэрируемого пруда может быть увеличена до 2,5 – 3 м. На уровне зеркала воды в прудах целесообразно устройство специальных сооружений для гашения волны. В зависимости от вида аэрационного устройства в аэрируемых прудах часто необходимо дополнительное укрепление дна и откосов.

Для аэрации биопрудов применяют различные виды аэраторов. Так, возможно использование плавающих воздуховодов, находящихся на дне водоема или в толще воды или струйных аэраторов, подающихся воздух под давлением. Для аэрации биопрудов применяют также механические аэраторы.

Если на очистных сооружениях с биопрудами предусматривается какая-либо рециркуляция ила, то преимущество применения биопруда для биологической очистки пропадает, так как возникает необходимость в тщательной эксплуатации сооружений.

Несколько включенных в одну серию прудов повышают эксплуатационную надежность очистных сооружений. Устройство неаэрируемого пруда для вторичного отстаивания после пруда с искусственной аэрацией улучшает качество очищенной воды.

Аэрируемый пруд требует более тщательного ухода, чем неаэрируемый. Это связано с необходимостью дополнительного контроля за работой аэрационного устройства. Его обслуживание должно соответствовать предписаниям производителя. Контроль за работой биопруда производится соответствующими измерениями, аналогичными проводимым измерениям на станции аэрации. Поэтому на очистных сооружениях с биопрудами необходимо техническое здание для устройства лаборатории и помещения для технического персонала по обслуживанию станции.

В зависимости от режима эксплуатации аэрируемые пруды также должны регулярно очищаться. Из сильно нагружаемых прудов ил удаляют один раз в год. Остальные виды прудов очищают один раз в 4–10 лет. Порядок удаления ила соответствует порядку его удаления из неаэрируемых прудов.

### 5.11.3 Биологические пруды с биологическими реакторами

Биологические пруды с промежуточными биофильтрами, погружными биофильтрами или другими аналогичными ступенями биологической очистки применяются в наиболее стесненных габаритных условиях, в климатически неблагоприятных областях или для очистки большого количества производственных сточных вод.

Отстойные пруды для первичного и вторичного отстаивания при этом идентичны обычным отстойным прудам. Расчет биологических реакторов производят обычным методом. При расчете необходимых механизмов, как правило, учитывают малые количества сточных вод.

### 5.11.4 Растительные пруды

В отличие от изложенных до сих пор прудов, растительные пруды не могут быть независимыми канализационными очистными станциями, а применяются для улучшения эффекта очистки сточных вод на стадии доочистки сточных вод. Они загружаются только биологически очищенными сточными водами. Глубина



таких прудов составляет от 1 до 2 м, а время пребывания – от 1 до 5 дней. Показатели сточных вод, прошедших через растительные пруды значительно снижаются по сравнению с исходными и воздействие сточных вод на окружающую среду, после них, становится минимальным. Как показывает практика эксплуатации таких прудов количество бактерий, имеющихся в сточных водах, также сокращается. Работы по эксплуатации прудов минимальны. Удаление ила производится один раз в несколько лет.

### 5.11.5 Растительные канализационные очистные станции

В последнее время в литературе все чаще упоминается применение нового метода очистки сточных вод. Метод подразумевает устройство растительных очистных сооружений. В отраслевом мире эти сооружения оцениваются по-разному. Сообщения об опыте эксплуатации, эффекте очистки и издержках были очень противоречивы. В основном такие сооружения предлагаются для очень малых расходов. Существует несколько понятий для обозначения растительных очистных сооружений:

*Растительные канализационные очистные станции (рисунок 5.15)* – это основное понятие для обозначения установок с наличием естественного грунта и специально высаженных растений. Сточные воды протекают через данный грунт или над ним.

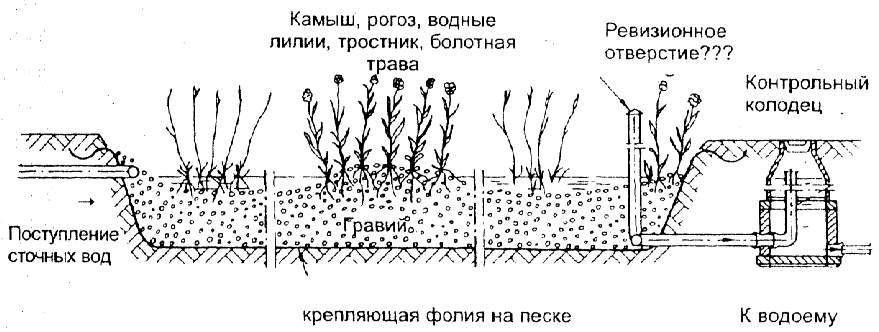



*Рисунок 5.15: Растительные канализационные очистные станции*

Понятия – *корневые установки, растительные поля фильтрации, камышово-тростниковые сооружения, гидроботаническая ступень* и т.д. – являются обозначениями для определенных вариантов данного метода.

Согласно теории растения и их корни выделяют в грунт и протекающую сточную воду кислород и другие необходимые компоненты. При этом эффективность передачи кислорода такова, что наряду с аэробными процессами в сооружении протекают и анаэробные процессы разложения загрязнений. Остальные компоненты, выделяемые в воду, участвуют в процессах преобразования органических субстанций, а патогенные микроорганизмы удаляют тяжелые металлы.

Для проведения очистки сточных вод в данных сооружениях необходима предварительная грубая механическая очистка. Грубые загрязнения не должны попадать в растительные сооружения. Для очистки сточных вод таким методом обычно применяют масляничные растения. Для лучшей очистки в последнее время все чаще применяют заросшие плоские зоны с растениями. Уход за такими сооружениями состоит в том, что разросшиеся растения необходимо периодически вырезать.

## 5.12 Дополнительная очистка сточных вод

Понятие дополнительной очистки сточных вод или доочистки до конца не определено и изменяется с развитием новых технология и канализационной техники. Осаждение фосфата и окисление азотистых соединений ранее относились к методам доочистки сточных вод. Необходимость применения этих методов на большинстве канализационных очистных сооружений привела к тому, что данные методы введены в стандартную схему очистки сточных вод.

В данном случае наиболее подходящее определение для термина доочистки следующее: все методы, с помощью которых производится очистка сточных вод до показателей, превышающих современные нормативы, относятся к методам доочистки.

Поэтому, например, метод коагулирующей фильтрации для осаждения фосфата можно отнести к методам доочистки сточных вод. То же самое относится и к применению микросит или к фильтрации очищенной сточной жидкости через активированный уголь.



Вышеупомянутые методы и соответствующие им сооружения могут устраиваться на очистных сооружениях и использоваться только в исключительных случаях, для очистки высококонцентрированных сточных вод или для части расхода. На сегодняшний день данные методы применяются крайне редко. Применение метода коагулирующей фильтрации для удаления фосфатов также является исключением.

Следует помнить, что любые, даже самые современные канализационные очистные станции будут хорошо очищать сточные воды только в том случае, когда они хорошо эксплуатируются. В свою очередь эксплуатация зависит от работы технического персонала очистных сооружений (оператора очистных сооружений, мастера по очистке очистных сооружений, специалиста по очистке сточных вод).

Бессмысленно вкладывать большие денежные средства в строительство современных очистных сооружений и не получать очищенную сточную воду хорошего качества. Если строительство и эксплуатация очистных сооружений осуществляется на государственные средства, государство в праве требовать хорошей эксплуатации сооружений, квалифицированной работы персонала и т.д. Расходы по эксплуатации очистных сооружений довольно велики. К ним относятся: расходы на содержание технического персонала сооружений, оплата электроэнергии, расходы на приобретение устройств, механизмов и расходных материалов для ухода за очистными сооружениями и содержания их в исправном состоянии. Однако, эти средства нельзя экономить. Нельзя сокращать время технологической работы оператора очистных сооружений, поручая ему дополнительные задачи. Нельзя экономить на электроэнергии для воздуходувок, подающих воздух в сооружения биологической очистки. Такая экономия может стоить гораздо дороже государству и конкретно оператору очистных сооружений (вплоть до ареста оператора очистных сооружений за неудовлетворительную работу).

§ 18 b WHG предписывает следующее. Канализационные сооружения необходимо эксплуатировать в соответствии с существующими технологиями по очистке сточных вод, установленными в данной федеральной земле. Федеральные водные законы воды определяют технический персонал по эксплуатации очистных сооружений, его квалификацию и достаточное количество.

В отдельных случаях требования к техническому персоналу могут быть изменены. Этот вопрос касается персонального требования и может быть удовлетворен только в случае наличия у человека хороших знаний данных конкретных очистных сооружений. При этом важную роль в решении данного вопроса играют размер очистных сооружений, метод очистки сточных вод, степень механизации и степень автоматизации, территориальные размеры, климат, способ обработки осадка, инструкции по эксплуатации очистных сооружений, предписания рабочего листа ATV–DVWK A 271 по требованиям к персоналу по оснащению станции измерительной аппаратурой и т.д. (см. эксплуатация канализационных очистных станций) [4].

Баварское федеральное ведомство водного хозяйства также установило требования к персоналу очистных сооружений номер II. 10–30 от 10.4.1989:

В соответствии со статьей 41e (3) BayWG установлены минимальные требования по наличию технического персонала на городских канализационных очистных станциях:

| Размер застройки | Оператор очистных сооружений EW | Рабочий персонал по уходу за сооружениями ч/не | Специалист по очистке сточных вод ч/не | Заняты в целом ч/не |
|---|---|---|---|---|
| 100 – 1000 | 15 – 20 | – | – | |
| 1 000 – 5 000 | 10 – 15 | 15 – 25 | – | |
| 5 000 – 20 000 | 20 – 40 | 40 | – | 2 |
| 20 000 – 50 000 | 40 – 60 | 80 | 40 | 3 – 5 |
| 50 000 – 100 000 | 80 | 120 | 40 | 6 – 8 |

Приведенная таблица приводит общие приблизительные требования к наличию персонала в зависимости от размеров застройки города. Требования к конкретным очистным сооружениям могут носить индивидуальный характер.

Указанное количество технического персонала приведено для современных очистных сооружений со средней степенью механизации. При наличии более высокой степени механизации, например, при механическом обезвоживании осадка и др., требуются дополнительные специалисты и подсобные рабочие. Дополнительные работы, как-то удаление ржавчины, окраска, работы по озеленению территории, уход за трубопроводами, насосными станциями и дождеприемниками, находящимися вне территории очистных сооружений, большие ремонтные работы, работы по удалению отбросов сороудерживающих решеток, песка или ила требуют наличия дополнительного персонала. При размерах застройки более 10 000 EW в выборе персонала для обслуживания очистной станции необходимо исходить из того, что большие очистные сооружения осуществляют процессы нитрификации / денитрификации, а также удаления фосфатов, которые требуют более высокой квалификации технического персонала.



Указанный размер застройки не учитывает способы очистки сточных вод, оборудование, производительносмть, срок эксплуатации и размеры территории. Более старые очистные сооружения нуждаются в большем уходе и ремонте по сравнению с новыми, а, следовательно, предъявляют более **высокие требования** к техническому персоналу.

В качестве *оператора очистных сооружений* могут работать люди, **которые после двухнедельной практики на учебной очистной станции посетили основной недельный курс оператора очистных сооружений** технического объединения (ATV–DVWK) или с успехом освоили равноценный курс. Для обслуживания биологических прудов достаточно обучения на 2–х дневных учебном курсах.

В качестве *рабочего персонала очистных сооружений* могут работать люди, выдержавшие экзамен по узкой специализации „Сточные воды".

В качестве *специалиста очистных сооружений (мастера)* может работать человек, выдержавший экзамен мастера и экзамен по узкой специализации „Сточные воды".

Если канализационные очистные станции рассчитаны менее, чем на 5 000 EW и технический персонал станции не занят полностью, то технический персонал и оператор очистных сооружений может обслуживать одновременно 2 или 3 станции.

На канализационных очистных станциях, обслуживаемых только одним лицом, необходимо предусматривать наличие дипломированного оператора очистных сооружений, который будет заменять действующего оператора во время болезни, отпуска и др. На очистных сооружениях, рассчитанных более, чем на 50 000 EW необходимо иметь штатную единицу для человека, который будет работать по повременно.

Технологическое время работы технического персонала в соответствии с тарифной сеткой указывается в федеральном тарифе организации труда (BMT) § 13.

**Экспликация**
насосная станция на входе на очистные сооружения
решетки
горизонтальные песколовки
первичные отстойники
аэротенки
вторичные отстойники
насосная станция избыточного и возвратного активного ила
расходомер и пробоотборный колодец
осадкоуплотнитель
метантенк
илоуплотнитель
обезвоживание осадка
газгольдер
фекальный трубопровод
Производственное здание

Обработка сточных вод

**Илопровод**
Технический водопровод
Газ
Насос



# 6. Осадки, образующиеся в процессах очистки сточных вод

## 6.1 Введение

Почти во всех сооружениях обработки сточных вод образуются те или иные осадки сточных вод, которые должны быть обработаны или утилизированы; это утверждение верно как для системы канализации с относящимися к ней сооружениями, так и для станций аэрации.
При канализовании имеет большое значение и осадок из сооружений дождевой сети, состав которого весьма вариабелен и не может быть депонирован после 2005 г. (TASi) в связи с высоким содержанием (более 5%) органической составляющей.
Это также верно для осадков из каналов, сборников ливневых вод или приемных камер насосов, требующих очистки, так как они могут препятствовать нориальной работе сооружения и не могут быть транспортированы к очистным станциям.

К осадкам сточных вод относятся также смазочные материалы (жиры), масло и бензин, отделяющиеся в качестве всплывающих примесей из отстойников при организации водоотведения какого-либо участка земли.

На канализационные очистные сооружения поступают отбросы, улавливаемые на решетках, а также песок из песколовок. Обработка вышеперечисленных отбросов и песка подробно рассматривается в пунктах 5.2 и 5.3. Плавающие вещества и жиры из специальных резервуаров аэрируемых песколовок также должны быть отведены и обработаны.

Обработка осадков из первичных и вторичных отстойников подробно рассматривается в следующих разделах.

## 6.2 Осадки сточных вод

### *6.2.1 Разновидности осадков*

Большая часть твердых взвешенных веществ, удаляемых в процессах очистки сточных вод, образуют осадки сточных вод. Оса-

док образуется в различных сооружениях, при этом различаются как способы образования осадка, так и его объем, в зависимости от того какие процессы физико-механические, биологические, биохимические или химические предшествовали его образованию.

Во избежание неправильного понимания наиболее часто встречающихся при описании процессов обработки осадков сточных вод такие понятия, как сухое вещество, твердое вещество, влажность осадка, рекомендуется обращаться к таблицам с комментариями к терминам. Содержание таблиц основывается на данных промышленных стандартов ФРГ DIN EN 1085 и DIN 38 409, часть 2.

В зависимости от происхождения, качества или стадии обработки различают следующие виды осадков.

*Осадками сточных вод* называются осадки, образующиеся в процессах обработки сточных вод, при описании которых не указывается место их образования или процесс, в результате которого они были получены, даже в том случае если они прошли обезвоживание или сушку.

*Сырой осадок,* (осадок из труб, свежий осадок) является осадком сточных вод из канализационных очистных сооружений не прошедший предварительной обработки. Данный тип осадка быстро загнивает и образует неприятный запах.

*Сырым осадком* (первичным осадком) является осадок, образующийся на стадии механической очистки в первичных отстойниках. Он содержит в большинстве случаев грубодисперсные частицы фекалий, овощей, фруктов, текстиля, бумаги и т.д. и представляет собой кашеобразную массу. Он отличается высоким содержанием органической составляющей. Влажность составляет 93% – 97%.

*Активный ил* (вторичный осадок) – это осадок, образующийся после вторичного отстаивания. Данный тип осадка более однороден (гомогенен) и в большинстве случаев хлопьевидный по сравнению с сырым осадком. Он медленнее осаждается и труднее поддается сгущению (уплотнению). Его влажность составляет 97% – 99%.



*Плавающими веществами* называется образующаяся иногда в отстойниках или в метантенках плавающая корка (плавающий слой). В отстойниках данных слой по большей части образуют частицы осадка прилипающие к всплывающим частицам жира или пузырькам газа.

*Активный ил* – это биоценоз микроорганизмов в аэротенке. Он состоит преимущественно из аэробных микроорганизмов, образующих хлопья и не содержит грубодисперсных частиц. Влажность активного ила составляет 99,0% – 99,9%.

Активный ил, выделяющийся при вторичном отстаивании и удаляемый из вторичных отстойников разделяется на две неравные части. Одна часть направляется обратно в аэротенк и называется *возвратным активным илом*. Другая часть, называемая *избыточным активным илом,* (объемом 10%) не идет на рециркуляцию, а направляется либо напрямую, либо после предварительной обработки, на дальнейшую обработку. Смываемые из биофильтров биологические пленки можно приблизительно приравнять к избыточному активному илу.

*Вспухший активный ил* – это активный ил, который не может быть отделен во вторичных отстойниках, а постоянно остается во взвешенном состоянии без осаждения или всплывания. Это нежелательное состояние вызывается в основном повышенным развитием нитчатых бактерий в активном иле. Такой ил имеет при большом объеме ила небольшое содержание сухого вещества и вместе с тем высокий иловой индекс.

*Сброженный осадок* является перегнившим и, таким образом, стабилизированным осадком, который не способен к образованию запаха и процессам гниения. Следует различать анаэробно сброженный осадок, подвергшийся обработке в метантенке без присутствия кислорода и аэробно стабилизированный осадок, прошедший стабилизацию при аэрации в аэробных условиях. Анаэробно сброженный осадок имеет влажность 96% – 98%, а аэробно стабилизированный – 90% – 95%.

*Затравочный осадок* является осадком, который подается, например, в метантенк или в аэротенк для облегчения ввода в эксплуатацию других канализационных очистных сооружений или другой части станции аэрации для того, чтобы быстрее привести в действие биологические процессы. Для этого пригоден, на-

пример, для аэротенков активный ил из аналогичного аэротенка, или для термофильного режима сбраживания из метантенка находящегося в данном режиме эксплуатации.

| Наименование | Обозначение | Единица измерения | Примечание |
|---|---|---|---|
| **Сухое вещество** Твердое веществог (Сухая масса) | TS | кг, mT | Под TS сухое мгвещество обычно понимают |
| Количество воды, Объем воды | | л, м$^3$ | |
| Содержание сухого вещества Содержание твер дого вещества (масса по сухому веществу) | $TS_R$ | кг/м$^3$г/л | Под „содержанием" понимается концентрация; под $TS_R$ обычно понимают концентрацию сухого вещества |
| Содержание взвешенных веществ *(отфиль трованных веществ)* Водосодержание | | мг/л<br>г/л, мг/л | *Например, при фильтровании водорослей*<br>Иногда (не совсем правильно) указывается в % |
| Плотный остаток<br>Потери при прокаливании | GR<br>GV | мг/л<br>мг/л | Например, при исследовании взвешенных веществ или активного ила |
| Сухой остаток, доля сухого вещества | TR | кг/кг<br>% | Размерность „доли" в %; под TR обычно следует понимать плотный остаток |
| Влажность | | % | |
| Плотный остаток<br>Потери при прокаливании | GR<br>GV | %<br>% | Например, при исследовании сырого осадка или сброженного осадка |

Таблица с комментариями по некоторым характеристикам осадка.



*„Влажным осадком"* является осадок, отобранный из метантенка или сооружений стабилизации до начала процессов его дальнейшей обработки.

При дальнейшей обработке следует различать *уплотненный, обезвоженный и высушенный* осадок. Уплотненный осадок получают в илоуплотнителях. Обезвоженный осадок получают после выдерживания на различного вида иловых площадках, полях фильтрации и др., после того как он стал относительно твердым. Такой осадок еще пластичен и вязок. Влажность его составляет от 70% до 80%. В том случае если осадок прошел ступень механического обезвоживания его влажность обычно ниже. Высушенный осадок – это прошедший механическую или термическую обработку крошащийся или сыпучий осадок с влажностью менее 65%.

*Фекальным осадком* называют осадок, который вывозится с малых очистных сооружений (коттеджных очистных сооружений) с помощью специальных ассенизационных машин и должен обрабатываться на более крупных канализационных очистных станциях.

Наряду с этими разновидностями осадков существуют осадки от сооружений по выделению отдельных видов загрязнений, например, по выделению фосфатов или от очистных сооружений промышленных предприятий, например, от установок нейтрализации и детоксикации гальванических предприятий.

## 6.3 Количество образующегося осадка и его качество

Количество образующегося осадка тесно связано со снижением $БПК_5$ сточной воды. На 1 кг удаленного $БПК_5$ приходится около 1 кг твердого вещества в сыром (свежем) осадке. В зависимости от метода очистки получаемый осадок может быть более или менее плотным. В зависимости от вида и состава канализационных очистных станций существует достаточно большой диапазон значений образующегося сырого (свежего) осадка в пересчете на одного жителя – от 1 до 2 л/(чел.сут). Для биофильтров это значение несколько ниже, а для аэротенков выше. Установки аэробной стабилизации отличаются максимальными значениями объема образующегося осадка.

Объем сырого (свежего) осадка может значительно уменьшен при его обработки (например, уплотнением, сбраживанием, обез-

воживанием), в то же время объем твердых веществ остается примерно одинаковым как до, так и после обработки. Так значение образующегося осажденного «влажного» осадка в пересчете на одного жителя составляет 0,3 – 0,8 л/(чел.сут).

При фильтровании осадка через бумажный фильтр на нем остаются взвешенные вещества, а через проходит фильтр иловая вода. При сравнении долей твердых веществ и иловой воды в большинстве случаев получается, что доля воды составляет более 90%. Здесь необходимо говорить о влажности (или доле воды) и количестве сухого вещества, например, 95% – водная составляющая и 5% твердые вещества. *Так как удельный вес осадка лишь незначительно больше 1, то возможен пересчет через процент сухого вещества (сухой остаток) или части воды на вес.*

В случае если аэротенк рассчитывают на нагрузку около 2 л осадка от одного жителя в сутки, то годовое значение образующегося осадка составляет около 750 л/чел. Так как осадок обладает примерно тем же весом, что и вода, то это значение примерно соответствует 750 кг. Если принять, что на одного жителя приходится около 30 кг твердых веществ в год и для упрощения расчетов будем принимать объем твердых веществ равным 30 л, то можно составить следующую таблицу:

| Общий объем осадка в л (на 100%) | Сокращение объема на | Сухой остаток (остается 30 л)TR в % | Влажность % | |
|---|---|---|---|---|
| 750 | | 4 | 96 | Сырой (свежий) осадок. |
| 500 | 2/3 | 6 | 94 | Область „влажного" осадка |
| 375 | 1/2 | 8 | 92 | |
| 250 | 1/3 | 2 | 88 | |
| 188 | 1/4 | 16 | 84 | |
| 150 | 1/5 | 20 | 80 | Твердый осадок |
| 125 | 1/6 | 24 | 76 | |
| 94 | 1/8 | 32 | 68 | |
| 75 | 1/10 | 40 | 60 | Крошащийся осадок |
| 63 | 1/12 | 48 | 52 | |



Отсюда следует, что влажность осадка составляла 96% и после сбраживания снизилась лишь до 85%, однако, объем осадка уменьшился с 750 л до приблизительно 200 л, т.е. на 1/3 – 1/4. Процесс обезвоживания уменьшает полученный объем еще примерно в два раза. При количестве жителей 5 000 человек получаем в год около 3 700 м$^3$ сырого (свежего) осадка, 1 300 м$^3$ после сбраживания и после обезвоживания объем твердого осадка составляет около 700 м$^3$.

Содержание сухого вещества обычно указывается в кг/м$^3$ или в г/л, которое определяется путем испарения пробы воды. При этом проба взвешивается до и после проведения опыта. Разница в весе соответствует влагосодержанию (влажности). Сухой остаток, получаемый в результате проведения опыта, измеряется в мг, г или кг.

Для сокращения объема осадка такое имеется важное правило: Остаточный объем осадка сокращается в два раза, если удваивается содержание сухого вещества. Сокращение объема рассчитывается по формуле:

$$V_2 = \frac{V_1 \times TR_1}{TR_2}$$

где

$V_1$ = объем на входе в сооружение в сооружения по обработке осадка,
$V_2$ = объем на выходе из сооружения по обработке осадка,
$TR_1$ = сухой остаток на входе в сооружение в сооружения по обработке осадка,
$TR_2$ = сухой остаток на выходе из сооружения по обработке осадка.

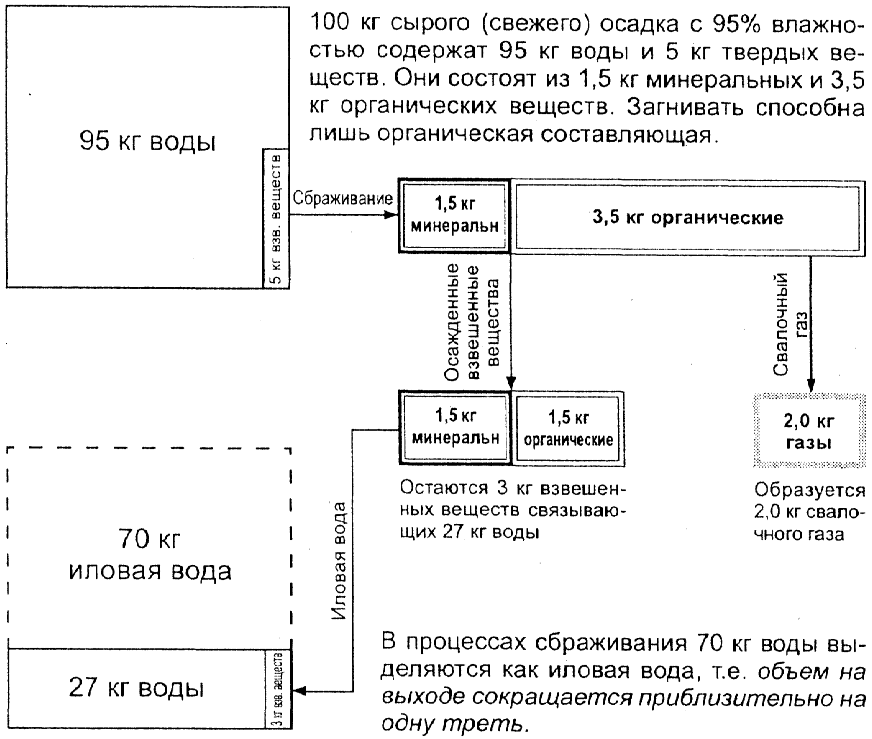
Так, например, имеем 100 м$^3$ сброженного осадка ($V_1$) с 4% (по объему) сухого остатка ($TR_1$). После обезвоживания сухой остаток составляет 24% (по объему) ($TR_2$), получаем остаточный объем ($V_2$) в размере:

$$\frac{100 \times 4}{24} = 16{,}7 \text{ m}^2$$

Для оценки качества осадка имеет большое значение содержание способных к загниванию веществ. В осадке содержатся в большом объеме нерастворенные минеральные и органичес-

кие вещества, присутствующие в сточных водах. Загниванию подвержены только органические вещества, которые преобразовываются значительной степени процессе реакций метаболизма, осуществляемогого бактериями в минеральные, в газообразные вещества и воду. Так как органические загрязнения в большинстве случаев подвержены сгоранию, а минеральные нет, то путем прокаливания пробы осадка можно определить часть веществ способных к загниванию. Оставшуюся после прокаливания часть осадка называют *плотным остатком (GR)*. Он взвешивается и затем рассчитывается, какой объем от массы сухого вещества занимает минеральная составляющая осадка в процентах. Потери веса осадка при прокаливании называются – потерями при прокаливании *(GV)* и определяют органическую субстанцию в процентах. При этом – GR + GV = 100%.

Для наилучшего понимания термина „потерь объема осадка" приведем пример:



При последующем обезвоживании осадка происходит дальнейшее сокращение объема.
Если осадок высушивается до влажности 70%, то получается, что 3 кг твердых веществ связывают еще 7 кг воды; сле-довательно, остается еще 10 кг „высушенного" осадка.

*Это составляет десятую часть изначального объема.*
Следовательно, в процессе обработки объем осадка был весьма сильно сокращен.

В сыром (свежем) осадке содержится от 40 до 20% плотного остатка, а потери при прокаливании составляют от 60 до 80%. Осадок имеет светло-серый цвет и обладает фекальным запахом.

Значение pH осадка лежит в пределах 5–6; следовательно его можно назвать слабо кислым. Величина pH сброженного осадка составляет 7–8.

Содержание *органических кислот* обозначается также как *жирные кислоты (масляная кислота)*. Эта величина является важной характеристикой для оценки состояния осадка в процессах сбраживания. Содержание кислот указывается в мг/л.

В процессах сбраживания органические вещества в несколько этапов переводятся бактериями в органические кислоты. Они же в свою очередь служат метановым бактериям на следующей ступени в качестве питательной среды. В нормально работающем метантенке на различных ступенях разложения можно говорить о наличии равновесия. При этом всегда существует небольшой запас кислоты, который соответствует концентрации до 700 мг/л уксусной кислоты или около 1 000 мг/л масляной кислоты. При резком превышении кислотностью средних значений соответствующих данной установке существует опасность перегрузки установки или отравлении относительно восприимчивых метановых бактерий. При увеличении содержания кислот в метантенке величина pH снижается. Так как, *буферные свойства (резерв извести)* сброженного осадка относительно высоки, то снижение величины pH останавливается только тогда, когда произошло значительное возрастание концентраций кислот. Изменение *концентраций кислот* является первым признаком нарушения процессов сбраживания и поэтому имеет большое значение для эксплуатации данных сооружений.

*Хорошо сброженный* осадок имеет смоляной запах или слегка затхлый запах лесной земли. Он обладает от черного до темно-серого цветом и в процессе обезвоживания на иловых площадках покрывается тонкими трещинами. Содержание органических веществ в нем составляет около 45% (потери при прокаливании).

*Плохо сброженный* осадок обладает неприятным запахом, коричневатый или реже светло-серый, процесс обезвоживания протекает замедленно, осадок долго остается слизистым; обладает сухими широкими трещинами. Так как содержание органической субстанции еще высоко, в связи с тем, что она находит себе здесь пропитание, на данном осадке в большом количестве появляется большая, желтая навозная муха.

Здоровый активный ил имеет коричневый цвет. Возвратный активный ил и избыточный активный ил из-за уплотнения во вторичных отстойниках обладает немного более темным цветом.

В осадке почти всегда присутствуют *возбудители болезней* (патогенные микроорганизмы, бактерии или вирусы или яйца гельминтов), при этом они остаются жизнеспособными и после сбраживания. Поэтому при использовании обезвоженного или влажного осадка в сельском хозяйстве следует соблюдать правила регламентирующие работы с осадками сточных вод.

*Влажный или обезвоженный осадок ни в коем случае не может быть сброшен в водоем или вывезен в области связанные с водоснабжением (хозяйственно-питьевого назначения)!*

Более детально качество осадков сточных вод и возможности их использования в сельском хозяйстве рассмотрены в разделе Сельскохозяйственное применение.



# 7. Методы и оборудование обработки осадка

## 7.1 Основы сбраживания осадка

На станциях аэрации сбраживание осадка применяют в следующих целях: быстро и *при отсутствии какого-либо запаха уменьшить* объем образовавшегося в первичных и вторичных отстойниках и отведенного из них осадка, получить при этом сброженный осадок, который легко отдает *оставшуюся в нем влагу*. В других областях науки и техники под сбраживанием понимают также брожение или ферментацию. Процессы сбраживания являются биологическими, так как химические преобразования свойств осадка осуществляют бактерии. Процесс протекает без доступа воздуха и в отсутствие растворенного $O_2$, отсюда следует, что процессы сбраживания проходят в анаэробных условиях.

Сброженный осадок АО своим свойствам не соответствуеит стабюилизиремому стабилизируемый, так как он в отличие от сырого (свежего) осадка не поддается загниванию. В связи с этим сбраживание называют также анаэробной стабилизацией.

*Высокие скорости* протекания процесса сбраживания обосновывают стоимость строительства метантенков. Чем быстрее протекает процесс сбраживания и чем меньше полезный необходимый объем, тем ниже стоимость метантанка.

Сырой (свежий) осадок быстро загнивает и выделяет неприятный запах. Этот процесс называется *кислым брожением*, так как при этом значение pH составляет около 7; в связи с этим сокращение объема осадка идет медленно и само по себе незначительно. Существующие здесь группы бактерий с помощью энзимов (ферментов), окисляют органические связи до спиртов, органических кислот, таких как масляная и уксусная кислота, $H_2S$, $H_2$, $CO_2$ и редко $CH_4$. Осадок остается текучим, серого цвета и тяжело обезвоживаемым. Часто кислое брожение связано с образованием пены. При любом виде сбраживания пенообразование происходит в менее значительных объемах и протекает параллельно с данным процессом.

Только при относительно небольшом количестве сырого (свежего) осадка процессы сбраживания распространяются быстро в большом количестве сбраживаемого в *щелочной среде* осадка, сбраживание проходит без неприятного *запаха*. Это происходит преимущественно, вследствии жизнедеятельности другой группы бактерий, так называемыми метановыми бактериями, которые разлагают органические вещества и образовывают метан; поэтому данный процесс еще называют метановым сбраживанием. В ходе данного процесса помимо метана образуются $CO_2$ и аммиак. Метановые бактерии нуждаются в совершенно определенных условиях существования и размножения. Они хорошо разви-ваются только в нейтральной или слабощелочной среде, т.е. при значениях pH более 7 и ниже 8. Они плохо переносят внезапные изменения температуры. При повышенных температурах бактерии данного вида работают лучше, т.е. процесс сбраживания протекает быстрее, и образуется больше газа. Продолжительности сбраживания осадка сточных вод при средних температурах соста-вляют:

| Температура сбраживания, $^0$C | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Время сбраживания, сут | 120 | 90 | 60 | 45 | 30 | 27 |

Рабочие температуры выше 37 °C применяются редко. По сравнению с обогреваемым для необогреваемого метантенка при расчете необходимо увеличивать его полезный объем в пересчете на 1 условного жителя.

Если в метантенке доминирует кислое брожение, при этом говорят также, что он перешёл в кислую фазу, например, если из-за отравления или перегрузки сырым «свежим» осадком величина pH опустилась ниже 7, то необходимо срочное извещение технических служб. Причину отравления или перегрузка можно определить посредством изучения параметров режима работы промышленных предприятий в населенном пункте. Постепенным, медленным введением 10%-ного известкового молока [$Ca(OH)_2$, гашеная известь, гидроокись кальция] можно восстановить величину pH в пределах от 7,5 до 8, так как необходимое количество извести не может быть определено из величины значения pH. Для этого следует определить концентрации кислот и/или содержание твердых веществ. Поэтому применение известкового молока должно происходить только по инструкции, так как завышенные



концентрации извести могут нанести ущерб процессу сбраживания и вызвать образование корки.
Количество добавляемой извести может быть очень приблизительно определено по эмпирической формуле:

> 1 кг $Ca(OH)_2/м^3$ метантенка на каждую единицу разницы величины pH.

Результат известкования можно считать положительным, если после него $Fe_2O_3$ связывает $H_2S$.

Из практического опыта следует, что применение NaOH для подщелачивания среды метантенка предпочтительнее, чем $Ca(OH)_2$, так как опасность образования корки или выпадения осадка в данном случае значительно ниже. Дополнительные затраты в данном случае остаются в разумных пределах.

Выход из строя системы отопления также может вызывать нарушение режима работы метантенка. Исходя, из всего выше сказанного можно выделить следующие вредные факторы воздействия на процесс сбраживания в метантенках:

а) перегрузка органическими веществами;
б) слишком низкий температурный режим или резкие перепады температур;
в) сброс ядов (токсинов), например, кислот, сточных вод гальванопроизводств, минеральных масел.

При очень сложных процессах сбраживания *ввод в эксплуатацию* метантенка требует особой тщательности и контроля технического состояния. Перед вводом в эксплуатацию необходима проверка всех трубопроводов и задвижек. Частица строительной опалубки, оставшийся в трубопроводе, может создать дополнительную работу и дополнительные заботы оператору очистных сооружений. С сырым (свежим) осадком начинать процесс щелочного сбраживания весьма тяжело. Ввод в эксплуатацию мтантенка может занимать продолжительное время. Для *созревания* необходимых бактерий и *ввода в нормальный режим* работы могут потребоваться месяцы. Как правило, метантенк доводится до нормального режима работы путём загрузки очищенной сточной водой, а в случае с обогреваемыми установками он предварительно таким же образом выводится на предусмотренный температурный режим. Сырой (свежий) осадок следует вначале дозировать в малых количествах, например, 1/10 от

нормы загрузки, и только затем медленно увеличивать дозу. Целесообразно сырой (свежий) осадок перед загрузкой смешивать со сброженным осадком из других канализационных очистных соружений с аналогичным типом сбражмваемого осадка. Этот процесс носит название адаптации. Необходимое количество *затравочного осадка* для периода ввода в эксплуатацию составляет в целом около 5–10% от необходимого объема осадка метантенка. Созревание осадка может поддерживаться незначительной дозировкой известкового молока. Не обогреваемый метантенк легче вводить в эксплуатацию весной и летом, чем зимой.

На крупных установках за счет внешней или внутренней перемешивания осадка или под воздействием газа содержимое постоянно перемешивается. Этот процесс носит название – цирку-ляции.

## 7.2 Уплотнение

Основной целью уплотнения осадка является сокращение его влажности. Первое уплотнение происходит уже в иловых камерах первичных и вторичных отстойников. На некоторых очистных станциях для того, чтобы в обогреваемые метантенки поступал осадок с как можно более низким влагосодержанием в качестве первой ступени обработки сырого осадка и/или избыточного активного ила предусматриваются илоуплотнители (осадкоуплотнители). Осадок выдерживается в них в течение нескольких часов. Данные сооружения по принципу действия схожи с отстойниками с тем лишь различием, что у них в нижней части имеется мешалка, чтобы способствовать удалению иловой воды из более глубоких слоев. Принцип работы аналогичен радиальным отстойникам. На крупных сооружениях подача осадка происходит непрерывно, на более мелких станциях аэрации – периодично, например, один или 2 раза в сутки. Иловая вода отводится через перелив и направляется в голову очистных сооружений, уплотненный осадок отводится по трубопроводу из нижней части сооружения.

Предварительное уплотнение имеет недостаток – практически невозможно исключить неприятный запах во время уплотнения, так как сырой (свежий) осадок всегда быстро начинает выделять запах и начинающийся процесс кислого брожение усиливает это.



Чтобы упростить процесс последующих обезвоживания или сушки и для получения фильтрата с наименьшим содержанием взвешенных веществ в некоторых случаях уплотняется сброженный осадок. Принцип работы этих сооружений аналогичен принципу работы илоуплотнителей, рассмотренных выше, однако в этом случае неприятный запах отсутствует.

Осадок может быть уплотнен и машинным способом, например, с помощью центрифуг.

## 7.3 Сбраживание

### *7.3.1 Необогреваемый метантенк*

*Заглубленный метантенк (рис. 7.1)*

Для малых и средних канализационных очистных станций применяются заглубленные метантенки глубиной от 3 до 5 м, эти метантенки не требуют серьезного ухода и надежны в эксплуатации. Из-за сравнительно большого полезного объема они обладают значительной остойчивостью, которая предотвращает опрокидывание метантенка. Ежедневно получаемый осадок по возможности подается каждый раз в новое место. При *введении в эксплуатацию* метантенк полностью заполняется сначала очищенными сточными водами, чтобы возникла возможность использования щелочной защиты. Ежедневно подаваемый сырой (свежий) осадок вытесняет соответственно равное количество иловой воды, которая снова подается на очистные сооружения. Образовавшуюся плавающую корку необходимо оставлять. Активность протекания процесса сбраживания можно характеризовать по выделению пузырьков газа.

*Еженедельная* работа по техническому обслуживанию состоит из: внесения в журнал значений величины pH и температуры иловой воды, а так же состояния осадка, которое определяется тестером осадка расположенным рядом с камерами выпуска сброженного осадка. Необходима проверка всех шиберов и прочистка камер впуска осадка. Перепускной трубопровод должен постоянно содержаться в чистоте.

*Выгрузка осадка* производится *один раз в год*, лучше всего осенью. Этот процесс может продолжаться несколько дней;

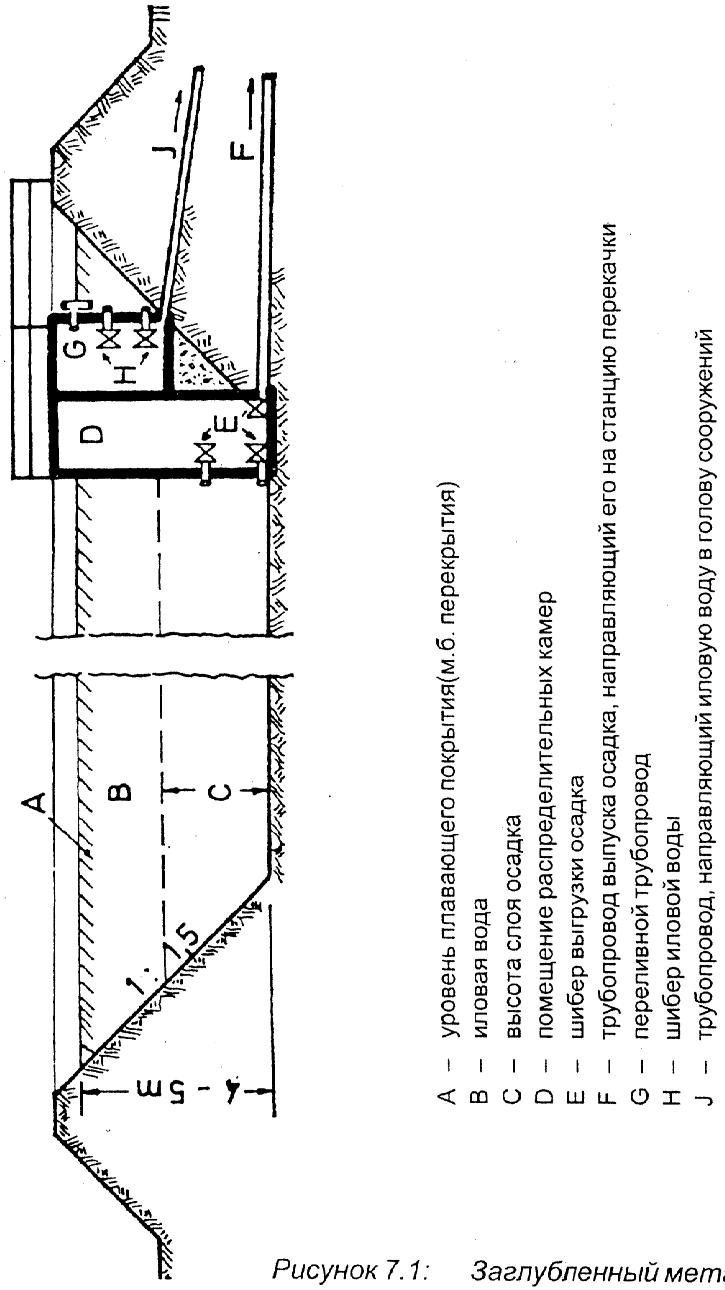



*Рисунок 7.1: Заглубленный метантенк*



в течение этого времени сырой (свежий) осадок, при отсутствии второго метантенка, необходимо подавать в самое удаленное место от камер выгрузки осадка. Очистка начинается с открытия верхнего шибера иловой воды (около 1/2 см), для *медленного выпуска* иловой воды. Иловая вода подается в первичные отстойники. Когда основная масса иловой воды уже вытекла, может быть открыт шибер выгрузки осадка. В случае если осадок слишком вязок ему может придаваться большая текучесть с помощью струи воды. В наиболее удаленных местах метантенка может оставаться некоторое количество осадка. Этот остаточный объем служит для последующего введения сооружения в эксплуатацию.

После очистки необходимо отремонтировать негерметичные шибера или заменять их. Затем метантенк снова заполняется очищенной сточной водой через перепускной трубопровод.

Заглубленные метантенки могут эксплуатироваться в зависимости от расчетов по степени заполнения осадком.

*Метантенки, возводимые на поверхности земли.*

Работа этого типа метантенков основывается на тех же принципах, что и метантенков рассмотренных выше. Они возвышаются над поверхностью земли и ограничены кольцевой стеной бетона с воронкой. В качестве термоизоляционного слоя используется земляная насыпь. Их преимуществом является возможность частичного выпуска и циркуляции сброженного осадка при заполненном метантенке, в данном случае скопившиеся иловая вода может свободно вытекать. Полное опорожнение сооружения следует производить каждые 3 – 4 месяца. В начале работы рекомендуется затравка метантенка осадком. В остальном работы по эксплуатации ничем не отличаются от методов эксплуатации заглубленных метантенков.

Камера сбраживания *двухъярусного отстойника* относится, как правило, к не обогреваемым сооружениям, а сам двухъярусный отстойник относится к комбинированным установкам.

### *7.3.2 Обогреваемые метантенки*

*Принцип действия и виды сооружений*

Для средних и больших очистных станций строятся большей

частью один или несколько закрытых резервуаров из железобетона или стали – метантенков. Сооружения могут иметь различные формы, однако почти все они имеют округлую форму. Во избежание потерь тепла сооружения имеют термоизоляцию. Выработка достаточного количества тепла для подогрева осадка обеспечивается отопительными котлами (топок, колосниковых решеток), которые вырабатывают пар низкого давления (< 0,5 Бар), пар высокого давления и горячую воду. Существуют 2 основных разновидности систем подогрева осадка в метантенках:

а) в систему подведения осадка вне метантенка подводится пар;
б) подводящийся или перемешиваемый осадок нагревается в обсадных трубах вне метантенка.

На крупных очистных станциях часто имеется несколько метантенков, которые эксплуатируются последовательно в двух- или многоступенчатых схемах. Последняя ступень (метантенк последней ступени) обычно не обогревается и имеет несколько более низкую температуру, как правило он служит, прежде всего, для уплотнения и хорошего отделения иловой воды.

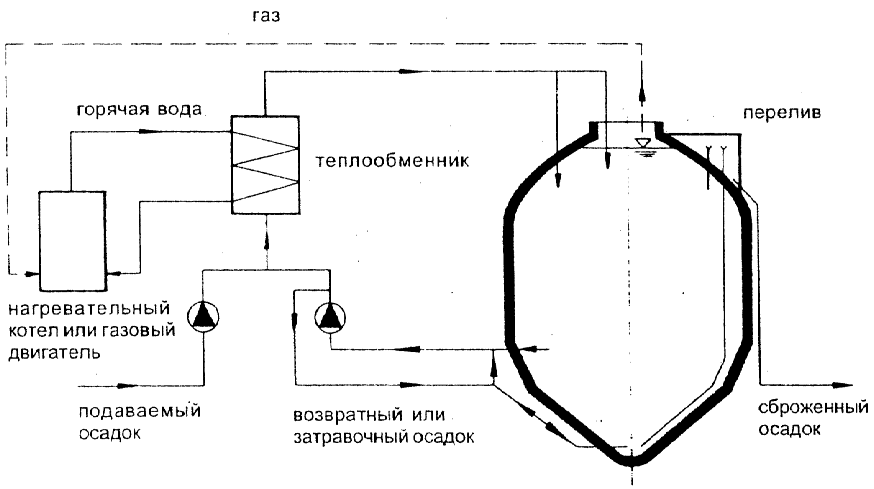



*Рисунок 7.2: Обогреваемые метантенки (b)*



В зависимости от режима эксплуатации метантенк подбирается из расчета образования осадка 30–50 л/чел. Имеет значение ежедневная нагрузка на метантенк по органическим веществам на каждый м$^3$ объема метантенка, эта нагрузка может составлять от 2 до 5 кг/м$^3$. Рабочая температура составляет от 30 до 35 °C, в не загруженном метантенке около 25 °C.

*Эксплуатация и обслуживание*

Было бы ошибочным здесь в нескольких строках попытаться описать все, на что необходимо обращать внимание при сбраживании при повышенных температурах, так как конструкции и эксплуатация отопительных установок и метантенков очень различны. Поэтому здесь в нескольких словах даны только самые важные и самые общие указания:

*Температура и измерение pH* осадка чрезвычайно важны для контроля технического состояния метантенка. Обогреваемые метантенки оборудованы для этого автоматическими измерительными устройствами. Предписанная в руководстве по эксплуатации температура должна поддерживаться постоянно. Она может колебаться в пределах максимум 1°C. Если ранее из-за незначительных нагрузок была принята температура, например, 25 °C, то теперь из-за полных нагрузок она должна быть повышена до 30 °C, повышение температуры необходимо осуществлять как минимум неделю. Необходимо наблюдать за температурой системы отопления на входе и выходе из сооружения, и в случае необходимости изменять её согласно инструкциям. Если при нормальном режиме работы температура в метантенке падает, повышать температуру на входе в сооружение не целесообразно. Повышенная температура на входе в сооружение необходима в случае (b), образующейся на отопительных приборах или отопительных трубах коркой осадка, которая еще больше препятствует теплообмену. В этом случае было бы целесообразнее увеличить время нагревания и перемешивания. Если это не помогает, необходимо проверять нагревательные элементы, снаружи на возможность образования на них корки осадка и внутри на образование известкового налета (подготовка воды питьевого качества?!).

В *иловой воде* (фильтрате), которая отделяется от сырого (свежего) осадка, необходимо еженедельно определять температуру, величину pH, взвешенные вещества, а также органические кисло-

ты и извести. Простой метод измерения описывается в разделе 9.3.5.

В высоконагружаемом метантенке с длительным временем перемешивания иловая вода отделяется от осадка в недостаточных объемах. В связи с этим содержание сухого вещества ($TS_R$) в иловой воде в большинстве случаев весьма высоко. Если это значение поднимается более чем на 1%, то значительно увеличивается объем сырого (свежего) осадка, в который эти твердые вещества снова попадают на ступени предочистки. Эта циркуляция веществ сильно увеличивает нагрузку на сооружения по обработке осадка, в частности, на производительность тепла.

*Ежедневно* необходимо измерять: подводимое *количество сырого (свежего) осадка*, *время перемешивания осадка* и *объем сброженного осадка*. Необходим постоянный контроль, за образующейся из *плавающего осадка* корки и при необходимости ее разрушение или удаление. Слишком толстая плавающая корка препятствует выделению газа и может затруднять выпуск иловой воды. Если причиной образования плавающей корки является жир, то необходимо предусмотреть его устранение на стадии удаления песка, например, установкой стальных микросит для удаления жира в спокойной зоне аэрируемой песколовки.

Необходимо периодически промывать *трубопроводы отведения* иловой воды.

При отведении осадка существует опасность возникновения в метантенке пониженного давления (вакуума). В сифонах с водой может образовываться подсос воздуха. Из-за этого возникает опасность образования взрывчатой газовой смеси! Поэтому может выпускаться только определенное количество осадка. Оно устанавливается в зависимости от установок и опыта эксплуатации. Так как объем осадка с результате сбраживания уменьшается приблизительно на одну треть от первоначального, то для средних, нормально нагруженных метантенков в случае возникновения следует учитывать следующее эмпирическое правило: отводимое каждый третий день количество сброженного осадка равно ежедневно подаваемому в метантенк объему сырого (свежего) осадка.

Оборудование по *обработке газовой смеси* разрабатывается специально. Объем образующегося газа необходимо постоянно



контролировать т.к. он является надежным показателем эффективности сбраживания осадка.

*Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание*

- Для отвода плавающего осадка из метантенка применяют трубопроводы с минимальным диаметром 300 мм. Камеры приема плавающего осадка в метантенке минимум 500 мм.
- Для для устранения засоров трубопроводов осадка целесообразно устройство аварийных шиберов.
- располагать таким образом, чтобы его можно было легко отвозить при помощи сельскохозяйственных транспортных средств и существовала возможность разворота данного устройства.
- Обязательно измерение объемов сырого (свежего) и сброженного осадка. Для этого рекомендуется индуктивное измерение; также целесообразны маркировки объема в приемных камерах насосов.
- В метантенк часто загружается фекальный осадок, который подвозится с очистных сооружений малой канализации. Сколько из этого объема может обрабатываться, зависит от размера и коэффициента использования канализационных очистных сооружений. Подробности и конструктивные указания даются в Рабочем листе ATV-DVWK A 123, „Обработка и отведение осадка из очистных сооружений малой канализации", [4].

## 7.4 Аэробная стабилизация

Осадок можно также стабилизировать, т.е. уменьшить его способность к загниванию, в аэробных сооружениях при помощи постоянной вентиляции и продувки воздухом. Этот метод чаще всего применяется на небольших станциях аэрации (имеющих биологическую ступень очистки сточных вод) с длительным периодом продувки и без механической очистки. При этом процессы очистки сточных вод и стабилизации осадка происходят одновременно в аэротенке. В некоторых случаях предусматривается отдельное аэрируемое сооружение для стабилизации осадка. В данное сооружение обрабатываться избыточный активный ил. Так как сооружение для аэробной стабилизации является модернизацией метода очистки сточных вод активным илом, то сооружения по стабилизации осадка построены и оборудованы в также, как

и аэротенки. Используемые аэрационные установки одинаковы. Сооружения по стабилизации осадка загружаются в зависимости от объема образующегося избыточного активного ила ежедневно от 1 до 3 раз. в зависимости от времени года стабилизированный осадок удаляется один раз в 2–4 недели.

Необходимое время стабилизации зависит от температуры. При-близительно можно принимать следующие значения:

| Температура осадка в сооружении по стабилизации осадка, в °С | 5 | 10 | 15 | 20 |
|---|---|---|---|---|
| Требуемая продолжительность аэрации, в сут. | 28 | 17 | 11 | 8 |

При температурах ниже 5 °С процесс биологического разложения органических веществ не происходит.

Аэробная стабилизация требует постоянного контроля технического состояния. В стабилизаторе, как и в аэротенке, необходимо постоянное измерение концентраций $O_2$; при этом величина содержания кислорода не должна превышать 1 мг/л. Необходимо регулярное определение илового индекса, объема осадка и содержания сухого вещества в нем. Значение $БПК_5$ надиловой воды не должно превышать 40 мг/л. Для аэробной стабилизации, по сравнению с анаэробным сбраживанием, весьма высоки затраты на электроэнергию.

Для обработки осадка применяются аэробные термофильные методы. В этом случае температуры осадка может достигать 60 °С из-за процессов обмена веществ при воздействии кислорода. Процесс продолжается несколько дней; при этом происходит глубокая стабилизация и сокращение общего микробного числа осадка.

Осадок может считаться стабилизированным, если были окислены минимум 50% от первоначально содержащихся, способных к загниванию веществ (потери при прокаливании) и осадок обезвоживается без выделения неприятного запаха. Для оценки степени стабилизации осадка используют так называемый ТТС-тест (см. раздел 9.3.7).



## 7.5 Обезвоживание на иловых площадках

Обезвоживание осадка на *иловых площадках* ранее было одним из наиболее распространенных методов. Сегодня этот метод не так распространен, в силу высокой трудоемкости и так как в большинстве случаев не дает положительных результатов при обезвоживании избыточного активного ила из аэротенков. Под проницаемым слоем из песка или гравия, на который укладывается осадок слоями толщиной от 20 до 40 см, укладываются дренажные трубы, по которым отводится дренажная вода. Возможно быстрое заиливание дренажных трубопроводов. Засоры необходимо устранять, как только о них становится известно и если они доступны. Большая часть отделяемой воды испаряется с поверхности осадка. В случае если на поверхности иловых площадках остается вода, целесообразно устройство отводящих колодцев (трубчатых водосливов).

## 7.6 Сооружения временного хранения осадка

Так как сельское хозяйство не может принимать осадок непрерывно в течение всего года, а также на случай нарушения нормального функционирования сооружений механического обезвоживания осадка почти на всех канализационных очистных станциях необходимо устройство сооружений для хранения осадка для того, чтобы принимать постоянно образующийся осадок сточных вод. Эти сооружения могут устраиваться аналогично силосохранилищам или с использованием земляных работ и устройством канав. Наиболее целесообразная форма строительства зависит, прежде всего, от производственной необходимости. Требования к сооружениям исходят из срока хранения осадка, который может составлять от трех месяцев до года. В зависимости от времени хранения и формы строительства сооружения можео достигать значительного сокращения объема осадка. Если влажность уменьшится, например, только с 95% до 92%, то объем осадка сократится на две трети. Влажность может быть уменьшена испарением, отведением воды через колодцы или дренажи.

Обычно предусматривается минимум 2 сооружения для хранения осадка. В то время как одно сооружение наполняется, в другом происходит непосредственно обезвоживание осадка, например, во время вегетативного периода, или проводится очистка сооружения. Способ временного хранениясадка, аналогичный сило-

сному сооружению показал себя пригодным в том случае, когда осадок во время хранения должен быть равномерно перемешан (гомогенизирован) и находиться в текучем (возможном для перекачки насосом) состоянии для того, чтобы его было возможно транспортирование конвейерным способом. Для перемешивания хорошо подходят устройства, используемые в сельском хозяйстве, например, мешалки с погружным мотором, электромешалки или насосы.

*Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание*

- При способе строительства аналогичном силосному сооружению рекомендуемая глубина составляет до 4 м.
- Способ с использованием земляных работ подходит только, если в качестве подстилающего грунта применяется маловодопроницаемый грунт. Необходимо тщательно обдумывать возможность проведения процессов перемешивания и опорожнения.
- Для очистки водоотводящих трубопроводов и промывки дренажей необходимо использование технической воды.
- Для выпуска лучше всего подходят поворотные подвесные трубопроводы осадка с быстродействующим шибером.
- Для опорожнения необходимо предусмотреть 2 возможности, например, насос опорожнения и возможность подсоединения к вакуумному резервуару.
- Место выгрузки осадка должно быть устроено таким образом, чтобы оно было доступным для сельскохозяйственных транспортных средств и имело бы место для разворота транспорта.
- Устройство для выгрузки осадка должно быть устроено таким образом, чтобы по возможности исключить загрязнение людей и транспортных средств.
- Для транспортных средств необходимо устройство мойки.

*Эксплуатация и ко0нтроль*

- Контроль за процессами обезвоживания, отведения воды, наблюдение за состоянием осадка, контроль дренажных труб и их промывка (до образования засора).
- Регулярное перемешивание раз в 2 – 3 недели во избежание затвердевания осадка.
- Отбор проб для измерения содержания твердых веществ, тяжелых металлов и питательных веществ.



- Выгрузка осадка согласно плану очистных работы сооружений после согласования с фермерами.
- Записи в журнале предприятия о наполнении и выгрузке с указанием даты и техническими данными количества осадка и результатами исследований осадка.
- При устройстве данного сооружения между земляными дамбами необходимо время от времени дополнительно проверять откосы на устойчивость и плотность, так как грызуны могут их подрывать.

## 7.7 Использование и удаление осадка

На канализационных сооружениях неизбежно образуются отходы (рис. 7.3): например, отбросы с решеток, песок песколовок и осадок сточных вод. Для обеспечения надежного функционирования канализационных очистных сооружений эти отходы должны удаляться. После вступления в силу законов по обращению с отходами и обеспечению приемлемого для окружающей среды устранения отходов (Закон об обращении с отходами – KrW-и AbfG) 06.10.1996 вышеуказанные отходы, как только они покидают канализационные очистные станции, должны жестко контролироваться и обрабатываться согласно утвержденным предписаниям. Удаление отбросов с решеток и песка песколовок описано в разделах 5.3 и 5.4. Здесь речь идет о самом большом по объему виде отходов – осадке сточных вод.

Согласно KrW-и AbfG в первую очередь необходимо избегать образования лишних отходов (§ 4 раздел 1, пункт 1 KrW-и AbfG). При очистке сточных вод это редко достигаемо, но возможно уменьшить объем образующихся отходов посредством: обезвоживания и сокращением органической составляющей (отбросов с решеток и песка из песколовок путем промывки, осадка путем сбраживания).

Во вторую очередь осадки необходимо использовать в качестве источника для получения энергии (§ 4 раздел 1, пункт 2 KrW-и AbfG), это значит:

Применение в земледелии / в сельском хозяйстве
или
сжигание с дальнейшим использованием выделяемой энергии и образующейся золы.

Если эти возможности исчерпаны или невозможно обработать отходы, то отходы необходимо исключать на длительный период из обращения и устранять для предотвращения ущерба общественности (§ 10 раздел 1 KrW-и AbfG).

Под устранением до сих пор понималось депонирование или сжигание. После вступления в силу «Технических требований по использованию, обработке и удалению отходов поселков» (TA Отходы поселков) к депонированию разрешены лишь отходы, в которых органическая часть не превышает 5%. В переходный период до 2005 года осадки сточных вод разрешено хранить, а в дальнейшим, при направлении их на депонирование, сначала подвергнуть предварительной обработке: сжиганию или термической обработке, для снижения органической составляющей в осадке сточных вод до значений ниже 5%, и лишь затем оставшаяся зола будет захораниваться. Из-за остаточных нагрузок на окружающую среду и высоких издержек в данном случае действует общий для систем обращения с отходами принцип:

Использование лучше, чем удалять.
Целью всех мероприятий на канализационных очистных сооружениях должно быть производство способных к вторичному применению продуктов, т.е. такого осадка сточных вод, который может использован. Исходя из других предпосылок, KrW-и AbfG требуют для термического использования теплоты сгорания равной 11 000 кДж/кг, которая обязательно должна достигаться после проведения обезвоживания осадка сточных вод. Принимая во внимание то, что для осадков сточных вод рекомендуется сжигание во вращающихся печах, такая высокая теплота сгорания не требуется. Следовательно, требованиям вполне удовлетворяет обезвоженный или частично высушенный осадок сточных вод. Таким образом, осадок, который не может быть использован в сельском хозяйстве, и должен сжигаться, граница применимости 11 000 кДж/кг не имела бы значения. Осадок сточных вод можно рассматривать как альтернативный вид топлива (как один из новых видов сырья).

Осадок сточных вод содержит много ценных соединений в органической субстанции, микроэлементы и прежде всего питательные вещества для растений, которые при сжигании будут утеряны. Осадок может быть весьма ценен как удобрение. При добавлении органической субстанции в почву могут быть улучшены свойства



почвенного слоя и содержание гумуса. Поэтому самым разумным, с экологической и экономической точек зрения, является способ использование осадка в сельском хозяйстве.

В KrW-и AbfG указываются также требования для случаев, в которых осадок может применяться в качестве сельскохозяйственного удобрения как „вторичное удобрение". Вследствие этого не нарушаются предписания раздела права, касающегося минеральных удобрений. Это значит, что осадок сточных вод и его смеси подпадают под действие разделов прав касающихся отходов и удобрений. Закон об удобрениях был приведен в соответствие с этим новым правовым положением. Ранее осадок сточных вод был обозначен как „удобрение из вторичного сырья", а в приведенном в соответствие Постановлении об удобрениях он уже значится как:

- твердое или жидкое органическое азот – фосфорное удобрение,
- твердое или жидкое органическое азот – фосфор – калийное удобрение,
- а также органически-минеральное азот – фосфор – калийное удобрение.

Общественность отрицательно относится к применению осадка сточных вод в сельском хозяйстве, в связи с существующей опасностью попадания вредных элементов в грунты и растения и не в последнюю очередь в трофические цепи. При соблюдении требований Постановления об обращении осадка сточных вод (AbfKlärV) такая опасность практически исключена.

В KrW-и AbfG указана дальнейшая ответственность производителей за производимые ими продукты[1]. Она включает в себя приемлемое для окружающей среды применение или устранение отходов. Это касается также владельцев канализационных очистных сооружений, как „производителей" осадка сточных вод. Этим была разработана основа для организации Законодательного Фонда осадков сточных вод. В Законе об удобрениях указано, что ущерб, наносимый людям и имуществу из-за сельскохозяйственного использования осадка сточных вод, должен быть возмещен из Фонда осадков сточных вод. Фонд начал свое действие 1 января 1999.

[1] в данном случае – осадки (здесь и далее прим. переводчика)

Разумеется, существуют осадки сточных вод, которые содержат вредные вещества; такие осадки должны депонироваться или сжигаться.

Также как и другие отходы, образующиеся в процессах очистки сточных вод, например, отбросы с решеток и песок из песколовок, осадок еще часто депонируется вместе с бытовыми отходами. При этом доля бытовых отходов должна быть существенно больше, чем доля осадка сточных вод. Более подробно данный вопрос рассмотрен в Рабочем листе ATV-DVWK A 301 „Прием осадка сточных вод на полигоны депонирования отходов, совместное захоронение осадка сточных вод и бытовых отходов" [4].

*Рисунок 7.3: Осадки сточных вод, образующиеся в процессах очистки сточных вод*



Разумеется, все виды осадков различны и величина влажности дает недостаточную информацию о его консистенции и возможности захоронения. Поэтому для описания стабильности полигона депонирования дополнительно вводят характеристику, относящуюся к механике грунтов – прочность на сдвиг. Согласно TA Отходы поселений прочность на сдвиг должна составлять 25 кН/м$^2$.

*Использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве*

Осадок сточных вод используется преимущественно в сельском хозяйстве, и земледелии. Использование осадка сточных вод в первую очередь учитывает требование „использование перед устранением". Осадок и содержащиеся в нем вещества, вследствие этого возвращаются в естественный круговорот веществ. Это является основной целью KrW-и AbfG и часто обозначается английским словом „recycling".

| | Азот | | Фосфаты | Оксид калия |
|---|---|---|---|---|
| Осадок сточных вод | общий | из него аммоний-ного | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| Необезвоженный (около 5% TR) | 190 | 55 | 195 | 30 |
| Частично обезвожен-ный (около 25 %TR) | 120 | 20 | 180 | 20 |
| Обезвоженный (около 35% TR) | 105 | 13 | 175 | 23 |

*Таблица средних значений биогенных элементов в зависимости от степени обезвоживания (кг на 5т. осадка сточных вод к массе сухого вещества)*

При механическом обезвоживании осадка сточных вод и при его сушке в нем сокращается содержание азота. Часть азота с фильтратом и соответственно с конденсатом направляется обратно на очистные сооружения, часть забирается в виде аммиака (при обработке известью и при сушке осадка сточных вод). Кроме того,

обезвоженный и высушенный осадок в среднем показывают более низкое содержание оксида калия, чем «влажный» или умеренно обезвоженный осадок.

Содержание фосфатов в осадке сточных вод под действием обезвоживания и сушки почти не изменяется.

Состояние почв улучшается при подачи на них органической субстанции осадка при этом повышается содержание гумуса, а недостатки от микроэлементов могут быть эффективно и недорого устранены с помощью осадков сточных вод. Сельскохозяйственное предприятие может экономить до трети необходимых удобрений при введении до около 33 м³ влажного осадка на гектар в год (по Diez).

Удобряющая способность осадка сточных вод определяется содержанием сухого вещества. Чаще всего влажный осадок имеет сухой остаток около 5%. Путем обезвоживания на иловых площадках или механического обезвоживания достигается значение сухого остатка 10–35%. Вследствие этого повышается содержание гумуса в осадке сточных вод, однако, с отделенной водой пропадает, часть растворенных биогенных веществ.

Влажный осадок богат азотом (N) и фосфором (P), которые преимущественно определяют удобряющую способность, но в тоже время всегда бедны калием (K). Обезвоженные осадки могут иметь высокое содержание извести и поэтому могут быть хорошо применимы в сельском хозяйстве.

Следует обратить особое внимание на дополнительные калийные удобрения, так как осадок сточных вод в отличие от обычных удобрений оставляет после себя восприимчивость калийному насыщению.

Азот существует во влажном осадке от около 30 до 50% в виде аммония ($NH_4$–N), а остаток в органических связях. Обезвоженный осадок содержит напротив мало $NH_4$–N, особенно, если он имеет большое содержание извести.

Большая часть фосфора получается за счёт неорганических связей (прежде всего, полифосфаты из моющих средств); его удобряющая способность равна количеству фосфатов.

Большинство осадков можно отнести к слабо основным. Ежегодные потери почвами Ca и Mg из-за вымывания и вегетационных процессов растений частично могут быть восполнены посредством внесения осадков сточных вод. Содержащийся во влажном осадке азот может быть легко использован растениями. Это означает:



- Высокие потери азота (до 80%), если осадок сточных вод вносится на поля, с малым количеством растений; данные условия требуют того, чтобы осадок сразу вводился в таких условиях, когда он сразу начинал работать как удобрение (во время вегетативного периода);
- Высокие нормы усвоения (от 50 до 70%), при внесении осадка незадолго до или во время вегетативного периода.

Для азота необходимо различать быстро и медленнодействующую составляющие. Быстродействующая составляющая азота состоит преимущественно из аммония и в этой форме не подвержена вымыванию из грунта. Вымывания необходимо ожидать только после преобразования данной составляющей в нитраты, в теплом грунте этот процесс занимает около 3 недель. Поэтому осадок сточных вод и как все остальные минеральные удобрения должен вноситься только тогда, когда существует соответствующая потребность в азоте, т.е. образующиеся нитраты могут быть приняты почвой. Обезвоженный осадок может вноситься из-за малого содержания аммония также периода уборки урожая в течение осенних и зимних месяцев согласно требованиям Предписаний об удобрениях, только до 40 кг $NH_4$–N или 80 кг общего азота на гектар.

Избыточный азот приводит к обратным процессам и снижению качества взращиваемых культур.

Это может привести к обогащению грунтовых вод нитратами. Другие основные биогенные вещества, прежде всего, фосфаты, аккумулируются в грунте.

Примерно половина массы сухого вещества влажного осадка состоит из органической субстанции. 100 м³ влажного осадка с 5% TR содержат, примерно, такое же количество органической субстанции как, например, 100 т навоза животноводческого хозяйства.

Органическая субстанция осадка сточных вод очень быстро перерабатывается в грунте. За счет внесения осадка начинается значительная биологическая активность грунтов. Свойства

плоских и склонных к осушению грунтов могут быть улучшены за счет внесения в них осадка.

Влажный осадок сравним во многих случаях с жидким навозом и вместе с тем с минеральными удобрениями, которыми обычно пользуется фермер. Влажный осадок может быть легче распределен по сельскохозяйственным площадям, чем обезвоженный осадок. Для вывоза сырого осадка на очистных станциях целесообразно устройство специальных подвесных трубопроводов (рукавов), с помощью которых могут быть легко заполнены автомобили-цистерны.

В то время как очистные станции заинтересованы как можно в более непрерывном вывозе осадка, фермеры должны производить внесение осадка руководствуясь естественными факторами, планом внесения удобрений и предполагаемыми последствиями их введения.

Хорошее усвоение удобрения при одновременных незначительных нагрузках на окружающую среду при внесении осадка достигается достаточно часто, но при этом в малых количествах. Предварительное взрыхление пахотного слоя ускоряет процесс впитывания осадка и противодействует его истощению.

Осадок сточных вод совместно с удобрениями из соломы и тростника способствует сохранению азота в грунте. Непосредственное введение в грунт уменьшает количество газообразных потерь азота, вызывающих нагрузку на окружающую среду, а также оно необходимо по гигиеническим причинам, особенно при близости населенного пункта.

Внесение осадка сточных вод подчиняется нормам Права регламентирующего обращение с минеральными удобрениями. Согласно Предписаниям по удобрениям не допустимо внесение осадка сточных вод на насыщенные водой, мерзлые или покрытые снегом почвы.

Осадки сточных вод, содержащие до 12% TR возможно перекачивать насосами. Их внесение на поля можно производить обыкновенными для сельского хозяйства большими автомобилями-цистернами. Самый приемлемый для почв вид внесения в них осадка не является удовлетворяющим требованиям охраны окружающей среды. Разбрасывающее оборудование центрифуги или



разбрызгиватели навоза больше не соответствует современным требованиям. Они могут быть заменены современными технологиями.

Обезвоженные осадки с TR 25 – 30% должны вноситься с помощью слаженно функционирующих универсальных разбрасывателей. Осадки сточных вод пластичной консистенции (TR между 12 и 25%) лучше дополнительно обрабатывать с помощью специальных веществ (например, извести), до тех пор, пока они не станут крошащимися. Такие осадки целесообразно вносить в грунт осенью, чтобы использовать замедляющее действие мороза.

Для влажного осадка наиболее технически приемлемым является его внесение после снятия основного урожая, начиная с середины июля/августа до конца сентября[2]. При этом необходимо соблюдать ограничения Предписаний по удобрениям.

Внесение осадка весной весьма проблематично, т.к. тяжелые транспортные средства, перевозящие осадок должны передвигаться по полю и не просохшим грунтам (уплотнение грунтов!).

Осадок сточных вод с содержанием TR ниже, чем 20% запрещено вносить в почвы в период с 15 ноября по 15 января. В остальное время его необходимо без задержек вносить в почву (пашню).

Если в основные вегетативные периоды в распоряжении нет никаких подходящих площадей, то в это время необходимо использовать достаточные мощности складских помещений для осадка, имеющиеся на очистных станциях или внесением осадка на не сельскохозяйственные или садово-огороднические площади (а также, например, рекультивируемые поверхности).

При внесение осадка сточных вод в грунты, используемые в сельском хозяйстве не должно нарушать права общества и наносить вред здоровью и благополучию людей. Дальнейшие подробности установлены в Постановлении об осадке сточных вод-AbfKlärV [11]-, который с марта 1997 подчинен KrW-и AbfG. Он имеет значение для бытовых сточных вод, городских сточных вод или сточных вод с незначительными нагрузками по вредным веществам.

---

[2] сроки сбора урожая приведены для ФРГ.

*На что обращать внимание при внесении осадка в почву?*

Осадок сточных вод может быть внесен лишь, в случае если грунт может его переработать. Внесение запрещено в насыщенные водой, мерзлые или покрытые снегом грунты.

Если вносимый осадок сточных вод содержит менее 20% TR, необходимо руководствоваться положениями Постановления об удобрениях, установленными для жидкого навоза. Его необходимо без задержек вносить в почву (пашню) и запрещено вносить в почвы в период с 15 ноября по 15 января. После снятия основного урожая травы, семян травы, дополнительных посевов, осенних посевов целесообразно внесение максимум до 40 кг азота аммонийного или 80 кг общего азота на гектар.

Обезвоженный осадок, вносимый на поврежденные эрозией площади, из-за возможного смывания должен тщательно обрабатываться.

*Может ли осадок сточных вод храниться на окраине поля?*

Осадок сточных вод может храниться на краю поля только в том случае, если он тверд и если он после этого будет незамедлительно использован. Складирование на краю поля недопустимо, если время и место внесения его еще не определены. Расстояние до ближайших водоемов или водотоков устанавливается не менее 50 м. Осадки сточных вод различного происхождения необходимо хранить раздельно.

**Предписания об осадках сточных вод**

*Запрещения и ограничения*

Постановлением об осадках сточных вод созданы законодательные основы, гарантирующие такое использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве, которое бы не наносило ущерба окружающей среде и т.д.. Постановлением защищены от нежелательных нагрузок вредными веществами грунты, а также человека и животных от приема вредных веществ с пищей.

*Куда не может быть внесен осадок сточных вод?*

Осадок сточных вод не может вноситься на следующие площади:

- Леса, многолетние пастбища, фруктовые и овощеводческие хозяйства, площади выращивания свеклы, спаржи, раннего картофеля. На площадях плодово-ягодных питомников, питомников рождественских елок, табака и хмеля возможно использование осадка сточных вод. Для овощей выращиваемых на полях действует запрет на возделывание в год внесения и на следующий после внесения осадка сточных вод год.
- В санитарно-защитных зонах (в том числе вокруг водозаборов) (зоны I, II и III)
- Залежные земли и земли, связанные с защитой окружающей среды
- Береговые полосы шириной до 10 м.



На пахотных землях, которые используются для возделывания кормовых культур и сахарной свеклы, до тех пор пока культуры используются в пищу, внесение осадка сточных вод допустимо только перед посевом с последующей глубокой ассимиляцией. При возделывании силосных культур и зеленой кукурузы осадок сточных вод необходимо вносить перед посевом в грунт.

Поверхности, на которые привносились компостированные отходы, не могут удобряться осадком сточных вод в течение 3 лет. Несмотря на отсутствие запрета, пришлось отказаться от использования осадка на территориях возделывания полевых овощей и картофеля.

Привнесение от осадка сточных вод в грунты с Ph $\geq$5 запрещено.

*Ограничение привносимого количества осадка*

Допустимый привносимый объем ограничен 5 тоннами по массе сухого вещества осадка (mT) на гектар в течение 3 лет.

*Как рассчитывается приток биогенных веществ?*

Осадок сточных вод в качестве удобрения рассматривается преимущественно для предприятий, ориентированных на ведение хозяйства без скотоводства. От общей потребности в азоте минеральные удобрения должны составлять 25%. Долговременное привнесение азота с помощью осадка сточных вод может рассчитываться по указанной ниже методике:

Пример:

| | |
|---|---|
| Потребность в азоте | 160 кг N/га и в год |
| Азотное минеральное удобрение (25% внесение): | 40 кг N/га и в год |
| Остается для N из осадка сточных вод | 120 кг N/га и в год |

На предприятиях, содержащих скот должен также учитываться возврат азота из помещений, где содержится скот.

В первый год после привнесения (краткосрочное действие) на почву воздействует только азот аммонийный и незначительная часть органически связанного азота (около 10%). Содержание азота аммонийного существенно зависит от содержания сухого вещества. В целом быстродействующая часть азота не может превосходить потребность в азоте для данной культуры. Остаточный, жестко органически связанный азот действует как гумус (добавление около 3% в год) и обогащается при повторенном внесении.

Фосфаты и оксид калия из осадка сточных вод примерно настолько же действенны, как и фосфаты и оксид калия из минеральных удобрений. Осадок сточных вод содержит относительно большое количество фосфатов. С привнесением 5 тонн по массе сухого вещества осадка на гектар через 3 года покрывается общая потребность в фосфоре для данной культуры. Более высокая подача фосфатов разрешена только на не достаточно обеспеченных грунтах (класса A и B[3]). На грунты класса E запрещено внесение осадка, так как они не нуждаются в фосфатных удо-брениях.

*Допустимые содержания вредных веществ в осадке сточных вод и в грунте*

Осадок сточных вод может вноситься только в заранее своевременно исследованные грунты. Такое исследование происходит по инициативе очистных станций и согласно их нагрузкам, как правило, минимум за 2 месяца до первого внесения. Оно охватывает указанные в таблице тяжелые металлы, биогенные элементы фосфор, оксид калия и магний, а также величину pH.

Фермер должен сообщать персоналу, отбирающему пробы, номера полей, на которые должен быть внесен осадок сточных вод.. Исследование на тяжелые металлы должно, как правило, повторяться раз в 10 лет, исследования на биогенные элементы и величину pH перед новым внесением осадка раз в 3 года.

- Перед внесением грунты должны исследоваться с определением величины pH и имеющихся в распоряжении растений питательных веществ.

[3] Классы указаны согласно немецких норм



- С установлением допустимых концентраций вредных веществ и одновременного ограничения объема вносимого осадка сточных вод ограничиваются также нагрузки (нагрузка = вносимый объем × концентрация вредных веществ). Нагрузки по тяжелым металлам служат величиной для отслеживания во времени изменений и накапливания вредных веществ в грунте. В Постановлении об осадках сточных вод для осадка и грунтов удовлетворительными считаются такие концентрации вредных веществ, которые при расчете на 100 лет не приведут к опасному накапливанию этих вредных веществ в грунте.
- Имеет значение также тот факт, что проблему осадков, содержащих вредные вещества следует решать не на канализационных очистных сооружениях, а на протяжении всей водоотводящей сети. Таким образом, спуск сточных вод, содержащих вредные вещества, в канализацию должен предотвращаться на предприятиях путем предварительной очистки промышленных сточных вод. Законодательные основы для этого установлены Постановлением о сточных водах и уставом канализации.

***Максимально допустимые концентрации вредных веществ (мг/кг тТ)***

| ***Вредные вещества*** | ***В осадке сточных вод*** | ***В грунте*** |
|---|---|---|
| *Неорганические (тяжелые металлы):* | | |
| *Свинец* | *900* | *100* |
| *Кадмий* | *10* *5 *)* | *1,5* *1*)* |
| *Хром* | *900* | *100* |
| *Медь* | *800* | *60* |
| *Никель* | *200* | *50* |
| *Ртуть* | *8* | *1* |
| *Цинк* | *2500* *2000*)* | *200* *150*)* |
| *Органические:* | | |
| *Полихлорированный бифенил (PCB), и его компоненты* | *0,2* | |
| *Диоксины и фураны (PCDD/PCDF)* | *0,0001* | |
| *Органические галогенсодержащие соединения (AOX)* | *500* | |

**) Для легких грунтов с содержанием глиняных частиц 5% и грунтов с величиной pH между 5 и 6*

*Исследование осадка сточных вод*

- Для канализационных очистных станций, рассчитанных на <1000 условных жителей (EW) предполагается небольшой объем исследований
- Исследования проводятся специальными учреждениями
- Объем исследований включает в себя
  Тяжелые металлы (свинец, кадмий, хром, медь, никель, ртуть, цинк)
  Органические соединения (AOX, PCB, диоксины/фураны)
  Сухой остаток, величина pH, органическая субстанция, основные соединения (основания)
  Питательные вещества (общий азот и азот аммонийный, фосфат, калий, кальций, магний)
- Частота проведения исследований
  каждые 6 месяцев – может сокращаться в отдельных случаях до 2 месяцев.
  Исключения: PCB и диоксины/фураны: испытание каждые 2 года.
- Отбор проб производится персоналом очистных станций или специальными учреждениями
- Отбор проб: 5 различных проб – каждая 5л – смешиваются, образуя среднюю пробу, и из нее отбираются 5 л в емкости из пластмассы или алюминия (см. приложение 1 к Постановлению об осадках сточных вод)?
- Ежегодные затраты от 1 000 до 1 500 ДМ

*Исследование грунта*

Исследование грунта впервые перед внесением осадка сточных вод и каждые 10 лет на тяжелые металлы и перед каждым новым внесением на величину pH, фосфаты, калий и магний.

- Фермер указывает площади, на которые должен быть внесен осадок
- Предприятие по очистке сточных вод в данном районе или уполномоченный начинает исследование грунта и получает согласие фермера
- Отбор проб уполномоченными или персоналом канализационных очистных станций производится после инструктажа учреждения, занимающегося вопросами сельского хозяйства
- Исследование проводится аттестованными организациями
- Объем исследований
- Тяжелые металлы



- Свинец, кадмий, хром, медь, никель, ртуть, цинк, а также pH, фосфаты, оксид калия и магний
- Отбор проб
- 1 средняя проба на гектар, при унифицированном отборе проб и одинаковом хозяйственном использовании на 3 га
- 20 проколов-проб до глубины обработки (см. приложение 1 к Постановлению об осадках сточных вод)
- Затраты около 100, – ДМ на пробу

*Накладная и регистр*

- Накладная
  Для чего существует накладная?
  – Она служит фермеру как документ об использованном объеме осадка сточных вод, содержании биогенных веществ и концентраций вредных веществ в нем, и как подтверждение того, что канализационные очистные станции соблюдают Постановление об осадках сточных вод.
  – Она служит канализационным очистным станциям как основа для расчета с фермерами и для составления картотеки участков, где использован осадок

  Что происходит с накладными?
  – Фермер, транспортная фирма и органы власти получают по одной копии накладной.
  – Оригинал накладной необходимо сохранять на очистной станции до 30 лет.

- Регистр
  Фирма, эксплуатирующая очистную сооружения составляет регистр, который содержит следующие данные:
  – Количество образующегося осадка и поставки осадка в сельское хозяйство
  – Исследования осадка
  – Способ обработки осадка
  – Фермер, участок, номер земельного участка (картотека участков, где использован осадок)
  – Исследования грунта

Фирма, эксплуатирующая очистные сооружения передает эти данные соответственно до 31 марта следующего года органам власти по исполнению Постановления об осадках сточных вод.

*План распределения осадка*

Органы власти, ответственные за сельское хозяйство ежегодно составляют план распределения осадка. Он служит для защиты грунта и грунтовых вод от повышения концентрации биогенных элементов при внесении осадка (излишнего удобрения).

***Производственная точка зрения***

*Площади, рекомендуемые к использованию*

Осадок сточных вод хорошо подходит для применения в земледелии, в частности, на предприятиях, не занятых животноводством, и вследствие этого имеющих незначительное образование собственных органических удобрений.
Большое количество площадей пахотных земель обладают высоким содержанием фосфатов. Они, таким образом, исключены для сельскохозяйственного применения осадка сточных вод (Постановление об удобрениях). Согласно рекомендациям Союза Немецких агропромышленников.

| Класс концентрации | Содержание фосфора *) Мг/100г mT $P_2O_2$ | Классификация *) | Фосфатные удобрения | Внесение осадка сточных вод *)) |
|---|---|---|---|---|
| A | 0 – 6 | Очень мало | потребность в фосфатах 90 кг/га $P_2O_2$ | Большой объем |
| B | 7 – 14 | Мало | потребность в фосфатах 40 кг/га $P_2O_2$ | Большой объем |
| C | 15 – 25 | Средне | потребность в фосфатах | Большой объем |
| D | 26–39 | Высоко | потребность в фосфатах – в два раза меньше | Большой объем |
| E | > 39 | Очень высоко | Без удобрений | Большой объем |

*) По VDLUFA (состояние на 1997)
**) при потребности в фосфатах 100 кг/га $P_2O_5$ (например, сахарные свеклы с урожайностью 5000т/га) и содержание $P_2O_5$ в осадке сточных вод 50 кг/т TS



Учреждения испытаний и научно-исследовательских работ (VDLUFA) разделяют грунты в зависимости от содержания фосфора в них на классы содержания A до E. Данные классы требуют различных относительных объемов удобрений.
В вышеуказанной таблице принято для вносимого осадка сточных вод содержание 50 кг/т TS в качестве примера для сахарной свеклы с урожайностью 500 т/га и потребности в фосфатах – 100 кг/га $P_2O_5$.

Отклоняясь от этих рекомендации органы власти некоторых федеральных земель, ответственные за сельское хозяйство, в отдельных регионах их юрисдикции составили собственные классификации и концентрации фосфора.

*Период внесения осадка*

Самые благоприятные периоды для внесения осадка сточных вод:

Летом на жнивьё

Осенью перед вспахиванием (только обезвоженный осадок сточных вод)

Весной перед проведением работ на сухом грунте

Невозможным является внесение осадка в насыщенный водой грунт, в основные вегетативные периоды и зимой, это в земледелии, прежде всего, период с мая по июль, а также время со снежным покровом или промерзшим грунтов.

Наилучшее воздействие азота достигается при внесении осадка весной. При этом необходимо избегать слишком большого уплотнения в колеях от колес транспортных средств.

*Внесение влажного осадка или обезвоженного осадка*

- Используя осадок сточных вод фермер может экономить до трети своих затрат на удобрения. Для канализационных очистных станций использование осадка сточных вод в сельском хозяйстве является экономически более целесообразным, чем другие методы утилизации осадка. Поэтому они берут на себя наряду с затратами на исследования, также, как правило, транспортные расходы.
- Обычный метод внесения осадка состоит в его подаче в жидком состоянии с около 5% TR, так как влажный осадок может быть распределен при помощи таких же устройств, что и жидкий навоз. Для транспортирования осадка на поля предназначены для малых объемов ассенизационные машины

или для больших объемов автоцистерны. Необходимо обращать внимание на необходимость выгрузки осадка вблизи места укладки.
- Проблема внесения обезвоженного осадка в настоящее время технически решена, однако, требует применения специальных устройств. Процесс хранения обезвоженного осадка на канализационных очистных станциях значительно упрощен вследствие гораздо меньших объемов, перевозка его экономически выгодна; кроме того, возможно расширение области применения и как следствие более устойчивый сбыт.
- Осадок из центрифуг или ленточных фильтр-прессов с TR от 20 до 25% более сложен для использования, так как осадок обладает клеящей способностью. В данном случае для получения крошащегося осадка необходимо применение присадки из негашеной извести.

Для транспортирования и распределения осадка сточных вод является целесообразным сотрудничество фирм эксплуатирующих очистные сооружения и располагающих сельскохозяйственными машинами. Эти организации имеют возможность согласовать и организовать использование:
- Ассенизационных машин и автоцистерн
- Специальных распределительных устройств, например, современных устройств для разбрасывания обезвоженного осадка или влажного осадка
- персонала
- подходящих сельскохозяйственных площадей

Промышленные предприятия часто предлагают фермерам бесплатный сервис по удобрениям совместно с осадком сточных вод. Для устойчивого (постоянного) сбыта осадка сточных вод в том же административном субъекте необходимо обращать внимание на то, чтобы осадок сточных вод не транспортировался и использовался в районах, в которых существуют трудности с удалением осадка сточных вод. Для фирмы, эксплуатирующей очистные сооружения, и фермера выгодным является, чтобы организационное оформление проводилось специальными фирмами. Контроль за правильным использованием осадка вменяется в обязанность районным органам власти. Работы, выполняемые частными фирмами, являются бесплатными для фермеров. Фирма, поставляющая осадок сточных вод, как правило, платит от 400 до 600 ДМ/т по сухому веществу осадка сточных вод.



*Оборудование на канализационных очистных сооружениях*
- *Распределительное устройство*
  Распределительное устройство осадка должно быть удобно для транспорта и давать возможность для его маневра. Для влажного осадка целесообразны подвесные распределительные рукава или трубопроводы со специальным запорным шибером. Оборудование должно быть устроено таким образом, чтобы избегать загрязнения транспортных средств и обслуживающего персонала. Необходимо предусматривать мойку для транспорта.
- *Сооружения временного хранения осадка*
  В период, когда фермеры не принимают осадок, он должен храниться в специальных сооружениях на канализационных очистных станциях. Рекомендуемый период складирования должен составлять минимум 3–4 месяца, лучше 6–8 месяцев.

*Сотрудничество между фермером и фирмой, эксплуатирующей очистные сооружения*
Технические средства и организация ничего не значат, если пропадает стремление фермеров к приему осадка сточных вод и отсутствует взаимный обмен информацией. Долгосрочное сельскохозяйственное применение осадка сточных вод возможно только на основе доверительного сотрудничества между фермерами и персоналом канализационных очистных станций.

## 7.8 Механическое обезвоживание

Оборудованием для обезвоживания осадка являются, например, вакуум-фильтры, камерные фильтр-прессы, ленточные фильтр-прессы, центрифуги для обезвоживания осадка. Это относительно дорогое оборудование оправдывает себя там, где существует недостаток места или возможны трудности вывозом осадка. Их эксплуатация требует небольшого объема ручных работ, однако затраты на обслуживание невелики. Затраты на механическое обезвоживание нельзя недооценивать, значительная часть этих затрат – это затраты на средства кондиционирования. Расходы на обработку влажного осадка должны составлять в данном случае около 1,50 – 6 ДМ/м³. При учете как эксплуатационных расходов, включая расходы на контроль, техническое обслуживание, так и капитальных вложений, расходы на обработку осадка состав-

ляют 18–25 ДМ/м³, а иногда и выше. Метод обезвоживания зависит от необходимой степени обезвоживания, а также дальнейшего использования осадка, например компостирования, сжигания или депонирования осадка. Согласно *TA Отходы поселков* органическая составляющая депонируемых отходов не должна превышать 5%. Это требование вступает в полную силу в 2005 году после окончания переходного периода. При использовании центрифуг или ленточных фильтр-прессов возможно достижение значений сухого остатка 20–35%, при добавлении извести данная величина существенно увеличивается. При выборе оборудования для обезвоживания необходимо проводить долгосрочное исследование данного оборудования на очистной станции, так как каждый вид осадка имеет различную способность к обезвоживанию и потребность в кондиционировании. Потребность в кондиционирующих веществах, как правило, тем ниже, чем выше содержание сухого остатка в обезвоживаемом осадке. Поэтому он должен быть максимально уплотнен.

Если осадок направляется на сжигание целесообразна более высокая степень обезвоживания. Чаще всего предусматриваются камерные фильтрпрессы, после которых досягаемы значения содержания сухого остатка 40–60%. Для этого осадок должен быть предварительно термически или химически кондиционирован.

Для эксплуатации и контроля за оборудованием следует обращать внимание на руководства по эксплуатации фирмы поставщика.

Даже если осадок проходит механическое обезвоживание, нельзя отказываться от сооружений временного хранения осадка, так как таким образом значительно повышается эксплуатационная надежность канализационных очистных станций.

## 7.9 Образование и обработка газовой смеси

Возникающая при анаэробном сбраживании осадка газовая смесь (очищенный газ) в целях экономии пэксплуатационных расходов может использоваться на больших очистных станциях для отопления метантенков, служебных помещений, помещения оператора очистных сооружений и т.д. Также возможна подача газовой смеси в систему городского газоснабжения или использование его для производства электроэнергии или тепла в системах теплоснабжения.



Объем газа – это хороший показатель для оценки протекания про-цесса сбраживания. Необходимо ежемесячное сравнение объема газа с объемом сырого (свежего) осадка и содержание органиче-ского сухого вещества. Если объем, образующейся газовой смеси измеряется специальным счетчиком, то по снижению количества газа можно судить о склонности процесса сбраживания к переходу из щелочной фазы в кислую фазу. Во время ввода в эксплуатацию сооружения необходимо особенно точно отслеживать объем об-разующего газа. В зависимости от режима ежедневное количе-ство газа может составлять от 0,5 до 1м³ на 1м³ рабочего объема метантенка, соответственно от 16 до 20 л/чел.

Обычно газовая смесь имеет следующий состав:

60 – 70% метан ($CH_4$)
26 – 36% двуокись углерода ($CO_2$)
1 – 10% азот ($N_2$)
0 – 1,7% кислород ($O_2$)
0 – 1% водород ($H_2$)
0 – 1% сероводород ($H_2S$)

Данная смесь легче воздуха.

Возникновение помех в процессе метанового сбраживания легко отслеживается по концентрации $CO_2$, при превышении вышеуказанных величин. При этом снижается теплопроизводительность газа.

Основные компоненты газовой смеси, метан и углекислый газ не обладают запахом; однако за счет других компонентов газовая смесь приобретает легкоузнаваемый неприятный запах. Газовая смесь обладает большей теплопроводностью, чем обычный городской газ, и меньшей чем природный газ.

При смешивании с воздухом данный газ образует взрывоопасную смесь. В помещениях или сооружениях, которые сопряжены с опасностью взрыва, *запрещено* курение, и разведение огня, а также генерирование электрических или механических искровых разрядов.

Так как объем образующегося газа изменяется в зависимости от объема осадка и времени суток, необходимо предусматривать сооружение для хранения газовой смеси объемом равным суточ-

ной норме образования газа. Это имеет следующие преимущества: содействие непрерывности процесса отопления и сбережение подверженных повреждениям стальных деталей. Также при высоких объемах образующегося газа он не будет сжигаться без рационального использования, а во время его дефицита возможна экономия на использовании дополнительных топок. Наряду с обыкновенными мокрыми газгольдерами возможно использование газгольдеров высокого давления.

Установленные на газопроводах *сифоны* подлежат обезвоживанию дважды в сутки, для того чтобы не происходило запирания газовой смеси. Если газосборник на метантенке оборудован водяным затвором, необходима ежедневная проверка достаточности уровня воды. В нем также необходима защита воды от замерзания.

*Электропроводка* во взрывоопасных помещениях должна обладать специальной защитой от взрывов. По правилам безопасности „Защита от взрывов в сооружениях очистки сточных вод" признаны взрывоопасными следующие сооружения и их части:

.....

a) Закрытые части установок на очистных станциях, в которых аккумулируются или обрабатываются сточные воды или их осадки, если образующаяся при этом газовая смесь может быть отведена в закрытые помещения.
b) Внутренние части аппаратов, резервуаров и трубопроводов, которые содержат или могут содержать газовую смесь.

.....

f) Помещения газопроводящих аппаратов, которые в период эксплуатации должны время от времени открываться (например, газоочиститель, гравийные и керамические фильтры).
g) Помещения аппаратов газовой смеси, из которой еще не изъяты стимулирующие коррозию составляющие (неочищенный газ) (например, помещения счетчиков газа в жестяных корпусах), если данные аппараты не достаточно защищены от коррозии.
h) Помещения с вентиляторами для газовой смеси и газовыми компрессорами для горючих газов.
i) Помещения с установками, регулирующими давление газа с подводящими трубопроводами (согласно DN 50) и давлением более 500 мм водн.ст. (= 50 мбар).

.....



k) Закрытые помещения газовых колпаков метантенка.
l) Области вокруг отдельно стоящих газгольдеров низкого давления:
Номинальный объем до 5000 м³: 6 м; с номинальным объемом более 5000 м³: от 6 до 10 м свободного пространства до ближайшего сооружения. Если номинальный объем не превышает 2500 м³ при благоприятных местных и производственных условиях минимальное расстояние до ближайшего сооружения может быть сокращено.

.....

m) Зона, находящаяся в радиусе менее 3 м вокруг люков газопроводящих аппаратов, резервуаров и т.д., которые в производственных целях открываются и через которые может отводиться газовая смесь.

.....

В таких местах запрещено использование любых источников огня или искр. Поэтому, чтобы исключать искрообразование необходима срочная замена в случае обнаружения, например, поврежденных крышек переключателей или сломанных защитных стекол осветительных приборов. Действует запрет на курение! Алюминий также склонен искрообразованию при ударных нагрузках и поэтому взрывоопасен. Подробно данный вопрос рассмотрен в EX-Постановлении и в других постановлениях. Общественный союз страхования от несчастных случаев издал полезную и подробную подборку примеров для EX-установок (взрывоопасных установок).

Если в помещении чувствуется запах газа необходимо пользоваться респиратором или рукавом, через который подается свежий воздух, необходимо проветривание помещения, поиск и устранение повреждения.

Для защиты отопительного оборудования (газопроводов, колосниковых решеток) или газовых двигателей от быстрого корродирования или моторного масла от разложения, серосодержащая газовая смесь пропускается через десульфатор. Необходимо регулярное исследование загрузки десульфатора из красного гранулята, состоящего из оксида железа. Окрашенный в черный цвет материал выгружается внизу сооружения и заменяется сверху свежим регенерированным. Загрузочный материал раскладывается тонким слоем.

За счет контакта с воздухом он самостоятельно регенерируется и становится пригодным к последующему использованию, как только его цвет снова становится светлым. В данном случае необходимо строгое соблюдение Правил надежности – EX, так как существует опасность самовозгарания. Особое значение соблюдение правил приобретает, если для десульфации применяется бурый железняк ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$). Регенерация не может производиться в помещениях, где существует возможность воспламенения или взрыва. Способ десульфации газовой смеси с регенерацией загрузки на открытом воздухе нельзя путать с методом десульфации газовой смеси на тепловых угольных электростанциях, при котором $SO_2$ связывается химическими методами в целях снижения загрязнений воздушной среды. В случае невозможности проведения десульфации необходимо помнить о том, что трубопроводы выполненные из стали обычных марок особенно в данной среде подвержены коррозии. Поэтому при выборе материала трубопроводов необходимо отдавать предпочтение коррозионноустойчивой нержавеющей стали или специально предназначенным пластмассам.

*Ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание*

- Для газопроводов, во избежание появления коррозии, должны использоваться ударопрочные пластмассовые трубы.
- Во избежание появления конденсата, газопроводы между метантенком и десульфатором, проектируют таким образом, чтобы газовая смесь, поступающая в десульфатор, была охлажденной и сухой. Для этого предусматривают выпуск конденсационной воды между метантенком и десульфатором.
- В газопроводах для предотвращения и устранения обмерзания и закупорки на опасных участках устраивают отверстия для прочистки.
- Газовый колпак изолируют, во избежание потерь тепла.
- Газгольдеры рассчитываются на суточный объем газовой смеси.



# 8. Машинное и электрическое оборудование

## 8.1 Введение

Автоматизация процессов на очистных станциях требует все более широкого применения механического оборудования. Вследствие этого необходимы особые знания по контролю их технического состояния, эксплуатации и содержания в исправном состоянии.

К сожалению, даже при целенаправленном подборе невозможно избежать неисправностей и поломок технического оборудования. Поэтому персонал должен обладать необходимыми знаниями для ознакомления, своевременного и постоянного контроля технического состояния и обслуживания технического оборудования.

Обычно различают *Пассивное обслуживание* = наблюдение и регистрацию, и *активное* обслуживание = ремонт.

*Пассивное* обслуживание базируется на восприятии ситуации органами чувств человека (органолептические свойства); она может делиться на:

*Оптический контроль:*

- Изучение руководств по эксплуатации – до ввода в эксплуатацию – и установление специфических мероприятий по уходу за техническим оборудованием, например, замены масла, смазочно-заправочных работ и т.д.
- Определение потребления тока двигателем, периода эксплуатации, уровня воды в приемной камере насосов, уровня воды пневматических установок, манометрический требуемый напор насоса на манометре нагнетательного патрубка, расхода.
- Определение уровня масла, наполнения масляных емкостей, контроль сальников, плавного ритма работы оборудования, герметичности насосов, трубопроводов и арматуры, защиты поверхности установок.

*Акустический контроль:*

Восприятие рабочих шумов, например, стука обратных клапанов,

шумов потоков в трубопроводах, сигнала клинового ремня при включении агрегатов, свист сальников и торцевых уплотнений, гул выключателей.

*Осязательный контроль:*

Определение температур, вибраций, температур корпусов, температуры двигателя, температуры охлаждающей воды и т.д.

*Определение интенсивности запахов:*

Восприятие запахов, например, жженой резины проскальзывающих клиновых ремней, перегруженных дисков сцепления, плавящейся изоляции перегруженных электроприборов или кабелей, или запаха газовой смеси из-за неплотностей трубопроводов и арматуры, проводящих газовую смесь.

*Пассивное* обслуживание связано с незначительными временными и денежными затратами. Тем не менее, с его помощью часто возможно обнаружить неисправности и поломки оборудования, которые возможно заблаговременно и с относительно невысокими затратами устранить посредством „активного обслуживания".

*Пассивное* обслуживание связано также с записью данных и наблюдений. Только таким образом возможна передача данных сотрудникам, отсутствовавшим по болезни или бывшим в отпуске в какой-то период, и только таким образом можно производить сравнение, например, потребления электроэнергии с более ранними данными и определять возможные отклонения.

Такие данные как потребление электроэнергии, период эксплуатации и особые наблюдения немедленно записываются в книгу эксплуатации оборудования, для всего наличествующего оборудования совместно. Этот способ имеет недостаток, состоящий в отсутствии возможности обзора особенно при наличии большого количества различного оборудования и необходимости поиска данных в большом объеме информации.

Для каждой машины целесообразно вложение листа DIN-A-4, на который выносятся данные только одного агрегата. В этом случае становится возможным сравнение данных с более ранними – без длительного поиска – достаточно одного взгляда.

Во избежание пропусков в смазочно-заправочных работах, замене



масла, контроле уплотнений и т.д. и для проведения данных работ в необходимые сроки при большом количестве оборудования, организацией ATV-DVWK Баварии был разработан лист эксплуатации для канализационных очистных станций. Он опубликован издательством F. Hirthammer, Мюнхен, и содержит инструкции по его использованию и заполненные образцы. Посредством этой системы достигается максимально-возможная надежность эксплуатации оборудования с минимизацией документации, в случае болезни или отпуска работников, отвечающих за этот процесс.

Система листов эксплуатации построена следующим образом:
Для каждого вида оборудования заполняется так называемый *Уставной лист*. В нем содержатся данные о производителе, необходимое техническое обслуживание и проводимые смазочно-заправочные работы, замена масла и т.д. В *листе подтверждения* в краткой форме регистрируются все проведенные работы по техническому обслуживанию, а также потребление электроэнергии и т.д. Все сложные работы по обслуживанию вносятся в *лист ремонта*, который вместе с *листом запасных частей* дает обзор состояния оборудования и находящихся на складе запасных частей.

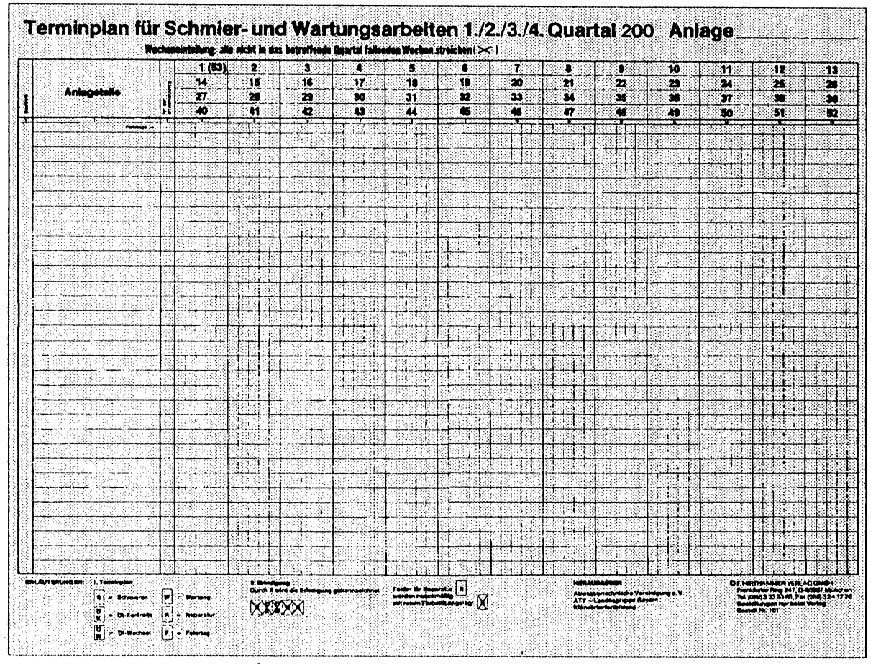
Упорядочение достигается за счет различных цветов данной документации.

*Общий план работ* (рис. 8.1) должен быть составлен таким образом, чтобы все работы по техническому обслуживанию оборудования были разделены по неделям и их можно было легко определить.

Система может быть расширена за счет *листа хранения* и *листа защиты от коррозии*. В первый вносятся материалы, которые относятся к определенному оборудованию, например, уплотнения, бумажные полотенца, краски, малярные кисти и т.д. Последний содержит список работ по защите поверхностей, что особенно важно для деталей, находящихся под водой, так как эти детали проверяют или осматривают в большинстве случаев только при опорожнении.

За счет данного упорядочения достигается облегчение работ и возможность обзора проведенных работ. Также за счет данного упорядочения достигаются более долгий срок эксплуатации, снижение возможности повреждения и экономически более выгодная эксплуатация.

**Лист проведения технического обслуживания экономит время: Календарный план вывешенный на стене не позволяет ни о чем забыть, показывает наиболее удобный порядок проведения работ и свидетельствует о выполнении работ.**




Календарный план смазочных работ, замены масла и технического обслуживания – действителен в течение квартала – включает в себя 30 элементов очистной станции. 2 совместно календарных плана = 60

Предусмотрены следующие записи – распределенные по дням недели:

1. План проведения работ

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S | = | смазочные работы | W | = | техническое обслуживание |
| Ö K | = | контроль масла | R | = | ремонт |
| Ö W | = | замена масла | F | = | выходной |

2. Выполнение

Если работа выполнена оператор должен поставить на соответствующей букве крестик

*Рисунок 8.1: Календарный план*



Для *активного* обслуживания:

Работы по техническому обслуживанию – замена масла, смазочно-заправочные работы и т.д. – проводятся в определенный отрезок времени, в большинстве случаев в зависимости от времени работы оборудования. Важно, чтобы данные работы проводились не на эксплуатируемом оборудовании, не достигшем критического количества часов эксплуатации. Это имеет значение, в частности, для оборудования, к которому не может быть применен принцип резервирования. Например, на погружных насосах, а также на редко используемых насосах дождевых вод. В насосах дождевых вод должны проводиться – независимо от достижения необходимого числа часов эксплуатации – замена масла, проверка торцевых уплотнений. Данный принцип действует и для резервного оборудования. В случае если смазочные работы проводятся посредством автоматического смазывающего шприца, места расположения подшипников с длительными периодом эксплуатации после долгих простоев перед вводом в эксплуатацию должны проходить смазку.

Наличествующие резервные агрегаты должны эксплуатироваться сменно с основными агрегатами. При этом смена должна проводиться как можно чаще. При этом необходимо обращать внимание на то, что минимальный период эксплуатации одного агрегата должен составлять 200 часов. Таким образом, можно избежать одновременных поломок из-за равномерного изнашивания.

При всех работах по техническому обслуживанию необходимо учитывать, что в качестве значений, от которых необходимо отталкиваться, следует использовать указанные в руководствах по эксплуатации периодичности технического обслуживания. При сравнении этих значений со значениями из собственного опыта получают объемы и промежутки времени, в которые следует проводить *пассивное* и *активное* обслуживание, соответствующее фактическим требованиям эксплуатации.

## 8.2 Насосы

См. раздел 3.8 отведение сточных вод, насосные станции!

## 8.3 Компрессоры

Технически по работе идентичны с работой насосов. Однако вместо жидкости они перекачивают воздух. Самое простое устройство, обозначается как воздушный насос (например, для велосипеда); и функционирует как поршневой насос.

Установленные на канализационных очистные сооружениях они разделяются на компрессоры (высокого давления и небольшого воздухообмена) и воздуходувки (низкого давления и высокого воздухообмена). Компрессоры подают воздух, например, на эрлифты, которые обычно устанавливаются для транспортирования песка из песколовок. Воздуходувки располагаются преимущественно для аэрации аэротенков и песколовок.

Часто используются в строительстве – поршневые и осевые компрессоры, поворотные компрессоры, вращающиеся и турбинные воздуходувки, вентиляторы. Это высокоскоростные агрегаты, требующие добросовестной эксплуатации, для достижения предусмотренного поставщиком срока службы порядка 40 000 часов. Период эксплуатации необходимо регистрировать и контролировать. Если компрессоры используются для аэрации аэротенков, требуется, чтобы подаваемый воздух был предварительно обеспылен, во избежание засорения аэраторов (фильтросных пластин). Используемое для смазки масло способно также привести к нарушению процесса подачи воздуха, поэтому предпочтительно использование методов подачи воздуха без использования масел. Возникающее из-за сжатия воздуха тепловыделение должно удерживаться в определенных границах за счет системы охлаждения. Процесс охлаждения подлежит тщательному контролю.

Компрессоры для аэротенков должны быть установлены и эксплуатироваться таким образом, чтобы по возможности расход воздуха мог изменяться в зависимости от потребности в кислороде, которая сильно изменяется в течение 24 часов (пиковый расход может быть в 10 раз выше самого низкого ночного).

Компрессоры работают в большинстве случаев очень шумно. Устройства должны быть оборудованы звукоизоляцией и размещаться в звукоизолированных помещениях. В зависимости от частоты вращения шум, производимый воздуходувками может быть больше или меньше. Более мощные агрегаты создают



больше шума, однако их шум может быть легче смягчен из-за более высокой частоты, чем низкочастотные шумы.

## 8.4 Механические аэраторы, струйный аэратор

Для поверхностной аэрации на станциях аэрации устанавливаются специальные устройства. Эти устройства перемешивают воду, разбрызгивая ее над уровнем воды в аэротенке, что обеспечивает ее аэрацию. Одновременно они вызывают турбулентное движение воды, вследствие чего в резервуаре, где происходит аэрация происходит перемешивание кислорода воздуха, загрязнений и бактерий. Наибольшее распространение имеют аэраторы с горизонтально расположенным ротором (разделяемые по конструкции ротора на: стержневые, цилиндрические, Mammutrotor) и с вертикально расположенным ротором (вертикальные центробежные аэраторы). Центробежный аэратор выполняется из стали или пластмассы. Известно более дюжины таких агрегатов, имеющих зачастую значительные отличия во внешнем виде.

Определяющим параметром эффективности аэрации для механических аэраторов является глубина погружения в воду. Глубина погружения может изменяться на доли дециметра за счет подъема или опускания устройства или уровня воды и изменения высоты перелива. Чем больше глубина погружения, тем больше расход воздуха, однако при этом увеличивается и расход электроэнергии. При наличии нескольких аэраторов возможно регулирование расхода воздуха за счет изменения частоты вращения. Частота вращения таких устройств не очень высока, однако при этом они обладают значительным весом, поэтому на подшипники оказывается значительная нагрузка, а это требует проведение текущего контроля и тщательной смазки подшипников.

Зимой, распыленная вода часто замерзает. При сильном морозе это может вызвать серьезные нарушения в проведении обычных работ. Поэтому механические аэраторы должны всегда быть оборудованы съемными спицами, крышками или защитными корпусами.

Используемые в качестве аэраторов погружные или струйные аэраторы не являются механическими аэраторами. Их также нельзя отнести и к компрессорам. Это весьма долговечная и надежная разновидность струйных насосов, которые целиком или

частично погружены в воду и с помощью струи воды за счет подсоса воздуха обеспечивают аэрацию воды.

Все аэраторы должны устанавливаться и эксплуатироваться таким образом, чтобы расход воздуха можно было изменять в зависимости от потребности в кислороде, которая сильно изменяется в течение 24 часов (пиковый расход может быть в 10 раз выше самого низкого ночного).

## 8.5 Оборудование для удаления осадка и плавающих загрязнений

К оборудованию такого рода принадлежат все устройства, которые предназначены для удаления осаждающихся или всплывающих загрязнений из отстойников или песколовок.

В горизонтальных отстойниках обычно применяются длинные скребковые механизмы (тележечного или цепного типа).К движущейся части механизма прикреплены скребки и механизм сбора плавающих загрязнений, которые отпускаются при прямом движении и поднимаются при обратном ходе механизма.

В отстойниках круглого сечения (радиальных) применяют скребки, расположенные на вращающейся ферме. Подвижная ферма шарнирно опирается в центре резервуара и движется на дисках (зубчатых колесах) по внешнему краю отстойника. Скребок расположен таким образом, чтобы сдвигать осадок не только в сторону движения, но и к иловому приямку, расположенному в центре отстойника. Во вторичных отстойниках нельзя отказываться от механизма удаления плавающего осадка. Вращающиеся скребки имеют преимущество, заключающееся в непрерывном процессе удаления осадка. Для непрерывного процесса удаления осадка разработаны скребки цепного типа. На 2-х цепях установлены в зависимости от длины сооружения несколько скребков, которые сдвигают осадок по дну к иловому приямку и возвращаются в начало отстойника за счет постоянного движения цепи.

Скребки передвигаются медленно, около 2 см/сек, во избежание взмучивания осадка. Длинные скребки при возвратном движении могут двигаться быстрее. Скребки (в большинстве случаев выполнены из резины) должны регулярно проверяться и в случае обнаружения повреждений заменяться, так как при плохом функ-



ционировании скребковых механизмов остающийся осадок может загнивать и за счет этого увеличивается объем всплывающих веществ.

Существует еще несколько видов данного оборудования, например, маятниковый скребок и всасывающий скребок. Последние отводят осадок с помощью насосов, всасывающий трубопровод которых закреплен на специальной конструкции и заканчивается около дна сооружения. Они часто используются при вторичном отстаивании, где помощью данного оборудования отделяется и отводится в аэротенк возвратный активный ил.

Оборудование для удаления осадка и плавающих загрязнений для горизонтальных или аэрируемых песколовок функционирует в целом идентично длинным скребкам в отстойниках. Скребки отличаются гораздо меньшими размерами. Здесь часто используются всасывающие устройства, так как всасывающий трубопровод легко подвести к песковым бункерам.

Выход из строя привода скребкового механизма, который должен функционировать в движение ежедневно, а зачастую много раз в сутки или непрерывно, означает весьма серьезное нарушение процесса эксплуатации. Необходимо постоянное и добросовестное техническое обслуживание (смазка, замена масла и т.д.). Рельсы, по которым движутся механизмы необходимо содержать в чистоте, в случае образования наледи необходимо либо посыпать их песком или очищать с помощью воздуходувки. Для своевременного определения изменений производительности двигателя необходимо регулярно, как и для всех агрегатов, проверять потребление электроэнергии по амперметру. Одна ветвь или полиэтиленовый пакет, занесенные ветром на рельсы, могут привести к серьезным повреждениям.

*Техническое оформление*

- Ограничитель хода скребка оборудуют распределительной системой обогрева.
- Длинные скребки должны иметь возможность выдвижения для проведения работ по ремонту и техническому обслуживанию на твердом основании.
- Скребки на вращающихся платформах достаточно уязвимы к повреждениям.

## 8.6 Отопительные установки

Отопительные установки разделяют на системы отопления, использующие теплую воду и системы, использующие горячую воду, а также системы с высоким и низким давлением пара. Системы отопления высокого давления имеют рабочие температуры выше 110 °C; системы с низким давлением пара обладают напором около 0,5 бар, системы с высоким давлением пара это системы с более высоким рабочим давлением. Для отопления метантенка преимущественно применяются системы отопления с теплой водой и системы с низким давлением пара.

Отопительные системы состоят из отопительного котла и системы распределения тепла. К ней относятся трубопроводы, отопительные приборы и регулирующие устройства.

Если осадок нагревается в пределах метантенка (в настоящее время редко), отопительными приборами в метантенке являются несколько погруженных отопительных стержней, которые должны как минимум раз в год проходить очистку от образующейся корки осадка, или отопительный цилиндр. Если осадок нагревается вне метантенка, используются теплообменники или пар подается через сопла в подводящие трубопроводы осадка. Теплообменник – это система труб, в которой внутренняя труба находится внутри внешней. В противоточной системе по одному из трубопроводов проходит осадок, а по другому, например горячая вода, направление движения, которой противоположно направлению движения осадка.

В отопительных котлах сжигается твердое (уголь, кокс) или жидкое (жидкое топливо) или газообразное топливо (газовая смесь, природный газ, городской газ). На канализационных очистных сооружениях чаще всего используют котлы на газовой смеси, при этом отопительные котлы могут переключаться на жидкое топливо. Топочные устройства должны проходить проверку как минимум один раз в год. Вне пределов котельной необходимо наличие аварийного выключателя электрического оборудования установок отопления жидким топливом, чтобы в случае аварийной ситуации была возможность отключения. Отопительные котлы эксплуатируются обычно в круглосуточном режиме и управляются термостатом, выключающим систему при достижении предусмотренной температуры.



Цвет пламени горения газовой смеси из метантенков синий с желтыми вершинами. Если цвет пламени светло-желтый, это указывает на увеличивающийся объем водорода в газовой смеси и, возможно, на перегрузку метантенка.

В системах отопления теплой водой невозможно превышение предписанной в руководстве по эксплуатации *температуры на выходе* (обычно 65 или 70 °C), в обратном случае на нагревательных элементах будет образовываться корка из осадка. Если предписанная температура на выходе не достаточна для поддержания необходимой температуры в метантенке, это означает, что теплообмен затруднен налипшей коркой осадка и необходима срочная очистка нагревательных элементов. Повышение температуры на выходе может в данном случае лишь усугубить ситуацию. Во избежание корродирования из-за образования точек росы в отопительном котле *температура возвратной воды* не должна быть ниже 60 °C.

Все регулирующие и запорные клапаны, которые используются через определенные промежутки времени, чтобы должны содержаться в рабочем состоянии. Хотелось бы рекомендовать следующий режим эксплуатации: вращение на четверть оборота в сторону „закрытия" запорных клапанов и задвижек после полного открытия. Таким образом, достигается их более плавное и легкое движение.

В качестве *воды для котлов* может быть использована только вода, которая содержит как можно меньше свободного кислорода и имеет низкие концентрации солей. Поэтому она должна почти всегда проходить предварительную обработку. Растворенный в воде кислород отрицательно воздействует на металл, он может быть связан при добавлении реагентов, например, гидрацина. Присутствующая в воде соль, например, карбонаты, выделяются при нагревании в виде котельной накипи. Вода с низким содержанием данного типа солей называется мягкой, в обратном случае она является жесткой. Во избежание образования накипи, вода для котлов проходит процесс умягчения. Этот процесс протекает за счет добавления фосфатов или декарбонизации с помощью гашеной извести или ионного обмена. Срок службы отопительных установок зависит от качества очистки воды для котлов. Это имеет особое значение, если осадок нагревается за счет отдувки паром, так как здесь происходит постоянный расход воды и необходимо своевременное добавление свежей воды.

Отопительные установки должны содержаться в чистоте. Трубопроводы нуждаются время от времени в очистке от пыли, обслуживании и обновлении арматуры и поврежденной изоляции. В котельной исключено наличие бумаги или других видов отходов. Дверь в котельную должна быть постоянно закрыта. Вентиляционные и вытяжные отверстия должны быть постоянно открыты, в том числе и зимой. Их регулировка не должна изменяться. Руководство по эксплуатации отопительной установки и план эксплуатации должны висеть в хорошо просматриваемом месте.

## 8.7 Арматура и трубопроводы

*Расположение трубопроводов* осадка, газовой смеси, воздуха, отопления и воды весьма различно и должно быть указано на схематическом плане трубопроводов. При этом самыми важными условными обозначениями являются, например:

= Насосы или двигатели

= Шиберы или клапаны (вентили)

= Обратные клапаны

В башне обслуживания и на насосной станции расположено очень много трубопроводов и шиберов проложены рядом с друг другом. Во избежание путаницы и возможности четкой эксплуатации, целесообразно изготовление для каждого шибера пластмассовой таблички с номером или обозначением. Согласно DIN 4203 трубопроводы имеют различный цвет. Согласно регистру цветов применяются следующие номера и цвета:

| | | |
|---|---|---|
| Сырой осадок | желто коричневый | 1001 |
| Осадок, подаваемый на вторую ступень сбраживания | светло-коричневый | 1011 |
| Затравочный и возвратный активный ил | лиловый | 4001 |
| Сброженный осадок | темно-коричневый | 8007 |
| Поперечные соединения | светло-зеленый | 6019 |
| Газовая смесь из метантенков | лимонно желтый | 1012 |
| Отопительная система подача | ярко красный | 3000 |
| Отопительная система возврат | синий | 5010 |
| Сточные воды | зелено коричневый | 6003 |
| Активный ил | оливково-зеленый | 7008 |
| Вода питьевого качества | цвета зеленой травы | 6010 |
| Производственная вода зеленый | цвета патины | 6000 |
| Трубопроводы дождевых вод | черный | |

Это далеко не полное перечисление.



Если один трубопровод используется для двух типов осадка, например, для сырого осадка и для затравочного ила, имеет смысл показывать оба цвета, например, 50 см желто-коричневый цвет, 50 см лиловый, и т.д. Для насосов оказалось нецелесообразным использовать окрашивание.

Предохранители, шиберы, клапаны (вентили), обратные клапаны и т.д. также называются арматурой. Если на них нанесены стрелки, они указывают направление течения.

Самой часто встречающейся арматурой на канализационных очистных станциях являются шиберы. Если они не обслуживаются ежедневно, то они должны проходить техобслуживание через определенные интервалы времени, например, раз в две недели, чтобы в случае они были исправны. В метантенке на трубопроводах осадка часто устанавливаются 2 шибера последовательно. Из них внутренний (ближний к метантенку) является аварийным, а внешний является постоянно эксплуатируемым шибером. Аварийный шибер предусматривают на случай отказа или замены основного шибера.

Если трубопроводы и арматура предназначены для газа, проверка герметичности должна проводиться без использования открытого огня. Целесообразно проводить проверку с помощью мыльной воды или измерительных приборов.

## 8.8 Электрооборудование

Существенным основанием при обращении с электрооборудованием является то, что персонал предприятия должен быть точно осведомлен, где он может действовать самостоятельно и где начинается область, в которую может вмешиваться только квалифицированный специалист электротехник. Например, персонал предприятия не должен находиться около трансформаторов или задней поверхности электрошкафов, за исключением тех случаев, если они одновременно не являются квалифицированными специалистами в данной области. Однако персонал предприятия должен обращать внимание, например, на то, чтобы вентиляционные отверстия помещения трансформаторов оставались свободными для доступа воздуха.

Телефонный номер аварийного отдела электростанции должен быть занесен в таблицу аварийных номеров, на случай пожара или нарушения электроснабжения. Для борьбы с огнем у электрического оборудования нельзя использовать воду, а только сухие огнетушители. Если плавкие предохранители прожжены, они ни в коем случае не могут «лататься». Они должны заменяться только равноценным плавким предохранителем. Соответствующие плавкие предохранители должны быть в качестве запасных частей постоянно в наличии на складе. При использовании или обслуживании электрооборудования, в особенности, при использовании дистанционно управляемого оборудования необходимо исключать возможность несанкционированного включения, путем протягивания лент обозначающих место проведения работ. Это имеет значение также при замене перегоревших ламп или очистке приборов наружного освещения.

Электродвигатели должны проходить очистку и смазываться не реже одного раза в 6 месяцев. На заводской табличке с обозначением модели электродвигателя указывается производительность в киловаттах и номинальное потребление тока в амперах. Фактическое потребление тока снимается по показаниям амперметра. Наблюдение показаний амперметра позволяет сразу определять повышение или понижение нагрузки на двигатель по отношению к нормальной.

В случае залитого электродвигателя перед вводом его в эксплуатацию необходима проверка специалистами.

Из-за возросшей степени автоматизации оборудования канализационных очистных сооружений внешний вид электроники в течение последних лет очень изменился. С введением самых современных систем программируемого управления в систему канализации, повышается чувствительность к перенапряжениям. Во избежание этого и для большей надежности функционирования систем необходима установка оборудования, предохраняющего системы управления от повышенного напряжения.



# 9. Техника контроля за показателями сточных вод

Процессы эксплуатации на предприятиях водоотведения контролируются посредством самостоятельных наблюдений. Самостоятельный контроль также называется самоконтролем или собственным контролем. Важно, чтобы эти измерения выполнялись как можно чаще. Таким образом, оператор очистных сооружений получает оперативную информацию о работоспособности и производительности канализационных очистных сооружений.

Для того, чтобы получить возможность объективной оценки результатов исследований, были унифицированы методики выполняемых измерений, только таким образом можно получить данные, которые можно сравнивать между собой. В „Немецких объединенных методах" (DEV) [13] стандартизированы все важнейшие методики исследований сточных вод и осадка. Как правило, все отраслевые институты и лаборатории работают согласно этим методикам. Это особенно важно, прежде всего, для официальных исследований. Такие анализы, проводимые в рамках самоконтроля, персоналом канализационных очистных сооружений могут отвечать требованиям к этим методам контроля. По вопросам проведения исследований сточных вод и осадков оператор очистных сооружений должен проходить дополнительное обучение и инструктироваться специалистами. Таким образом, обеспечивается точность и надежность данных эксплуатации на канализационных очистных сооружений.

Применение лабораторных методов анализов требует много времени и выполнять их, достаточно сложно. Такие измерения мало подходят для самостоятельного контроля для эксплуатации канализационных очистных сооружений и должны проводиться специалистами, получившими специальное образование по методам химического контроля. На канализационных очистных сооружениях распространено несколько методов анализов, которые предназначены специально для самостоятельного контроля. Преимуществом этих, эксплуатационных методов являются простота и возможность относительно быстрого получения результатов, за исключением, безусловно, определения $БПК_5$. При тщательном проведении анализов самостоятельного контроля результаты будут достаточны достоверны. Пределы точности

полученных результатов, как правило, достаточны для того, чтобы отказаться от более дорогостоящих исследований.

Методы выполнения анализов можно разделить на следующие:

- Лабораторный метод (нормативный метод, например, метод определения ХПК с бихроматом калия согласно DIN),
- Эксплуатационный метод (измерения по самостоятельному контролю на канализационных очистных станциях, например, фотометрическое определение ХПК),
- Методы исследования в полевых условиях (грубое определение самым простым методом, так называемы „экспресс" метод, например, определение $NH_4$-N с помощью специальных лакмусовых полосок и сравнения их цветов).

Методы выполнения анализов, которые применяются для самостоятельного контроля описаны в „руководстве по простейшим исследованиям и исследованиям на очистных сооружениях" (Burchard, Groche и Zerres) [16].

Вопреки простоте этих методов тщательное обучение персонала предприятия и инструктаж специалистами является залогом правильного проведения исследований.

Важным документом для проведения исследований является памятка ATV-DVWK M 704 „эксплуатационные методы самоконтроля канализационных сооружений" [5]. В них устанавливаются унифицированные требования, при учете которых обеспечивается высокая точность измерений. Обеспечение надежности измерений путем является весьма важным пунктом. Проведение регулярного **внутреннего контроля качества (IQK)** – это основополагающий элемент в системе обеспечения точности результатов измерений. При этом речь не идет о контроле, который может быть проверен лабораторными методами. Все мероприятия по самостоятельному контролю проводятся персоналом сооружений. Это относится, прежде всего, к многократным измерениям, стандартным анализам, сравнительным измерениям, например, в сравнении с анализами на соседних канализационных очистных сооружениях, проверкам на точность, уходу и поверке измерительных приборов. Внешний контроль качества лабораторными методами необходим, однако он может ограничиваться несколькими проверками в год.

Для актуализации и углубления аналитических знаний очень важны



регулярные мероприятия по обучению персонала лаборатории и повышения их квалификации.

Самое лучшее обеспечение качества выполнения анализов не имеют значения, если данные контроля не точны. В качестве доказательства достоверности анализов требуется заполнять контрольные листы (листы IQK), в которых приводятся мероприятия по обеспечению качества, в них необходимо полностью указывать информацию об отборе пробы, методах измерения и т.д.. В Памятке ATV-DVWK M 704, часть 2 „помощь при проведении Внутреннего контроля качества (IQK) в производственной аналитике" имеются образцы заполнения данных листов.

Минимальный объем анализов для самостоятельного контроля, и минимальное оборудование обычно регулируются постановлениями федеральной земли.

*Термины в метрологии*

В метрологии необходимо разделять следующие понятия:

*Измеряемая величина* – это измеряемая физическая или химическая величина (температура, прозрачность, расход и т.д.).

*Единица измерения* измеряемой величины частично задается согласно устанавливается соглашениями (°C, см, л/с, кг/м$^3$ и т.д.).

*Результат измерения* устанавливается по показаниям измерительных приборов или анализа. Он является продуктом числовых значений и единиц измерения (8°C, 30 см, 25 л/с и т.д.).

*Индикация результата измерения* показывает мгновенное значение на шкале измерительных приборов, записанных данных или на счетчике.

*Ошибка измерения* – это сумма всех ошибок, которые могут искажать результаты измерений. Это могут быть случайные ошибки (неправильный отсчет, неправильный отбор проб и т.д.) или систематические ошибки (неповеренный измерительный прибор, неточные измерительные приборы).

По DIN 1319 „основные термины метрологии" можно дать определения 3 понятий, которые часто неверно используются на практике.

*Регулирование* означает целенаправленную настройку измерительных приборов путем сравнения с одним или несколькими заданными значениями. Целью этого является, уменьшение погрешностей прибора до минимальных или, по меньшей мере, до значений ниже пределов погрешности.

*Калибровка* означает фиксирование измерительных отклонений измерительных приборах по сравнению с одним или несколькими заданными значениями или концентрациями. В отличие от приведенного выше не происходит никакого регулирования в измерительных приборах.

*Поверка* измерительных приборов охватывает испытания и пломбировку компетентными органами согласно эталонным требованиям. Поверка – это официальный процесс. В результате поверки не происходит никакого изменения в измерительных приборах. Исследования фиксируют, соответствуют ли измерительные приборы по своему качеству и измерительным техническим свойствам эталонным требованиям. Пломбировка заверяет положительный результат испытания.

Калибровкой и поверкой может устанавливаться параметр (кривая) измерительных приборов/измерительных устройств как функциональное соотношение между исходной величиной и полученным значением. Настройка производится регулированием по заданному параметру. Предпосылкой для регулирования, калибровки и поверки являются относительные значения, измерительные отклонения, которых значительно ниже, чем до проведения данных работ.
Большинство используемых в канализации измерительных приборов, измерительных устройств и методов измерения невозможно проводить поверку, так как их исправное состояние и ошибки в измерениях зависят от многих условий. Примером одного из немногих измерительных приборов, для которого возможно проводить поверку является проточный электромагнитный-индуктивный расходомер (MID).

## 9.1 Отбор проб

Исследование проб сточных вод имеет значение только в том случае, если проб были отобраны правильно. Влияние таких ошибок при отборе проб может быть больше, чем пределы погрешности лабораторного исследования. Точку для отбора проб необходимо выбирать там, где происходит хорошее перемешивание сточных вод и в тоже время в пробу не попадает осадок. Отбор пробы из потока жидкости на переливе может привести к ошибочным результатам; так же как и при отборе пробы из верхнего слоя.



В зависимости от способа и цели исследования необходимо производить отбор проб в нескольких различных установленных точках канализационных очистных сооружений. Для получения сходимости результатов анализов необходимо производить отбор проб в одних и тех же местах.

Для определения нагрузок по загрязнениям сточных вод на канализационные очистные сооружения, пробы следует отбирать перед первичными отстойниками (после решеток и песколовок). Для определения нагрузки на биологическую ступень пробы отбираются на выходе из первичных отстойников. Остаточное загрязнение сточных вод определяется путем исследования проб отобранных перед выпуском сточных вод в водоем.

В сухую погоду пробы воды показывают точный результат по исследуемым веществам. В дождливую погоду возможно получение неточных данных, вследствие разбавления сточных вод дождевыми стоками.

Существуют различные виды проб:
Однакратный отбор пробы для выполнения анализов даёт только ежемоментное представление о качестве сточной жидкости. Это может быть более или менее случайный результат. Поэтому необходимо проведение неоднократных отборов проб, вследствие чего получают так называемое *„квалифицированное выборочное исследование"*. Оно весьма важно при неоднородном и быстро изменяющемся составе сточных вод, например, на входе в канализационные очистные сооружения. Для квалифицированного выборочного исследования необходим отбор и смешение минимум 5 выборочных проб в течение не более, чем 2 минут. Для этого необходим большой сосуд для сбора выборочных проб (например, 10-литровое ведро). Каждая выборочная проба должна содержать от 0,5 до 1 литра сточной жидкости. На месте отбора пробы необходимо обеспечить хорошее перемешивание сточных вод для того, чтобы сточная жидкость в отобранной пробе была максимально приближена к реальной. Это общее условие имеет

особое значение при *выборочном исследовании.* После интенсивного перемешивания из содержимого ведра отбирается необходимый для проведения исследования объем воды. Обычно достаточно двух литров сточной воды, которую помещают в специальную емкость.

Разового отбора проб достаточно для исследований на входе в очистные сооружения с большим полезным объемом (в частности биологические пруды с продолжительностью пребывания сточной воды более 24 часов). В этих установках концентрации загрязнений на входе в сооружения уже достаточно усреднены, что не требуется специальных мероприятий по отбору смешанных проб.

*Средняя проба* – это смешанная проба, которая составляется из выборочных проб или собирается автоматическими устройствами отбора проб через определенные промежутки времени. Этот процесс может происходить как непрерывно, так и с прерыванием. Таким образом, отобранные пробы обладают существенно более точными значениями концентраций загрязнений. Хорошо перемешанная разовая проба не является, усреднённой пробой. Только в случае если большое количество выборочных проб отбираются и перемешиваются за определенный промежуток времени, можно говорить об усредненных значениях, например, 2-часовая, 10-часовая или 24-часовая проба (= суточная смешанная проба).

Различают *взболтанные*, *осажденные и профильтрованные* пробы. Если значения $БПК_5$, ХПК, $NH_4$-N, $NO_3$-N, общий фосфор и т.д. определяются в взболтанных пробах, то результаты исследований могут не соответствовать действительности из-за наличия в пробе твердых органических частиц осадка. Поэтому рекомендуется гомогенизировать пробы. Гомогенизацию можно производить при помощи миксера, таким же образом как он исполь-зуется на кухне. Согласно немецкому промышленному стандарту DIN 38402 разделу 30 для гомогенизации должна использоваться магнитная мешалка.

Точная оценка нагрузки по загрязнениям на очистные сооружения и коэффициента полезного действия (эффективности) возможна осуществлять только при исследовании *зависящих от расхода* (пропорциональных расходу) усреднённых проб. Они могут быть получены двумя различными способами:



а) Отбираются различные по объему пробы через равные промежутки времени (в зависимости от притока сточной воды);
б) Отбираются равные по объему пробы через различные промежутки времени (в зависимости от притока сточной воды).

Если зависящие от расхода пробы отбираются вручную, необходима предварительная подготовка программы отбора, которая для метода а) может выглядеть, примерно таким образом:

*Отбор усреднённых проб вручную в зависимости от притока сточных вод*

При отборе усреднённых проб вручную в зависимости от притока сточных вод каждая отдельные проба отбираются при помощи специального устройства (пробоотборника) через равные интервалы времени, которые соответствуют расходу сточных вод. Объем проб отмеряется в мерном цилиндре, его содержимое собирается в 10-литровое ведро, в котором в конце отбора проб будет содержаться усреднённая проба – от 4 до 6 л.

Отдельная проба сточной воды отбирается в середине временного отрезка, которая соответствует данному отрезку времени; например, при получасовом отборе проба для промежутка 7.00 – 7.30 проба отбирается в 7.15 ч., для промежутка 7.30 – 8.00 в 7.45 ч. и т.д. При отборе проб должен отбираться такой объем воды, из которого затем после определения расхода сточной воды отмеряется объем, необходимый для усреднённой пробы. (Если это технически сложно или невозможно может отбираться отдельная проба в конце исследования; погрешность в большинстве случаев будет незначительной.) Если отдельная проба отбирается не вручную, а постоянно (например, насосом), то в конце отбора отдельной пробы (например, каждые полчаса) определяется ее объем в зависимости от расхода в данный период времени и данный объем направляется в резервуар усреднённых проб.

Объемы проб могут быть определены по следующей таблице:
В первый столбец во время отбора пробы записывается средний расход сточных вод поступающий на очистных сооружениях в л/с ($м^3$/ч). В той же строке, втором столбце, фиксируется объем отдельной пробы (мл), который следует перемножить на фактический расход л/с ($м^3$/ч).

| *Ожидаемый* средний расход сточных вод во время исследования в л/с или м³/ч | При отборе проб согласно рассчитанному расходу в л/с, необходимый объем для смешанной пробы в мл составляет: | | | |
|---|---|---|---|---|
| | При десятиминутном отборе отдельных проб для смешанных проб | При получасовом отборе отдельных проб для смешанных проб | | |
| | 2 часовая | 8 часовая | 10–12 часовая | 24 часовая |
| 0,5 л/с ( 1,8 м³/ч) | 500 | 500 | 500 | 200 |
| 1 л/с ( 3,6 м³/ч) | 250 | 200 | 200 | 100 |
| 1,5 л/с ( 5,4 м³/ч) | 250 | 200 | 200 | 50 |
| 2 л/с ( 7,2 м³/ч) | 150 | 200 | 100 | 50 |
| 3 л/с (10,8 м³/ч) | 100 | 100 | 100 | 50 |
| 5 л/с (18 м³/ч) | 50 | 50 | 50 | 20 |
| 7 л/с (25 м³/ч) | 50 | 50 | 20 | 10 |
| 10 л/с (36 м³/ч) | 25 | 20 | 20 | 10 |
| 15 л/с (54 м³/ч) | 25 | 20 | 20 | 5 |
| 20 л/с (72 м³/ч) | 15 | 20 | 10 | 5 |
| 30 л/с (108 м³/ч) | 10 | 10 | 10 | 5 |
| 50 л/с (180 м³/ч) | 5 | 5 | 5 | 2 |
| 70 л/с (250 м³/ч) | 5 | 5 | 2 | 1 |
| 100 л/с (360 м³/ч) | 2 | 2 | 2 | 1 |

При отборе *каждые четверть часа* отдельных проб (= двойное число проб) указанные в таблице объёмы необходимо уменьшить в два раза; и удваивать при отборе проб каждый час.

Пример: двух часовая усреднённая проба в зависимости от расхода сточных вод

*Ожидаемые* расходы сточных вод = 7 л/с (25 м³/ч) т.е. объем отдельной пробы = 50 мл



Средний расход

Первая отдельная проба: 10 минут = 6 л/с 50 x 6 = 300 мл
вторая отдельная проба: 20 минут = 8 л/с 50 x 8 = 400 мл
Третья отдельная проба: 30 минут = 7 л/с 50 x 7 = 350 мл
Четвертая отдельная проба: 40 минут = 7 л/с 50 x 7 = 350 мл
Пятая отдельная проба: 50 минут = 8 л/с 50 x 8 = 400 мл
Шестая отдельная проба: 60 минут = 9 л/с 50 x 9 = 450 мл
Седьмая отдельная проба: 70 минут = 8 л/с 50 x 8 = 400 мл
Восьмая отдельная проба: 80 минут = 7 л/с 50 x 7 = 350 мл
Девятая отдельная проба: 90 минут = 6 л/с 50 x 6 = 300 мл
Десятая отдельная проба: 100 минут = 6 л/с 50 x 6 = 300 мл
Одиннадцатая отдельная проба: 110 минут = 7 л/с 50 x 7 = 350 мл
Двенадцатая отдельная проба: 120 минут = 8 л/с 50 x 8 = 400 мл

Получаем смешанную пробу из 4 350 мл

Отбор усреднённой пробы в зависимости от расхода сточной воды на входе в очистные сооружения или на выходе из первичных отстойников для городских сточных вод правомерен только при периоде отбора проб более 2 часов. На выходе из сооружений биологической очистки концентрации загрязнений, как правило, усреднены, поэтому отбор усреднённой пробы производится в течение двух часов независимо от периода времени суток (например, равные объемы отбираются через каждые 10 минут и из них берётся усреднённая проба). Точные требования для отбора проб указаны в справочной литературе по водному праву или в предписаниях для самостоятельного контроля.

При *расходе в м3*

| Расходы сточных вод на очистных сооружениях в период исследования. | Объемы, которые необходимо отбирать на каждый м³ расхода и добавлять в резервуар усреднённых проб: |
|---|---|
| 16 – 50 м³ | 200 мл |
| 40 – 80 м³ | 100 мл |
| 80 – 160 м³ | 50 мл |
| 160 – 400 м³ | 20 мл |
| 400 – 800 м³ | 10 мл |
| 800 – 1 600 м³ | 5 мл |
| 1 600 – 4 000 м³ | 2 мл |
| 4 000 – 8 000 м³ | 1 мл |
| 8 000 – 16 000 м³ | 0,5 мл |
| 16 000 – 40 000 м³ | 0,2 мл |

*До начала исследования пробы* следует *хранить в прохладном и защищенном от света месте.* Прежде будут отбираться сточные

воды на исследования содержимое усреднённой пробы (ведра) необходимо хорошо взболтать и соответственно гомогенизировать.

Отбор проб при помощи автоматических устройств упрощается, если процесс может управляться за счет расходомера, например, водомера Вентури. Такие устройства возможно приобрести в системе торговли техническими средствами контроля. При подборе устройств необходимо они должны отвечать следующим требованиям:

1. Простотой и прочности конструкции, при простоте и легкости сборки и демонтажа устройства.
2. Простоте очистки устройства, подводящих и отводящих устройств, включая аппарат по отбору проб. При длительной работе необходима еженедельная очистка загрязненных сточными водами частей.
3. Отбор проб можно производить в промежутке времени не более 15 минут, для возможности определения и залповых сбросов.
4. Объем емкостей, в которые отбираются пробы, должен быть достаточно большой для того, чтобы не происходило перелива в дождливую погоду, а в сухую погоду, чтобы в них собирался достаточный объем (от 2 до 4 л в зависимости от места отбора пробы).
5. Скорость течения сточных вод в постоянно заполненных трубопроводах и элементах сооружений должна быть более 1 м/с, минимальный диаметр трубопроводов должен быть не менее 1/2 дюйма (= DN 13 мм). (Для трубопроводов длинной более 10 м следует применять большие сечения.)
6. Конструкция устройства должна быть такой, чтобы он мог быть размещен либо вне помещения в устойчивом к атмосферным воздействиям шкафу (с охлаждением или отоплением до 5 °C), либо в здании (с охлаждением проб).
7. Разделение управляющего устройства и дозатора должно позволять присоединять, к управляющему устройству два и более дозаторов.
8. Устройство должно иметь таймер по которому можно было бы задавать время начала и конца отбора проб (в большинстве случаев целесообразно в качестве времени начала и/или конца отбора пробы принимать примерно 4.00 часа утра, так как производственно-бытовые сточные воды предыдущего дня были достаточно глубоко очищены).



9. При переполнении емкости, переливающиеся сточная вода должна отводиться таким образом, чтобы исключить загрязнение устройства.
10. На канализационных очистных станциях, на которых необходимо исследование не только 24 часовых проб, но и суточной нагрузки путем отбора нескольких усреднённых проб должны быть установлены устройства с распределителем проб. Устройства только с одной пробной емкостью должны дополняться распределителем.

Для канализационных очистных сооружений, рассчитанных более, чем на 1000 жителей, рекомендуется приобретение переносного устройства отбора проб. Это делается для того, чтобы имелась возможность отбора проб при необходимости в различных точках, например, в канализационной сети. Это устройство должно иметь автономное электропитание и защиту от возможного взрыва. Стационарно установленные распределительные устройства в большинстве случаев устанавливаются только на канализационных очистных сооружениях рассчитанных на более 5 000 жителей; при этом в распоряжении эксплуатационных служб должно находиться как минимум одно переносное устройство для отбора проб и проведения исследований в различных местах очистных сооружений.

Для отбора проб в зависимости от расхода сточной воды необходимо, чтобы автоматические пробоотборники были снабжены расходомерами и имели крепления, для их установки. Кроме того, расходомеры должны быть оборудованы импульсным датчиком с потенциалом – 60В или 2А или соответственно 50ВА. Длительность импульса должна составлять 20 – 200 мсек, частота импульса в час максимального расхода (в период сухой погоды) 15 – 20 раз в час.

Для контроля выпуска сточных вод промышленными предприятиями в канализационную сеть необходимо оборудование специальных измерительных колодцев; они облегчают отбор проб и определение расхода.

Пробы взятые автоматическими пробоотборника должны храниться в прохладном месте и не должны подвергаться воздействию прямых солнечных лучей, а в зимний период времени нельзя допускать их замерзания. При хранении проб в течении

нескольких суток целесообразно пробы замораживать.

Для транспортирования проб сточных вод следует применять пластмассовые емкости минимальным объемом 1 л. На емкости должна быть обязательная маркировка (время отбора пробы и населенный пункт)! Отбор проб осадка описан в разделе „Сельскохозяйственное применение осадка сточных вод".

***Отбор проб на выходе из канализационных очистных сооружений***

На очистных сооружениях должны осуществляться методы самоконтроля при акотором следует проводить неоднократный отбор проб на выпуске очистных сооружений.

Это дает владельцу очистных сооружений возможность регулировки глубины очистки и возможность защиты при наложении штрафных или других санкций (неоправданных обвинений). По этим причинам рекомендуется, чтобы на всех очистных сооружениях, рассчитанных более чем на 5000 условных жителей, производился ежедневный отбор проб и сохранении их в течение не менее 5 суток.

*Устройства*

- 1 стационарное, устройство отбора пробы пропорционально расходу на выходе из вторичных отстойников с устройством для охлаждения, установленное для двенадцати 2 часовых смешанных проб
- 1 емкость для смешивания, пластмассовая канистра (30 л)
- 10 стеклянных бутылей 1 л (прозрачная лабораторная бутыль, например, фирмы Шотт, с синей крышкой); рекомендуется наличие 14 стеклянных бутылей во избежание ежедневной новой маркировки
- Холодильный шкаф (холодильник)

*Проведение*

Автоматический пробоотборник отбирает двенадцать 2 часовых усредненных проб пропорционально расходу в течение 24 часов. Эти 12 проб смешиваются в специальной емкости для получения 24-часовой пробы. При отборе 2 часовых усредненных проб пропорционально расходу в емкости получается пропорциональная суточному расходу 24- часовая усредненная проба.



Рекомендуется наличие договоренности с компетентными органами надзора о времени получения ежедневной смеси 12 проб.

Из этой емкости наполняется и закрывается однолитровая стеклянная бутыль. Проба должна быть помечена (обозначение установок, способа отбора пробы, места отбора пробы, дата отбора и время отбора). Затем стеклянная бутыль ставится в холодильный шкаф и хранится при температуре до +5 °C, в течение минимум 7 или 10 дней (время хранения в различных федеральных землях различно).

Если бутыль всегда используется в один и тот же день недели, это дает возможность надписывать бутыль водостойкой краской. Если в течение установленного времени сохранения не наблюдалось никаких отклонений или неисправностей в работе очистных сооружений или чрезвычайных ситуаций в водоеме, содержимое бутыли может быть вылито. После очистки стеклянная бутыль может быть использована снова для новой пробы сточной воды. (Не допускается использование фосфатных моющих средств, корка удаляется 10%-ной соляной кислотой.)

Если из двенадцати 2 часовых смешанных проб для выполнения анализа необходим отбор одной пробы, следовательно, она отсутствует в 24- часовой смешанной пробе. Отсутствием этой пробы в 24 – часовой пробе можно пренебречь, так как она исследуется отдельно и результаты исследований будут известны.

## 9.2 Контроль физических параметров сточных вод

### *9.2.1 Измерение расхода (количества воды, осадка и газовой смеси)*

Объем (например, в $м^3$) сточной воды протекающий через определенное сечение за единицу времени называют расходом (например, $м^3/ч$, л/с).

Полученные значения нагрузки и эффекта очистки сточных вод будут достоверны, если наряду с $БПК_5$ и концентрациями других веществ в сточной воде также постоянно измеряется расход. Расходомеры необходимы устанавливать даже на старых или малых очистных сооружениях, даже если до этого они не были предусмотрены. При дополнительной установке необходимо учитывать сроки строительства.

ных водоводах" нормировано в немецком промышленном стандарте DIN 19559. Самопишущие измерительные приборы следует устанавливать на очистных сооружениях рассчитанных на количество жителей более 1000. Разновидности измерительных приборов регулируются, как правило, в постановлениях федеральных земель. Особенно важен выбор требуемого диапазона измерений расхода сточной воды; например, для очистных сооружений, рассчитанных на обслуживание более 5 000 жителейэтот диапазон должен изменяться в переделах от 5 до 50 л/с, а для населённого пункта с 50 000 жителями от 40 до 600 л/с. В случаях большой разницы между минимальными и максимальными значениями расходов сточных вод устанавливаются 2 водоизмерительных прибора рассчитанные для измерения разных расходов сточных вод. Данные по расходу, определяемые в % от диапазона расхода в практике очистки сточных вод не могут быть использованы. На малых очистных сооружениях, примерно, до 1000 жителей, устанавливаются мерные водосливы с автоматической измерением уровня воды на них.

*Место установки измерительных устройств*

Для обеспечения большей эксплуатационной надежности измерительные устройства должно устанавливаться на выходе из сооружений. Если высотная схема не допускает этого, расход может измеряться также на входе очистных сооружений сразу после решеток, песколовок или после первичных отстойников. В каждом конкретном случае, после проведения соответствующий консультации со специалистами, необходимо выбрать такое место, чтобы в замеренном расходе сточных вод не учитывал возвратные воды или возвратный активный ил. Следует также обращать внимание на то, чтобы:

a) Основание для прибора должно быть по возможности было горизонтальным,
b) На участке проведения измерений даже при большом расходе не происходило подпора,
c) В измерительных устройствах с сужением поперечных сечений следует учитывать возникающий подпор.

*Основы методов измерения расходов жидкостей*

В основе методов измерения потоков жидкости лежит следующая формула:

Q (расход) = A (площадь поперечного сечения) × v (скорость



течения). Если имеется лоток с определенной формой и уклоном, то ориентируются по определенным высотам слоя воды (зеркало воды) которым соответствует определенное значение v, а каждой высоте слоя воды соответствует определенная площадь A, т.е. каждая определённая глубина воды дает определенный расход воды.

Пример: В лотке DN 200 (= 20 см) измеренная глубина воды составляет 10 см. Площадь всего круглого сечения составляет 0,0314 м², площадь поперечного сечения при высоте слоя воды 10 см составляет 0,0157 м². Скорость течения сточной воды следовательно составляет 0,7 м/с. Она измеряется с помощью поплавка или более точно с помощью гидрометрическоймерного лопастной вертушки.

$Q = A \times v = 0{,}0157\ м^2 \times 0{,}7\ м/с = около\ 0{,}011\ м^3/с = 11\ л/с$

$= 39{,}6\ м^3/ч.$

На практике определение A и v затруднено. Для получения более точных значений и исключения влияния подпора, измерительные лотки имеют особую конструкцию, например значение расхода может быть получено путем понижения или повышения уровня водослива. В качестве единовременного измерения расхода можно использовать *измерение при помощи мерных емкостей.* Такие измерения характерны для определения малых расходов в небольшие периоды времени, если существует возможность перехвата всего расхода в определенном месте при помощи емкости известного объема, например 10 литровым ведром. Определение расхода при этом достаточно просто и относительно точно. Время наполнения сосуда измеряется в секундах. Пример: время наполнения до отметки 10л составляет 27 сек. Расход тогда составляет:

$Q = 10\ л : 27\ с = 0{,}37\ л/с = около\ 1{,}3\ м^3/ч.$

Среднее значение, полученное из нескольких последовательно проведенных измерений, подтверждает достоверность замеров. В качестве измерительной емкости может служить также приемная камера насоса, если ее объем заранее известен. Например, разность высот 0,6 м и площадь приемной камеры насоса составляет 1,5 м × 3 м = 4,5 м² (при непрямоугольной форме расчет

ведется другим способом); объем составляет тогда 0,6 м × 4,5 м² = 2,7 м³; время между выключением и включением насосных агрегатов составляет 8 мин 12 сек = 480 + 12 = 492 с.
Расход воды составляет 2 700 л/ 492 с = около 5,5 л/с = 19,8 м³/ ч.
При измерения уровня различными устройствами (мерные рейки, поплавковые измерители и др.) в приемной камере насоса можно определять достаточно точно количество образующегося осадка.

*Измерение перепада воды при помощи водосливов*

На пути движения сточной воды устанавливается преграда, имеющая возможность пропуска воды через водослив различной конфигурации. Таким образом поток воды переливается через измерительный отрезок, треугольной или прямоугольной формы, при этом высота перелива должен быть на 30 см выше перелива и свободна от влияния нижележащих слоев жидкости. Свободный от подпора перепад называется „совершенным" перепадом.
Высота перепуска определяется по мерной рейке, нулевая точка которой соответствует низшей точке измерительного уровня и должна ниже вероятного высшего уровня в 4 до 5 раз.

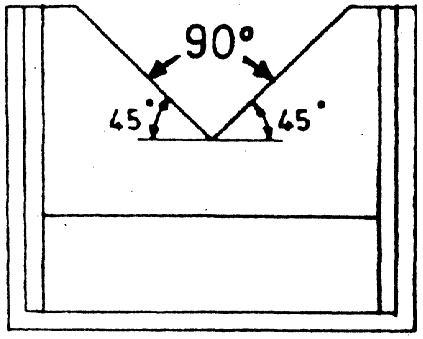



*Рисунок 9.1: Мерный треугольный водослив с углом в основании сечения в 90°– (прямоугольный треугольник)*

Для треугольного измерительного водослива с углом в основании 90°, называемого также водосливом Томпсона, расход Q может быть определен (рис. 9.1) по высоте перепада h согласно следующей таблице:



| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| h в см | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Q в л/с | 0,014 | 0,08 | 0,22 | 0,45 | 0,78 | 1,23 | 1,80 | 2,35 | 3,40 | 4,42 |
| H в см | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Q в л/с | 5,60 | 7,00 | 8,53 | 10,2 | 12,2 | 14,3 | 16,7 | 19,2 | 22,0 | 25,0 |
| H в см | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Q в л/с | 28,3 | 31,8 | 35,4 | 39,5 | 43,8 | 48,3 | 53,0 | 58,0 | 63,4 | 69,0 |
| H в см | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| Q в л/с | 75,0 | 81,0 | 87,6 | 94,4 | 101 | 109 | 117 | 125 | 133 | 142 |

*Рисунок 9.2: Определение расхода для 90 °– треугольного измеритнлдьного водослива*

Если для небольших расходов сточной воды используется треугольный водослив с углом в основании 60 °, то величину Q необходимо умножать на 0,577, при 45 ° на 0,414.

*Прямоугольный мерный водослив или горизонтальный мерный водослив*

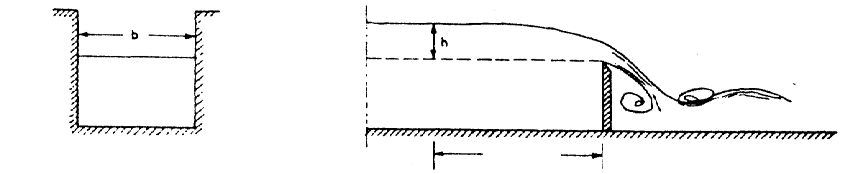
На некоторых очистных сооружениях используются горизонтальные измерительные водосливы с горизонтальными переливами с сужением или без него. Расход рассчитывается по диаграмме на рис. 9.3.

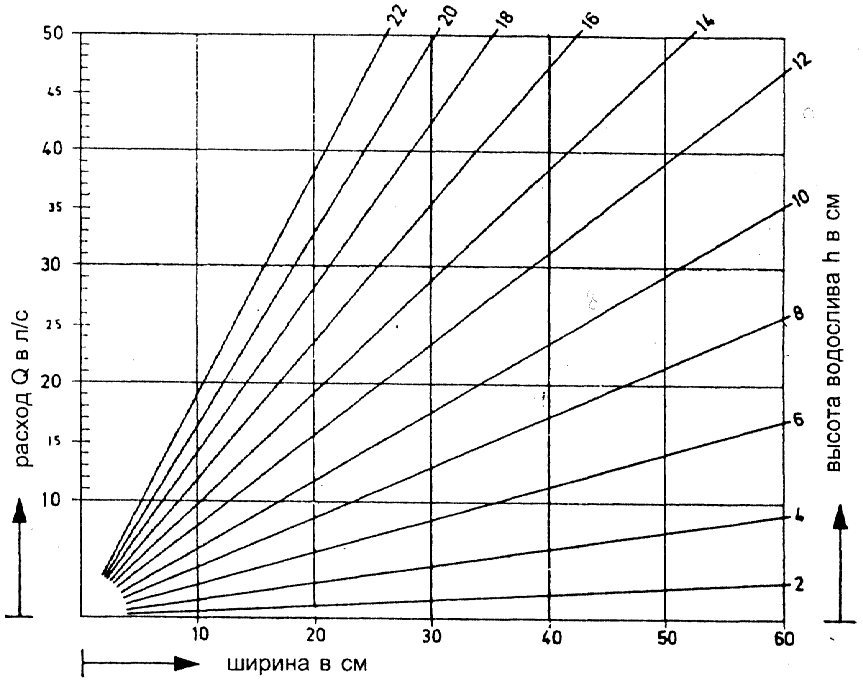
*Лоток Вентури*

Чаще всего на канализационных очистных сооружениях для измерения расхода, применяется лоток Вентури, которых точно устанавливает, какие потери напора происходят при сужение потока жидкости (немецкий промышленный стандарт DIN 19559).

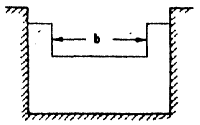
Если расход определяется на измерительных водосливах по изменению уровня воды (высота слоя воды в лотке), то в этом случае замеры можно проводить при помощи:
– Поплавка в лотке или в камере (иногда подвержен повреждениям и даёт значительные погрешности в измерениях);

без сжатия по бокам




со сжатием по бокам




в данном случае
расход $Q^1 = 0.95 \times Q$

*Рисунок 9.3: Горизонтальный мерный водослив*



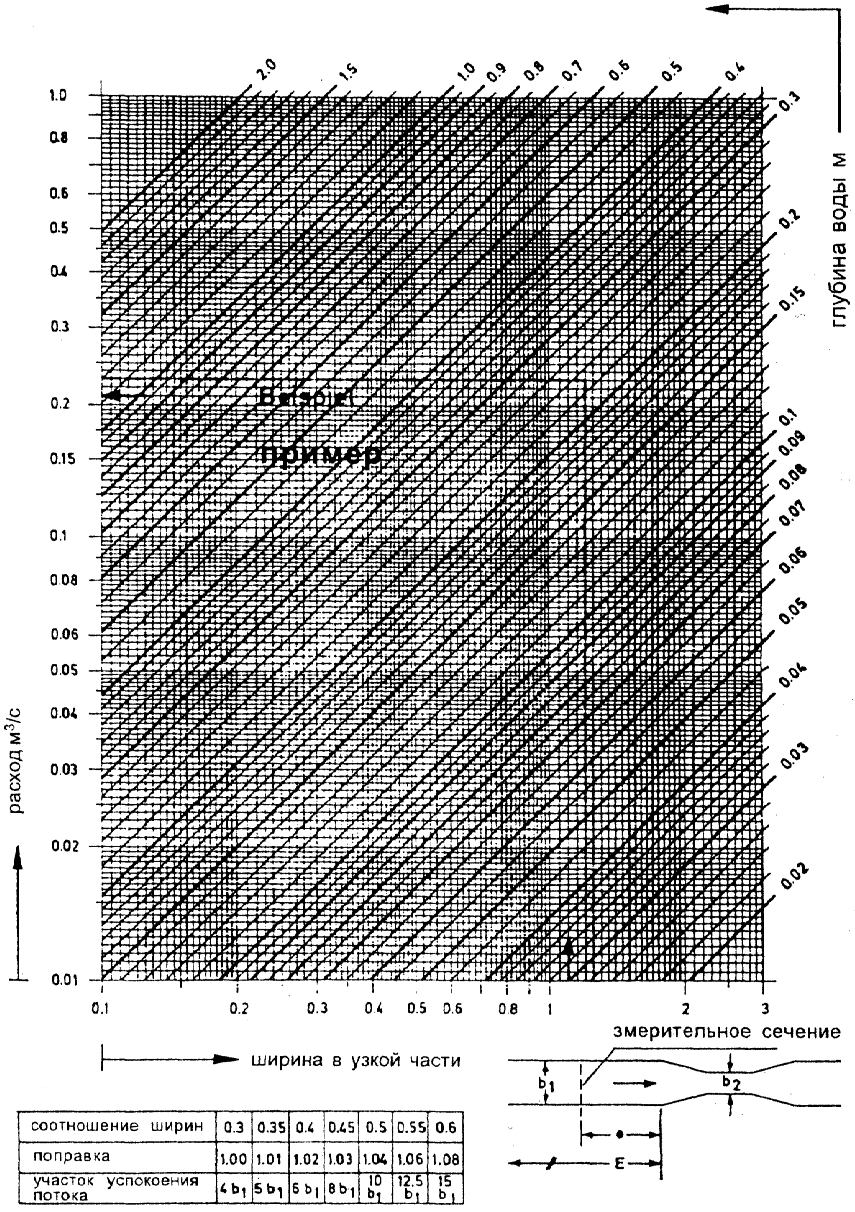
- Пневматического измерения на дне лотка;
- Емкостных измерительных зонды с изолированными поверхностями конденсатора;
- Пневмоемкостная передача измерений;
- Эхолота при помощи передатчика и сенсора звука или ультразвуковых импульсов.

Полученные с помощью этих устройств значения передаются на счетчик и показыват непосредственно суммарный, а при соответствующем оснащении записанные на самопишущем устройстве расход, т.е. записанный на специальных роликах.

Идентичный метод применяется также для зависящих от уровня переключателей и энергообеспечивающих аппаратов на насосных станциях или других устройствах.

Получаемые этими устройствами значения необходимо проверять через регулярные промежутки времени (от полугода до года). В случае применения лотков Вентури с прямоугольным поперечным сечением можно руководствоваться диаграммой на рис. 9.4:

1. Измеряется ширина лотка перед сужением (= b1) и в сужении (= b2).
2. Приблизительно измеряется глубина воды (высота подпора) перед сужением.
3. Измеренная глубина воды умножается на 5 (= e), устанавливается точка для точного измерения высоты подпора.
4. Глубина воды ($h_1$) измеряется в установленной точке и одновременно считываются показания расхода в лотке Вентури.
5. Из диаграммы в рис. 9.4 по ширине сужения b2 (в м) и глубине воды h1 (в м) вычисляем расход Q « в м3/с.
6. Из $\frac{b_1}{b_2}$ рассчитывается размер отверстия m.
7. Из таблицы получаем соответствующее „m" значение поправки „f"
8. Перемножаем значение Q с f и получаем расход Q.
9. Полученный расход Q сравнивается с показаниями расхода согласно пункта 4. В случае если полученные значения имеют погрешность, то расходомер должен быть заново поверен.




| соотношение ширин | 0.3 | 0.35 | 0.4 | 0.45 | 0.5 | 0.55 | 0.6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| поправка | 1.00 | 1.01 | 1.02 | 1.03 | 1.04 | 1.06 | 1.08 |
| участок успокоения потока | 4 $b_1$ | 5 $b_1$ | 6 $b_1$ | 8 $b_1$ | 10 $b_1$ | 12.5 $b_1$ | 15 $b_1$ |

*Рисунок 9.4: расход в лотке Вентури с прямоугольным поперечным сечением*



Пример: ширина лотка $b_1$=2,0 м, ширина сужения $b_2$ = 1,2 м. e = 1,25 м (5 × 25 см) определённая в начале сужения глубина воды $h_1$ = 23 см. Из диаграммы получаем расход Q' = 0,23 м³/ч. Рассчитанный размер м 1,2/2,0 = 0,6, затем из таблицы по диаграмме получаем значение поправки f =1,08. Расход Q равен 0,23 x 1,08 = 0,2484 м³/ч = 248 л/с.

Для лотков Вентури с наклонными стенками составляются другие диаграммы или таблицы, которые должен представить производитель. Рекомендуется периодический контроль так называемого „положения нуля". Если сточные воды не поступают или кратковременно, например, на несколько минут, сточные воды не протекают через лоток, измерительные приборы должны показывать нуль. Если этого не происходит измерительные приборы должны проходить поверку. В большинстве случаев рекомендуется привлекать производителя или компетентные фирмы по техническому обслуживанию измерительных устройств.

*Общие указания по обслуживанию и уходу за измерительными устройствами*

На малых очистных сооружениях результаты измерений и соответственно показания устройства и числа на суммирующем счетчике считываются оператором очистных сооружений и вносятся в журнал предприятия. На сооружениях, имеющих самопишущие устройства в журнал заносятся лишь отдельные значения, так как полосы самописца также являются составной частью журнала. Частота регистрации в журнал определяется согласно руководству по эксплуатации, как правило, она должна производится не реже одного раза в день.

Для получения достаточно точных результатов измерений необходим регулярный контроль исследуемого участка и измерительных приборов. Исследуемый участок освобождается по всей длине от инородных тел и осадков, например, песка, боковые стены должны содержаться в чистоте. Поплавковые камеры необходимо проверять ежедневно и по меньшей мере еженедельно очищать. Поплавки необходимо чистить специальным устройством смазываться и испытываться на свободную подвижность. При пневматическом измерении расхода необходимо регулярно продувать трубы сжатым воздухом. При наличии пневматических коробов необходимо еженедельно чистить мем-

браны средством для промывки, зубной щеткой и обезжиривать, но только не потоком воды или давлением воздуха, так как мембраны могут быть повреждены. Необходимо проверять привод измерительных приборов и пишущих устройств, часовой механизм, привод электрического тока или комбинированный ток часового механизма. Часовой механизм необходимо постоянно заводить (так чтобы он не останавливался даже в выходные). При применении электрических приводов, электрический ток необходимо выключать до начала работ (необходимо помнить о последующем включении!). В самопишущем устройстве необходимо своевременно заменять бумагу и испытывать устройство для записи (специальное перо и др.). Рулоны бумаги для замены и картриджи должны быть в наличии в достаточном количестве и заранее заказываться. Время использования одного рулона бумаги составляет несколько недель.

Перед проведением обслуживания измерительных приборов оператор очистных сооружений должен изучить инструкции по обслуживанию фирмы-изготовителя и добросовестно соблюдать их при проведении обслуживания. Устройства очень восприимчивы к механическим и другим повреждениям. Серьезные повреждения могут устраняться только техником фирмы поставщика. Рекомендуется проведение ежегодного технического осмотра устройств, связанного с калибровкой, фирмой поставщиком.

На крупных канализационных очистных сооружениях *измерение образующегося количества осадка* производится зачастую трубами Вентури, в которых за счет сужения в трубе при изменении расхода возникает разность давлений. Имеющаяся разность давлений переносится измерительными приборами на специальную шкалу и считывается как расход или записывается самопишущим устройством. В последние годы широко стали использоваться *электромагнитно-индуктивнй расходомеры* MID.

*Электромагнитный-индуктивный расходомер (MID)*

В настоящее время наиболее широко на канализационных очистных сооружениях стали преимущественно устанавливать так называемые MID-дюкеры. Это измерительный прибор предполагает полное наполнение трубопровода. Установка электромагнитных индукционных расходомеров (MID) на напорных водоводах нецелесообразна, так как измерение производится при помощи насосов. Для неочищенных сточных вод накопление



осадков в трубопроводах приводит к отклонениям в измерениях. Для предупреждения этого необходимо проведение ряда мер.

- необходимо избегать измерений в лотках трубопроводов неочищенных сточных вод из-за возможности выпадения осадков.
- шиберы или другая арматура не должны устанавливаться рядом с датчиком.
- необходимо обращать внимание на гидравлически необходимые длины до и после прибора, которые должны составлять, в зависимости от строительных размеров(например, закругление, колено) от 2 до 5 диаметров.
- чтобы исключать засорения трубопровода, диаметр трубопровода должен составлять по меньшей мере DN 150.
- попадание воздуха и пены приводит к ошибкам в результатах измерения.
- в трубопроводах необходимо предусматривать возможность дублирования устройства для демонтажа (очистки измеряемого участка, ремонта, проверки нулевой точки); кроме того, требуется организация циркуляционного трубопровода.
- сужение трубопроводов в области расходомера оправдано только в том случае, если объем диапазона исследований должен быть меньше (неполная нагрузка). Необходимо обращать внимание на потери напора.
- подпор приводит к ошибкам в результатах измерений.

Недостатком этих устройств является то, что результаты замеров не могут быть проверены персоналом канализационных очистных станций, так как это возможно осуществлять только при помощью независимого метода измерения (например, мерный водослив). Для этого необходимо следует иметь соответствующее оборудование. Новые устройства должны обеспечивать простоту проведения проверки в измерительном преобразователе, лучше всего если они имеют систему автоматического самоконтроля при нарушении работы. Необходимо обращать внимание на возможность контрольного исследования с помощью определения электрических измерений. Для проведения такого контроля, как правило, должна вызываться специальная отраслевая фирма.

Из-за этих трудностей MID должны устанавливаться только тогда, когда в процессе эксплуатации установлено, что местные условия не допускают применение лотка Вентури.

*Правила пуска устройств для измерения расхода сточных вод*

- На малых очистных сооружениях предусматривают возможность измерения расхода, будь то лоток Вентури, ме-рный водослив или измерение мерной емкостью.
- На лотках Вентури ни в коем случае нельзя не учитывать отрезок успокоения потока в таблице или диаграмме.
- Все измерительные приборы имеют определенный диапазон, в котором они работают более точно, чем в другие. При выборе диапазона исследований необходимо обращать внимание на то, чтобы измерение расхода в сухую погоду были как можно более точными.
- Старые и новые расходомеры необходимо оснащать импульсными датчиками для пропорционального отбора проб от 4 до 20 мА (подробно см. отбор проб).

*Измерение объема газа* протекает аналогично измерению расхода воды в трубе Вентури. Из-за диафрагмы, установленной в трубе происходит падение давления, которое переносится на кольцевые весы и считывается как расход по показаниям стрелки. Ранее используемые сифонные газовые счетчики или поршневые газовые счетчики большей частью не пригодны для измерения количества газовой смеси.

Внимание:
*Помещения с измерительными приборами газовой смеси взрывоопасны!*

### 9.2.2 Цвет, запах

Данные показатели относятся к органолептическим методам контроля. Необходимо обращать внимание на то, чтобы анализ происходил сразу после отбора пробы, чтобы избежать изменений свойств пробы сточной воды, которые происходят достаточно быстро. Несмотря на то, что результаты исследований цвета и запаха субъективны, они позволяют проводить взаимное сравнение и говорить об изменении состава сточных вод.



### 9.2.3 Температура

Температура воды определяется термометром, который охватывает область от – 5 до +50 °С. При измерениях термометром необходимо обращать внимание на то, чтобы наконечник термометра с ртутью во время измерения находилась под водой.

Так как измерение температуры в пробе сточных вод, в некоторых случаях проводить затруднительно, тогда лучше использовать так называемый „Емкостной термометр", в котором вокруг сферы с ртутью расположена емкость для пробной воды. Этот емкостной термометр, к которому прикреплен пластмассовый шнур, держат от 1 до 2 минут в воде, затем вынимают – стараясь не выливать воду из емкости – и определяют температуру. Этого вполне достаточно, чтобы получить результат, округленный с точностью до 1,0 °С.

Как правило, температура сточных вод находится в промежутке от 10 до 20 °С, для грунтовых вод от 6 до 12 °С.

Для измерения наружной температуры измеряется должен располагаться в тени. Целесообразным является применение термометра с областью измерений от –30 до +50 °С, на котором фиксируется наивысшая и низшая температура от последнего отсчета.

В открытом метантенке температура осадка может измеряться при помощи „Емкостного термометра". В обогреваемом метантенке температура осадка измеряется как правило стационарно установленными термометрами (датчиками температуры), показания которого переносятся на удаленный от метантенка прибор. Для проведения измерений термометры располагают как минимум в 2 местах, однако обычно их устанавливают больше. Часто применяются самопишущие устройства. Поэтому необходима своевременная замена рулонов бумаги и заправка печатающих картриджей.

### 9.2.4 Глубина видимости, прозрачность, мутность

Для определения применяются различные методы:

*Определение при помощи дисков видимости*

Квадратный или круглый диск с длиной диаметром 20 см, который прикреплен в центре к одной из 10 размеченных по 10 см цепей или

стержней, опускается в исследуемую воду (= вторичный отстойник), до тех пор, пока диск еще можно различить. Глубина погружения называется „глубиной видимости в см". Результаты измерений зависят от освещения и остроты зрения проводящего исследование человека.

*Определение при помощи цилиндра для определения прозрачности*

Прозрачность определяется высотой слоя воды в цилиндре с плоским дном, через который можно прочесть текст, напечатанный согласно DIN 3,5. Прозрачность измеряется в сантиметрах.

Вместо цилиндра определения прозрачности по тексту производить измерения по кресту. Вместо текста в данном случае на дне находится освещенный крест. При этом измерении наполненный цилиндр опорожняется до тех пор, пока крест не становится отчетливо видным. Полученные данные в сантиметрах обозначаются как „относительная глубина видимости". Чистота устройства является основой точности измерений. Острота зрения проводящего исследование человека может оказывать также большое влияние на результат измерений.

*Фотоэлектрическая нефелометрия*

В этих устройствах мутность воды измеряется фотоэлектрическим методом (схоже с экспонометром фотоаппарата); такие устройства питаются от электрической сети или аккумуляторной батареи. На крупных очистных сооружениях также устанавливают самопишущие устройства непрерывной нефелометрии. Фотоэлементы должны регулярно очищаться, осевшая на них грязь или пыль может привести к ошибочным показаниям.

### 9.2.5 *Оседающие вещества, взвешенные вещества и объем осадка*

*Оседающие вещества*

Для определения количества оседающих веществ используют „Imhoff-воронку" также называемую воронкой осаждения или седиментационная воронка (рис. 9.5). Воронки выполняются из стекла или пластмассы и устанавливаются в подставку из древесины, пластмассы или укрепляется на штативах.



Седиментационная воронка заполняется пробой сточных вод до отметки 1 000 мл. Если пробы доставляются в производственное здание в больших емкостях, их содержимое перед отбором проб необходимо хорошо перемешать. Объем осаждающихся веществ определяется объемом осажденных веществ в воронке по прошествии 2 часов. За 15 минут до определения объема (т.е. после 1 3/4 часа) воронку резко поворачивают вокруг горизонтальной оси, для обеспечения падения прилипших к стеклянным стенкам частиц.

Для определенных исследований возможно сокращение времени осаждения до измерений с 2 ч до 30 минут. Результаты таких исследований сравнимы лишь между собой.

Содержание оседающих веществ в постпающих сточных водах (на входе в канализационные очистные сооружения), как правило составляет 1 – 20 мл/л.

*Взвешенные вещества*

Твердые вещества на выходе из канализационных очистных сооружений влиять на величину концентрации по ХПК и $БПК_5$. Принимая во внимание соблюдение определенных законодательными актами концентраций содержания загрязнений в воде и требований по сбросу очищенных сточных вод в водоемы, это нежелательно. Необходимо отметить, что впечатление, создающееся у человека при виде сточных вод, обычно говорит о гораздо более высоком содержании взвешенных веществ по сравнению с реальным. Поэтому необходимо как можно чаще проводить данный вид исследований сточных вод.

При достаточном вторичном отстаивании и отсутствии препятствий при эксплуатации биологических очистных сооружений содержание взвешенных веществ в очищенной сточной воде приблизительно составляет около 10 мг/л. При превышении этого значения до 30–50 мг/л необходимо говорить о повышенном выносе взвешенных веществ.

В 1 мг/л твердого вещества ХПК составляет от 0,8 до 1,6 мг/л и $БПК_5$ – от 0,3 до 1,0 мг/л. Соединения азота находятся в растворенном виде, поэтому содержание твердого вещества на выходе из канализационных очистных станций не оказывает влияния для контроля органически несвязанного азота. Фосфор,

напротив, за счет нерастворенных соединений может влиять на качество воды на выходе.

Взвешенные вещества являются важным параметром для расчета сооружений биологической очистки, в которых процессы нитрификации. Поэтому соответствующие измерения требуются на входе в сооружение биологической очистки. Концентрация взвешенных веществ может составлять около 200 мг/л (в неочищенных сточных водах между 300 мг/л и 500 мг/л).

*Рабочая инструкция*

Взвешенные вещества (АС) это выделяемые из сточных вод при помощи фильтра из стекловолокна типа Schleicher и Schüll номер 6 (S&S номер 6) *) осаждающиеся и плавающие вещества. Фильтры из стекловолокна обладают более меньшей степенью фильтрации, чем применявшиеся ранее бумажные фильтры. Исходя из этого фильтры из стекловолокна, в отличие от бумажных фильтров, не вбирают в себя влагу из воздуха и таким образом дают более точные результаты при взвешивании.

*) Также могут быть использованы Фильтры из стекловолокна фирм Satorius и Macherey&Nagel, так как они обладают схожими свойствами с фильтрами S&S номер 6.

*Оснащение*

Применение струйных насосов в данном случае более оправдано, чем электрических вакуумных насосов, так как фильтрация не должна прерываться при переполнении всасывающей емкости.

- В качестве альтернативы сушильному шкафу или микроволновой печи могут применяться устройства обезвоживания при помощи инфракрасного излучения
- Необходимо отдавать предпочтение вакуум-фильтрам с большой эффективной поверхностью фильтрования, например, от фирм Schleicher и Schüll GmbH (устройство GV 100) и Satorius GmbH.
- Точные весы должны быть оборудованы электронным индикатором и точностью до 1 мг.

*Предварительные замечания к проведению исследований*

Определение количества взвешенных веществ должно происходить сразу после отбора пробы, во избежание погрешностей из-за протекания процесса хлопьеобразования.



Если определение производится в большом объеме, то фильтруемые объемы должны быть определены таким образом, чтобы общий количество сточных вод могло быть отфильтровано в течение 5 – 15 минут, а полученная масса сухого вещества составляла минимум 20 мг. Для получения значений близких к 20 мг/л необходимо фильтрование около 2 л сточных вод.

Как правило, для городских сточных вод необходимо фильтрование в течение менее 15 минут:

50 – 200 мл сточные воды (после решеток)
100 – 500 мл на выходе из первичных отстойников
500 – 3 000 мл на выходе из вторичных отстойников после биологической ступени очистки

При более длительном периоде фильтрования производительность повышается несущественно. Более короткий период фильтрования возможен в случае применения напорных фильтров. Их приобретение оправдано в случае необходимости скорейшего получения результатов исследований концентрации взвешенных веществ.

*Проведение исследований*

- Фильтры из стекловолокна укладывают в фарфоровые емкости и пропускают около 0,5 л чистой водопроводной воды.
- Фильтры сушат 1 час в сушильном шкафе *) при температуре 105 °C ± 2 °C, охлаждают около 5 минут в эксикаторе и взвешивают с точностью до 1 мг.
- На внешней стороне фильтра водостойким фломастером ставят номер фильтра или пробы, номер и вес фильтра вносят в специальную книгу учета фильтрования **).
- Пробу сточных вод хорошо перемешивают и отливают необходимый для проведения исследования объем.
- Фильтры укладывают в фарфоровые емкости, немного увлажняют водопроводной водой и прикрепляют при помощи вакуума.
- Фильтруют отмеренную пробу сточных вод и оставляют фильтр на одну минуту.
- Фильтры сушат 1 час в сушильном шкафу *) при температуре 105 °C ± 2 °C, охлаждают около 5 минут в эксикаторе и взвешивают на лабораторных весах.

– Объем профильтрованных сточных вод и вес фильтра после фильтрования вносят в специальную книгу учета фильтрования.

*) При применении микроволновых печей или инфракрасных шкафов, сушку производят до установления постоянного веса.

**) рекомендуется, чтобы таким образом было подготовлено несколько фильтров.

*Оценка*

Взвешенныеп вещества рассчитываются по указанной ниже формуле:

$$\frac{\text{(Вес фильтра после фильтрования – вес фильтра до фильтрования)} \times 1000}{\text{объем профильтрованной сточной воды}} = \text{взвешенные вещества в мг/л}$$

Результаты округляются до 1 мг/л, при значениях более 100 мг/л до 10 мг/л. Весы должны обладать точностью и возможностью счи-тывания не менее 1 мг.

Для определения $БПК_5$ и ХПК из биологической сооружений (биопрудов) необходимо брать лишь прозрачные, бесцветные, не мутные пробы.

В постановлении о сточных водах предписано:
Пробы, отобранные из биологических прудов, которые рассчитаны на время пребывания равное 24 часам и более, обладают стойким цветом за счет водорослей, поэтому определение ХПК, $БПК_5$, $NH_4$-N, $NO_3$-N и Робщ необходимо проводить в пробах очищенных от водорослей. В этом случае определенные концентрации снижаются для ХПК на 15 мг/л и для $БПК_5$ на 5 мг/л.

Это означает, что пробы должны быть профильтрованы для отделения плавающих веществ, преимущественно планктона. В противном случае водоросли привели бы к ошибочным результатам исследований. Причиной ошибок было бы, повышенное потребление кислорода водорослями для дыхания (в темноте) и отмирании. Поэтому пробы с водорослями дают в итоге более высокие значения. Ошибка измерений, которая возникает, при удалении вместе с водорослями других плавающих веществ, для биологических прудов относительно мала.



*Объем осадка*

В аэротенках содержание активного ила определяется не в седиментационной воронке, а в цилиндре (рис. 9.6) (также выполняемый из пластмассы). Проба из аэротенка переливается в цилиндр до отметки 1000 мл. Уровень поверхности осадка определяется после 30 минутного отстаивания и указывается в мл/л.

Если полученный объем осадка составляет более 250 мл/л необходимо повторение измерений с предварительным разведением. Для этого цилиндр наполняют, отобранной для анализа пробы активного ила (например, до отметки 500 мл активным илом) и доливают затем до отметки 1000 мл сточными водами из вторичного отстойника и после 30 минут экспозоции определяют объем осадка, например, 200 мл.

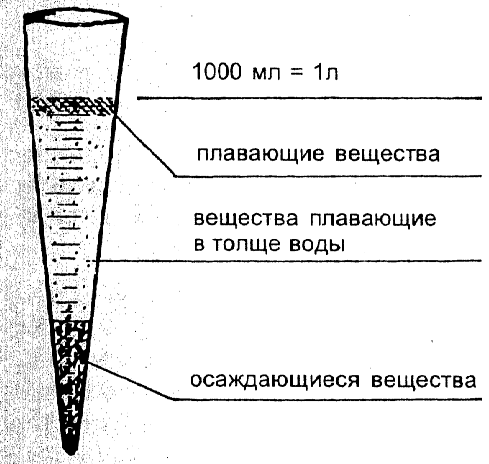



*Рисунок 9.5:*
*Седиментационная воронка*

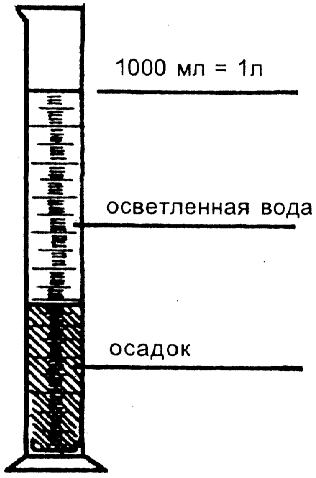



*Рисунок 9.6:*
*Постоянный цилиндр*

Разведение было 500 мл + 500 мл, то есть 1 + 1 (один к одному). Следовательно, коэффициент разведения равен 2, поэтому в эксплуатационный журнал необходимо вносить 2 x 200 мл/л. Если полученное значение все еще больше 250 мл/л, необходимо повторное разбавление. Например, цилиндр наполняют, вплоть до отметки 250 мл активным илом и доливают сточной водой, так как

было описано в предыдущем примере. Разведение составляет 250 + 750, то есть 1+3, коэффициент разведения, следовательно равен 4. Если уровень осадка после 30 минут отстаивания составляет, например, 180 мл, то в журнал вносится 4 x 180 мл / л.

### 9.2.6 *Сухое вещество и иловой индекс*

Для осадка определяется содержание сухого вещества ($TC_R$). Оно обозначается также как концентрация сухого вещества, содержание твердого вещества или содержание осадка. Единица измерений – г/л.

Масса осадка по сухому веществу – это сухое вещество – или сухая масса (mT) – с единицей измерения кг, г или мг. Определение содержания сухого вещества активного ила отличается от определения аналогичных величин в сыром осадке и сброженном осадке.

*Содержание сухого вещества в активном иле ($TS_{BB}$) и в возвратном активном иле ($TS_{RS}$).*

В аэротенках время от времени необходимо определять содержание сухого вещества в активном иле и циркуляционном активном иле. В зависимости от размера установки определение производится от одного раза в день до раза в неделю.

При этом основное количество воды пробы удаляется фильтрованием, а оставшаяся вода удаляется испарением в сушильном шкафе при 105 °C. Перед фильтрованием объем активного ила целесообразно подержать в течение нескольких часов в мерном цилиндре для уплотнения, затем сливается иловая вода и, наконец, активный ил. Для этого могут применяться фильтры, укладываемые в стеклянные воронки. Для другого ускоренного метода используется круглый фильтр с загрузкой из пористых фарфоровых плиток. Он ставится на трубопровод, который присоединен в струйному насосу. С помощью насоса вода протекает через фильтр. Фильтр с влажным осадком укладывается на „часовое стекло" или фарфоровую чашу, и сушится при температуре 105 °C в сушильном шкафе и после охлаждения (возможно в эксикаторе) взвешивается. От этой полной массы отнимается вес (заранее!) взвешенного, фильтра и полученная сухая масса пересчитывается на 1 л активного ила. Если объем пробы был



1 000 мл, то время сушки составляет минимум 12 часов, если проба составляет лишь 100 мл, достаточно от 1 до 2 часов. Результат более точен при фильтровании 1000 мл.

Для сушки осадка также могут быть использованы микроволновые печи. Это позволяет существенно сократить время сушки. Сравнительное исследование сушильного шкафа и микроволновой печи в лаборатории водного хозяйства Федеральной земли Баварии привело к следующим результатам:

Активный ил:

250 мл профильтровано.

3 пробы проходили обработку в сушильном шкафу по обычному методу (12 часов при 105 °C).

3 пробы проходили обработку 8 минут в микроволновой печи при полной производительности. После дополнительных 3 минут дальнейшего изменения веса не наблюдалось (фильтр на часовом стекле).

Сброженный осадок:

60 г осадка разделены на 3 равновесные пробы.

Пробы проходили обработку в сушильном шкафу (12 часов при 105 °C).

3 пробы проходили обработку в микроволновой печи 28 минут. После дополнительных 3 минут дальнейшего изменения веса не наблюдалось (сосуд для выпаривания).

Управление микроволновой печью относительно просто, распыления осадка не наблюдалось. Однако, отмечено значительное распространение запаха во время протекания процесса сушки.

Для исследования использована микроволновая печь мощностью 700 Вт. Результаты почти совпадают, прежде всего, для сброженного осадка. Преимущества применения микроволновой печи состоит в экономии времени и расходов.

Для содержания сухого вещества (зольности) активного ила верно характерно, что чем выше это значение, тем больше нагрузка по загрязнениям на отстойник. Наиболее благоприятными значениями являются 3 – 7 г/л.

*Результат*

| | Сушильный шкаф | | | Микроволновая печь | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Активный ил | 1 | 3,98 | | 1 | 4,12 | |
| Содержание сухого | 2 | 3,95 | ср. 3,92 | 2 | 4,08 | ср. 4,06 |
| вещества TSR в г/л | 3 | 3,82 | | 3 | 3,99 | |
| Сброженный осадок | 1 | 11,5 | | 1 | 12,7 | |
| Сухой остаток | 2 | 12,6 | ср. 12,3 | 2 | 12,6 | ср. 12,6 |
| TR в % | 3 | 12,7 | | 3 | 12,6 | |

В настоящее время существуют устройства, которые позволяют фотометрическим способом определять объем осадка и содержание в нем сухого вещества.

При фильтровании осадка небольшой влажности, например, после механического обезвоживания, для экономии времени и пробу осадка помещают для выпаривания в сушильный шкаф, такой осадок называют также выпаренным осадком. При обычном определении содержания сухого вещества, растворенные соли удаляются из пробы вместе с фильтратом и соответственно их концентрации не определяются. Выпаренный осадок содержит растворенные соли, для обезвоженного осадка содержанием растворённых солей можно пренебречь. Только при высоком содержании солей или очень высокой влажности выпаренный осадок может иметь значительно более высокие значения по содержанию сухого вещества.

*„Иловой индекс"* это объем, который занимает 1 г сухого вещества при продолжительности отстаивания 30 минут, определяющий с какаой скоростью осаждается активный ил. Иловой индекс вычисляется путем деления объема активного ила, после 30 минут отстаивания (мл/л), на содержание сухого вещества (г/л) в иловой смеси. Иловый индекс нормально работающего активного ила составляет от 80 до 150 мл/г. При более высоком иловом индексе следует говорить об „образовании вспухшего активного ила", которое вызывается в большинстве случаев нитчатыми микроорганизмами. Вспухание активного ила происходит при резком перепаде температур весной и осенью, а также вследствие сброса промышленных сточных вод.



*Совет для сокращения времени по определению концентрации сухого вещества:*

При добавлении нескольких капель 0,2 %-ного раствора органического коагулянта, например, Praestol 444 K, время уплотнения активного ила значительно сокращается.

*Сухой остаток сырого и сброженного осадков*

Для определения сухого остатка сырого (свежего) осадка или сброженного осадка в противоположность активному илу проба осадка отмеряется не в мерный цилиндр и фильтруется, а сначала взвешивается и выпаривается, так как фильтрованием тяжело отделить иловую воду сырого (свежего) осадка или сброженного осадка. При выпаривании осадка в нем остаются не только нерастворенные вещества, но и растворенные в иловой воде вещества, прежде всего, соли.

Хорошо перемешанная проба осадка переливается в количестве от 30 до 40 г (около 2 – 3 столовых ложек) в специальные фарфоровые чашки или из алюминиевой фольги и взвешивается.

Краткое руководство по определению содержания сухого вещества, сухого остатка и расчету илового индекса представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных сооружениях" [16].

## 9.3. Определение химических показателей сточных вод

### *9.3.1 Концентрация растворенного кислорода*

Измерение концентрации растворенного кислорода необходимо определять только в аэротенков, так как – в отличие от биофильтров, в которых сточные воды за счет капель получают достаточное количество кислорода – здесь существует опасность, что в аэротенке может находится слишком мало кислорода.

Аэротенки должны эксплуатироваться таким образом, чтобы содержание $O_2$ составляло минимум 1 – 2 мг/л, например, во время пиковых нагрузок. Более высокие значения концентраций кислорода не наносят вреда активному илу. Для нитрификации в аэротенке необходимо поддерживать концентрацию растворенного кислорода выше 2 мг/л.

Содержание кислорода может определяться либо посредством электронных измерительных приборов, либо химическим путем. Измерительные приборы состоят из измерительного датчика (чувствительный элемент, измерительный электрод) и индикатора, в котором считывается содержание кислорода. Устройства могут быть либо переносными или установленными стационарно. Для крупных очистных сооружений они должны быть установлены стационарно и должны иметь записывающее устройство. При помощи этих приборов осуществляется автоматическое управление содержаниеим растворенного $O_2$ в аэротенке.

У переносных устройств датчик должен всегда содержаться во влажной среде, так как только при достижении достаточной скорости тока в электроде, получаются достоверные результаты. Если ток не достаточен, электрод должен передвигаться вручную. По меньшей мере один раз в неделю приборы необходимо проверять путем калибровки.

Для определения концентрации растворённого кислорода в полевых условиях уже несколько лет существуют имеются тестовые наборы инструментов (тестовые ящики), с помощью которых работы производятся в соответствии с методикой проведения лабораторных исследований. Краткое руководство по обслуживанию электронного аппарата определения концентрации растворённого $O_2$ и по определению кислорода в полевых условиях представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

### 9.3.2 *Химическая потребность в кислороде (ХПК)*

*Определение ХПК при помощи бихромата калия*

На сегодняшний день ХПК обычно определяют при помощи бихромата калия.

Под понятием ХПК (по-английски COD) упрощено следует понимать – количество кислорода в мг, которое требуется для химического окисления всех окисляющихся веществ, содержащихся в литре воды. Поэтому ХПК имеет размерность в мг $O_2$/л.

ХПК не является заменой такого параметра как $БПК_5$. При проектировании и расчете сооружений биологической очистки сточных вод применяется параметр $БПК_5$, так как только $БПК_5$ отражает



процессы, которые протекают при биологической очистке сточных вод и в водоемах.

ХПК и $БПК_5$ являются показателями степени загрязненности сточных вод, однако методы определения концентрации того или другого существенно разнятся, например:

- При определении $БПК_5$ производится окисление органических загрязнений при помощи микрофлоры.
- При определении ХПК производится окисление органических веществ при помощи химических соединений.
- При определении $БПК_5$ не учитываются биологически не окисляемые вещества.
- При определении ХПК учитываются также и биологически не окисляемые вещества, которые не вызывают в водоемах повышенного потребления кислорода. Без очистки они не могут быть сброшены в водоемы, так как могут наносить ущерб системе питьевого водоснабжения и затруднять очистку воды для целей питьевого водоснабжения.
- Для определения $БПК_5$ могут отбираться пробы только после первичных отстойников (например, перед определением должна контролироваться величина pH, замороженная проба должна осторожно размораживаться (например, в микроволновой печи), в пробе должно содержаться достаточно азота и фосфора, для снижения содержания азота при отборе пробы очищенной воды в пробную емкость необходимо добавлять *Allylthioharnstoff* (ATH)).
- Для определения ХПК проба может отбираться без вышеупомянутых мероприятий.
- Определение $БПК_5$ продолжается в течение 5 суток (высокие затраты времени) и требует автоклава или пространства с постоянной температурой от 20°C.
- Определение ХПК продолжается около 3 часов, результат становится известен в день проведения исследований.
- Для бытовых сточных вод среднее значение $БПК_5$ обычно составляет: для неочищенных сточных вод – 300 мг/л, для сточных вод после ступени механической очистки от 200 мг/л, после биологической ступени от 5 – 25 мг/л.
- Значения ХПК пробы воды выше, чем значение $БПК_5$. Таким образом, для городских сточных вод оно составляет от 600 мг/л, для сточных вод после механической очистки от 400 мг/л и после биологической ступени от 25 – 90 мг/л.

– Использованный для окисления азота $O_2$ почти не отражается в значении ХПК.

На промышленных предприятиях разница между значениями ХПК и $БПК_5$ гораздо больше, так как они могут содержать биологически не окисляемые соединения. Они оказывают влияние только при определении ХПК, и не сказываются при измерении $БПК_5$.
В перерасчете на одного жителя в день (т.е. количество сточных вод г концентрацию загрязнений сточных вод), получаем:

$БПК_5$: 200 л/(чел.сут) × 0,300 г/л = 60 г/(чел.сут), и для
ХПК: 200 л/(чел.сут) × 0,500 г/л = 100 г/(чел.сут).

ХПК предписан AbwV и AbwAG для определения окисляемых веществ, в том числе и для определения концентрации трудноокисляемых соединений. ХПК выбран в качестве основной характеристики для сброса сточных вод, так как в нем полностью отражаются органические вещества и данный анализ позволяет сравнивать степень загрязненности производственных и бытовых сточных вод.

Метод DIN определения ХПК, как это указано в постановлении о сточных водах, является методом, в котором используются весьма ядовитые химические реагенты. Поэтому данный метод исследования применяется только в крупных лабораториях со специально подготовленным техническим персоналом. Исследование требует относительно большого объема проб (от 20 до 50 мл), что соответственно требует большого количества достаточно дорогих реагентов. Точность результатов весьма высока и данные результаты применимы также для решения спорных (конфликтных) вопросов (так называемый третейский метод).

Так как этот лабораторный метод обычно редко применяется на канализационных очистных станциях, был разработан специальный ускоренный метод. Здесь персонал не имеет контакта с опасными регентами, так как они транспортируются в закрытых кюветах. Загрязнения сточных вод окисляются аналогично методу DIN в специальной камере под воздействием повышенных температур при помощи бихромата калия, потребление окисляющих реагентов определяется не титрованием (немецкий промышленный стандарт DIN), а фотометрически. Значения ХПК ниже 150 мг/л (небольшой диапазон измерений) измеряются по потреблению желтого бихромата калия, а более высокие значения



измеряются по концентрации возникающего при окислении зеленого хром(III)-иона. Ускоренный метод определения ХПК требует небольших объемов проб (например, 2 мл) и малое количество реагента. Разумеется, объем каждой пробы должен быть определен весьма точно. Объем может определяться и получившим специальное образование оператором очистных сооружений, во время проведения измерений он должен обязательно быть одет в защитные очки, перчатки и фартук. Ядовитые химические реагенты оста-ются в кюветах, которые после одноразового использования отправляются обратно производителю.

Ускоренный метод прекрасно подходит для определения ХПК в рамках проведения мероприятий по самоконтролю работы очистных сооружений.

При сравнении величин ХПК и $БПК_5$ можно исходить из того, что для городских сточных водах ХПК на входе в очистные сооружения, примерно, в два раза выше чем $БПК_5$, в то время как на выходе из них ХПК может быть во много раз больше $БПК_5$ (например, в 4 – 5 раз).

Из-за разнообразия типов устройств для ускоренного метода определения ХПК не существует унифицированной технологической инструкции. Поэтому производить эти определения следует в соответствиями с методиками по эксплуатации, разработанным производителем. Сначала измеряются существующие в сточной воде химически окисляемые органические соединения. Для этого кювета с пробой выдерживается 2 часа в сушильном шкафу при температуре 145 °C. Затем путем на фотокалориметре определяется потребление окисляющего реагента – бихромата калия.

Краткое руководство по определению ХПК ускоренным методом представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

*Расчет среднего значения ХПК.*

ХПК пробы – это среднее значение, полученное из 3 параллельных анализируемых проб. Так называемые не сходимые результаты не учитываются. Выброс определяется тогда, когда значение ХПК значительно отличается от среднего значения отдельного *измерения (называемого средним).*

- Менее 150 мг/л (небольшой диапазон измерений) значение около 15 мг / л или более
- Более 150 мг/л (большой диапазон измерений) значение около 10% или более

Пример:

1. Измерение 75 мг/л (среднее)
2. Измерение 72 мг/л
3. Измерение 91 мг/л (выброс)

При не сходимости результатов более одного необходимо повторение измерений и поиск причины ошибок.

*Наиболее распространенные причины ошибок*

Точность производственного метода ХПК весьма высока. Если, тем не менее, происходит рассеивание результатов измерений, этому могут быть следующие причины:
Неточность дозирования пипеткой:
Точность пипетки должна была контролироваться ежеквартально взвешиванием всасываемого объема воды. Вес 2 мл дистиллированной воды при комнатной температуре должен составлять от 1,98 до 2,02 г.

Взвешенные вещества / хлопья осадка:
ХПК 1 мг биопленки биофильтра или активного ила составляет около 1 мг. Из-за малого объема пробы (2 мл) в плохо гомогенизированных пробах могут получаться значительные погрешности. Поэтому рекомендуется добавление пробы пипеткой при постоянном перемешивании, лучше всего посредством магнитной мешалки при средней частоте вращения.

Плавающие вещества в пробе:
Раствор для фотометрии должен быть прозрачным. Неосторожное обращение с охлажденной кюветой может привести к образованию взвеси тяжело осаждающегося в холодном растворе осадка. В таких случаях кювета должна повторно нагреваться до температуры более чем 100 °С и лишь затем после повторного охлаждения должно определяться ХПК. Повторное нагревание не приводит к повышению значения ХПК.

Из-за применения ядовитых реагентов и дорогих методов удаления отходов, в частности, при определении методом немецкого промышленного стандарта (DIN), все больше появляется сомнений



в необходимости определения ХПК. Альтернативой ему предлагается ТОС (Total Organic Carbon = общий органический углерод). Он может быть определен без применения химических реагентов. Однако здесь необходимо применение большого числа измерительных приборов, а простой производственный метод до сих пор не разработан. ТОС подходит как для непрерывного контроля на входе на очистные сооружения, так и для контроля очищенной сточной воды. Отношение ХПК: ТОС является удобной величиной для оценки, содержащихся в сточных водах веществ. ТОС не прописан в Законе о воде и Законе о сбросе сточных вод в систему канализации. В AbwV § 6 абзаце 2, однако, указывается, что установленное значение ХПК в Постановлении о качестве воды для организации, выпускающей сточные воды в канализацию, считается не допустимым, если оно не превосходит в четыре раза концентрации ТОС.

### *9.3.3 Стабильность (метиловая голубая проба), загнивание*

Определение стабильности происходит при помощи так называемой *метиловой голубой пробы*. При этом испытании определяется время до полного обесцвечивания добавленного в пробу метилового голубого. Оно дает основание для определения количества присутствующих в сточной воде способных к загниванию веществ. Так как для метода существуют много мешающие факторов, он не подходит для сильно загрязненных сточных вод (на входе в очистные сооружения) и для очень цветных или мутных вод; он применяется часто для доказательства, возможности загнивания сточных вод на выходе из биологической очистных сооружений.

Краткое руководство по определению стабильности производственным методом представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

*Способность к загниванию (сероводородный тест)*

Для очень цветных или содержащих осадок сточных вод иногда невозможно определить степень обесцвечивания, в этом случае о способности к загниванию можно судить путем установления объема возникающего при брожении сероводорода. Этот метод называется также *сероводородной пробой* и проводится при помощи бумаги, пропитанной ацетатом свинца. Для этого в сте-

клянную бутыль с узким горлышком емкостью 200 – 250 мл наливают до 5 см сточной воды и в воздушной прослойке над пробой, перед тем как герметично закрыть бутыль, укрепляют увлажненные (от 1 до 2 капель дистиллированной воды) белые полосы бумаги ацетата свинца. Полосы бумаги не должны доставать до воды. Бутыль хранится в тех условиях, что и метил-голубая проба и параллельно наблюдаются процессы, протекающие в ней. В присутствии сероводорода, бумага бледнеет. Сначала ее цвет становится желто-коричневатым, а затем серо-черным. Для неочищенных или прошедших ступень механической очистки сточных вод время выцветания в большинстве случаев составляет от 5 до 10 часов, для сточных вод после биологической очистки по прошествии 5 дней бумага еще не должна начать выцветать. Бумагу ацетата свинца необходимо хранить в сухом месте без доступа воздуха. Старая или неправильно хранившаяся бумага ацетата свинца плохо изменяет цвет. В обоих методах не происходит обесцвечивания (метил-голубая проба) и соответственно выцветания (ацетат свинца), если процесс загнивания затруднен наличием ядовитых веществах в пробе. Таким образом, параллельно может быть определено наличие ядовитых веществ в неочищенных сточных водах.

Существует соответствующий тестовый набор инструментов для определения сероводорода.

### *9.3.4 Величина pH*

Значение величины pH в канализационной технике представлено в разделе Состав и свойства сточных вод.

При значении pH ниже 6,5 повышается опасность коррозии бетона. Если на входе в очистные сооружения зафиксированы значение pH ниже 6 или выше 9, то можно сделать вывод о возможности нарушения процессов очистки сточных вод. Таким образом, низкие или высокие значения pH вызываются почти всегда недопустимым сбросом производственных сточных вод.

В то время как величина pH имеет особое значение для процессов очистки сточных вод и сбраживания осадка, так же и величина pH очищенной сточной воды является решающей величиной для контроля состояния водоема.



Для малых очистных сооружений, к которым не подводятся промышленные сточные воды, в большинстве случаев достаточно определения значения pH посредством „лакмусовой бумаги". Это полосы бумаги, которые пропитаны несколькими pH индикаторами (= цвет, изменяется при определенных значениях pH). Измерение pH при помощи цветовых показателей, однако, весьма не точен. Вместо полос бумаги предлагаются также „pH-метры". На крупные канализационные очистные сооружения очень часто поступают производственные сточные воды, которых оказываю влияние на величину pH. Поэтому на таких станциях необходимо непрерывное точное измерение значения pH.

Точные значения pH (с точностью в долях от единицы pH до 0,1 или 0,05) дают электронные приборы, которые выпускаются как устройства с питанием от аккумуляторных батарей, от сети или с комбинированные питанием. По возможности перед каждым измерением прибор необходимо поверять, т.е. необходимо устанавливать pH по значению буферного раствора. Необходимо обращать особое внимание на то, чтобы стеклянный электрод постоянно был влажным, так как иначе он быстро выйдет из строя. Стеклянный электрод имеет даже при тщательном обслуживании срок службы около 2 лет. Необходимо всегда иметь запасной электрод для замены вышедшего из строя. В остальном следует соблюдать руководство по эксплуатации устройства.

Стационарная установка pH-метра с самопишущим устройством необходима, например, на входе в песколовки и выходе из них. Датчик необходимо регулярно чистить (от ежедневно до еженедельно). При образовании корочки следует удалять смачиванием малым количеством соляной кислоты, масло и жир могут быть удалены растворителем (бензин и т.п.). Исходя из этого целесообразно иметь в распоряжении переносные pH-измерительные приборы, чтобы иметь возможность проверять качество спускаемых в канализационную сеть производственных сточных вод и проб осадка.

В качестве помощи при возникновении погрешностей при измерении pH или выставлении прибора можно воспользоваться следующей таблицей:

| Погрешность | Причина | Устранение |
|---|---|---|
| Результаты измерений сильно колеблются | а) электрод больше не находится в жидкости (KCl) | Жидкость доливают |
| | б) Влажность в розетке | Сушить феном |
| | в) электрод вышел из строя | Замена электрода |
| | г) утечки тока за счет плохого заземления мешалки и т.п. | Проверка заземления |
| | д) закрыто стекло диафрагмы | Очистка или замена |
| Измерение нельзя выставить, например при pH=4 | а) старение электрода | замена электрода |
| | б) влажность в розетке или pH-кабеле | Сушка феном |
| | в) слой внутренней изоляции попал в штекер или в розетку | Удаление полупроводникового слоя. |
| Показания, несмотря на добавкущелочи или кислоты, не изменяются или изменяются незначительно | а) Электрод загрязнен | Очистка электрода |
| | б) Влажность в розетке или в pH-кабеле | Сушка феном |
| | в) старение электрода | Замена электрода |
| Измерения не происходит Отсутствие индикации | а) электрод вышел из строя | Замена электрода Замена усилителя |
| | б) вышел из строя усилитель | Проверить электрическое |
| | в) прерывание в розетке или в pH-штекере | соединение |

Краткое руководство по настройке электрических pH-метров представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].



### 9.3.5 *Кислотность иловой воды*

При анаэробном сбраживании из органических веществ в качестве промежуточных продуктов образуются органические кислоты (содержание масляной кислоты, содержание жирных кислот). Плохо сброженный осадок отличается высоким содержанием органических кислот, которые могут вызвать снижение величины pH осадка и образование неприятного запаха. Наряду в осадках могут присутствовать незначительная концентрация буферных, т.е. pH-стабилизирующих карбонатов и бикарбонатов (далее щелочность или резерв извести).

Не всегда неисправность в метантенке может своевременно и с удовлетворяющей ясностью быть определена по значению pH, так как это значение при возникновении помех в процессе сбраживания первоначально изменяется лишь на несколько десятых долей, что может остаться легко незамеченным. Наряду с наблюдением ежедневного объема газа и содержания $CO_2$ в газовой смеси к самым важным мероприятиям по контролю процесса сбраживания осадка относятся определение щелочности и органических кислот. Щелочность и органические кислоты можно определить с достаточной для канализационных очистных станций точностью достаточно простым способом.

*Методика:*

20 мл иловой воды, получают путем фильтрации через бумажный фильтр, титруются в пластмассовой емкости объемом 50мл 0,1n раствором серной кислоты до значения pH точно 5,0. При этом электрод pH-метра постоянно находится в водном растворе; для перемешивания содержимого емкости используется магнитная мешалка. Необходимое для достижения pH = 5,0 количества в 0,1n серной кислоты обозначается как объем A. Затем титрование продолжают до pH = 4,0, причем после каждой капли раствор на некоторое время оставляют в покое. Необходимое количество кислоты обозначается как объем B.

Объем A – это мера для определения резерва извести и тем самым буферных свойств осадка. Как правило, значение A составляет 5 – 10 мл. Более *важным,* чем объем кислоты, является своевременное распознавание уменьшения объема A. При пониженных значениях резерва извести в течение нескольких дней, существует большая вероятность возникновения

помех в процессе сбраживания, без существенных изменений величины pH.

Объем B – это мера для определения содержания органических кислот. В хорошо сброженных осадках значение B составляет менее 1 мл. В данном случае изменение этого значения также весьма *важно*, для этого необходимо обращать внимание на увеличение потребления кислоты. Повышение на величину от 0,3 до 0,5 мл необходимо расценивать как сигнал снижения расщепления кислоты. Величина pH при этом не уменьшается, так как это увеличение не имеет никакого воздействия на органические кислоты.

*Устройства и химические реагенты:*

Лабораторный или переносной pH-метр
Бюретка, 15 мл, 0,5 л запасная емкость
Пластмассовые емкости, 50 мл
0,05 моль/л (0,1 N) раствор серной кислоты, 1 л (номер 1.09074.1000)

### 9.3.6 Электропроводность

Так как на канализационных очистных станциях иногда может происходить изучение также результатов исследований проб из других точек отбора, например, промышленных сточных вод или водоемов, для которых необходимо измерение этого параметра.

Кислоты, щелочи и соли существуют в воде в значительной степени как электрически заряженные частицы (ионы). Чем больше их в воде, тем лучше она проводит электрический ток. Проводимость измеряется при помощи датчика или электрода. Если кислоты и щелочи, как, например, в городских сточных водах, представлены незначительно, проводимость является мерой для определения солей в воде. В городских сточных водах содержание солей обычно незначительно. Оно не может влиять на канализационные очистные станции, поэтому в этом случае электропроводность определять не нужно.

### 9.3.7 Ферментативная реакция (тест TTC)

Тест TTC – это составная часть Немецких единых методов исследования воды, сточных вод и осадка (DEV/L3). Так как активность



энзимов (ферментов) связана с живыми клетками бактерий, степень стабилизации осадка может быть приблизительно установлена посредством величины измеримой фотометрическими методами.

Для оценки степени стабилизации (т.е. по возможности более долгой неспособности к загниванию), был разработан тест для канализационных очистных станций

Для этого необходимо иметь, кроме автоклава и мерного цилиндра – устройств, которые и так имеются в наличие на большинстве канализационных очистных станций – несколько пробирок с резиновой пробкой и как реагент 2, 3, 5-трифенилтетразолиу-мхлорид (TTC). Его можно приобрести в системе торговли хими-ческими реактивами под номером 59460.0005, объем 5г.

*Рабочая инструкция*

1. Определяют концентрацию твердого вещества осадка или принимают её равной 20%.
2. 20 мл осадка в мерном цилиндре разбавляют водой из вторичного отстойника до значения TS около 1 г/л. Для расчета смеси применяют правило креста. Пример:
   Или 20 мл осадка + 70 мл воды дают в итоге 90 мл с 1 г/л TS
3. Разбавленную пробу осадка нагревают на водяной бане до 25 °C. 10 мл этой пробы выливают пробирку с 1 мл 0,5%-ного раствора TTC. Ее закрывают резиновой пробкой и хорошо перемешивают содержимое. Потом пробирку сразу ставят в предварительно нагретый до 25 °C автоклав.
   Внимание: температура в автоклаве может отличаться максимально на 2 °C от заданного значения в 25 °C, необходимо избегать попадания света в автоклав.
4. через 30 или 60 минут спустя, проверяют осадок и его окрашивание в красный цвет.
5. Оценка: Если спустя час хлопья осадка не окрашиваются в красноватый цвет, то следует констатировать, осадок достиг „технической аэробной границы стабильности". При недостаточно стабилизированных осадках уже через 30 минут, самое позднее через 60 минут, появляется отчетливый красный оттенок.

### 9.3.8 Азот аммонийный ($NH_4$-N)

Наряду с органическими веществами ($БПК_5$) в сточных водах присутствуют также соединения азота. На входе в очистные сооружения эти соединения азота преимущественно существуют в виде азота аммонийного. $NH_4$-N измеряется в мг/л.

Так как азот аммонийный в водоемах расходует кислород, важно, чтобы концентрация $NH_4$-N на выходе из канализационных очистных станций была как можно более низкой. Требуемые предельные значения $NH_4$-N прописаны для канализационных очистных станций, которые рассчитаны на количество жителей более 5 000 чел. В данном случае нельзя допускать превышения после биологической ступени 10 мг/л в летний период – с мая по октябрь при температурах сточных вод более 12 °C. Для достижения этого, канализационные очистные станции должны быть рассчитаны на нитрификацию.

Средне значение $NH_4$-N на входе на городские очистных сооружения составляет около 20 – 50 мг/л и, если не предусмотрено никаких особых мер для его снижения, то для слабонагруженных сооружений в очищенной сточной воде оно уменьшается в два раза. Вместе с $БПК_5$ и ХПК, $NH_4$-N является величиной, зависящей от показателя потребления кислорода на канализационных очистных сооружений.

$NH_4$-N может быть относительно просто и достаточно точно измерен при невысоких затратах фотометрическим методом при помощи устройств, аналогичных ускоренному методу определения ХПК. Тестовые наборы инструментов можно приобрести в системе торговли приборами и химическими реагентами.

Для непрерывного (также называемого онлайновым) измерения $NH_4$-N существуют устройства, которые работают с так называемыми газочувствительными электродами или определение ведётся по фотометрическому методу. Затраты на обслуживание не больше чем, например, чем для прибора для измерения концентрации растворённого $O_2$.

### 9.3.9 Азот нитратов ($NO_3$-N)

На канализационных очистных станциях без проведения процесса нитрификации содержание нитрат-ионов в сточных водах весьма



незначительно. Поэтому в данном случае не рационально проводить измерение содержания нитрат-иона. На канализационных очистных сооружениях, работающих в условиях нитрификации, нитратов образуется в достаточно больших количествах и его значение может составлять до 50 мг/л и выше. Это означает, что если на очистных сооружениях активно протекает процесс нитрификации, то снижается содержание азота аммонийного, однако образуется большое количество нитратов.

Для предотвращения возникновения неконтролируемых процессов денитрификации при эксплуатации канализационных очистных станций – прежде всего, во вторичных отстойниках, следует знать, концентрацию $NO_3$-N в очищенной сточной воде. Кроме того, $NO_3$-N – это биогенный элемент и, следовательно, дополнительная нагрузка на водоем.

$NO_3$-N измеряется в мг/л. В качестве эксплуатационного метода необходимо рекомендовать фотометрическое определение при помощи кювет.

Для этого снова используется те же устройства, как и для определения ХПК или $NH_4$-N. Подогрев в термошкафу не требуется. Кроме того, в наличии должны быть специальный интерференционный светофильтр и кюветы, предназначенные для определения нитратов.

В качестве методики исследования в полевых условиях (для грубого определения) следует рекомендовать колориметрические методы с тестовым комплектом.
Существует большой выбор устройств от различных производителей для непрерывного измерения $NO_3$-N. При применении фотометрических методов, возможно использование так же „селективных нитратных электродов". Эти измерительные приборы предпочтительно применять для регулирования процесса денитрификации.

### 9.3.10 Азот нитритов ($NO_2$-N), общий азот

*$NO_2$-N*
Измерение нитрит-иона, как правило, не является необходимым при самоконтроле, так как содержание нитрит-иона в городских сточных водах незначительно. Нитрит-ион обычно не образует

стабильных азотных связей и возникает, при хорошем протекании процесса нитрификации на канализационных очистных сооружениях в качестве „промежуточной фазы" к нитрат-иону.

Концентрация нитрит-иона составляет в большинстве случаев менее 1 мг/л. Измерение осуществляется фотометрическим методов при помощи кювет и проводится также как и при измерении $NH_4$-N. В наличии необходимо иметь специальный интерференционный светофильтр и кюветы для определения нитритов. Консервирование невозможно! Так как нитрит-ион весьма неустойчив и анализ должен проводиться на месте.

*Общий азот*

В постановлении о сточных водах для выпуска сточных вод для канализационных очистных станций, рассчитанных на число жителей более 10 000 человек, установлена предельная концентрация общего азота – 18 мг/л. Общий азот (неорганический) определяется как сумма соединений азота $NH_4$-N + $NO_3$-N + $NO_2$-N. В данном случае нельзя допускать превышения данного значения на биологической очистных сооружениях 10 мг/л в летний период – с мая по октябрь при температурах сточных вод более 12 °C. Значения на выходе из очистных сооружений $N_{общ}$ <18 мг/л достижимо только в случае проведения на очистных сооружениях процессов очистки с нитрификацией и денитрификацией. Общий азот согласно закону является „вредным веществом". Для определения суммы важно, чтобы отдельные соединения азота всегда определялись из одной пробы сточных вод, так как иначе результат будет недостоверен.

При определении общего азота (неорганического) по постановлению о сточных водах и AbwAG органическая часть азота не учитывается. Данная величина после биологической очистки сточных вод обычно весьма мала, так что отсутствует необходимость в ее измерении. В последнее время фотометрически определяется общ N (TN = все соединения азота) и это не следует путать с общим азотом.

Для определения общ N неочищенных сточных вод следует определять TKN (общий азот по Кьельдалю). общ N – это сумма органически связанного азота и азота аммонийного, при этом окисленный азот не принимается в расчет, так как его практически нет в неочищенных сточных водах. Величина TKN может быть



использована как эксплуатационный показатель, так как только при анаэробной очистке сточных вод Norг. преобразовывается в $NH_4$-N.

Для определения снижения концентрации азота на очистных сооружениях (эффективность), необходимо рассчитывать баланс азота (рис. 4.2). Сокращение концентрации азота определяется по отношению нагрузки по азоту на входе в очистные сооружения к нагрузке по азоту в очищенной сточной воде. В качестве нагрузки на входе в очистные сооружения принимают сумму из органического и неорганического азота (общ N).

### *9.3.11 Фосфор (P)*

В прошедших биологическую очистку сточных водах содержатся неорганические соли, из которых фосфаты способствуют росту водорослей и зеленых растений в водоемах.

В постановлении о сточных водах установлено, что $P_{общ}$ не может превышаться значение 2 мг/л на выходе из канализационных очистных сооружений, которые рассчитаны на число жителей более10 000 чел. (при >50 000 чел $P_{общ}$=1 мг/л). Для некоторых водоемов это ограничение может вводиться даже также для малых очистных сооружений.

Оператор очистных сооружений должен уметь определять содержание фосфора в сточных водах.

Определение соединений фосфора по методу DIN должно проводиться только персоналом канализационных очистных станций с большим опытом выполнения лабораторной анализов. Используемые для этого устройства и химические реагенты являются весьма дорогостоящими.

В большинстве случаев рекомендуется применение эксплуатационного метода, фотометрическая оценка с применением кювет. Необходимо обращать внимание на подбор подходящего интерференционного светофильтра и фосфор-кювет. Так как фосфаты присутствуют в моющих средствах, особенно важно при этом исследовании тщательно промывать все устройства дистиллированной водой для удаления остатков моющих средств.
При измерении фосфора при помощи фотоэлектроколориметра при самоконтроле обычно ограничиваются определением $PO_4$-P

(орто-фосфат-фосфор). Это наиболее часто встречающееся соединение фосфора в сточных водах, которое может определяться достаточно точно на очистных сооружениях при помощи кюветтеста (молибденовый голубой). На выходе из канализационных очистных станций $PO_4$-P составляет от 80 до 90% общего фосфора ($P_{общ}$). Однако это соотношение неверно для сточных вод на входе в очистные сооружения.

По производственным и законодательным причинам рекомендуется также для самоконтроля определение содержание общего фосфора на входе в очистные сооружения (т.е. на входе в первичные отстойники), а также в очищенной сточной воде. Точные результаты при определении по эксплуатационному методу достижимы при тщательном соблюдении методики во время фотометрической оценки. Так как разделение фосфатов (например, из моющих средств) и органически связанных фосфатов требует нагрева подготовленных кислых растворов до 100 °C, то необходимо использование нагревательного шкафа.

Устройства для непрерывного измерения фосфора предлагаются различными производителями, как правило, при этом измеряется $PO_4$-P. Измерительные приборы подходят для регулировки дозирования реагентов для осаждения фосфатов.

## 9.4 Измерение биохимических / биологических величин

### *9.4.1 Биохимическая потребность в кислороде ($БПК_5$)*

При определении $БПК_5$ измеряется количество кислорода в воде, который расходуется микроорганизмами в течение 5 суток для утилизации органических веществ при температуре 20 °C. Так как сточные воды не содержат достаточного количества кислорода для этого процесса, через короткое время после отбора пробы начинается снижения содержания $O_2$ и 5 суток спустя содержание $O_2$ будет практически равно 0 мг/л, вне зависимости от того много или мало загрязнений было в исходной сточной воде. Потребление кислорода можно рассчитать из разницы, на которую уменьшается концентрация кислорода за период инкубации. Для того чтобы после этого процесса оставалось необходимое количество кислорода и аэробный процесс не переходил в анаэробный, то в пробу должен искусственно вноситься кислород. Это происходит путем перемешивания сточных вод с кислородом содержащимся в чистой воде по „методу разведения" или постоянным введением кислорода из воздушной прослойки закрытой частично наполненной емкости. Этот способ измерения $БПК_5$ называется „респирометрическим", так как пониженное давление возникает из-за непосредственного потребления кислорода бактериями и для этого собственно и измеряется потребление кислорода.



Предпосылки для точного измерения БПК:

1. В течение всего срока определения БПК в пробе должен обязательно присутствовать кислород (минимум 2 мг/л).
2. Для утилизации органических веществ в воде должно иметься достаточное количество бактерий. В бедные бактериями или без бактериальные промышленные сточные воды бактерии вносятся специально, для этого возможно проводить „затравку" (например, добавлением небольшого количества бытовых сточных вод). В сточных водах, поступающих на очистные сооружения, присутствует большое количество бактерий за счет фекалий и развития бактерий в канализации, поэтому в этом случае не требуется проведения никакой „затравки". Если речь идет о быстро замороженных пробах, то в необходимо вносить „затравку".
3. Ядовитые вещества или вещества, парализующие деятельность бактерий не должны содержаться в пробах, так как в данном случае полученные значения будут занижены
4. Температура должна составлять точно 20 °C, отклонения в 1 °C в итоге дают значения, являющиеся непригодными для сравнения.
5. Усреднённые для определения БПК пробы должны храниться в течение всего периода определения в темноте, так как содержащиеся в пробе водоросли под влиянием света могут вырабатывать кислород и, таким образом, могут значения БПК будут занижены.
6. В воде должно содержаться достаточное количество питательных веществ для жизнедеятельности бактерий. В городских сточных водах и водопроводной воде содержится обычно достаточное количество таких веществ.

Так как определение разведения БПК охватывает несколько точных химических определений $O_2$ и расчеты, то вся работа должна проводиться персоналом с определенной специальной подго-

товкой и с большим опытом работы в лаборатории, поэтому в этом разделе описывается только респирометрическое определение БПК. Оно может проводиться персоналом канализационных очистных станций без предварительного (продолжительного) обучения. В респирометрическом методе точно отмеренный объем пробы выливается в емкость с воздушной прослойкой. Емкости с пробой воды и воздушной прослойкой герметично закрываются, а $O_2$ вводится в воду путем перемешивания. Из-за потребления кислорода в воздушной прослойке образуется пониженное давление, которое определяется при помощи барометра или манометра. При потреблении кислорода бактериями образуется углекислый газ ($CO_2$), который если не будет химически связан может привести к ошибочным результатам из-за пониженния давления. Для связывания углекислого газа используется КОН, раствор едкого калия и натриевая реактив.

Для проведения исследований по этому методу существует несколько разновидностей устройств. Одна разновидность работает по методу, при котором пониженное давление измеряется при помощи барометра. В других типах устройств пониженное давление напротив определяется при помощи ртутного манометра или вакуумным манометром.

Существует, так называемый $БПК_5$-тест, который определяется фотометрическим методом при помощи специальных кювет. Этот метод выгоден тем, здесь может быть использован тот же фотоколориметр, что и для других эксплуатационных методов лабораторного контроля. Кюветы с пробами сточных вод и водой для разведения инкубируются в течение 5 суток при 20°C без доступа солнечного света, а затем происходит измерение при помощи фотокалориметра. Фотокалориметр позволяет определять значение $БПК_5$ непосредственно в мг $O_2$/л. Результаты сравнительных исследований показывают высокую сходимость результатов с респирометрическим методом.

Описание проведения измерений при помощи ртутных манометров представлено в „руководстве простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

**Особенности:** если при проведении исследования необходимый расчетный диапазон был превышен ранее расчетного времени, то необходимо открыть измерительный сосуд и впустить в него



воздух. Устройство необходимо затем закрыть снова и продолжать измерение от 0. Конечный результат рассчитывается из суммы частных исследований; например, от 1 до 3 суток 260 мг/л, 4 и 5 суток – 80 мг/л; $БПК_5$ = 340 мг/л.

На специальные формуляры могут выноситься и графически изображаться, как ежедневно получаемые результаты, так и общее значение (= $БПК_5$). Если на миллиметровую бумагу ежедневно выносятся результаты анализов, то получают кривую биохимического потребления кислорода, называемую также „кривая БПК", который характеризует ход процесса переработки загрязнений сточных вод.

Манометры имеют то преимущество, что они не содержат практически никаких подвижных частей, но самый большой недостаток заключается в том, что здесь необходимо работать с ртутью. Необходимо обращать особое внимание на то, чтобы ртуть в лаборатории не проливалась, так как это ведет к образованию ядовитых паров.

*Респирометрические приборы измерения $БПК_5$ с вакуумным манометром.*

Другой метод измерения отличается тем, что в нем отсутствует ртутный манометр, но присутствует *вакуумный* манометр. Он монтируется вместо пробки непосредственно на пробной емкости и измеряет пониженное давление установленными датчиками давления. Состав устройства остается неизменным, так же как и объем проб, температура, возможный фактор разведения и время проведения исследования – 5 суток. Наряду с отсутствием ртути преимуществом этого метода является использование микроэлектроники. Часто попадающие на выходные дни регистрация результатов в данном случае за счет автоматического сохранения даёт возможность регистрации сохраненной информации не требует присутствия персонала.

*Совет для сокращения времени проведения исследования.*

Для сокращения времени повышения температуры пробы сточных вод, пробу можно заранее подогревать на водяной бане до 20 °C.

*Ингибиторы при измерении $БПК_5$*

Постановление о сточных водах предписывает использование

5 мг/л ATH при измерении $БПК_5$ для замедления процесса нитрификации (окисления азота).
При определении $БПК_5$ биологически очищенных сточных вод не следует отказываться от добавления ингибитора, но при этом возникает вопрос о правильности данного утверждения, так как снижение и вместе с тем потребление кислорода в водоемах проходит беспрепятственно. Применение ингибитора нитрификации для определения $БПК_5$ необходимо обосновывать таким образом:

Во время аэробной биологической очистки бытовых сточных вод в большинстве своем окисляются 2 вида соединений (потребителей кислорода):

- *Углеродистые соединения* (основная масса органических загрязнений)
- *Азот*, органически связанный (мочевина, мочевая кислота, белковые соединения) и соответственно аммоний, аммиак.

Окисление (потребление кислорода водой) проходит в 2 ступени:

- Первая ступень: утилизация углеродистых соединений (при 20 °C длится около 20 суток);
- Вторая ступень: окисление азота (начинается в неочищенных сточных водах в при 20 °C только спустя 10 суток и продолжается длительное время).

На высоконагруженных канализационных очистных станциях протекает только первая ступень окисления. На слабонагруженных очистных сооружениях окисляется уже часть аммония, вследствие этого переносится начало нитрификации. Она может начаться уже в течение первых 5 суток, т.е. во время определения $БПК_5$. Потребность в $O_2$ весьма значительна при нитрификации (около 3,5 мг $O_2$ на 1мг аммония). Полученное значение $БПК_5$ очищенных бытовых сточных вод становится вследствие этого более высоким. Результаты исследований различных установок вследствие этого не всегды можно сравнивать, так как на слабонагруженных очистных сооружениях с более высоким эффектом очистки, возможно получение более высоких значений $БПК_5$, чем на высоконагруженных очистных сооружениях с низким эффектом очистки.

Для сравнения только значений $БПК_5$ при утилизации углерода, требуется гашение нитрификации путем добавления ингибитора.

Необходимо исключать парализующее воздействие ATH на окисление углерода $БПК_5$. Это утверждение правильно также для



ингибитора „Нитрификационный замедлитель формула 2533™" (называемый также TCMP) фирмы Hach, который может использоваться при самоконтроле.

Так как заранее не известно, когда во время измерения начинается нитрификация, всегда следует добавлять ингибитор для очищенных сточных вод. Широко распространенное мнение, что при определении $БПК_5$ неочищенных сточных вод на входе в или на выходе из первичных отстойников нет необходимости в добавлении ингибитора, так как здесь не может начинаться процесс нитрификации, не верно!. Сравнительные исследования показали, что анализы, выполненные без добавления ингибиторов дали более высокие значения. Это говорит о том, что в пробах отобранных на входе на очистные сооружения может быть отмечено относительно высокое содержание аммония, которые при потреблении кислорода будут окисляться до нитратов. Для предотвращения сомнительных результатов, рекомендуется при опре-делении $БПК_5$ всегда добавлять 5 мг/л ATH.

Сам ингибитор ATH имеет ограниченный срок действия. Ингибирующая способность со временем изменяется в зависимости от места хранения и температуры. Более точные данные ее снижения не известны. Для сохранения хорошей ингибирующей способности нельзя использовать ATH хранившийся больше полугода, и ни в коем случае хранившийся больше 1 года.

*Определение $БПК_5$ по упрощенному методу разведения*

Значение ATH-$БПК_5$ пробы сточных вод на выходе из очистных сооружений с биологической ступенью составляет в большинстве случаев ниже 15 мг/л. Респирометрическое измерение $БПК_5$ требует больших затрат времени на лабораторные работы, при низких значениях метод может давать недостаточно точные результаты. Поэтому при незначительных остаточных концентрациях органических загрязнений можно использовать упрощенный метод разведения; этот метод более точен и требует меньших затрат времени.

*Оснащение*

$БПК_5$-термошкаф, регулируемый на 20 °C ± 1 °C.
Кислородные баллоны (так называемые винклерные емкости), объем от 250 до 300 мл, (более точные данные по объему не требуются).

Измерительные приборы кислорода с лабораторными зондами $O_2$, по возможности с цифровой индикацией.

Магнитная мешалка с регулируемой частотой вращения, по возможности с 12V (необходим адаптер).

Магнитная мешалка, длина минимум 30 мм, например стержень для перемешивания аппарата определения БПК.

Измерительные емкости или мерный цилиндр с ценой деления 10- или 20 мл, объемом 500 мл.

2 – мл пипетка.

N – (ATH), 0,05%-ный раствор (0,25г ATH раство-ренные в 500 мл дистиллированной воде).

Вода для разведения свободная от хлора. Аэрация (например, наполовину наполненную бутыль встряхивают в течение 1 минуты) происходит после отбора пробы и за 10 до 20 минут до проведения опыта. Вода для разведения сохраняется в стеклянной емкости в темноте и ее необходимо использовать не ранее чем через 3 суток после постановки на хранение и не позднее 14 суток.

*Проведение измерений*

*Подготовка проб*

1. В пронумерованные с водостойкой краской винклерные 1 и 2 емкости добавляют по 2 мл раствора ATH.
2. Примерно, 1/4 пробы отобранной на выходе из очистных сооружений наливают в 1л-бутыль и для насыщения $O_2$ от 1/2 в течении 1 минуты сильно взбалтыват. Температура воды должна была составлять от 18 до 22 °C.
3. После выхода лишних пузырьков воздуха, доливают бутыль сточной водой пробы отобранной очищенной сточной водой (исходный состав смеси 1).
4. Отмеряют 200 мл очищенной сточной воды из 500-мл измерительной емкости или мерного цилиндра, доливают водой для разведения до 400 мл (от 18 до 22 °C) и перемешивают.
5. Емкость 2 доливают до полной разбавленной сточной водой пробы отобранной очищенной сточной воды (исходный состав смеси 2). Остаток разбавленной пробы сохраняют до измерения концентрации $O_2$!



*Определение концентрации $O_2$ в обеих емкостях*

- Винклерную емкость в сосуде *) ставят на магнитную мешалку и опускают перемешивающий стержень.
- Кислородный зонд медленно до 5 см вводят в бутыль; возможно удаление пузырька воздуха из мембраны коротким резким подъемом зонда.
- Частоту вращения магнита в мешалке медленно повышают. Достаточная турбулентность достигается тогда, когда концентрация $O_2$ больше не повышается.
- Записывают значение „начальный $O_2$", если оно в течение минимум 30 сек остается постоянным ± 0,1 мг/л и вносят в протокольную тетрадь.
- Вытесненный зондом объем воды заменяют *), бутыль закрывают таким образом, чтобы у горлышка оставался пузырек воздуха, и ставят в шкаф БПК. Рекомендуется, чтобы бутыль хранилась под водой в сосуде с заглушкой (например, 5л ведре),
- Концентрацию кислорода по истечении 5 дней по описанной выше методике, вторично измеряют и значения вносят в протокольную тетрадь в колонку „остаточная концентрация $O_2$".

*) При проведении исследований специального оснащение не требуется.

*Расчет*

Колба1: начальный $O_2$- остаточный $O_2$ = первое значение $БПК_5$
Колба 2: (начальный $O_2$- остаточный $O_2$) × 2 = второе значение $БПК_5$

$БПК_5$ пробы на выходе из очистных сооружений является округленное среднее значение по обоим расчетам. Важно! Если значение $O_2$ в емкости 1 менее 1 мг/л, берется только результат емкости 2. Если значение $O_2$ в емкости 2 также менее 1 мг/л, в качестве результата измерения $БПК_5$ необходимо давать следующее значение – >15 мг/л.

Пример 1:

Емкость 1: 8,5 мг / л – 0,4 мг / л = 8,1 мг / л (не оценивается)
Емкость 2: (8,7 мг / л – 3,7 мг / л) × 2 = 10,0 мг / л
$БПК_5$ пробы = 10 мг / л

Пример 2:

Емкость 1: 8,5 мг / л – 4,1 мг / л = 4,4 мг / л
Емкость 2: (8,7 мг / л – 6,0 мг / л) × 2 = 5,4 мг / л
$БПК_5$ пробы = 5 мг / л

## 9.5 Наблюдения с помощью микроскопа

Для регулярного наблюдения и оценки активного ила или биопленки требуется наличие микроскопа со сменными объективами и 100–400 кратным увеличением, а также стационарным, переменным освещением. Бинокулярная трубка, координатный столик необходимы, так как они значительно облегчают работу.

Дешевые микроскопы имеют небольшое поле зрения, а также более плохую интегральную оптику и поэтому их применение не рекомендуется.

Необходимо соблюдение указаний по обслуживанию микроскопов (всегда обеспыленное сохранение, очистка окуляров и объективов мягкой тканью или специальной бумагой, при необходимости смазка привода специальным маслом).

Пробы активного ила для возможности проведения сравнения необходимо отбирать всегда из одного и того же места аэробной зоны. Пробы биопленки необходимо отбирать с минимальной глубины 50 см с загрузочного материала. Микрофлора у поверхности, не дает четкой картины о микрофлоре в центре установки, и обычно биопленка быстро отмирает без постоянного тока воды, поэтому пробы должны быть исследованы сразу.
Методика микроскопирования требует использования всегда чистых емкостей и покровных стекол (вторичное использование возможно при осторожной очистке); при подготовке препарируемого объекта избегают пузырьков воздуха; никогда не работают со слишком „толстым" препаратом; при настройке микроскопа всегда подводят объектив близко к препарату (со стороны наблюдают, чтобы объектив не повредил покровное стекло) и затем при регулировке резкостьи объектив отводят от препарата. В противном случае существует опасность, что можно повредить объектив.

Для начала достаточно определения оператором очистных сооружений структуры хлопьев и возможно микроорганизмов, вызывающих вспухание активного ила, а также некоторых групп микроорганизмов (инфузорий и реснитчатых). Только из наблюдений можно сделать вывод, что существует большое разнообразие инфузорий, реснитчатых и возможно коловраток, что свидетельствует:



- В активном иле не существует кислородной недостаточности
- Нет интоксикации активного ила.

Сильно обеднённый микроорганизмами с небольшим разнообразием разновидностей биомассы активный ил (например, только жгутиковые) наоборот свидетельствуют об интоксикации активного ила.

Точное определение отдельных разновидностей микроорганизмов в начале весьма тяжелый процесс. Со временем – при частом микроскопировании – оператор очистных сооружений „самостоятельно" начинает определять различия отдельных разновидностей и групп микроорганизмов и правильно их распределять. Только имея длительный опыт возможно определение отдельных микроорганизмов более точно и оценить воздействия на них количества кислорода, нагрузку на активный ил, возраст осадка и т.д.

В различных федеральных землях существуют предписания по самоконтролю путем получения микроскопических изображений. В них изложены советы для документирования и оценки. При этом учитывается количество высших организмов, структура хлопьев и размер хлопка, а также прочие наблюдения при микроскопировании. Отдельные наблюдения могут быть оценены при помощи таблиц. Для поиска помощи в работе рекомендуются [17], [19], [22], [23] и [24]. Для более точного микроскопического исследования следует обучаться на специальных курсах.

# 10. Контроль за работой систем и сооружений водоотведения

## 10.1 Введение

Контроль за работой систем и сооружений водоотведения, канализационных очистных станций и канализационной сети весьма обширен и по роду выполняемых мероприятий разнообразен. Он охватывает не только обслуживание, надзор, уход (содержание в чистоте) и техническое обслуживание всего строительного и технического оборудования, но и наблюдение, управление и регулировка производственного процесса, но также измерения, исследования, записи и оценку. Добросовестное управление предприятием и контроль за работой систем и сооружений водоотведения регламентируется законом о водном хозяйстве. Целью проведения контроля является такая эксплуатация канализационных очистных сооружений, при которой постоянно поддерживается высокий эффект очистки. Только при тщательном управлении предприятием можно достичь предотвращения, в течение длительного периода времени, загрязнения водоемов или изменения его свойств.

Чтобы иметь возможность оказывать влияние на эффективность очистки, управляющий должен владеть знаниями о процессах очистки и состоянии оборудования и установок. Все что предпринимает управляющий, чтобы достичь этого уровня осведомленности – будь то собственный персонал предприятия, или контроль, порученный другим организациям – обозначается как *самоконтроль* или *собственный контроль*. Противоположностью собственного контроля являются осуществления наблюдения со стороны государственных органы надзора и контроля.

Канализационная сеть и очистные сооружения относятся к самому дорогому имуществу поселков. Исходя из этого, персонал предприятия обязан внимательно обходиться с доверенными ему машинами, оборудованием и устройствами. Сохранность имущества и эксплуатационная надежность являются одной из важнейших целей контроля. Поэтому важной задачей персонала является забота о работоспособности и обслуживание всего оборудования очистных станций.



Собственный контроль является решающим инструментом, на основании которого можно судить о качестве и экономичности работы предприятия, а также о состоянии необходимого оборудования. Мероприятия по улучшению эксплуатации основываются на данных собственного контроля.

Если управляющий очистными сооружениями не предпринимает мер по самоконтролю, то его можно упрекать в том, что он эксплуатирует дорогие очистные сооружения „вслепую". При этом существует опасность того, что заблаговременно обнаруживаемые и решаемые согласно закону о воде штрафные санкции, связанные со сбросом сточных вод вопросы не будут своевременно определены и решены. Наконец, управляющий очистными сооружениями не может судить об экономичности и соответственно необходимости дорогостоящих мероприятий по очистке сточной воды.

## 10.2 Объем работ по проведению контроля

В предыдущих разделах описаны задачи по обслуживанию и уходу за оборудованием для очистки сточных вод и обработки осадка. На основании этого можно установить общие правила по уходу, которые имеют значение для всех канализационных очистных станций, независимо от их размера и способа очистки. При этом следует учитывать, что некоторые из них относятся к определенным сезонам года.

Эксплуатационные помещения и помещения персонала необходимо убирать по крайней мере раз в неделю и содержать в чистоте. К работам по *уборке помещений относится* также мытье окон.

*Металлические части* (скребковые тележки, трубопроводы, перила, изгороди и т.д.), следует периодически очищать от ржавчины и окрашивать. Современные антикоррозионные средства и лако-красочные материалы являются наиболее подходящими для жестких условий эксплуатации канализационных очистных станций.

*Деревянные части* (двери, оконные рамы, опалубки и т.д.) гниют медленнее и выглядят более эстетично, если они окрашиваются или пропитываются не реже одного раза в 3 – 5 лет.

Для *технического оборудования* (двигатели, компрессоры, насосы, скребки, электродвигатели, ороситель, аэраторы и т.д.)

фирмы поставщики обычно дают собственные руководства по эксплуатации, уходу и обслуживанию. Эти требования, в частности, относительно к выполнению смазочно-заправочных работ и замены масла и которые необходимо строго выполнять. Для помощи организации проведении контроля и обслуживания оборудования и устройств в начале раздела техническое оборудование приведён пример о системе обслуживания в соответствии с составленным календарным планом. Для нормального контроля требуется постоянное наличие достаточного количества *запасных частей*.

*Капитальный ремонт* всех составляющих сооружений необходимо производить регулярно через определённые промежутки времени и своевременно планировать во избежание непредвиденных отказов и неисправностей. Подверженные износу детали, например, втулки защиты валов или прокладки сальников в насосах или скребковых механизмах, необходимо регулярно заменять, даже если есть впечатление, что они еще вполне пригодны. Эта предусмотрительность наряду с достаточным техническим оснащением цехов оказывается весьма необходимой для нормальной эксплуатации. Это особенно важно на небольших очистных станциях, при недостатке свободных площадей. Целесообразно заключать договоры по обслуживанию с фирмами поставщиками, с основную работу оператор очистных сооружений должен сконцентрировать на технической стороне вопроса эксплуатации.

*Очень важно!* Если существенные сооружения, устройства или все очистные сооружения по важным причинам (например, полная очистка резервуаров, капитальный ремонт, паводок) должны быть отключены и будут находиться вне процесса эксплуатации очистных сооружений, об этом необходимо заранее извещать контролирующие органы власти. В период времени, когда вода в водоеме опустится до самого низкого уровня, следует знать, что при согласовании этого вопроса будет получен отказ. При проведении подобного вида работ фирмы и организации, использующие данный водоем должны быть заранее уведомлены, например, рыболовецкие фирмы.

Если не возможно своевременное предварительное письменное уведомление из-за опасности загрязнения необходимо срочное устное уведомление (по телефону!), о чем необходимо сделать



соответствующую отметку в эксплуатационном журнале.

Ремонт *электродеталей установок* должен проводиться только независимыми специалистами, электрические детали необходимо регулярно проверять, на соответствие их существующим и новым предписаниям.

Все техническое оснащение подлежит техническому обслуживанию. К техническому оснащению принадлежат все исследовательские установки и измерительные приборы, а также инструменты и рабочие устройства. Так например, ковш без ручки – бесполезен, молот с ослабленной рукояткой – опасен для жизни.

Для любых, даже правильно рассчитанных канализационных очистных станций действует основное правило:

*Если появился неприятный запах, то проводящееся обслуживание недостаточно!*

Только при помощи регулярных анализов сточной воды управляющий может следить за функционированием его канализационных очистных станций. При осуществлении полного контроля следует своевременно определять:

- Колебания нагрузки поступающих сточных вод на очистные сооружения и их влияние на эффективность очистки
- Соблюдение законодательно установленных предельных значений
- Возможность уменьшения объема сбрасываемых сточных вод
- Экономические параметры эксплуатации канализационных очистных сооружений, например, нерациональное расходование электроэнергии
- Необходимость заблаговременно предпринимать контрмероприятия, если в сточной воде обнаруживаются или повышаются концентрация не опасных вещества, которые могут вызвать снижение эффективногсти очистки канализационных очистных сооружений
- При возможности перегрузки очистных сооружений в будущем следует заранее принимать необходимые мероприятий по подготовке к их расширению.

Полное описание и оценка результатов эксплуатации служит доказательством качества работы канализационных очистных сооружений, таким образом можно отклонять неоправданные

обвинения третьих лиц (спуск вредных веществ в водоемы, замор рыбы и т.д.).

## 10.3 Документация на предприятии (эксплуатационная документация)

На канализационных очистных сооружениях должна находиться вся необходимая эксплуатационная документация, она должна быть *быстро и легко доступна*. Это вполне естественно, но, к сожалению, на практике это не всегда выполняется.

Тому, кто уже сталкивался с необходимостью на месте устанавливать коэффициент загруженности очистных сооружений без информации о размерах сооружения или результатов исследований, весьма важна полнота эксплуатационных документов. Владелец особо полагается на эксплуатационную документацию, прежде всего, это касается экстремальных ситуаций.

К эксплуатационной документации относятся:

- Эксплуатационный журнал
- Проектные документы с планировочными данными и размерами
- Документация установленная Законом о воде и Законом о сбросе очищенных сточных вод в водоемы
- Служебная инструкция для управляющего очистных сооружений
- Руководство по эксплуатации очистных сооружений
- Руководства по эксплуатации технического и электрического оборудования
- Руководства по эксплуатации для измерительных приборов на предприятии и в лаборатории;
- Предписания по проведению анализов
- Правила безопасности и руководство по оказанию первой медицинской помощи
- Инструкции по безопасности, каталог опасных реагентов
- План на случай чрезвычайных ситуаций и катастроф
- Федеральные и региональные законодательные акты
- Документация, регламентирующая проведение процессов обезвоживания, в той части, в которой они касаются непосредственно эксплуатации и собственного контроля.

Часто эти документы находятся в нескольких различных учреждениях и их весьма сложно найти; в некоторых случаях они



находятся в управлениях мэрии или в проектной организации. Такое положение вещей следут обязательно измененить, так как тщательный собственный контроль возможен только тогда, когда на очистных сооружениях имеется в наличии вся необходимая эксплуатационная документация.

## 10.4 Измерения на месте отбора проб и в лабораторных условиях

При помощи проводимых в рамках собственного контроля анализов и измерений контролируется в целом проведение процессов эксплуатации на предприятии. Особенно важно, чтобы измерения проводились как можно более часто. Т.к. персонал предприятия в результате этого приоретает необходимый опыт для определения работоспособности и границ производительности канализационных очистных сооружений.

Необходимо различать собственный контроль и официальный контроль. Полученные при контроле значения должны проходить официальные исследования минимум 5 раз в течение 3 лет. Особому контролю подлежат важные для сброса сточных вод в водоем параметры.

При отборе проб для официального контроля канализационных очистных станций является необходимо параллельно выполнять анализы для собственного контроля. Методики анализов при этом должны быть идентичными, например измерение $БПК_5$ на выходе из очистных сооружений должно проводиться в присутствии ингибитора нитрификации. Необходимо иметь ввиду то, что респирометрический метод определения $БПК_5$ и метод разбавления не дают абсолютно одинаковых результатов так же, как и метод DIN для ХПК и метод определения ХПК.

Большинством федеральных земель разработан порядок проведения собственного контроля. В них для управляющего очистных сооружений сточных вод определены объемы и вид требующихся измерений. Способ и частота проведения исследований установливаются в зависимости от производительности канализационных очистных станций. Некоторые федеральные земли включили порядок проведения собственного контроля в законодательные акты относящиеся к водному праву.

Так как собственный контроль преимущественно проводится исходя из производственной необходимости, то методы исследований в деталях не описываются. Во многих случаях выбор необходимого в соответствии с потребностями метода является прерогативой управляющего и на нем лежит ответственность за выбранный метод. Основанием для этого служат специальный DIN и предписания DEV, а также „Руководство простых измерений и исследований на канализационных очистных станциях" [16].

Чтобы избегать серьезных ошибок при проведении измерения по простым методам, рекомендуется регулярная поверка измерительных приборов. Наиболее предпочтительным решением является самоконтроль параллельными измерениями или повторными измерениями на пробных растворах. Другая возможность состоит в проверке измерений при помощи другого устройства или метода измерения.

Для небольших очистных сооружений возможно совместное приобретение и использование измерительных приборов несколькими соседними канализационными очистными станциями. В рамках взаимной помощи возможно, выполнение анализов и исследования пробы малых очистных сооружений на крупных станциях аэрации; возможно также предоставление этих проб в специальную лабораторию. В любом случае на канализационных очистных сооружениях должно иметься минимальное лабораторное оборудование, для возможности максимально точного выполнения всех необходимых анализов, при этом необходимо иметь достаточные площади для размещения лаборатории.

В зависимости от способа исследования на предприятии различают:

- Анализы на месте, например, расход, прозрачность, концентрация кислорода, величина pH, температура
- Анализы в лаборатории, например, $БПК_5$, ХПК, $NH_4$-N, $NO_3$-N, $P_{общ}$

Анализ начинается с отбора пробы. Только при тщательном отборе проб, результат измерений будет соответствовать фактическим значениям. Проведение анализов на месте требуется для тех параметров, которые нельзя определить позже или измеряемые параметры изменяются при длинном сохранении или транспортировании проб.



**Пример периодичности проведения анализов**

| Место проведения измерения | Параметр | Очистные сооружения, рассчитанные на количество жителей: | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | до 999 | 1000–5000 | 5001–10000 | 10001–50000 | 50001–100000 | >100000 | |
| Место расположения канализационных очистных сооружений | погода, температура воздуха | 2 раза в неделю | по раб. дням | ежедн. | ежедн. | ежедн. | ежедн. | |
| на входе в очистные сооружения | расход на входе | только при отсутствии данных о расходе, частоту проведения измерений см. расход на выходе | | | | | | |
| | температура сточных вод | 2 раза в неделю | 2 раза в неделю | | | | | |
| | значение pH | 2 раза в неделю | 2 раза в неделю | непрерывно | | | | |
| механическая очистка | состояние осадка | раз в 3 месяца | раз в 3 месяца | | | | | |
| на входе в очистные сооружения или на биологическую ступень | $БПК_5$, ХПК, $P_{общ}$, $N_{общ}$/$NH_4$-N | раз в 3 месяца | ежемесячно | раз в две недели | ежевенельно | | | |
| Аэротенки/ аэрируемые илопруды | концентрация кислорода | 2 раза в неделю | по раб. дням | 3 раза в рабочий день | непрерывно | | | |
| Аэротенки/ аэрируемые биопруды с регенерацией активного ила | объем ила | 2 раза в неделю | по раб. дням | ежедневно | | | | |
| | $TS_R$, иловой индекс | ежемесячно | ежемесячно | 2 раза в неделю | 3 раза в неделю | 4 раза в неделю | по раб. дням | |
| | $TS_R$ в возвратном активном иле | | | раз в две недели | еженедельно | | | |
| | микробное население | | | еженедельно | | | по раб. дням | |
| биофильтры | загрузка | 2 раза в неделю | по раб. дням | ежевенельно | | | | |
| | микробное население | | | | еженедельно | | по раб. дням | |
| вращающиеся погружные иофильтры | концентрация кислорода | еженедельно | | 2 раза в неделю | | | | |
| на выходе из биологической ступени | температура сточной воды | | | ежедневно | | | | |
| на выходе из очистных сооружений | расход | еженедельно | непрерывно | | | | | |
| | мин. и макс. расход | | по раб. дням | ежедневно | ежедневно | ежедневно | ежедневно | |
| | объем сточных вод | | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | |
| | поступление дополнительных объемов сточных вод | раз в 3 месяца | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | |
| На входе или выходе из доочистки (на очистных сооружениях промышленных | pH | 2 раза в неделю | по раб. дням | непрерывно | непрерывно | непрерывно | непрерывно | |
| | прозрачность | по раб. дням | | ежедневно | ежедневно | ежедневно | ежедневно | |
| | мутность | | | | | непрерывно | непрерывно | |
| | взвешенные вещества | | | 2 раза в неделю | ежедневно | еженедельно | еженедельно | |

| Место проведения замерения | Параметр | Очистные сооружения, рассчитанные на количество жителей: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| предприятий со слабо- концентрированными отходами | осадочные вещества | 2 раза в неделю | (по раб. дням) | | | | |
| | метаноген- ный газ | (2 раза в неделю) | (2 раза в неделю) | | | | |
| | контрольные пробы | | | непрерывно | непрерывно | непрерывно | непрерывно |
| | ХПК, БПК$_5$, Pобщ | раз в 3 месяца | ежемесячно | раз в две недели | ежедневно | 2 раза в неделю | ежедневно |
| | $NO_3$-N, $NH_4$-N | раз в 3 месяца | ежемесячно | раз в две недели | ежедневно | 2 раза в неделю | непрерывно |
| | $NO_2$-N | | | | ежемесячно | ежемесячно | раз в две недели |
| | Nобщ | раз в 3 месяца | ежемесячно | ежемесячно | раз в две недели | ежемесячно | ежедневно |
| | $PO_4$-P, ТОС | | | | | | непрерывно |
| на выходе из сту- пени доочистки | ХПК, БПК$_5$, Pобщ, $NH_4$-N $NO_2$-N | раз в 3 месяца | раз в 3 месяца | ежемесячно | ежемесячно | раз в две недели | ежедневно |
| на выходе из очист- ных сооружений | первичные измерения | один раз в год | два раза в год | два раза в год | три раза в год | три раза в год | 4 раза в год |
| биопруды | состояние осадка | ежегодно | ежегодно | | | | |
| обработка осадка | нагрузка | | по раб. дням | ежедневно | ежедневно | ежедневно | ежедневно |
| | температура | | | непрерывно | непрерывно | непрерывно | непрерывно |
| | pH | | по раб. дням | по раб. дням | ежедневно | ежедневно | ежедневно |
| | TS, потери при прокаливании | | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно |
| | объем газа | | | ежедневно | ежедневно | ежедневно | ежедневно |
| | $CO_2$ и $CH_4$ газовая смесь | | | 3 раза в неделю | 3 раза в неделю | 3 раза в неделю | 3 раза в неделю |
| | стабилизация | | | | ежемесячно | ежемесячно | |
| | осадок | | | ежемесячно | ежемесячно | ежедневно | ежедневно |
| По всей очистной станции | снижение ХПК, БПК$_5$, Pобщ, Nобщ | ежегодно | один раз в полгода | один раз в три месяца | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно |
| | затраты электроэнергии | ежемесячно | по раб. дням | ежедневно | ежедневно | ежедневно | ежедневно |
| | объем осадка (сырой осадок, обезвожены) | при выводе | при выводе | при выводе | при выводе | при выводе | при выводе |
| | песок, отбросы с решеток | при выводе | при выводе | при выводе | при выводе | при выводе | при выводе |
| контроль на входе или на выходе | | по раб. дням | по раб. дням | ежедневно | ежедневно | ежедневно | ежедневно |
| в месте выпуска сточных вод | осадок | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно | ежемесячно |

## 10.5 Оценка производственных результатов

Оценка производственных результатов имеет целью констатации существующего положения и прогнозирование производственных процессов в будущем.

Результаты собственного контроля должны отражать положение в эксплуатацией очистных сооружений по всем параметрам. К ним можно отнести все основные процессы по обслуживанию и уходу, стадий эксплуатации и неисправности, поломки, рекламации, а также прочие происшествия, если они могут воздействовать на количество и качество очищенных сточных вод.

Распечатанные протоколы автоматизированных установок сбора данных могут заменять рукописную документацию предприятия. Предпосылкой при том является то, что форма и содержание протоколов должны быть таковы, чтобы они облегчали работу персонала и давали экономию времени. Производственная книга-Hirthammer-PC согласно авторам – Stier, Felber, Fischer соответствует распечатанному эксплуатационному журналу [6] и отвечает вышеописанным предпосылкам. Электронный сбор данных для составления протокола, а также для управления производственными процессами не зависит от размера канализационных очистных сооружений. В данном случае предпосылкой выбора является тот факт: дает ли преимущества использование электронной обработки данных для персонала и облегчает ли это производственные процессы.

Эксплуатационная документация, протоколы установок сбора данных и распечатки автоматических записывающих измерительных приборов, необходимо хранить в течение минимум 5 лет после последней регистрации. Рационально не просто убрать эти документы в архив и забыть, а периодическую проводить их оценку.

Если регистрируются повышенные значения отдельных показателей, к примеру, регулярно во второй половине дня в пятницу на распечатке результатов измерений величины pH, то можно предположить, что в это время промышленное предприятие выпускает сточные воды загрязненные щелочами, например, промывные воды. Нарушается ли таким образом процесс очистки, нарушаются ли предписания закона о воде, наносится ли вред канализационным коллекторам? Так как дата изменений pH известна, воз-

можно проведение целенаправленных исследований и контроля процесса очистки сточных вод. В качестве доказательства возможно предоставление распечаток результатов измерений. Это действительно, также и для других данных измерений.

Распечатки и протоколы являются, таким образом, важным доказательством при решении правовых споров. Хранение такой документации в папках рассортированных по времени весьма целесообразно. Результаты исследований должны обязательно включать дату и время выполнения анализов и измерений. Распечатки, на которых результат измерений параметра указывается в процентах от диапазона измерений измерительного инструмента, не отвечают этому требованию.

### 10.5.1 Ведение эксплуатационного журнала

Ведение эксплуатационного журнала обязательно для всех канализационных очистных сооружений вне зависимости от их размера. Это предписывается законом о воде. Во всех федеральных землях за нарушение этого положения закона о собственном контроле взимаются значительные денежные штрафы, как за нарушение порядка эксплуатации сооружений.

Эксплуатационный журнал имеет различные задачи. Добросовестная и тщательная регистрация и отчет оператора очистных сооружений в эксплуатационном журнале подтверждает исполнение предписанных видов деятельности (наблюдений, испытаний, измерений, управления, эксплуатационных работ) и эффективности очистки данной очистной станции. Это помогает проведению контроля уполномоченными специалистами. Таким образом управляющий и оператор очистных сооружений защищены от неоправданных санкций и обязательств по возмещению ущерба. В процессе исследований выделяются пиковые значения нагрузок и время перегрузок. Специалисты по данной информации могут судить об экономической составляющей управления предприятием. Эксплуатационный журнал – это *важный документ* и поэтому все записи в нём должны вестись *тщательно шариковой ручкой*. В интересах города или поселка содействовать экономической прозрачности затрат на эксплуатацию, а, в случае действий по обязательствам о возмещении ущерба, эту документацию возможно использовать в качестве доказательства делового функционализма канализационной станции. Эксплуатационный журнал может являться доказательством правильного режима эксплуатации в суде. Целесообразно предварительно пронумеровать страницы ежемесячных отчетов. Эксплуатационный журнал является важным документом, поэтому недопустимо удаление из оригинала страниц или стирание информации. Ошибочные данные вычеркиваются таким образом, чтобы, вычеркнутое оставалось читаемым.



Ежемесячные отчеты, в интересах персонала предприятия и управляющего, должны быть последним подписаны. В случае необходимости принятия решений о переключении сооружений или расширении станции, в связи изменением объемов сточных вод и загрязнений, записи эксплуатационного журнала могут быть использованы при принятии решения. Поэтому записи сохраняются в течение минимум 5 лет.

После каждых 12 месяцев эксплуатации необходимо вносить результаты эксплуатационного журнала в годовой отчет и производить их оценку, для определения динамики работы по сравнению с прошлым годом. Правильно составленный годовой отчет облегчает расчёт реальных платежей за сточные воды, которые необходимо считать при определении сброса сточных вод.

На крупных очистных сооружениях понятие „эксплуатационный журнал" наряду с ежедневной регистрацией охватывает также специальные ежемесячные отчеты. Отчет о производительности, лист оплаты труда, инвентарный каталог. Журнал осадка, журнал эксплуатации насосов и другие отчеты в виде распечатки самопишущих измерительных приборов. Для всех записей существует особое, устанавливаемое для каждой канализационной очистной станции *руководство по эксплуатации*.

Во время обхода канализационных очистных станций записи в эксплуатационный журнал не должны вноситься, чтобы избежать его загрязнения. Рекомендуется использование электронного блокнота и перенос данных только после обхода. На многих канализационных очистных станциях для записей при обходе используется специальный блокнот канализационных очистных станций, который издается издательством Hirthammer. Помимо этого имеется также блокнот для данных регулярных измерений в лаборатории.

Организация ATV-DVWK Бавария с 1966 в сотрудничает с Землей Бавария. Для ведения жуонала возможно использовать форму,

изданную этими организациями [6]. Для малых и средних очистных сооружений, также как и для больших очистных станций, фиксирование самых важных данных должно быть представлено в наглядной форме в зависимости, например, от погоды. Выше упомянутые записи для больших очистных сооружений вследствие этого не дают общего представления о работе и экономии ресурсов на ней. Унифицированные записи должны представлять собой обзор самых важных эксплуатационных результатов собственному персоналу, руководителю предприятия, руководителю (бургомистру, председателю союза и т.д.) и, наконец, контролирующему органу власти. Обычно одного журнала хватает на 2 года. Он содержит ежемесячные отчеты (рис. 10.1) со строкой на каждый день, зеленые листы поквартального контроля, включая ключевые оценки степени нагрузки по кислороду и по биогенным элементам (рис. 10.2, 10.6 и 10.7), розовые годовые отчеты, формуляры дополнительных расходов сточных вод по измерительным устройствам расхода и без них (рис. 10.8), а также листы для предложений по экономии электроэнергии (рис. 10.5). В конце отчёта вклеиваются листы для графического изображения характеристик работы очистных сооружений (рис. 10.3), а сам отчёт должен быть иметь достаточное количество копий.

Годовой объем производственно-бытовых сточных вод сточных вод может быть установлен исходя из ежемесячного отчета и годового отчета с определением количества дней без осадков. Титульный лист ежемесячного отчета представлен на рис. 10.1.

Аналогичный эксплуатационный журнал существует также для биологических прудов (искусственно или естественно аэрируемых) [10]. В оба журнала вносятся детальные комментарии ко всем измерениям, записям и оценкам. Они соответствуют руководству по контролю федеральных земель и рекомендованы ими.

Оба журнала выпускаются издательством F. Hirthammer, Мюнхен, вместе с заполненными образцам обучения операторов очистных сооружений.

*Годовой расход производственно-бытовых сточных вод*

Годовой расход производственно-бытовых сточных вод (JSM) имеет важное значение для расчета качества и расхода сбрасываемых сточных вод.



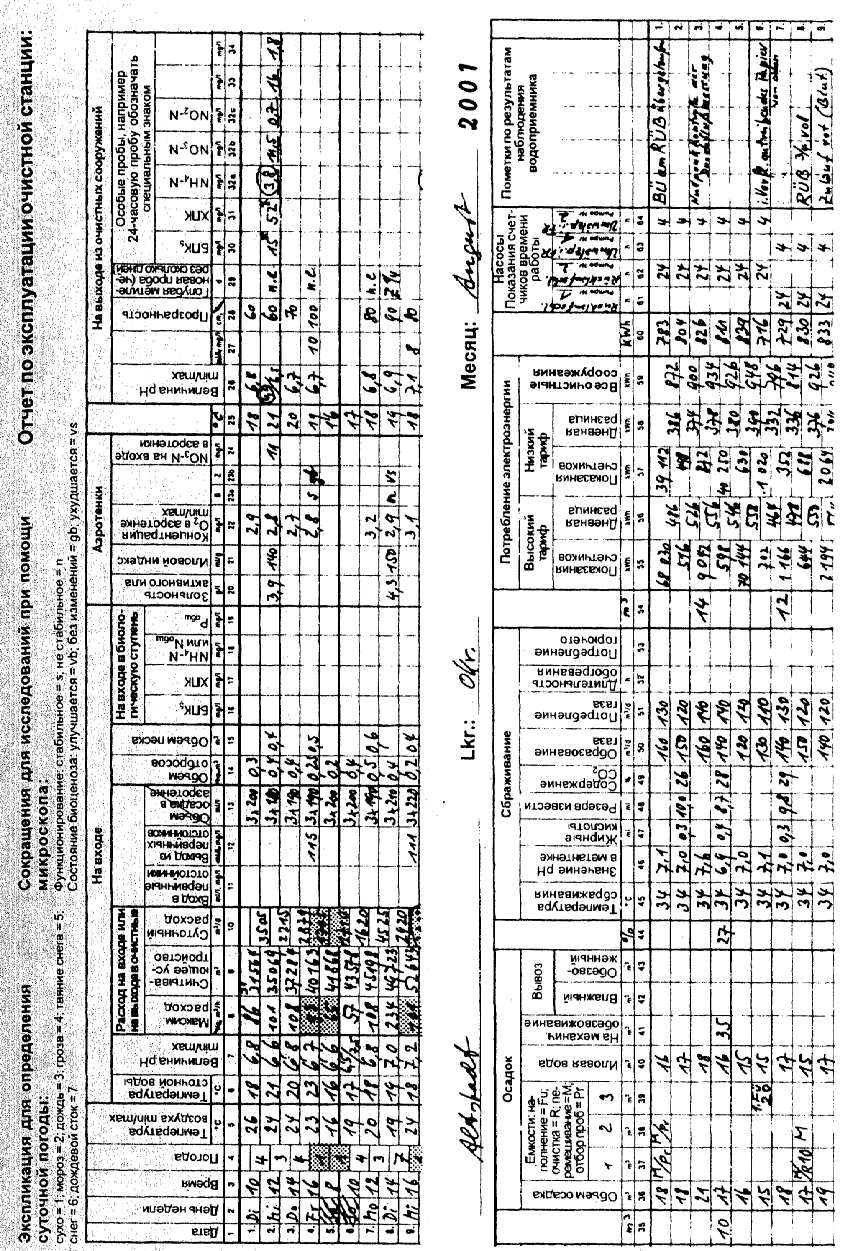



*Рисунок 10.1: Титульный лист ежемесячного отчета [6]*

## Оценка результатов деятельности предприятия в течение месяца (промежуточный отчет)

| | Расход на входе в очистные сооружения (гидравлическая нагрузка) | Единицы измерений | Предельное значение | Полученное значение |
|---|---|---|---|---|
| a | Максимальный расход в сутки | л/с ($м^3$/ч) | 250 | 180 |
| $b_1$ | Маскимальный суточный расход | $м^3$/д | 12 000 | 11 100 |
| $b_2$ | Средний суточный расход | $м^3$/д | | 8 900 |
| c | Общий объем сточных вод в год | $м^3$/год | | 2590 000 |
| d | Объем слабозагрязненных сточных вод | $м^3$/год | 2,400 000 | 2,150 000 |
| e | Объем дополнительной воды | % | 25 | 28 |

| | На входе в очистные сооружения (нагрузка по органическим веществам) | Единицы измерф. | $БПК_5$ ① | ХПК ② | $NH_4$-N ③ | общ P ④ | общ N ⑤ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| f | На входе в очистные сооружения, среднее значение (2ч/24-часовая проба) | mg/l | 240 | 405 | – | 7,4 | 50 |
| g | На выходе из первичных отстойников, среднее значение (2ч/24-часовая проба) | mg/l | | 270 | 35 | 5,9 | 42 |
| h | Количество измерений (строки f или g) | | 55 | 55 | 26 | 26 | – |
| i | Среднее значение на входе в сооружения = $b_2$ x f : 1000 | кг/сут | 2136 | 3605 | | 66 | 445 |
| k | Размер очистных сооружений: 108 000 | | Средняя нагрузка (по $БПК_5$) = i x 1000 : 60 = 35 600 | | | | |

| | На выходе из очистных сооружений (остаточные загрязнения, эффект очистки) | Единицы измерф. | $БПК_5$ | ХПК | $NH_4$-N | $NO_3$-N | $NO_2$-N | общ P | общ N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| l | Способ отбора проб (простая проба, двух часовая проба, 24-часовая проба) | | БПК 2ч | 2ч | 2ч | 2ч | 2ч | Нагрузка по биогенным веществам 2ч | |
| m | Количество измерений | | 170 | 177 | 179 | 179 | 25 | 177 | |
| n | Наибольшее измеренное значение | mg/l | 7 | 29 | 13 | 21 | 0,7 | 0,7 | 19 |
| o | Среднее значение | mg/l | 3 | 17 | 2 | 7 | 0,3 | 0,2 | 8 |
| p | Предельное значение | mg/l | 12 | 40 | 4 | | | 1 | 14 |
| q | Превышение (количество) | | 0 | 0 | 8 | | | 0 | 3 |
| r | Ступени по БПК и по нагрузке по биогенным веществам исходя из среднего значения (см. ключ) | | 1 | 1 | 2 | | | 1 | 1 |
| s | Среднее значение на выходе из очистных сооружений = $b_2$ x o : 1000 | кг/сут | 26,7 | 151 | | | | 1,8 | 71,2 |
| t | Эффект очистки $БПК_5$ $\frac{i-s}{i}$ x 100 | % | 98,8 | | | | | | |
| u | Эффект очистки ХПК $\frac{i-s}{i}$ x 100 | % | 95,8 | | | | | | |
| v | Эффект очистки общ P $\frac{i-s}{i}$ x 100 | % | 97,3 | | | | | | |
| w | Эффект очистки N $\frac{i-s}{i}$ x 100 | % | 84 | | | | | | |

Ключ для определения ступени по БПК

| Ступень | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Общая ступень |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $БПК_5$ | 0 X 5 | 6 10 | 11 20 | 21 30 | 31 -- | 1,3 |
| ХПК | 0 X 30 | 31 50 | 51 90 | 91 120 | 121 -- | |
| $NH_4$-N | 0 1 | 2 X 3 | 4 10 | 11 20 | 21 -- | |

Ступень по нагрузке по биогенным веществам

| Ступень | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| общ P | 0 X 0,5 | 0,6 1,0 | 1,1 2,0 | 2,1 5,0 | 5,1 -- | 1,0 |
| общ N | 0 X 8 | 9 13 | 14 18 | 19 35 | 36 -- | |

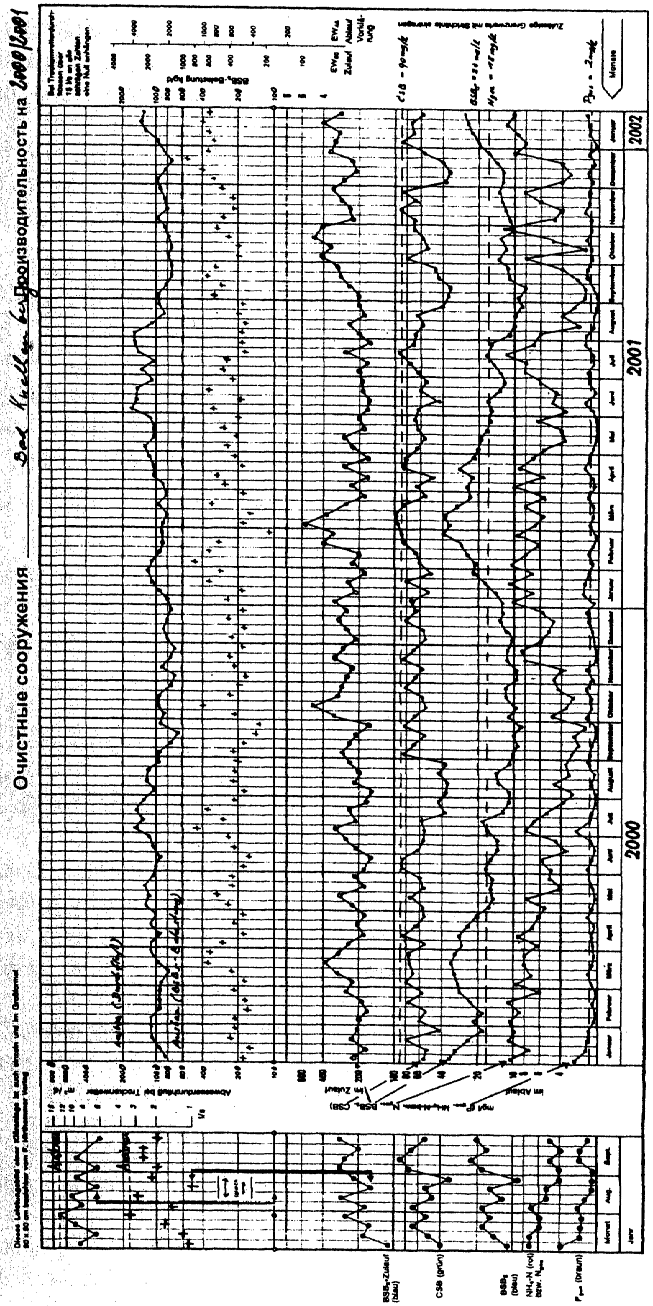
Ступень определена 6.1.01

подпись

мало ← остаточное загрязнение → много
(полученную ступень зачеркнуть)

*Рисунок 10.2: Оценка результатов деятельности предприятия*





Согласно закону о передаче сточных вод, производственно-бытовые сточные воды определяются как сточные воды, изменившие свои свойства за счет бытового, промышленного, сельскохозяйственного и прочего их использования, включая дополнительные сточные воды, которые образуются в сухую погоду.
Под „сухой погодой" понимается период без существенных атмосферных осадков в месте сбора и отведения сточных вод.

Непосредственное измерение JSM не возможно. Как при раздельном отведении производственно-бытовых сточных вод и дождевых вод по отдельным коллекторам (раздельная система), также и при совместном их отведении (общесплавная система) во время дождя наблюдается более высокий расход. Он должен быть рассчитан для определения JSM. Для этого требуется отдельное рассмотрение раздельной и общесплавной систем.

Для определения JSM необходимо применять особые методы, которые подразделяются на две следующие группы:

- Имеются ли в наличии точные данные о расходах сбрасываемых в систему канализации сточных вод.
- Имеется ли в наличии только малое количество данных измерений или они отсутствуют совсем.

Каждая из этих групп включает несколько методов. Математически одинакового метода, применение которого целесообразно в любом случае и дает наиболее точные результаты, не существует. На практике же оказались пригодными следующие методы:

*Определение JSM посредством точных результатов измерений*
Для определения JSM с достаточной точностью, в распоряжении должны находиться минимум 50 точных результатов измерений. Как правило, применяется метод „оценка на основе результатов ежедневных измерений в сухую погоду". По записям в эксплуатационном журнале канализационных очистных сооружений выделяются дождливые дни и такие дни, в которые, не было преобладания сухой погоды (например, небольшой дождь или дождь в последующий день, опорожнения резервуара дождевой воды, таяние снега). Из определенных таким образом „дней с сухой погодой" определяются средние значения, из которых рассчитывается JSM. Этот метод достаточно точен и применяется наиболее часто. Это можно определить посредством записей, так как раздельный учет дополнительных расходов воды не является



необходимым. Такое определение JSM возможно подвергнуть быстрой проверке и оно понятно даже не специалистам.

Детализированное определение:
С помощью измерительного устройства расхода можно установить суммарные суточные расходы сточных вод в дни с сухой погодой и в дни с атмосферными осадками.

Из полученного среднего расхода в дни с сухой погодой определённого в течении года получают годовой расход производственно-бытовых сточных вод. Обычно годовой расход получают умножением на 365 дней, а в високосный год на 366 дней.

Для разделения дней с сухой погодой и дождливыми днями могут быть получены данные одной или несколькими станциями измерения осадков на канализуемой территории или на канализационных очистных сооружениях.

При установлении дней с сухой погодой выбираются результаты суточных измерений, которые соответствуют следующим условиям по осадкам (N):

N меньше или равно 1,0 мм в сутки и
N меньше или равно 1,0 мм в предыдущий день

Подробный пример расчетов см. рис. 10.4.

*Определение JSM, если имеется в наличии только малое количество данных измерений или они отсутствуют совсем*

В практике очистки сточных вод для расчета канализационных сооружений обычно принимают средний расход бытовых сточных вод 150 л/(чел.сут). Это значение необходимо увеличить за счет расхода дополнительных сточных вод, который необходимо учитывать. Такой расчет должен, однако оставаться исключением. Из сельских областей и также из новых федеральных земель поступают данные с существенно более низкими значениями расхода производственно-бытовых сточных вод.

Лучше определять JSM при помощи потребления питьевой воды в бассейне канализования для данной очистной станции, но и здесь необходимо помнить о расходе дополнительной сточной воды.

**Определение годового расхода производственно-бытовых сточных вод по методу „оценки на основе результатов ежедневных измерений в сухую погоду"**

номер 893 752 год 2001

станция аэрации Bergstadt (OAR)

| (1) месяц | (2) число дней с сухой погодой | (3) расход в день с сухой погодой |
|---|---|---|
| январь | 24 | 34 728 |
| февраль | 23 | 40 636 |
| март | 15 | 28 423 |
| апрель | 21 | 37 420 |
| май | 14 | 26 761 |
| июнь | 15 | 28 844 |
| июнь | 17 | 31 638 |
| август | 18 | 36 436 |
| сентябрь | 12 | 25 320 |
| октябрь | 23 | 49 583 |
| ноябрь | 27 | 56 876 |
| декабрь | 22 | 44 433 |
| | 231 | 441 098 |

$$JSM = \frac{\text{сумма (3)}}{\text{сумма (2)}} = \frac{441\,098}{231} \times 365\ ^{*}) = 696\,973$$

*) в високосный год 366 дней м³/

*Рисунок 10.4: Определение годового расхода производственно-бытовых сточных вод [6]*



Самая большая погрешность при этом получается всегда при определении объема дополнительных сточных вод. Поэтому расход дополнительных сточных вод должен определяться как путем выборочных исследований. В эксплуатационный журнал [6] вносятся расходы дополнительной сточной воды определенные без помощи автоматического измерения расхода. В связи с этим возможно использование следующих эмпирических величин.

| Расход дополнительных сточных вод % | Годовой расход производственнобытовых сточных вод м³/чел |
|---|---|
| 0 – 25 | 30 – 50 |
| 25 – 33 | 50 – 60 |
| 33 – 50 | 60 – 80 |
| > 50 | > 80 |

*Погода*

Персонал канализационных очистных сооружений должен составлять „отчет" о погоде. Он не должен иметь форму оценки и анализа в метеорологическом смысле, но все-таки должен подтверждать, шел ли в водосборном бассейне канализационной сети дождь такой интенсивности, что возникло ощутимое превышения расхода в сухую погоду. Этот отчёт персонал должен составлять без каких-либо специальных указаний.

Так как годовой расход производственно-бытовых сточных вод устанавливается на основе притока сточных вод всех дней с сухой погодой, то данные о погоде особенно важны. Ежедневно в эксплуатационный журнал весьма точно должна вноситься информация о погоде за прошедшие 24 часа. Вряд будет правильным, если внести 2 разновидности погоды, например, если в журнал записать, солнечно и прошел кратковременный дождь.

Поэтому:
Если атмосферные осадки приводят к определяемому увеличению расхода, то необходимо внести запись о дождливой погоде.
Для упрощения регистрации в эксплуатационном журнале [6] используется следующий „ключ" погоды:

| | |
|---|---|
| Сухо | = 1 |
| Мороз | = 2 |
| Дождь | = 3 |
| Гроза | = 4 |
| Таяние снега | = 5 |
| Выпадение снега | = 6 |
| Приток дождевых вод с твердых поверхностей | = 7 |

Необходимо использовать только результаты суточных измерений в дни с сухой погодой, т.к. количество осадков составляет менее или равно 1,0 мм в сутки. Мороз записывается при температурах ниже 0 °С. Если температура поднимается выше 0 °С и лежит снег, то тогда необходимо указывать, что происходит таяние снега, в этом случае расход увеличивается за счет притока талых вод. Способы определения грозы и снега пожалуй самые простые.

Сложнее всего определение притока дождевых вод с твердых поверхностей. Чем сильнее дождь, тем более тяжелым становится расчет объема сточной жидкости, приходящей на очистные сооружения. Это происходит из-за того, что дождевые воды собираются в дождеприемниках и направляются на очистные сооружения только через 6 часов после окончания дождя. При наличии больших горизонтальных емкостей для сбора дождевых вод, сточные воды могут быть направлены на очистные сооружения только через 12 часов после окончания дождя. Если данные периоды относятся к различным дням, то данные о дождливой погоде должны быть занесены в эксплуатационный журнал для этих дней.

*Лист определения производительности (рис. 10.3)*

При определении производительности собираются, представляются и сравниваются друг с другом данные самостоятельного контроля работы и проверяется соответствие граничным условиям, определенным законом о воде – эффекта очистки на канализационных очистных сооружениях. Помимо этого необходимо вносить в данный документ различными цветами значения $БПК_5$, ХПК, $NH_4$-N и $P_{общ}$, а также расход. Вместо $NH_4$-N может использоваться также значение Nобщ.

Внешний вид листа определения производительности не зависит от размера канализационных очистных станций. Формуляр действителен без ограничений для канализационных очистных станций всех объемов. Комментарии по заполнению данного документа находятся на задней стороне формуляров в эксплуатационном журнале.



В обществе ATV-DVWK введен лист определения производительности более крупного формата, его лучше всего вывешивать в метеорологической станции предприятия.

### *10.5.2 Экономичность, возможности экономии электроэнергии*

Только ограничение в объемах энергии вынуждает эксплуатировать канализационные очистные сооружения как можно экономнее, что относится к потреблению электроэнергии.

Возможность инвентаризации и оценки дает представленный на рисунке формуляр (рис. 10.5) [6]. Используемые при этом значения берутся преимущественно из эксплуатационного журнала. По результатам оценки получается, что потребление энергии слишком высоко, поэтому причины этого должны быть более точно изучены. Причины перерасхода энергии могут быть весьма разнообразны. Недогружаемые сооружения, неэффективные ступенчатые двигатели, недостаточное использование очищенного газа, большой расход дополнительных сточных вод, слишком высокая концентрация кислорода в аэротенках, проблемы вызванные спуском промышленных сточных вод – это лишь некоторые из самых распространенных причин.

Многие управляющие в течение последних лет установили режим работы канализационных очистных сооружений с повышением эффективности нитрификации и денитрификации без учёта мероприятий по оптимизации использования энергии, однако в этом случае имеется возможность улучшения использования энергии.

К сожалению, персонал предприятия в большинстве своём не ознакомлен с договорами об электроснабжении очистных сооружений, поэтому неверно заключенные договора об электроснабжении приводят к излишним затратам энергии. Хотелось бы указать на памятку ATV-DVWK м 252 „рекомендации к оформлению договоров поставки электроэнергии для канализационных очистных станций" [4]. При этом следует учитывать обновленный закон об энергии (EEG) от 01.04.2000, который указывает на

Размышления по экономии электроэнергии на период с April по Juni 2001

| | | | |
|---|---|---|---|
| a – | измеренный средний расход сточных вод (см рис 10.2 b2) | 1860 | м³/сут |
| b – | измеренное среднее значение БПК5 в неочи-щенной сточной воде мг/л (см. рис 10.2 d) | 321 | мг/л |
| c – | $БПК_5$ значение в сутки – кг/сут (см. рис. 10.2 e) | 597 | кг/сут |
| d – | количество жителей – чел (см. рис. 10.2 f) | 9950 | EW |
| e – | измеренное среднее значение $БПК_5$ на выходе из очистных сооружений (см. рис. 10.2 n) | 11 | мг/л |
| $f_1$ – | общее потребление электроэнергии в период кВт | 76268 | кВт |
| $f_2$ – | потребление электроэнергии в месяц кВт /месяц | 25423 | кВт /месяц |
| $f_3$ – | часть энергии затрачиваемая на отопление, механической обезвоживание, насосы и т.д. | 2843 | кВт /месяц |
| $g_1$ – | среднее потребление электроэнергии на очистных сооружениях в месяц ($f_2$-$f_3$) | 22580 | кВт /месяц |
| $g_2$ – | отсюда среднее потребление электроэнергии в день – кВт/сут | 753 | кВт/сут |
| h – | специальное потребление электроэнергии | 2,27 | кВт/(EW.месяц) |

определение специального энергопотребления

причины (низкая нагрузка, выработка собственной энергии) gute Nitrifikation und Denitrifikation

содержание кислорода в аэротенке днем/ночью 3,5 2,0 мг$O_2$/л

i – причины повышенного потребления Gesamtstromverbrauch zwar niedrig, aber im biologischen Teilhoch wegen fehlender $O_2$-Steuerung

| | | | |
|---|---|---|---|
| k – | годовое потребление нефтепродуктов для отопления около – л/год | 8200 | л/год |
| l – | специальное потребление нефтепродуктов для отопления (строка k и d) л/чел год | 0,83 | л/чел год |

Jahresdurchschnitt = 9929 EW

определение потребления нефтепродуктов для отопления низкое/ среднее/ высокое

причины (например время сжигания = ч/мес) zusatzbrennstoff nur i. d. Kalten Jahreszeit

| | | | |
|---|---|---|---|
| m – | мощность кВт | 55 | кВт |
| n – | максимальный производительность сети кВ | 48 | кВт |
| o – | специальная производительность (строка n:строку d) кВ/чел | 4,8 | кВ/чел |

значения

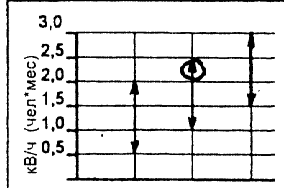
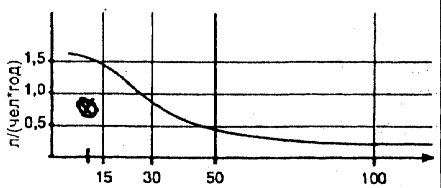
| потребление электроэнергии | производительность | потребление нефтепродуктов для сбраживания |
|---|---|---|
|  | 2-5 В/чел |  |





*Рисунок 10.5: Соображения по экономии электроэнергии [6]*



необходимость получения и использовании электроэнергии получаемого при помощи очищенного газа.

### 10.5.3 Ступени потребности в кислороде, ступени нагрузки по биогенным веществам

С помощью ступеней потребности в кислороде и нагрузки по биогенным веществам возможно самым простым способом доказывать степень воздействия, вызванные сбросом сточных вод из канализационных очистных станций, на водоем (рис. 10.2).

*Ступени потребности в кислороде*

Для определения потребления кислорода в водоемах существует 3 основных параметра сброса сточных вод. Биохимическая потребность в кислороде ($БПК_5$) как показатель для биологически легкоокисляемых органических загрязнений, химическая потребность в кислороде (ХПК) как показатель для химически трудноокисляемых органических загрязнения и азот аммонийный ($NH_4$-N).

В особенности из-за окисления азота в водоемах значение потребности в кислороде становится все более важным. До тех пор пока в водоемах преобладали органические загрязнения (измеренные как $БПК_5$) из-за их легкого разложения, потребление кислорода азотом было только фактором замедления, являющимся весьма зависимым от температуры. Из-за высокой степени окисления на канализационных очистных сооружениях качество водоемов улучшилось до такой степени, что теперь особое внимание необходимо уделять аммонию.

Потребность в кислороде разделяется на 5 ступеней, каждый из результатов измерений относится к одной из ступеней потребности в кислороде и таким образом рассчитывается упрощенная общая ступень. Если на выходе из очистных сооружений остаточные концентрации загрязнений очень малы, получаем ступень 1. Ступень 5 используется при высоких значениях концентрации, которые не допускаются постановлением о сточных водах. В таблице 10.6 приведены ступени потребности в кислороде.

| Ступень | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Нагрузка по кислороду** | Очень маленькая | Маленькая | Умеренная | Большая | Очень большая |
| **$БПК_5$ мг/л** | ≤ 5 | 0,6 – 10 | 11 – 20 | 21 – 30 | > 30 |
| **ХПК мг/л** | ≤ 30 | 31 – 50 | 51 – 90 | 91 – 120 | > 120 |
| **$NH_4$-N мг/л** | ≤ 1 | 2 – 3 | 4 – 10 | 11 – 20 | > 20 |

*Рисунок 10.6: Ступени нагрузки по кислороду*

Пример для определения ступени потребности в кислороде:

| | | Ступень |
|---|---|---|
| $БПК_5$ | = 12 мг/л | 3 |
| ХПК | = 55 мг/л | 3 |
| $NH_4$-N | = 15 мг/л | 4 |
| Общая ступень (3 + 3 + 4) : 3 = | | 3,3 |

По общей ступени определяют насколько глубоко очищаются сточные воды на очистных сооружениях и соответственно насколько высока еще потребность в кислороде, которая является нагрузкой на водоем. По области результатов измерения, можно определять, по какому параметру отмечается наихудший результат и где необходимо проведение целенаправленного улучшения качества очистки. Результаты измерений ступени потребности в кислороде понятны для персонала предприятия и как также понятны и представляют интерес для общественности.

*Ступени нагрузки по биогенным веществам*

Если в водоемы сбрасываются биогенные вещества (фосфор и азот), это не приводит к непосредственной нагрузке по углероду и соответственно потреблению кислорода. Нагрузка по биогенным веществам на водоем не входит в систему оценки ступеней потребности в кислороде.

Биогенные вещества приводят к эвтрофикации (росту растений в водоемах за счет неорганических биогенных веществ). Это делает очевидной необходимость введения ступеней нагрузки по биогенным веществам, как второй дополнительной системы оценки.



| Ступень | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Нагрузка по кислороду** | Очень маленькая | Маленькая | Умеренная | Большая | Очень большая |
| **Фосфор ($P_{общ}$) мг/л** | ≤ 0,5 | 0,6 – 1,0 | 1,1 – 2,0 | 2,1 – 5 | > 5 |
| **Азот ($N_{общ}$) мг/л** | ≤ 8 | 9 – 13 | 14 – 18 | 19 – 35 | > 35 |

*Рисунок 10.7: Ступени нагрузки по биогенным веществам*

Пример определения ступени нагрузки по биогенным веществам:

| | | Ступень |
|---|---|---|
| $P_{общ}$ | = 1,8 мг/л | 3 |
| $N_{общ}$ | = 20 мг/л | 4 |
| Общая ступень (3 + 4): 2 = | | 3,5 |

### *10.5.4 Эффект очистки канализационных очистных станций*

Фактическую „эффективность" канализационных очистных сооружений определяют не по невысоким концентрациям загрязнений в очищенной сточной воде, а показатем является степень фактического снижения нагрузки. Только, так называемая, степень очистки (%) канализационных очистных сооружений (называемая ещё эффективность) является объективной мерой определения сокращения загрязнений. Т.е. эффективность определяется следующим образом: концентрация загрязнений на входе в сооружения минус концентрация на выходе из них делится на концентрацию на входе в сооружения и умножается на 100, т.е. переводится в проценты.

$$\text{Эффект (\%)} = \frac{\text{концентрация загрязнений на входе} - \text{концентрация на выходе}}{\text{концентрация загрязнений на входе}} \times 100$$

Для эффекта очистки по самым важным загрязнениям была введена система оценки из пяти ступеней. Распределение 5-ступенчатой системы для эффекта очистки строится на указан-

ных выше по тексту системах ступеней потребности в кислороде и нагрузки по биогенным веществам. Таким образом, эффективность очистки на канализационных очистных сооружениях можно придать более доступную форму.

| Ступень | На выходе из сооружений | Степень очистки | Требования |
|---|---|---|---|
| **1** | ≤ 5 | ≥98 | |
| **2** | 6 – 10 | < 98 – 96 | |
| **3** | 11 – 20 | < 96 – 93 | ≥70 – 90% |
| **4** | 21 – 30 | < 93 – 90 | |
| **5** | > 30 | < 90 | |

*Рисунок 10.8: Ступени снижения $БПК_5$*

| Ступень | На выходе из сооружений | Степень очистки | Требования |
|---|---|---|---|
| **1** | ≤ 30 | ≥95 | |
| **2** | 31 – 50 | < 95 – 92 | |
| **3** | 51 – 90 | < 92 – 85 | ≥75% |
| **4** | 91 – 120 | < 85 – 80 | |
| **5** | > 120 | < 80 | |

*Рисунок 10.9: Ступени снижения ХПК*

| Ступень | На выходе из сооружений | Степень очистки | Требования |
|---|---|---|---|
| **1** | ≤ 0,5 | ≥94 | |
| **2** | 0,6 – 1,0 | < 94 – 89 | |
| **3** | 1,1 – 2,0 | < 89 – 78 | ≥80% |
| **4** | 2,1 – 5,0 | < 78 – 44 | |
| **5** | > 5,1 | < 44 | |

*Рисунок 10.10: Ступени оценки снижения $P_{общ}$*



| Ступень | На выходе из сооружений | Степень очистки | Требования |
|---|---|---|---|
| **1** | ≤ 8 | >85 | |
| **2** | 9 – 13 | < 85 – 76 | |
| **3** | 14 – 18 | < 76 – 67 | ≥70 – 80% |
| **4** | 18 – 35 | < 67 – 36 | |
| **5** | > 36 | < 36 | |

*Рисунок 10.11: Ступень снижения N*

### *10.5.5 Определение расхода чужеродной воды*

Чужеродная вода – это резюмирующее понятие для воды, которая не относится к канализационным коллекторам и не должна обрабатываться на канализационных очистных сооружениях.

Чужеродной водой являются, например
- Грунтовые воды и ключевые воды
  Или воды
- Дренажей сельскохозяйственных земель и строительных площадок,
- из котлованов,
- Водоемов и дренажных канав,
- Образующиеся из-за переполнения колодцев
  А также
- Охлаждающая вода.

Незагрязненная охлаждающая вода хотя и не является в полном смысле чужеродной (дополнительной) водой, однако так же не относится и к канализации, так как она способствует лишь разбавлению производственно-бытовых сточных вод.

Дополнительная вода не может отводиться по общесплавной системе канализации. При раздельной системе она не должна попадать в трубопроводы бытовой канализации, но может отводиться по коллекторы дождевой канализации. Дождевые воды – это чужеродная вода только в трубопроводе бытовой канализации при раздельной системе, но не в коллекторе общесплавной системы канализации.

Чаще всего чужеродная вода встречается, если грунтовые воды проникают через негерметичные соединения в каналах или колодцах в систему канализации. Расход дополнительной воды зависит не только от сезонного колебания уровня грунтовых вод. Повышенный расход дополнительной воды в течение нескольких дней (от 10 до 20 дней) можно наблюдать после длительных периодов дождей. Этот феномен зависит от ретенционной способности грунта после интенсивных осадков. В таких случаях вода проникает в канализацию через негерметичности колодцев или коллекторов. Эта проблема существует как для городской канализации, так и для частных каналов канализования земельных участков. Домовые присоединения, зачастую установленные с нарушением технологии строительства, являются источником наибольших проблем. На земельных участках домашние дренажи для осушения подвалов – из удобства или по незнанию – часто без разрешения присоединяются к канализации. В раздельной системе водосточные трубы часто ошибочно присоединяются к трубопроводу бытовой канализации, так как он лежит поблизости. Такие действия, конечно, запрещены уставом общины, регламентирующим канализацию. Большей частью причиной таких ошибок является неосведомленность и непонимание; но они могут иметь серьезные последствия.

При этом происходит увеличение расхода сточных вод, так как в законе о передаче сточных вод установлено, что дополнительную воду необходимо учитывать при расчетах в соответствии с ее объемом. Вследствии этого, дополнительная вода должна учитываться в годовом расходе производственнобытовых сточных вод. В законе говорится, что очистка сточных вод не может достигаться путем разведения или смешивания, а это значит, что при большом объеме дополнительной воды эффект очистки не принимается в расчёт и поэтому снижение требований к сбросу сточных вод не предоставляется.

По этим причинам важен контроль расхода дополнительной воды.

К сожалению, расход дополнительной воды определить весьма сложно. Несомненным сигналом являются невысокие концентрации загрязнений на входе в сооружения (например, значение $БПК_5$ <180 мг/л). Однако, это является лишь отправной точкой. До сих пор единственным пригодным методом является – ночные измерение. Исходя из соображения, что дополнительная вода



поступает вне зависимости от времени суток, выбирают для измерения время, в которое дополнительная вода течет в канале без разбавления – без производственно-бытовых сточных вод. Эмпирически, примерно, между 3 и 5 часами ночи. Само собой разумеется, что во время измерений нежелательно поступление дождевых сточных вод способных повлиять на результат исследований.

В эксплуатационном журнале [6] имеется описание работ для определения расхода дополнительной воды (рис. 10.12). При этом различают два способа, с самопишущим расходомером и без него. Так как измерение должно проводиться в поздние ночные часы или ранним утром, его тяжело проводить без стационарного измерительного устройства и автоматической записи (с возможностью печати). В этих случаях необходимо, чтобы персонал проводил измерение с помощью мерного водослива, измерительных емкостей или другим простым измерительным методом. Это, однако, не является причиной отказа от проведения измерений. Наличие автоматического измерительного устройства значительно упрощает проведение измерений, так как здесь возможно считывание даже самых незначительных расходов с распечаток.

Одного измерения дополнительной воды не достаточно, на малых очистных сооружениях данные исследования проводятся по меньшей мере четыре раза в год, на крупных измерения проводят двенадцать раз в год.

Так как по сезонам года могут происходить большие колебания расхода, обычно расход дополнительной воды весной выше, чем осенью. Кроме того, существуют так называемые „влажные годы" и „сухие годы", которые также влияют на уровень грунтовых вод и соответственно на объем дополнительных вод.

При получении данных этих измерений управляющим, он получиает общую картину фактических воздействий. Если расход дополнительной воды составляет более 50%, то должны быть проведены целенаправленные мероприятия по сокращению её доли. Целесообразно поручить проектному инженерному бюро выяснение причин, а также разработку предложений по санации коллекторов. При этом не учитываться то, что в некоторых случаях эти мероприятия весьма трудоемки и необходима оценка действительного эффекта работ по санации. Для того, чтобы иметь возможность разрабатывать данные мероприятия, необходимо иметь результаты измерений расходов дополнительной воды.

## 10.6 Особые ситуации на производстве

Особые ситуации на производстве могут быть вызваны морозом, наводнением, штормом, распространением запаха, аварией, воздействием нефтепродуктов, выбросом токсинов или скачком pH, нарушением электроснабжения или отказом важного оборудования или устройства. Возникающие при этом проблемы весьма разнообразны. Многие из них вообще не могут быть исправлены.

Далее даются некоторые указания по эксплуатации очистных сооружений зимой, в случае наличия нефтепродуктов на канализационных очистных сооружениях, выброса токсинов и скачка pH.

### *Эксплуатация зимой*

Проблемы эксплуатация в зимний период наиболее существенно сказываются, на малых и средних очистных сооружениях из-за небольшого расхода, очень низких температурах и особенно ночью. Наиболее подвержены влиянию установки с периодической загрузкой сточной водой. Для поддержания нормального функционирования канализационных очистных сооружений зимой, требуется проведение ряда профилактических мероприятий. К ним относятся очистка от снега и льда дорожек и подступов к сооружениям, при необходимости их следует посыпать песком или золой. Необходимо избегать использования соли, так как она разъедает бетон. Для теплоизоляции возможно использование опилок.

*Трубопроводы, которые* могут быть повреждены морозом, следует заблаговременно защищать от замерзания теплоизоляцией (стиропор или изоляция при помощи соломы) или производить опорожнение трубопроводов. После опорожнения шибер необходимо оставлять открытым. Если все же трубопроводы или шиберы замерзли, из-за опасности возгорания или взрыва для размораживания нельзя использовать открытое пламя.

*Биохимические процессы* протекающие на биологической ступени канализационных очистных сооружений зависят не только от таких параметров как гидравлическая нагрузка, нагрузка на активный ил, время пребывания и т.д., известно, что эти процессы зависят также от температуры окружающей среды. Биохимические процессы очистки при понижении температуры до 10 градусов протекают в два раза медленнее. Это особенно важно, прежде всего, для канализационных очистных сооружений с про-




*Рисунок 10.12: Лист определения расхода дополнительной воды [6]*

длённым периодом пребывания сточной воды в аэротенке, в частности, в низконагружаемых аэротенках.

Обмерзание *измерительных устройств* влечет за собой неточности в измерениях или вообще их прекращение, что делает невозможным определение эффекта очистки на очистных сооружениях.

Если укрывание поплавка не предотвращает образование льда, возникает необходимость в повторном многоразовом его удалении, эффективное устранение неисправности можно достичь путем установки электрической отопительной системы.

Повреждениям подвержено также оборудование по измерению pH и концентрации кислорода. Перед началом холодного времени года электроды необходимо тщательную обмотать, при этом вкладши из стиропора в данном случае могут оказаться весьма полезными.

*Решетки* также особенно подвержены повреждению морозом, так как они на малых очистных сооружениях не приспособлены для работы в зимний период времени. При этом возможны следующие неисправности:

Отбросы примерзают к стержням и между них. Вследствие этого в одних видах решеток отбросы продавливаются через межстержневое пространство, а в других отбросы застревают и могут вызвать деформацию металлических частей. В сильный мороз может отказывать автоматическое управление, например, при переключении давления сжатого воздуха замерзают вытяжные отверстия.

Удаление отбросов зимой также вызывает определённые трудности, так как отбросы при разгрузке примерзают к поверхностям контейнеров, что затрудняет их заполнение и значительно увеличивает вес пустых емкостей.

По этим причинам решетки должны быть подготовлены к эксплуатации в зимний период.

Предупреждение образования льда достигается путем увеличения частоты включения, устройством решеток с переносной конструкцией или декоративной нишей для защиты от ветра или установкой отопления. Во многих случаях устанавливается инфракрасный излучатель.



Для удаления отбросов с решеток наиболее выгодным является прессование и упаковка в пластиковые пакеты.

В *песколовках* с автоматическим удалением песка, так как они не отапливаются, песок замерзает в сборных камерах и промывных резервуарах. Возможно замерзание поплавка вакуумного насоса и блокировочных механизмов. Самой опасным местом на песколовках является запорный механизм в бункерах для песка, поэтому отверстие воронки не должно быть слишком маленьким.

На крупных очистных сооружениях, для избежания повреждения морозом сооружений или их механизмов, решетки и песколовки следует размещать в зданиях.

*Отстойники* также подвержены повреждению из-за образования льда, так как расширение воды при замерзании может привести к повреждению стенок, поэтому образующуюся корку льда необходимо постоянно разбивать. Наружные стенки отстойников должны заблаговременно обшиваться мягкой древесиной или блоками стиропора, при этом давление льда переносится на мягкий материал.

Во избежание повреждения оборудования ломать корку льда следует осторожно, , например, при пластмассовых зубчиках из-за ломкости пластических масс и других материалов при низких температурах.

Проворачивание зубчатых колес подвижных ферм или приточной вентиляции по обледенелой поверхности предотвращается применением песка или опилок. При борьбе с льдом необходимо избегать применения соли. Дальнейшие указания смотри [18] стр. 93, 95, 192, 195.

*Аэротенки* с механическими аэраторами, как и все другие сооружения, требуют постоянного обслуживания. Лед, образующийся на вращающихся поверхностях, стояках и стенках необходимо постоянно удалять. Механическое разрушение льда следует проводить весьма осторожно, во избежание повреждения аэраторов, которые в некоторых сооружений выполнены из пластмассы. Необходимо также избегать падения наледи со стен, т.к. она может войти в соприкосновение с аэротором и таким образом повредить его.

Турбинные отверстия должны быть постоянно свободны ото льда, так как при образовании льда уменьшается расход воздуха.

Образование льда в деталях приводит к негативным последствиям, наличие льда вызывает повышенное трение и, следовательно, более высокую потребляемую мощность, которая может привести к перегрузке предохранителей. Двигатели и приводы защищают путем устройства противоветровых стенок и применением спе-циальных зимних масел.

На небольших и слабо нагруженных капельных биофильтрах, а также на биофильтрах периодического действия возможно образование льда на поверхности и в вентиляционных отверстиях у основания биофильтра, что приводит к снижению циркуляции воздуха и к повреждению биологической пленки.

Возможно появление неисправностей в реактивных оросителях при использовании смазочных материалов неправильных марок. Образование льда в выпускных отверстиях оросителей или образование льда на стенках, в частности, в прямоугольных в плане биофильтрах приводит к остановке системы орошения.

Для поддержания нормального режима работы биофильтров и во избежание возникновения неисправностей необходимо проведение следующих мероприятий:

Появление льда на поверхности биофильтра необходимо предотвращать равномерным распределением сточных вод, что достигается очисткой и регулированием выпускных отверстий спринклеров. Заблаговременное проведение этого мероприятия снижает опасность образования льда. Для смазки оросителей должны применяться только средства с низкой температурой замерзания.

Появление льда на стенках биофильтра предотвращается постоянным смачиванием относительно теплыми сточными водами, в тоже время частично приоткрывают специальные отверстия оросителей или применяют форсунки и листовые металлы.

На биофильтрах периодического действия система орошения должна регулярно опорожняться, так как в режиме эксплуатации с рециркуляцией при неоднократной циркуляции воды из вторичного отстойнике через биофильтр, может произойти сильное переохлаждение сточной воды. Увеличение циркуляции может служить методом предупреждения замерзания.



Во избежание сильного охлаждения биофильтра, вентиляционные отверстия у его основания следует частично закрывать и, в крайнем случае, биофильтр может быть частично перекрыт куполом.

Оборудование отведения осадка необходимо защищать от замерзания с помощью чехлов.

*Нефтепродукты на канализационных очистных станциях*

Несмотря на то спуск в канализацию нефтепродуктов различного происхождения запрещен на очистные сооружения со сточными водами они могут попадать. Наличие нефтепродуктов в сточной воде определяют по запаху и по присутствию масляных пятен. Концентрация нефтепродуктов в сточной воде может быть различна. Определение их количества визуально может легко привести к ошибочному представлению о количестве масла на поверхности воды, т.к. уже несколько литров вызывают огромное масляное пятно. До тех пор пока масляное пятно переливается всеми цветами радуги, его толщина не значительна и, следовательно объем его также невелик и эффективное применение связывающих нефтепродукты соединений в данном случаев не возможно. При обнаружении небольших объемов нефтепродуктов оператор очистных сооружений должен отметить факт появления в эксплуатационном журнале, так как кроме контроля на входе в очистные сооружения другого контроля не проводится. Отстойники могут отлично функционировать в качестве нефтеловушки и жироловки, единственным недостатком их является низких процент удержания плавающих веществ. Малые объемы нефтепродуктов могут удаляться на биологической ступени очистки сточных вод.

При наличии больших объемов нефтепродуктов (например, несколько сотни литров), попадающих на канализационные очистные сооружения (авария автомобиля-цистерны, намеренный или неумышленный сброс нефтепродуктов предприятием), выполнять следующие мероприятия:

1. *Ни в коем случае* нельзя прекращать впуск на канализационные очистные сооружения сточных вод; так как отстойники, в частности, резервуары дождевых вод, являются последней возможностью предотвращения попадания нефтепродуктов в водоприемник.

2. *Следует разрабатать план на случай попадания нефтепродуктов*. (При авариях автомобилей-цистерн предпринимают все меры для сбора нефтепродукты с улиц и по изоляции дождеприемников).

Если не существуют никаких дополнительных сооружений то:

3. Блокируется биологическая ступень очистных сооружений! (На станциях механической очистки необходимо руководствоваться особыми соображениями: например, окситенк: впуск в сооружение закрывается и устанавливаются плавающие перегородки; при длительном периоде аэрации, возможно, изменение функции вторичных отстойников. (Особые меры, должны быть определено заранее необходимо ли оставлять включенной аэрацию.)
4. Для проведения анализа отбирают двух литровые пробы.
5. Оповещаются *управляющие органы,* например, бургомистры, и пожарная команда, которая по возможности не покидает сооружения.
6. Управляющим органам напоминают о необходимости извещения Совета федеральной Земли и технических отраслевых органов власти (учреждение водного хозяйства и т.д.); в крайнем случае уведомление осуществляет управляющий очистных сооружений
7. В зависимости от местных условий, при дальнейшем притоке нефтепродуктов, до прибытия подсобных рабочих в трубопроводы на входе в сооружения добавляют соединения связывающие нефтепродукты, так как нефтепродукты распределены еще на малой поверхности.
8. Если приток снижается, нефтепродукты сдвигают в угол резервуара при помощи щитов или балок и, в крайнем, случае добавляют соединения связывающие нефтепродукты. Сильно перемешивают, например струей воды. Если слой нефтепродуктов на поверхности воды толще 2 см, применение соединений связывающих нефтепродукты нерационально; проще их снимать механических способом. В случае присутствия бензина нет необходимости в соединениях связывающих нефтепродукты. Необходимо отдавать предпочтение устройствам из устойчивого к воздействию соляных растворов алюминия, чем устройствам из железа, так как в первом случае снижается опасность возникновения искр. Опасность воспламенения особенно высока в середине лета.



9. Нефтепродукты собираются специальными скребками и сборниками в емкости для нефтепродуктов, в крайнем случае, в контейнера для мусора. Попадание нефтепродуктов в метантенк недопустимо.
10. В *эксплуатационном журнале* отмечают время начала и окончания притока нефтепродуктов, измеренное количество, цвет и запах.

Сжигание нефтепродуктов на канализационных очистных сооружениях допускается только после согласования с пожарной командой и, возможно, в ее присутствие. Если на сооружения постоянно поступают нефтепродукты одного и того же вида, необходимо предполагать, что виновником данной ситуации является какое-либо предприятие. Необходимо пытаться при помощи органов власти добиваться наложения штрафов на ответственных в сбросах.

*Нефтепродукты – это вещества, причиняющие большой вред и способные через поверхностные и грунтовые воды нарушить процесс водоснабжения. Они могут привести к полному выходу из эксплуатации биологических сооружений!*

При подборе соединений, связывающих нефтепродукты, необходимо обращать внимание на то, что на канализационных очистных станциях могут применяться только средства способные долгое время оставаться в толще воды без осаждения. Федеральное министерство издало руководство для „Мероприятий при авариях связанных минеральными маслами". В приложении к нему описа-ны свойства связывающих соединений.

Ни в коем случае не могут быть использованы средства, которые распределяют нефтепродукты в воде в виде эмульсии, так называемые эмульгаторы.

*Токсины и величина pH*

Влияние токсинов отмечается на канализационных очистных станциях не сразу. В редких случаях ядовитые сточные воды можно определить по цвету, например, желто-коричневый цвет хромистых промышленных сточных вод.

Часто токсины поступают одновременно с резким скачком pH, в частности, при недостаточной предварительной обработке сточ-

ных вод гальванопроизводств. Если существует обоснованное подозрение наличия токсинов, необходимо избегать попадания их в сооружения сбраживания осадка.

В очистке сточных вод, как правило, не может быть предпринято мер против токсинов или pH-ударов. Необходим отбор пробы (2 л) и определение времени, а также соответствующая запись обстоятельств в эксплуатационном журнале и на отобранной пробе. Следует оповестить о факте попадание токсинов управляющих органов.

Только путем тщательных наблюдений возможно определение виновника таких залповых сбросов, например, если они постоянно появляются в определенные дни и в определенное время. В таких случаях необходимо наличие на входе в канализационных очистных сооружений самопишущего pH-метра. Иногда для выявления виновника, возможно использование немедленного определения величины pH pH-метрами в каналах.

## 10.7 Внешний вид

Почему внешний вид должен быть соответствующим?

Для этого имеются следующие основания:

- Стоимость очистных сооружений, как сооружений, машин, дороги, освещение, кладовые и помещения, склады, люки, ограды, зеленые насаждения и т.д., составляет в большинстве случаев несколько млн. евро. Срок службы очистных сооружений продлевается тщательным обслуживанием и содержанием в исправности.
- Брак при строительстве означает почти всегда угрозу аварии, которая должна быть предотвращена.
- Канализационные очистные сооружения должны по гигиеничным причинам, во избежание угрозы персоналу, от посетителей и окружающей среды, содержаться в чистоте. Это также является частью содержания сооружений в исправности. Часто вследствие этого предотвращается образование запаха.
- Внешний вид канализационных очистных сооружений должен быть соответствующим. Состояние очистных сооружений и уровень персонала определяется по внешнему виду.
- Не ухоженные канализационные очистные сооружения часто имеют также неудовлетворительные значения концентраций на выходе.
- Законом о воде предписано наличие зеленых насаждений для включения очистных сооружений в ландшафт; зеленые наса-ждения также требуют тщательного ухода.



Перечисление основания для содержания предприятия в исправности показывает, что речь здесь идет о задачах, касающихся больше работ для привратника, чем для технического персонала.

В значительной степени это также работа по борьбе с негативным влиянием погодных условий. Близость сточных вод усиливает это влияние. Под погодой здесь понимается дождь (вода), ветер (воздух), солнце (свет), температура (жара, холод). Здесь не нельзя говорить о хорошей или плохой погоде, так как каждая погода может вызывать негативное влияние.

Следующие требования верны для всех видов сооружений.

Если поверхность металла разъедается или разрушаются под воздействием химических или электрохимических реакций – такой процесс называется коррозией. Известной разновидностью коррозии является образование ржавчины. Большей частью коррозионный слой образовывается на поверхности. В некоторых случаях имеется также точечное воздействие, которое также называется сквозной коррозией. Металлы, прежде всего, сталь, но также и оцинкованная сталь, защищаются от коррозии путем нанесения различных покрытий, чаще всего красок. Горячая оцинковка сама по себе является очень действенным методой защиты от коррозии. Для нанесения покрытий существует специальный норматив: DIN 50 900, 55 928 и 18 364 (VOB. Часть C). Для этого весьма важными является грунтование и предварительная очистка. Существует нормированные степени чистоты. Предварительная очистка может проводиться:

Ручной щеткой (проволочной щеткой)
Машиной для удаления ржавчины (щеточные машины, шлифовальные или точильные круги)
Струей песка или специального средства согласно DIN 8 201
Пламенем при помощи инжекторной горелки
Или ацитилен-кислородным пламенем
Травлением (например, опусканием в фосфорную кислоту)
Преобразованием ржавчины (для стали не допустимо).

Как правило необходимо удаление ржавчины до чистого металла.

Для нанесения покрытия возможны следующие методы:

Вальцевание или при помощи валиков (плохой метод)
Окраска (хорошо)
Торкретирование (хорошо для слоев после окраски)
Опускание в краску (возможно только для маленьких деталей)
Шпаклевка (для некоторых видов пластмассы).

Важно, чтобы поверхность была сухой перед нанесением защитного слоя. Обычно наносится от 2 до 4 слоев. Толщина этих слоев указывается в долях миллиметров = микрометрах. Толщина слоя составляет, например, от 80 до 120мкм, покрытия полностью от 400 до 600 мкм. В качестве материалов первого слоя используются, например, битумы или цинковые краски, для дальнейших слоев эпоксидные или полимерные покрытия.

Выбор материала определяется нагрузкой на объект со стороны внешней среды и сточной воды. Существуют различия, находится ли объект в сухом, обогреваемом помещении или в зоне смены воды первичного отстаивания. Городская атмосфера агрессивнее, например, чем воздух вне города. Морской воздух создает дополнительную нагрузку. Движение – это серьезные механические нагрузки. Если резервуары перекрываются, то по нагрузке определяет содержимое сооружения, например, жидкое топливо или растворитель и т.д.

Особенным способом защиты от коррозии является катодная защита. Весьма упрощенное объяснение: металлы более или менее благородны, например, золото благородный металл, железо меньше, цинк еще меньше, алюминий еще менее благородный металл. Если, например, в сточных водах соприкасаются 2 металла, корродирует всегда менее благородный. Таким образом, например, части стали не корродируют, до тех пор пока есть покрытие из цинка. Эти данные используются специалистами для защиты от коррозии, неблагородные металлы помещаются в анодную среду, то есть на металлические части воздействуют слабым электрическим током. Эти катодные методы используются, прежде всего, для трубопроводов. При использовании алюминия в железобетонных сооружениях влияния коррозии может возникать из-за контакта с бетоном. Поэтому на канализационных очистных сооружениях избегают использования алюминия, кроме



только, устойчивого к соляным растворам алюминия. В целом предпочтительно использование нержавеющей стали.

Для облегчения проведения мероприятий по защите от коррозии организация ATV-DVWK Бавария издала постановление по защите от коррозии составленную по аналогии с постановлением по обслуживанию технического оборудования (издательство F. Hirthammer).

Коррозии также подвержены сооружения из бетона. Для железобетона имеет значение воздействие на арматуру. В большинстве случаев сначала покажется ржавчина, а потом начнет разрушаться бетон из-за контакта с ржавой сталью. Часто мероприятий по перекрытию сооружений недостаточно т.к. вода проникает через мелкие трещины и достигает арматуры. Для устранения коррозии необходимо очистить бетон до чистого не подвергшегося коррозии бетона и очистить стальную арматуру. Ржавчину удаляют при помощи щеток или струей песка; затем сталь изолируется, например, пластмассой, после этого накладывается ремонтный слой, например, из пластмассы, цемента, песка и воды. Соединения повреждаются быстрее, чем остальные части сооружения. Необходимо также бороться с выцветанием. Например, бетон, чистят и моют кислым чистящим средством, затем закрывают раствором синтетического материала. Нельзя забывать для бетонных поверхностей, что соль зимой разъедает бетон. На это необходимо обращать внимание на стеновых поверхностях, по которым передвигаются зубчатые колеса подвижных ферм.

Сооружения или части сооружений из древесины должны также защищаться регулярно от влияния погодных условий путем окрашивания. Для фасадов окон около 5 лет, для внутренних сторон окон от 6 до 7 лет. Стены из древесины необходимо обрабатывать каждые 3–5 лет специальными пропитывающими средствами.

Нельзя поручать данные работы персоналу канализационных очистных сооружений; этим должны заниматься специализированные фирмы. Только небольшие работы по ремонту должны производиться персоналом предприятия. Задачей персонала предприятия является своевременное указание на то, когда и какие виды работ необходимо выполнить и оповестить об этом управлябщего.

К внешнему виду сооружений относится кроме сооружений также следующее:

*Дороги*

К ним относятся мостки, лестницы, стремянки и покрытия. Они должны держаться в чистоте и находиться в исправном состоянии. Повреждения должны быть своевременно определены и устранены. На дорогах нельзя оставлять никаких предметов. Осенью должна удаляться листва, зимой снег и лед; по возможности без применения соли.

*Ограждения*

Ограждения (высотой минимум 1.50 м) должны предотвращать доступ посторонних из соображений безопасности. Ворота должны оставаться закрытыми, чтобы посторонние, прежде всего, дети, не могли приблизиться к резервуарам. Ограда должна через регулярные промежетки времени проверяться, по крайней мере раз в 3 месяца. О повреждениях необходимо сообщать и как можно быстрее устранять.

*Освещение*

Освещение должно способствовать без аварийной эксплуатации сооружений и освещению помещений. Поэтому при въезде в ворота должен быть размещён переключатель. Не постоянно использующиеся осветительные приборы необходимо еженедельно проверять. О поврежденных осветительных приборах необходимо сообщать; в простых случаях их необходимо заменять. Для замены следует иметь запасные лампы.

*Зеленые насаждения*

На канализационные очистные сооружения имеются большие площади, на которых по различным причинам посажены трава, кусты, деревья или цветы. Заботится о них призван либо садовник, либо специальная фирма. В противном случае местность выглядит неухожено. Уход за зелеными насаждениями весьма трудоемок.

Посадки не должны мешать эксплуатации канализационных очистных сооружений. Поэтому нерационально сажать кусты, деревья или цветы в непосредственной близости от резервуаров



или биофильтров. Лиственные деревья могут привести при близости резервуаров при листопаде осенью к большой дополнительной работе и иногда даже к нарушениям нормальной работы.

Наибольший объем работ лежит по уходу за газонами, но с существующими сегодня косилками это не является серьезной проблемой, откосы могут приводить к затруднениям по уходу за насаждениями. Здесь необходимо использование моторных косилок. Такие животные, как овцы оправдали себя как „биологические газонокосилки". Необходимо заботиться об изгородях и обрабатывать их как минимум один раз в год. Для этого существуют электрические ножницы для изгородей. Их надо держать обеими руками во избежание травм кистей рук.

В удобрениях (минеральных удобрениях) обычно на канализационных очистных станциях для ухода за растениями не нуждаются, так как в распоряжении имеется осадок сточных вод, возможно даже компостированный. Меры по борьбе сорняками должны проводиться как можно более редко.

*Животные паразиты*

Борьба с паразитами – это особая проблема. Речь идет о насекомых, иногда также птицах (чайках и воронах) и, наконец, крысах. Для птиц достаточно прикреплений одной мертвой птицы к перилам. Из насекомых наиболее надоедливыми являются мухи. Обычно мухи появляются только если отбросы с решеток или песок из песколовок лежат не в контейнерах, а открыто. Здесь необходимо использование контейнеров с крышками. Летом полезно использование малого количества хлорной извести. Муха- *psychoda* из биофильтра вполне безвредна, однако может относиться ветром большими роями. Контрмероприятия см. в указаниях по эксплуатации биофильтра.

Целенаправленной борьбы с крысами правтически не избежать, если канализационная сеть подверглась нападению крыс. Крысы разносят болезнетворные микробы из сточных вод. Они переносят также возбудителей тифа и холеры. Законодательной основой для борьбы являются нормы, записанные в законе об эпидемиях (BCG) от 18.12.79, §13.

Большей частью крысы появляются из канализационной сети. Самое важное правило – это чистота. Рабочие устройства не

должны лежать как попало, а находиться в недоступных для крыс местах или положениях. Как уже было отмечено выше для защиты от мух и крыс, отбросы должны храниться в контейнере.
Одноразовых контрмероприятий недостаточно, крысы появляются снова и снова, до тех пор пока они знают, что могут найти пищу на очистных сооружениях. Это имеет особое значение для решеток и песколовок. Борьба должна быть технически правильной, так как применяемые средства обладают потенциальной опасностью и для человека, животных и окружающей среды. Необходимо соблюдать положения специальных законов федеральных земель о защите животных.



# 11. Гигиена

Отведение и очистка сточных вод служит в первую очередь для предотвращения эпидемий среди людей и животных. Таким образом, сбор и очистка сточных вод означает не только охрану водоемов от загрязнения, но в большей мере медицинскую профилактику (гигиену). При отсутствии гигиены эпидемии легко распространяются. Они могут вызываться:

- Непосредственным контактом больных со здоровыми людьми;
- Косвенной передачей от человека к человеку через вещи, столовой посуду, загрязненные продукты и загрязненную питьевую воду;
- Через животных переносчиков болезней (например, крыс).

До устройства в прошлом столетии систем сплавной канализации во многих городах случались эпидемии, которые вызывались питьевой водой, загрязненной сточными водами.

В коммунальных сточных водах микробное число составляет более 1 млн. бактерий на 1 мл. Большинство из них безвредно для человека. Например, бактерии вида Bacterium coli, которые чаще всего обитают в кишечнике человека, используются в бактериологии как „показатель загрязнения сточных вод". Bacterium coli могут при определенных условиях служить причиной развития инфекций у человека. Почти всегда городские сточные воды содержат, также возбудителей болезней, а именно бактерии (патогенные бактерии), вирусы, а также яйца гельминтов. Эти возбудители болезней называются также патогенными микроорганизмами. Патогенный – означает вызывающий болезни.

## 11.1 Возбудители болезней в сточных водах и осадке

К главным группам возбудителей болезней принадлежат

1. Патогенные бактерии:

   Бактерии группы сальмонелл; они вызывают такие заболевания как – тиф, паратиф и сальмонеллез.
   Шигеллы; они вызывают дизентерию (сильную диарею, кишечное кровотечение).
   Туберкулезные палочки; они вызывают различные симптомы, по которым определяется туберкулез.

Болезнь Weil'sche – это подлежащее регистрации инфекционное заболевание. Оно вызывается очень подвижным, спиралеобразным возбудителем (лептоспирой). После 1-2 недельного периода инкубации начинается сильная лихорадка с особенно сильными болями в икрах, затем начинается желтуха, воспаление почек и вспучивание селезенки. Смертность составляет 10 – 20%. Возбудители переносятся, прежде всего, через инфицированных крыс и их мочу в сточные воды или на различные предметы и при прикосновении через мельчайшие повреждения кожного покрова могут проникать в тело человека.
Бактерии вида Tetanus- вызывают столбняк. Это заболевание не является типичным переносимым сточными водами заболевание. Оно вызывается бактерией, которая часто встречается в земле, пыли и в древесине. При повреждениях кожи или открытых ранах персонал предприятия может быть поражен этой инфекцией. Болезнь, отличается растяжением и жесткостью в мышцах и напряжением мышц, которое может привести к летальному исходу.

2. Вирусы:
Наряду с бактериями в сточных водах могут содержаться также вирусы, особенно те, которые обычно располагаются кишечнике. Самый главный представитель этих вирусов – это Poliomyelitis-Virus, вызывающий полиомиелит. Другие, содержащиеся в сточных водах вирусы могут вызывать лихорадочные заболевания, прежде всего у детей. К вирусам также необходимо отнести определенные формы желтухи (гепатита). Вирусы чрезвычайно малы и могут размножаться лишь в живых клетках. По современным данным вирус СПИДа (ВИЧ) через сточные воды не передается.
Возникшее в связи с кризисом BSE (коровьего бешенства) обсуждение возможной угрозы переноса BSE (губчатого энцефалита) через сточные воды или использование осадка не закрыто. Однако не существует подтверждений наличия возбудителей коровьего бешенства в самих сточных водах или осадке сточных вод. Также не найдена возможная связь с эпидемиями ящура.

3. Яйца гельминтов:
Яйца гельминтов всегда присутствуют в сточных водах. Так как они тяжелее воды, в хорошо рассчитанных первичных



отстойниках они седиментируются, однако часто не уничтожаются в сооружениях сбраживания осадка. Они могут в течение месяцев, а иногда и лет сохранять возможность развития в сточной жидкости.

## 11.2 Поведение возбудителей болезней в процессе очистки сточных вод

В процессе очистки сточных вод достигается удаление до 90% яиц гельминтов и патогенных микроорганизмов. Однако, из-за большого количества их можно обнаружить на выходе из биологической ступени очистных сооружений. Число вирусов в сточной воде в процессах очистки почти не снижается.

Образующийся на очистных сооружениях осадок всегда содержит патогенные бактерии и яйца гельминтов. В сброженном осадке также возможно наличие патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов. Такой осадок, не прошедший специальной обработки называют „не полностью обеззараженным". Осадок сточных вод, прошедший тепловую обработку (65 – 70°C) минимум в течение 20-30 минут, до или после сбраживания („пастеризованный осадок"), или в присутствии более высоких температур (= „термически кондиционированный"), или компостированный осадок считается обеззараженным.

## 11.3 Основы гигиены на канализационных очистных сооружениях

Несмотря на существующую инфекционную угрозу для персонала канализационных предприятий, прежде всего людей, работающих в канализационной сети, согласно статистической документации уровень заболеваемости у них не выше, чем у других групп населения. Очевидно, это связано в тем, что персонал менее восприимчив к воздействию инфекционных заболеваний, и обладает определенным „иммунитетом". Утверждается, что аэрозоли, т.е. микроскопические капли воды, уносимые, например, механическими аэраторами, создают повышенный риск инфицирования людей.

Однако согласно исследованиям персонал очистных станций более подвержен простудным заболеваниям, хотя количество подлежащих регистрации инфекционных заболеваний не выше,

чем у остальных групп населения. Лучшей защитой от заболеваний служит личная гигиена основным требованием, которой является чистота. Большинство из нижеследующих пунктов прописаны в правилах безопасности GUV 17.6:

1. Постоянно носить защитную одежду. В рабочей одежде нельзя заходить в жилые помещения (грудные и маленькие дети более восприимчивы к инфекциям, чем взрослые). Защитную одежду нельзя стирать дома.
   Работодатель обязан не только обеспечить персонал защитной одеждой, но и позаботиться об ее очистке. Если очистка не производится в центральной прачечной, для этого на канализационных очистных станциях должна иметься специальная полностью автоматизированная стиральная машина.
2. При проведении «грязных» работ необходимо надевать резиновые перчатки. К таким работам относятся работы, при которых возможно соприкосновение со сточными водами, осадком сточных вод или отбросами с решеток.
3. После рабочего дня рабочие должны принимать душ (принимать душ лучше, чем принимать ванну) и переодеваться (включая смену белья). Защитная одежда хранится отдельно от обычной одежды (двойной шкаф).
4. После непосредственного контакта со сточными водами и перед каждым приемом пищи персонал обязан мыть руки с мылом специальной щеткой и после этого обрабатывать их дезинфицирующим раствором на базе спирта (например, Sterillium, Septical) в предписанной концентрации и ополаскивать руки чистой водой. Для вытирания должны использоваться только бумажные полотенца. До начала работ необходимо применять средства защиты кожи и после каждого мытья рук средство для ухода за ней.
5. Приём пищи не может проходить в рабочих помещениях, а должны проводиться в отдельном помещении. Если это не возможно, то они проходят, по крайней мере, за особым столом, который никогда не приходит в соприкосновение с пробами сточных вод.
6. Отбросы с решеток нельзя оставлять свободно лежащим (мухи, крысы, чайки!).
7. В случае наличия на очистных сооружениях крыс, должна проводиться целенаправленная борьба с ними (крысы переносят, например, Болезнь Weil'sche). Обращение с приманками требует определенной компетентности (см. также раздел 10.7, паразиты).
8. Необходимо обращать внимание и обрабатывать даже самые мельчайшие повреждения, особенно на руках. Их необходимо дезинфицировать специальным антисептическим (стерилизующим) раствором (применение раствора йода не целесообразно). С открытыми ранами кожного покрова запрещено производить работы на канализационных очистных станциях! Травмы должны обрабатываться врачом (в том числе по правилам страхования). В случае наличия небольших ран, не исследованных врачом, необходимо заносить в специальную книгу, находящуюся в аптечке первой помощи дату, разновидность и причину травмы.
9. При подозрительных симптомах врачу необходимо сообщать о том, что местом работы являются канализационные очистные сооружения.
10. Производить прививки (столбняк, детский паралич и тиф). Члены семьи обязаны также принимать участие в пероральной вакцинации против детского паралича. Защита от столбняка после первичной иммунизации включает 3 вакцинации в течение года, обновление необходимо вакцинации каждые 10 лет.
11. Целесообразно, чтобы работающие на канализационных очистных станциях люди раз в год проходили обследование у частного или городского врача, в целях как можно более ранней диагностики болезней, например, хронических поражений кожи, которые могут появляться при работе без перчаток или без надлежащего использования дезинфицирующих средств.

Для регулярного медицинского обследования персонала предприятия рекомендуется следующее:

- Исследование крови: гемоглобин, скорость оседания эритроцитов, эритроциты, лейкоциты, гемограмма;
- Моча: на белок, сахар, уробилиноген;
- Состояние печени: трансаминазы, отрицательный анализ на гепатит (если ранее не проводилось исследований давших положительный результат);
- Исследование кожи при особом внимании на наличие аллергических реакций;
- Исследований дыхательных путей;

– Проверка состояния прививок: вакцинация против столбняка обязательна. Для рабочих, работающих на канализационных сетях, желательна также вакцинация против гепатита А и В (как комбинированная прививка).

При проведении медицинских работ необходимо соблюдать предписание о предупреждении несчастных случаев „Медицинская профилактика" (GUV 0.6) и памятка „Медицинская профилактика и консультации в области обработки сточных вод" (GUV 21.14).

При проведении предварительного медицинского осмотра необходимо рекомендовать дополнительное (контрольное) обследование через 2 месяца, для заблаговременного выявления возможных аллергических реакций. В случае отсутствия каких либо особенностей показаны ежегодные обследования. Затраты на медицинские обследования несет предприятие.

Согласно закону об охране труда работодатель обязан предпринимать меры к снижению опасности работ и опасности для здоровья. По результатам оценки возникающих на рабочем месте угроз и нагрузок он должен предпринимать необходимые меры по предотвращению несчастных случаев на производстве и снижению нагрузки на здоровье персонала. Согласно §6 закона об охране труда необходимо документировать результаты оценки возникающих на рабочем месте угроз. Основой для проведения оценки служит брошюра „оценка угроз и нагрузок в рабочем месте" GUV 50.11.

Персонал предприятия канализационных сооружений подчиняется также „постановлению о надежности и охране здоровья при видах деятельности сопряженных с биологическими рабочими материалами (Biostoffverordnung-BioStoffV)" от 27.01.1999, особенно при проведении работ сопряженных с соприкосновением с такого рода материалами. Под биологическими рабочими материалами понимают в данном случае сточные воды и осадок сточных вод. Под действие BioStoffV подпадают люди, работающие в лаборатории. Руководство содержит минимальные предписания, при соблюдении которых возможно достижение необходимого уровня охраны здоровья. Основой BioStoffV является оценка риска для персонала, занятого в области очистки сточных вод и распределение их по категориям в одну из 4 групп риска. Согласно проведенным исследованиям персонал, занятый на канализационных сооружениях, как правило, относится ко второй группе риска. Действенная профилактика для этой группе 2 состоит в нормальной личной гигиене данного круга лиц. Памятка GUV 27.11 предлагает для этого несколько дополнительных советов.



*Личной гигиеной и ухоженными канализационными очистными сооружениями персонал предприятия способствует проявлению уважения со стороны населения.*

# 12. Предупреждение несчастных случаев

## 12.1 Законодательные основы и организация государственного обязательного страхования от несчастных случаев

В основе всех *рабочих, служебных или образовательных взаимоотношений, положены законодательные основы в соответствии с которыми персонал согласно* застрахован от последствий несчастных случаев на производстве и профессиональных болезней, при этом гражданство, возраст и уровень дохода значения не имеют. (§ 539 часть ) 1 государственный порядок страхования [RVO]).

Персонал канализационных сооружений также относится к кругу застрахованных лиц.

Обязательное государственное страхование от несчастных случаев, как и обязательное государственное страхование на случай болезни и законодательное пенсионное страхование, является частью *социального страхования*. Это – обязательное страхование. Законодательной основой страхования от несчастных случаев является *социальный свод законов* (SGB) с *государственным порядком страхования* (RVO). Заключение частных договоров о страховании от несчастных случаев не заменяет обязательное государственное страхование от несчастных случаев.

Основой обязательного государственного страхования от несчастных случаев являются профессиональные промышленные товарищества (общества), профессиональные сельскохозяйственные товарищества и общественные организации, несущие расходы страхования от несчастных случаев. Профессиональные товарищества специально разделены по отраслям промышленности. Общественные организации, несущие расходы на страхование от несчастных случаев – это федерация, федеральные земли, союзы страхования от несчастных случаев общин и отдельные общины (города с собственным страхованием от несчастных случаев). Задачи федерации, федеральных земель и общин выполняют специальные органы исполнительной власти. Союзы страхования от несчастных случаев общин – это объединения общин.



*Профессиональные товарищества и союзы страхования от несчастных случаев общин* – это организации общественного самоуправления.

Органы исполнительной власти подчиняются организациям несущим расходы по страхованию от несчастных случаев (федерация, федеральная земля, община).

Каждый предприниматель (в зависимости от направления деятельности) согласно закону является членом одной из таких организаций несущих расходы по страхованию от несчастных случаев. Средства для покрытия расходов страхования от несчастных случаев вносятся только предпринимателями (работодателями).

## 12.2 Задачи обязательного государственного страхования от несчастных случаев

Задачами обязательного государственного страхования от несчастных случаев согласно § 537 RVO являются:

Предотвращение несчастных случаев на производстве *)

При несчастном случае на производстве возмещение ущерба пострадавшим.

*) Под „несчастным случаем на производстве" следует понимать - несчастные случаи на производстве, несчастные случае по дороге на работу или по дороге с нее и профессиональные заболевания.

Для предотвращения возможного ущерба, все организации несущие расходы по обязательному государственноиму страхованию от несчастных случаев должны всеми доступными средствами заботиться о предотвращении несчастных случаев на производстве и о действенной первой медицинской помощи (§ 546 RVO).

Для решения этой задачи организации несущие расходы по обязательному государственному страхованию от несчастных случаев разрабатывают правила безопасности, руководства и правила надежности, которые должны исполняться как управляющим руководством или его уполномоченными, так и застрахованными лицами.

Если члены или застрахованные лица умышленно или случайно нарушают правила безопасности, организация, несущая расходы

страхования от несчастных случаев может устанавливать денежный штраф до 20 000, – ДМ.

Организации несущие расходы по страхованию от несчастных случаев через специально подготовленного Технического и санитарного инспектора должны наблюдать за предупреждением аварий и при необходимости консультироваться. Ответственным за мероприятия по предупреждению аварий является руководитель предприятия или его уполномоченный.

*Затраты при несчастном случае на производстве*

Обязательное государственное страхование от несчастных случаев покрывает все затраты, если авария произошла при выполнении застрахованных видов деятельности. Собственная вина при этом не имеет значения, разве только, если авария была вызвана намеренно. Возмещение морального и материального ущербов на основе правил RVO не предоставляются. Затраты охватывают наилучшее восстановительное лечение без ограничений по времени, а также профессиональная помощь и пенсия. Под профессиональной помощью понимают затраты, которые требуются, чтобы содействовать пострадавшему в возобновлении его (ее) профессиональной деятельности или, если это не возможно, по обучению другой, по возможности равноценной профессии (реабилитации). Пенсия по состоянию здоровья предоставляется в случае, если несчастный случай привел к уменьшению работоспособности минимум на 20%, (отмечается по прошествии 13 недель после аварии).

## 12.3 Мероприятия по предупреждению аварий

Проведение мероприятий по предупреждению аварий в области очистки сточных вод – это весьма обширное направление.
**Согласно правилам безопасности „Технические установки по обработке сточных вод" (GUV 7.4) и „Правилам надежности работ в закрытых помещениях технических установок по обработке сточных вод – эксплуатация." (GUV 17.6) описаны следующие важные мероприятия по предупреждению аварий.**

*Работы в резервуарах и лотках*

Персонал канализационных очистных станций, работающий на данных сооружениях должен уметь плавать.



Не имеющие плавать при выполнении данных работ должны иметь специальные средства спасения (например, спасательный жилет).

Открытые резервуары, лотки и т.п., в которых при проведении строительных или производственных работ может произойти несчастный случай, влекущие за собой особенно тяжелые последствия, должны быть оснащены специальными предохраняющими устройствами, например, перилами высотой 1 м. При работах в резервуарах или лотках, которые не могут оснащаться перилами, например, если предусмотрено движение скребка по стенке, необходимо рекомендовано ношение полностью автоматических надувных спасательных жилетов (рис. 12.1). Все работы в открытых резервуарах, лотках и приемных камерах насосов опасны т.к. существует возможность падения внутрь. Если количество персонала допускает в этом случае нельзя производить работы одному человеку.

*Рисунок 12.1: Спасательные жилеты*

Весьма высока опасность утонуть в аэротенке. Из-за добавления воздуха в воду тело человека становится тяжелее, чем рабочая смесь воздуха и воды, вследствие этого при падении в аэротенк трудно выплыть. Кроме того, необходимо помнить, что в аэротенке всегда очень сильное течение. В аэротенке обязательно устройство защитных перил или других устройств.

*Рабочие места в скребках и сороудерживающих решетках*

Сточные желоба и некоторые части отстойника часто засоряются и, поэтому, должны быть очищены скребками. Для этих работ должны быть организованы специальные рабочие места для очистки скребков. В качестве рабочего места ни в коем случае не могут быть использованы перегородки резервуара.

Приводы измерительных приборов должны регулярно обслуживаться. Очень часто приводные двигатели и приводы расположены так высоко, что их невозможно достать с пола. Для работ в высоко расположенных унифицированных узлах привода должны быть организованы специальные места для возможности проведения работ персоналом, например, площадка технического обслуживания.

*Направление работ и транспорт, а также зеленые насаждения*

Чаще всего несчастные случаи на канализационных очистных станциях случаются из-за того, что персонал спотыкается и поскальзывается в местах проведения работ или на транспортных путях. Персонал канализационных очистных станций должен обращать внимание на то, чтобы все места проведения и направления движения людей быть чистыми, например, от сточных вод, осадка. В случае присутствия снега и льда необходима организация мер по предотвращению возможности падения людей, например, посыпка песком.

Обработка зеленых насаждений на канализационных очистных станциях производится, как правило, газонокосилками. При проведении работ с газонокосилками необходимо носить защитную обувь. При проведении данного вида работ на неровной поверхности канализационных очистных станций существует большая опасность повреждений ног вращающимся ножом при падении работающего.



*Колодцы, приемные камеры насосов, опорожненный метантенк и т.д., обход каналов.*

Во избежание травм пальцев и кистей при поднимании и удалении крышек люков необходимо использовать специально предназначенные подъемники. При проведении работ в колодцах на канализационной сети, в каналах всегда необходимо обращать внимание на наличие там ядовитых и взрывоопасных газов, а также на кислородную недостаточность. Перед тем, как спускаться в колодцы и каналы их необходимо хорошо провентилировать. В теплое время года, если температура в колодце и канале ниже атмосферной, вентиляции не достаточно, поэтому необходимо проводить техническое проветривание вентиляторами с подачей свежего воздуха к месту проведения работ. Оно считается достаточным, если, например:

- поток воздуха в канале составляет 600 м$^3$/час на каждый м$^2$ сечения коллектора или трубопровода;
- в других сооружениях, например, приемных камерах насосов и т.д. обмен воздуха должен происходить от 6 до 8 раз в час

Перед началом обхода, а также во время проведения работ необходимо постоянно проверять, достаточно ли вентилируется сооружение, при этом:

- содержание $O_2$ должно составлять более чем 17%,
- коцентрация горючих газов или паров составлятьменее 10%; ниже границы взрыва
- не должна достигаться вредная для здоровья концентрация ядовитых горючих газовых смесей и паров.

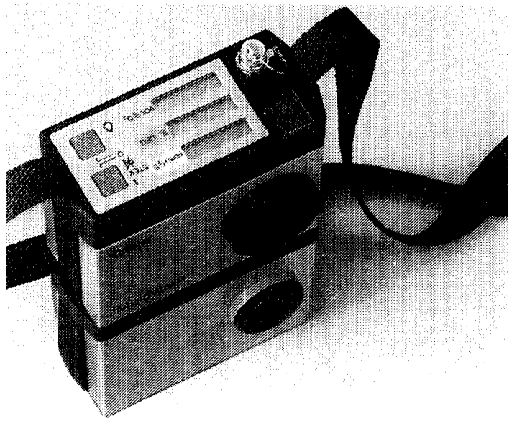


*Рисунок 12.2: Измерительные приборы газовой смеси (Dräger)*

*Рисунок 12.3. Применение в канале сигнального прибора газовой смеси (Источник Neotronics)*



Для проведения измерений рекомендуется установка измерительных приборов газовой смеси. Существуют персональные устройства защиты, которые могут измерять, например, $O_2$, $CO_2$, $H_2S$ и $CH_4$ (рис. 12.2 и рис. 12.3) одновременно. В метантенках целесообразно применение сигнальных приборов газовой смеси, измеряющих также уровень $CO_2$. Все измерительные приборы газовой смеси имеют ограниченный срок службы и должны регулярно проверяться и проходить калибровку. Из соображений безопасности должна соблюдаться рекомендованная фирмой изготовителем периодичность технического обслуживания.

*Рисунок 12.4: Спасательное подъемное устройство, рабочие штаны со спасательным поясом*

Согласно DIN (немецкого промышленного стандарта) 7478 каждый рабочий должен носить спасательный пояс или специальные рабочие штаны со спасательным поясом (рис. 12.4). В случае если колодец глубже, чем 2 м в спасательный пояс необходимо помещать трос надежности с находящимся на высоте затылка ушком крепления. Конец троса надежности необходимо укреплять выше люка, таким образом, чтобы оно не могло упасть в колодец. Предписано ношение в качестве защитной одежды специальной обуви и защитного шлема (каски).

При проведении работ в колодцах необходимо, чтобы второй человек находился постоянно в пределах видимости и слышимости для обеспечения надежности и в случае необходимости помощи или организации работ по спасению. При обходе каналов третье лицо обязательно должно находиться в пределах видимости и слышимости у основания колодца.

Чтобы в случае опасности существовала возможность быстрого подъема персонала, необходима установка спасательного подъемного устройства (рис. 12.4).

*Шумовое загрязнение*

Из-за монтажа газовых двигателей и строительство компрессорных станций для воздуха и газовой смеси на многих канализационных очистных станциях возникает интенсивное шумовое загрязнение. Измерения шума показывают, что на этих предприятиях, как правило, превышается дозволенный уровень шума в 85 dB.

В случае превышения границы в 85 dB возможно появление нарушения слуха. Высоко-восприимчивые нервные клетки человеческого слуха должны быть защищены от перегрузки, так как при перегрузке клеток слуха в течение долгого периода времени существует опасность постоянных не излечимых повреждений слуха.

Предприятия и помещения, в которых уровень шума превышает границу в 85 dB, должны быть обозначены табличками „Личная звукоизоляция!" и персонал, работающий в них, обязан носить защитные звукоизолирующие устройства (например, бируши). Предприниматель (руководитель предприятия) должен заботиться о том, чтобы застрахованный персонал, которые занят на таких работах, постоянно проходил профилактические обследования.



*Взрывоопасные газы*

Из-за выпуска горючих жидкостей, как, например, бензин и т.д. в сточные воды, возможно появление на канализационных очистных сооружениях, особенно в подземных, а также закрытых приемных камерах, измерительных устройствах, песколовках и приемных камерах насосов взрывоопасных газовых смесей. Во избежание опасности взрыва, необходимо проведение профилактических мероприятий защиты от взрывов в вышеперечисленных закрытых сооружениях. Здесь необходимо применение сигнальных приборов, которые также измеряют уровень $CO_2$.

На канализационных очистных сооружениях с собственным производством газа используется смесь газов, основные компоненты которой метан и углекислый газ при смешении с воздухом образуют взрывоопасную смесь. При строительстве и эксплуатации оборудования для производства газовой смеси, сохранения газовой смеси и трубопроводов должны строго соблюдаться предписания защиты от взрывов.

Рекомендуется руководство по защите от взрывов (GUV 19.8).

## 12.4 Первая медицинская помощь

На канализационных очистных сооружениях должен обязательно быть как минимум один специалист, имеющий медицинский диплом для оказания первой помощи. При количестве застрахованного персонала более 20 человек 10% из этого числа должны иметь диплом для оказания первой помощи. Такие специалисты должны, по меньшей мере, один раз в три года принимать участие в семинарах по повышению квалификации.

Для действенной первой медицинской помощи важно, чтобы такой специалист находился при каждой рабочей бригаде, которая занята вне территории канализационных очистных сооружений. Это должно достигаться образованием персонала предприятия.

В соответствии с числом занятого персонала должен существо-вать запас медикаментов и средств оказания первой помощи. На канализационных очистных сооружения с персоналом до 20 человек целесообразно иметь одну малую аптечку с перевязочным материалом в соответствии с немецким промышленным стандартом 13157 (малая аптечка для перевязочного материала С).

Каждая рабочая бригада, которая работает вне канализационных очистных станций, должна иметь при себе аптечку первой помощи, например, малую аптечку с перевязочным материалом. Аптечка первой помощи должна быть защищена от вредных воздействий, и легко доступна в любое время. При использовании средств первой помощи необходимо своевременное их пополнение.

На основе существующей в области сточных вод повышенной опасности инфицирования, необходимо обращать внимание на все даже маленькие повреждения. В случае крупных травм необходим срочный вызов врача и обследование.

## 12.5 Идентификация несчастных случаев

Предприниматель должен сообщать обо всех несчастных случаях, которые привели к смертельному исходу или нетрудоспособности более 3 дней. Если пострадавший не имеет государственного страхования от болезней, о несчастном случае необходимо сообщать в любом случае без указанных выше ограничений, т.к. возникает необходимость в медицинском обслуживании или другие расходы. О несчастном случае необходимо сообщать в течение 3 дней, после того, как предприниматель узнал о нем, согласно законодательным предписаниям идентификации несчастных случаев.

О случаях со смертельным исходом, а также о других тяжелых несчастных случаях или массовых несчастных случаях необходимо сообщать сразу же по телефону. Предписания об обязанностях предпринимателя действительны и в случае профессиональных болезней. Принципиально необходимо указывать каждое оказание первой помощи. При заполнении идентификационного листа несчастных случаев необходимо, чтобы описание несчастного случая и его причина было правильным (честным). Несчастные случаи с маленькими травмами заносятся в книгу союза (– GUV 40.6) (бланки для идентификации несчастных случаев доступны в книготорговле).

## 12.6 Предписания по безопасности труда

Чтобы гарантировать безопасность на рабочем месте необходимо соблюдать и применять соответственно с особыми условиями эксплуатации, государственные предписания охраны труда и правил безопасности профессиональных обществ.



При организации мероприятий по безопасности труда и предупреждению аварий необходимо в качестве регулирующего механизма также учитывать ATV-DVWK [4], нормы немецких промышленных стандартов DIN, правила Союза немецких электротехников и т.д.

Важны следующие предписания по безопасности труда:

*Государственные предписания охраны труда*, например:

- Постановление о системах электрооборудования в поврежденных взрывом помещениях (ElexV) (1/309 ZH)
- Постановление об установках складирования, раздачи и транспортирования горючих жидкостей (постановление о горючих жидкостях – VbF)

*Правила безопасности, руководства, правила защиты от несчастных случаев (UVV) и бланки* профессиональных обществ, например:

| | |
|---|---|
| UVV Общие предписания | GUV 0.1 |
| UVV Системы электрооборудования и средства производства | GUV 2.10 |
| UVV Первая медицинская помощь | GUV 0.3 |
| UVV Предварительные медицинские работы | GUV 0.6 |
| Памятка „Предварительные медицинские работы и консультации в области сточных вод" | GUV 21.14 |
| UVV Технические установки обработки сточных вод | GUV 7.4 |
| UVV Шум | GUV 9.20 |
| UVV Работы с потоками жидкостей | GUV 3.9 |
| Правила надежности для канализационных очистных сооружений – Строительство и оборудование – | GUV 17.5 |
| Правила надежности для работ в закрытых помещениях сооружений очистки сточных вод – эксплуатация– | GUV 17.6 |
| Руководства защиты от взрыва для снижения опасности от взрывоопасной атмосферы (с примерами) | GUV 19.8 |
| Руководства по устройствам обеспечения безопасности и спасательным средствам GUV 20.28 и | GUV 10.4 |
| Правила надежности для подъемников и стальных лестниц | GUV 16.11 |
| Бланк (DIN A 5) | GUV 40.6 |
| Памятка „защита рабочих при обращении с биологическим рабочим материалом в установках обработки сточных вод" | GUV 27.11 |
| Оценка угроз и нагрузок на рабочих местах на предприятиях обработки сточных вод | GUV 50.11.55 |

GUV-Bestell-Nr. могут указываться отдельно компетентным союзом страхования от несчастных случаев общин.

# 13. Оборудование канализационных очистных станций

Правильная эксплуатация канализационных очистных станций предполагает достаточность технического оснащения. В зависимости от размеров и вида очистных сооружений существуют достаточно большие различия в их техническом оснащении, например, на крупных канализационных очистных станциях, необходимо учитывать регулярное посещение их группами посетителей и, следовательно, дополнительное оборудование. Необходимо также учитывать организацию специальных мастерских. На каждой очистной станции должны находиться административные помещения, помещения для технического персонала (оперативный пункт управления, бытовые помещения с санузлами), помещение для хранения инвентаря, а также лаборатория. Кроме того, в наличии должно быть по меньшей мере следующее:

*Документация:*

Руководства по эксплуатации, служебные инструкции,
Журнал эксплуатации,
Картотека технического обслуживания машин с календарным планом,
Планы канализационных очистных станций, электросхемы, пояснительные записки,
Общий план канализационной сети,
Правила безопасности,
Документация с данными по безопасности, каталог опасных веществ,
Инструкция по оказанию первой медицинской помощи, телефонный номер врача,
Адреса и номера телефонов компетентных технических и аварийных служб,
План эвакуации с номерами телефонов пожарной службы, план эвакуации на случай катастрофы и т.д.
Документация по обезвоживанию,
Копии законодательных решений,
Специальные термины, см. указания в конце книги.



*Медицинские аптечки (см. предупреждение аварий).*

*Гигиенические средства:* моющие средства (с теплой водой и для душа), мыло, полотенца (бумажные), дезинфицирующие средства на спиртовой основе. На очистных станциях с большим персоналом необходима стиральная машина для рабочей одежды.

*Письменные принадлежности, карманный калькулятор, рация.*

*Ящики для инструмента*, лучше шкаф для инструмента с верстаком; шлифовальная бумага и стальная щетка для удаления ржавчины, малярная кисть и лакокрасочный материал.
*Мастерские* необходимо располагать в одноэтажных помещениях с широкой дверью с выходом непосредственно на улицу. *Склады следует* располагать по возможности недалеко от мастерских. Он должен быть одноэтажным с аналогичным выходом, и быть устроенным таким образом, чтобы хранящиеся в нем приспособления сохранялись в чистоте и были легко доступны, быть предназначенным для хранения снегоуборочного оборудования, чистящих механизмов аппаратов и устройств, струйных насосов для пара, смазочных материалов, жгутов, погружных насосов и запасных частей.

*Запасные части, смазочные материалы, масло, жир, уплотнения.*

Для работ *по уходу за территорией*: косы, серпы, газонокосилки, ножницы для подрезания изгородей, грабли для травы и листвы, лопаты для песка, кирки, тачки и прочее садовое оборудование, снегоочистители, песок, соль.
Емкость и приспособление для сбора плавающих веществ (оно также служит для того, чтобы снимать промасляные ветоши).
Минимум 5 упаковок промасляных ветошей должны быть постоянно должны лежать наготове (обязательно, чтобы они могли всплывать!).

*Резервуары* для отработанного и связанного масла.

*Закрытые емкости* для отбросов *сороудерживающих решеток*, контейнеры.

*Хлорная известь.*

*Подъемное приспособление для крышек колодцев* (подходящие по размеру!)
*Грубые метлы* для очистки ливнеотводов, гребней водосливов и лотков.

*Металлический и резиновый скребки* на длинных стержнях для отскабливания жира и нароста из водорослей. Жирный налет должен удаляться не только потому, что он не эстетично выглядит, но и т.к. он быстро загнивает и выделяет неприятный запах. Для бетона обычно необходимо использование металлических скребков. Для более восприимчивых покрытий, кафелей или окрашенных поверхностей предназначены резиновые скребки.

*Струйные насосы пара* очень хорошо подходят для удаления жирного налета.

*Расходомер* (с индикацией расхода, счетчиком и самописцем), в крайнем случае мерный водослив.

*Устройство для отбора проб пропорциональное расходу*
(1 стационарно установленное и 1 переносное).

*Устройства для удаления осадка.*

*Спасательный пояс с тросом надежности* для проведения работ в колодцах (рис. 12.4).

*Спасательный жилет* – SECUMAR – BS 8 с заменяемыми клапанами (рис. 12. 1).

*Измерительные приборы для газовой смеси* и соответственно сигнальный прибор для газовой смеси (рис. 12.2 и изображений 12.3).

*Респиратор.*

*Стержневой светильник,* с защитой от взрыва.

Для каждого рабочего или служащего очистных сооружений:
*Защитный шлем (каска),*
*Спецовки как защитная одежда, лучше всего со специальными защитными рабочими штанами* (рис. 12.4).



*Фартук,*
*Резиновые перчатки,*
*Резиновые сапоги,*
*Дождевики.*

Каждая станция аэрации должна быть подсоединена к водопроводной сети, если централизованное водоснабжение невозможно, водоснабжение должно производиться из собственных колодцев. Допустимо применение очищенных сточных вод в качестве воды для целей технического водоснабжения. В таком случае технический водопровод необходимо обозначать табличками „Не питьевая вода". Все сооружения или установки на очистных сооружениях должны содержаться в постоянной чистоте и иметь поблизости раздаточный кран (гидрант). Для опрыскивания и промывки сооружений могут использоваться очищенные сточные воды (при помощи насоса), что является весьма выгодным с экономической точки зрения. Для этого целесообразно применение рукава (с внутренним диаметром – 1" = 25 мм), длиной 30 м, на специально тележке и с передвижной форсункой, которая может быть заменена на струйную насадку. На конце рукава рекомендуется устанавливать вентиль. Устройство подходит также для промывки труднодоступных мест, находящихся под водой.

Согласно немецкому промышленному стандарту от 1988 не допустимо непосредственное соприкосновение трубопроводов питьевого и технического водоснабжения или трубопроводов водоотведения; это означает, например, струя воды не может подаваться непосредственно из трубопровода, который используется также для питьевого водоснабжения. Раздающие устройства, например гидранты, необходимо рассматривать как временные присоединения и оснащать на канализационных очистных станциях специальными устройствами, предотвращающими обратный ток воды (баки разрыва струи). Примыкающие рукава не могут присоединяться - даже на короткое время - к резервуарам или колодцам. Несмотря на дополнительные расходы нельзя исходить из того, что многие опасные работы по очистке при помощи метел, щеток, скребков и т.д. могли бы быть более легкими или менее опасными, если бы в распоряжении был бы достаточно высокий напор воды. Поэтому в „правилах надежности для канализационных очистных сооружений" H 17 записано: *работы по очистке резервуаров и т.п.*

*должны проводиться по возможности только тонкой струей воды. Для этого рекомендуется организация повысительных установок.*

### Лабораторное оборудование

Для проведения исследований сточных вод на очистных станциях рассчитанных на количество жителей от 5 001 до 10 000 чел необходимо строительство специального здания для лаборатории. Оно должен быть одноэтажным и быть ориентировано на север (в крайнем случае, снаружи необходимо устройство горизонтальных солнцезащитных козырьков). Основная комплектация должна была выглядеть примерно следующим образом:

Площадь>15м², хорошо освещенное, прекрасно проветриваемое, затемняемое; 2 кислотостойкие раковины с холодной и горячей водой, глубиной от 50 до 60 см; резьбовые вентили, необходимо соблюдение DIN от 1988 по предупреждению трубопроводов от засорения; 4 штепсельных розетки 220 V; вытяжной шкаф; су-шильный шкаф; холодильник; 1 лабораторный стол со стойким к химическим реагентам покрытием; специальный стол для весов; 1 письменный стол и рабочий стол с полками, вращающиеся лабораторные стулья; шкаф для хранения реагентов и лабораторных устройств; 1 мусорное ведро, устройства для очистки лабораторных устройств, моющие средства; секундомер на 60 и 120 минут; 1 точные весы, с точностью 1 мг; 1 опреснительная установка для получения дистиллированной воды или полная опреснительная установка для приготовления дистиллированной воды с ресивером (10 л) и промывочной емкостью; защитные очки, средства для промывания глаз, резиновые перчатки, держатели с бумажными полотенцами; средства для мытья, очистки и дезин-фекции.

Необходимые объемы оборудования для проведения мероприятий по собственному контролю зависят от предписанных измерений и исследований, которые регулируются в большинстве федеральных земель специальным постановлением.

При обращении с лабораторным оборудованием главными требованиями являются чистота и обслуживание. Для всех лабораторных устройств необходимо строго соблюдать указания руководств по эксплуатации. Чувствительные устройства могут давать



точные показания только в том случае, если они проходят очистку после использования и хранятся в чистом состоянии.

Согласно постановлению о лабораториях профессионального общества химической индустрии лабораторному оснащению принадлежит также оборудование для оказания первой медицинской помощи.

На лабораторном столе должны также находиться самые новые документы, перечисленные в конце книги [13], [16], [17], [19], [22] и [24].

Как правило, в лаборатории используются химические реагенты, которые относятся к так называемым опасным веществам. В таком случае необходимо соблюдать постановление об опасных веществах – GefStoffV. Оно предназначено для защиты человека и предотвращения нанесения ущерба окружающей среде при обращении с опасными веществами. Оно содержит положения об идентификации и упаковке химических реагентов, а также об обращении с ними. Специальные листы безопасности для каждого опасного вещества должен быть обязательно на канализационной очистной станции; также необходим каталог опасных веществ.

# 14. Требования к персоналу, образование и повышение квалификации

Даже лучшие канализационные или очистные сооружения могут хорошо выполнять свои задачи только тогда, когда о них постоянно заботятся квалифицированные специалисты (рабочие каналов, оператор очистных сооружений, обслуживающий персонал).

Было бы бессмысленным расходовать большие суммы, если после этого не будет достигнут максимально возможный результат, и если не будет проводиться обслуживание сооружений и оборудования полученных инвестированных средств. Если сооружения строились за счет общественных средств, государство по праву требует гарантированного правильного и квалифицированного технического обслуживания и такой же эксплуатации. Это приводит, к расходам: расходы на персонал, электроэнергию, расходы на приобретение устройств и средств по уходу и содержанию в исправности. Владелец очистных сооружений, который был плохо проконсультирован, начинает экономить как раз на этом, например, путем сокращения рабочего времени для того, чтобы персонал предприятия мог выполнять и другие обязанности. Это может вылиться в дальнейшем в слишком большие затраты (также см. вопросы ответственности).

### Владелец канализационных сооружений

Владельцы канализационных очистных станций являются обычно ответственными юридическими лицами; в частном секторе, например, промышленные предприятия.

*Городские* канализационные сооружения эксплуатируются большей частью юридическими лицами, которые являются объединениями общественного права, например, коммунальные управления, общины.

*Общины (города).* Устав общины каждой федеральной земли и федеральный закон об эпидемиях определяют, что сооружение канализаций и канализационные очистные станции и их эксплуатация являются задачами общин.

*Целевые союзы, „объединение по строительству канализации".* Если несколько общин объединяются в целевой союз или объединение по строительству канализации (закон о целевых союзах, закон для общественного сотрудничества, закон о воде и закон о почвах), задачи лежащие на общинах могут быть перенесены на такой союз. Крупные союзы сточных вод в Земле Северной Рейн-Вестфалии (например, союз Рура, Емшерское товарищество), которые распространяются на весь бассейн реки, основаны при помощи особых законодательных актов.



Также возможно, чтобы общины объединялись без образования союзов при помощи заключения общественного договора (описание цели) или частного договора (часто в маленьких населенных пунктах на краю больших городов).

Возможно образование управляющих предприятий, а также автономного управления. В результате приватизации могут возникать и другие формы предприятия и эксплуатации.

### Служебные взаимоотношения персонала предприятия

*Владелец* – это владелец предприятия в настоящее время. В общинах он представлен муниципалитетом, в союзах собранием союза или советом.

*Руководитель* – в общинах им является бургомистр. В крупных общинах с министерством или другим учреждением, отвечающим за строительство, он представлен директором или руководителем учреждения (министром), от которого непосредственно исходят указания. В союзах руководителем является Председатель союза руководителей предприятий.

*Служебные отношения* между персоналом предприятия и владельцем основаны как правило на гражданском трудовом договоре (трудовой договор). Обычно имеет место коллективный договорной тариф для рабочих коммунальных предприятий (BMT-G), национальный тариф (города-государства) (BMT-L) или в зависимости от размера очистных сооружений федеральный тариф для служащих (BAT). Тарифы согласовываются между представителями работодателя (например, общественный союз работодателей) и представителям рабочих (например, профсоюзы). Здесь устанавливаются награды, зарплаты, рабочее время, отпуск, сверхурочная работа, праздничные доплаты, надбавки за вредность и т.д. В случае возникновения конфликта решение принимает суд по трудовым спорам.

Трудовой договор дополняется, как правило, служебной инструкцией, которую не следует не путать с руководством по предприятию.

### Требующийся персонал

В § 18 b WHG предписано, эксплуатировать канализационные сооружения согласно законам, которые устанавливают федеральные земли. Законы о воде федеральных земель предписывают принимать на работу на канализационные сооружения в достаточном количестве персонал, имеющий профильное образование.

В отдельных случаях вопрос о потребности в персонале может быть решен лишь, если известны все составляющие очистных сооружений. При этом важную роль играют размеры сооружений, методы очистки, степень механизации, степень автоматизации, площадь, климат, способ обработки осадка, предписания по собственному контролю, измерительные приборы и техническое оснащение, помощь привлеченного персонала и т.д. (см. также Предписание ATV-DVWK A 271 персонал, требующийся для эксплуатации городских канализационных очистных сооружений ([])).

Управление водного хозяйства земли Бавария в постановлении под номером 4.7/2 от 10.4.1989 „персонал, требующийся для эксплуатации городских канализационных очистных станций" установило:

В исполнение статьи 41e (3) BayWG для определения минимума персонала, требующегося для эксплуатации городских канализационных очистных станций можно исходить из следующего:

| Число жителей | Оператор очистных сооружений ч/не | Обслуживающий персонал ч/не | Мастер по сточным водам ч/не | Рабочие |
|---|---|---|---|---|
| От 100 до 1000 | 15 – 20 | – | – | |
| От 1 000 до 5 000 | 10 – 15 | 15 – 25 | – | |
| От 5 000 до 20 000 | 20 – 40 | 40 | – | 2 |
| От 20 000 до 50 000 | 40 – 60 | 80 | 40 | 3 – 5 |
| От 50 000 до 100 000 | 80 | 120 | 40 | 6 – 8 |



Из указанного числа жителей для расчета требующегося персонала и уровня его образования можно исходить только в единичных случаях.

Указанный выше минимальный требующийся персонал рассчитан для новых очистных сооружений со средним уровнем механизации. При более высокой степени механизации, например на станциях с, ило- и осадкоуплотнителями, механическим обезвоживанием осадка, собственным производством электроэнергии и т.д., требуются дополнительные специалисты и подсобные рабочие. Объемные работы такие, как удаление ржавчины и восстановление окраски, озеленение и садовые работы, надзор и обслуживание каналов вне очистных станций, насосных станций или дождеприемников, крупный ремонт, вывоз отбросов решеток, песка или осадка и т.д., требуют дополнительного персонала. При числе жителей более 10 000 человек необходимо исходить из того, что требование по очистке сточных вод, в частности, нитрификация/денитрификация сточных вод, а также удалением фосфора, требуют более высокую квалификацию персонала.

Указанные границы числа жителей приблизительны, так как там играют большую роль вид сооружений, оборудование, нагрузка, возраст и площадь. Старые очистные сооружения нуждаются в большем объеме работ по содержанию их в исправном состоянии и надлежащем эксплуатационных режиме, чем новые и имеют вместе с тем более высокие требования к персоналу.

Если очистные сооружения рассчитаны на число жителей менее 5 000 чел, то обслуживающий персонал не занят полностью, поэтому следует стремиться, чтобы к ним было присоединены 2 или 3 канализационных очистных станции.

На канализационных очистных сооружениях, которые обслуживаются только одним специалистом, для определенных эксплуатационных работ, а также на случай болезни, отпуска и прочих необходимо иметь специалиста, который имеет образование как минимум оператора очистных сооружений. На канализационных очистных станциях до 50 000 человек необходимо иметь дополнительного служащего на случай простоя.

### Требования к персоналу

Занятый на предприятиях канализации канала или очистных станциях персонал должен уметь решать ответственные задачи. Он должен разбираться в вопросах гигиены, охраны окружающей среды и охраны водоемов от загрязнения. У персонала должно быть понимание принципов действия установок, проводимых наблюдений и измерений, а также необходимых профилактических ремонтных работ. Необходима тщательная и добросовестная работа. Работающие на канализационных сооружениях люди должны уметь плавать (см. также Раздел 12.3).

### Образование персонала предприятия

Образование узкоспециализированного обслуживающего персонала регулируется постановлением для обслуживающего персонала от 30 мая 1984, принятым на государственном уровне.

Образование продолжается 3 года и оканчивается государственным экзаменом. Профессия относится к учебному направлению «общественный служащий» и в рамках обучения особое внимание уделяется химии, физике, биологии. Процесс ообучения проходит под наблюдением соответствующих компетентных учреждений федеральных земель. Ими также проводятся экзамены в соответствии с установленным порядком проведения экзаменов.

В „постановлении об экзаменах на степень мастера по обслуживанию" от 27 ноября 1987 регулируется дальнейшее повышение квалификации до государственного экзамена „дипломированный мастер сточных вод".

В качестве обслуживающего персонала могут приниматься люди сдавшие экзамен „Обслуживающий персонал, специализация – сточные воды";

В качестве „мастера сточных вод" могут приниматься люди сдавшие экзамен согласно порядку приема экзаменов по „постановлению об экзаменах на степень мастера по обслуживанию", со специализацией – сточные воды;

В качестве оператора очистных сооружений могут приниматься люди, которые успешно прошли недельные курсы оператора очистных сооружений отраслевого объединения ATV-DVWK или равноценные курсы с двухнедельной практикой на учебных очистных сооружениях. Для биологических прудов достаточно участие в 2-дневном учебном курсе.



В этой связи следует сказать, что рабочее время для общественных служащих регулируется национальным тарифом (BMT) § 13 Постановление о рабочем времени.

На уровне союзов имеется широкий выбор возможностей для образования и повышения квалификации. Государственные экзамены по специальности принимают официальные компетентные учреждения. Только экзамены после окончания курсов операторов очистных сооружений проходят на уровне союзов.

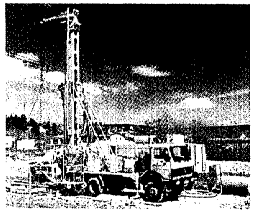
Для координации задач образования и повышения квалификации ATV-DVWK создал главный комитет BI „образование" с 5 специальными комиссиями, которые ответственны за персонал:

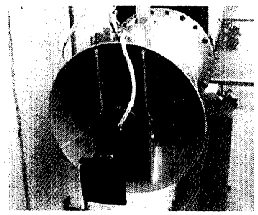
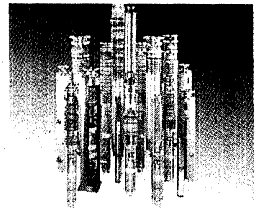
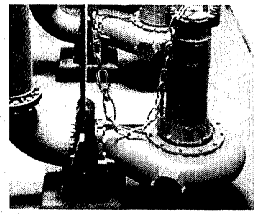
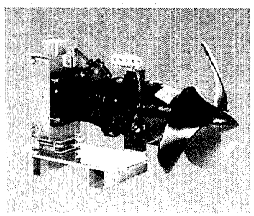
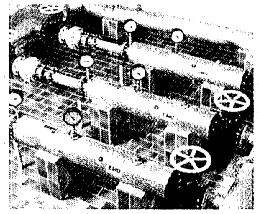
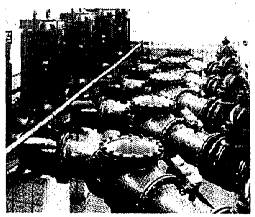
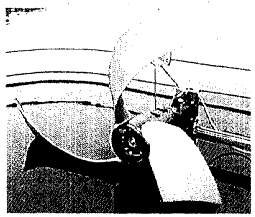
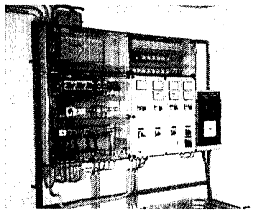
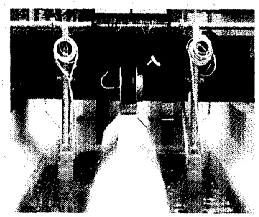
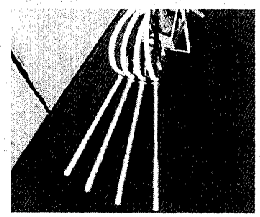
BI – 1 привлекаемые сотрудники.
BI – 2 общие курсы
BI – 3 квалифицированные рабочие
BI – 4 мастера
BI – 5 повышение квалификации мастеров

ATV-DVWK в главном офисе Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef, Тел. (02242) 8720 предоставляет бесплатную документацию по своим образовательным предложениям для повышения квалификации персонала предприятий.

Согласно сообщению федерального института образования для профессии направления „Обслуживающий персонал" разработан новый порядок. При подписании в печать данной книги еще не были известны подробности этих изменений.

# И НАША КОМПЕТЕНТНОСТЬ



**EMU®**

**Обширная производственная программа для воднохозяйственных решений**

Более 40 лет мы производим погружные насосы для разнообразных видов применения, связанных с водой – от добычи и подачи и до очистки воды. Оптимально разработанные нами и увязанные между собой системы оборудования являются максимальной мерой надежности при эксплуатации.

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

- Буровое оборудование для скважин, обустройство скважин и монтаж комплектного насосного оборудования
- Погружные скважинные насосы для водопровода и водоснабжения
- Погружные бустерные насосы для подкачки воды в высотных зданиях и для циркуляционных систем

ВОДООТВЕДЕНИЕ И ВОДООЧИСТКА

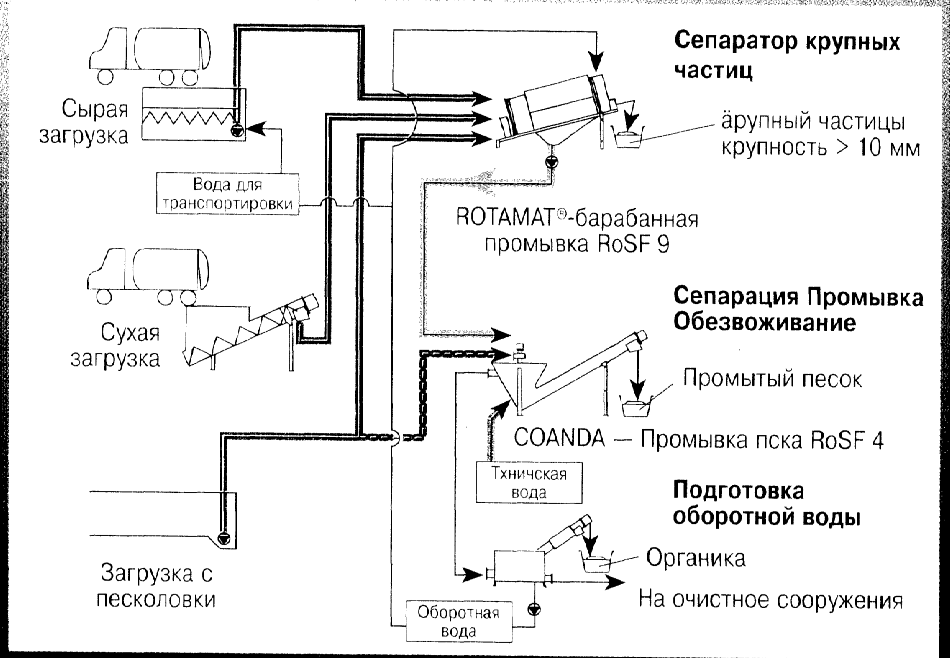
- Погружные насосы для водоотведения из затопленных зданий и котлованов
- Погружные насосы для загрязненных вод
- Погружные канализационные насосы
- Комплектный монтаж насосов
- Индивидуальное изготовление станций управления и пусковых устройств и их монтаж
- Погружные пропеллерные насосы
- Очистители для песколовок типа »Ротокс«

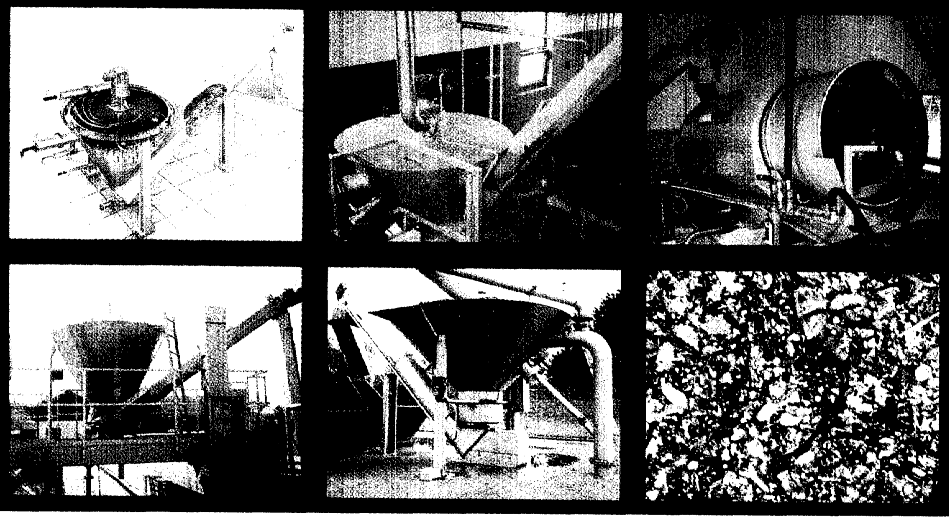
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

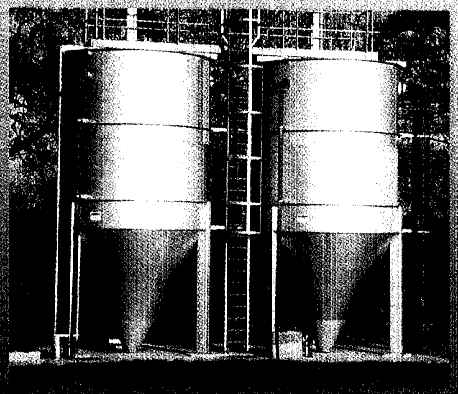
- Погружные фекальные насосы для шлама и воды с твердыми включениями
- Погружные насосы с взмешивающими насадками для улавливания песка в песколовках
- Гидрошнековые станции
- Погружные мешалки
- Аэраторы типа »Ротокс«
- Погружные насосы для рециркуляции ила

**EMU** Unterwasserpumpen GmbH
Berner Heerweg 124
D-22159 Hamburg
Факс 8-10-49-40/64 55 50 20
Тел. 6 45 55 00 Москва
Тел./Факс 095/4 93 27 43

HUBER
TECHNOLOGY



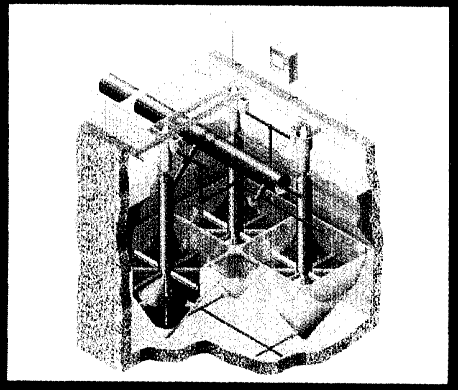





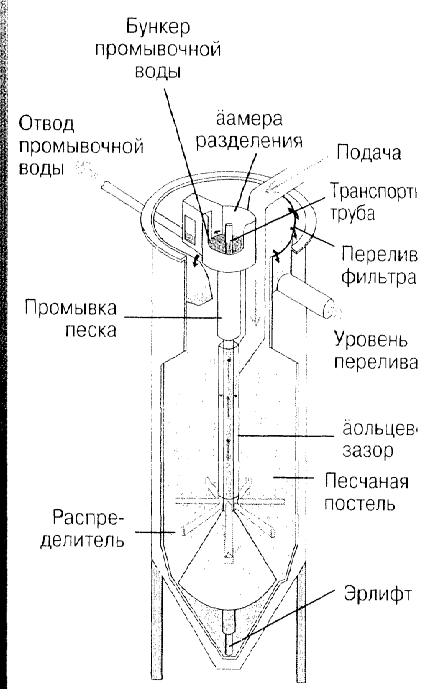
CONTIFLOW®-песковой фильтр – хорошо зарекомендовавшая себя концепция для песка.

**Области применения:**

- Подготовка питьевой воды
- Фильтрация охлаждающей воды
- Подготовка оборотных вод
- Регенерация вещества
- Отделение фосфатов
- Фильтрация флоры
- Фильтрация для производственных процессов в химической промышленности.
- Фильтрация хлопьев



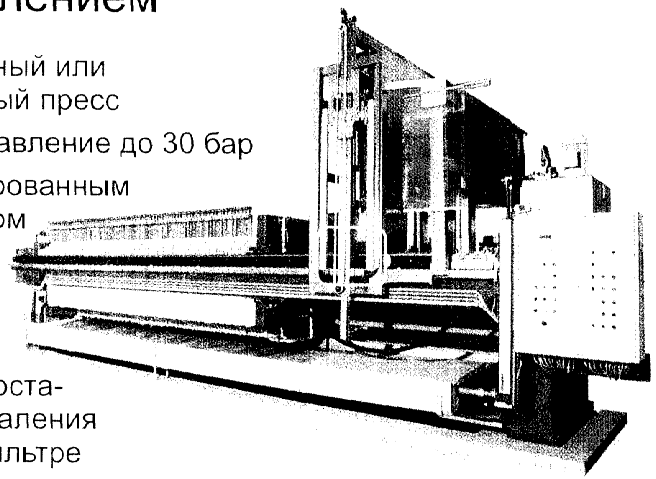
HUBER
TECHNOLOGY



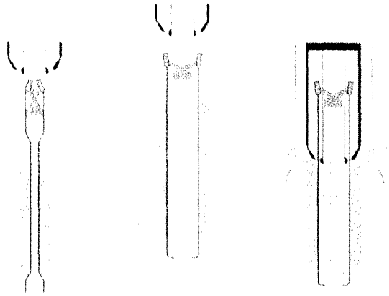

- HUBER CONTIFLOW® пскофильтр для любых расходов
- Нпррывная эксплуатация при минимизации производствнн и инвстиционных затрат
- Никакой обратной промывки извн

# NETZSCH – полностью автоматизированное обезвоживание под высоким давлением

- Как камерный или мембранный пресс
- Рабочее давление до 30 бар
- С интегрированным устройством для полностью автоматизированного и безостаточного удаления кека на фильтре



Функции:



Платформа фильтра с кеком до снятия

Кек отделяется от фильтровальной ткани при помощи ножа

Шаберы осторожно удаляют самый тонкий слой кека на фильтре по всей поверхности фильтра

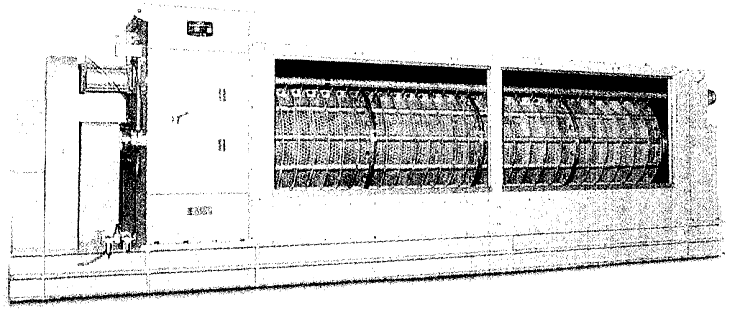
Другие модули предназначены для менее клейкого кека

NETZSCH

к содержанию

# NETZSCH – CONTIPRESS®

## сооружения непрерывного обезвоживания



- Полностью автоматизированы
- Экономны – в потреблении энергии
- Самые незначительные эксплуатационные расходы
- Легки в эксплуатации
- Простой контроль
- Закрытая система

CONTIPRESS® непрерывно обрабатывает флокулированный при помощи полимера материал. Идеальные условия обезвоживания достигаются посредством контроля за процессом коагуляции. 11 различных типоразмеров строительных конструкций удовлетворяют всем требованиям. Максимальная пропускная способность до 1,2 т. по сухому веществу в час (в зависимости от вида осадка и начальных концентраций)

NETZSCH

# EPURAREA APELOR REZIDUALE

**CUPRINS**

**REȚELELE DE CANALIZARE. APELE UZATE MENAJERE. APELE UZATE INDUSTRIALE. APELE METEORICE, DE DRENAJ ŞI DE SUPRAFAȚĂ**

**CARACTERISTICELE APELOR UZATE. ANALIZA APELOR UZATE. CORELAȚII ÎNTRE INDICATORII DE CALITATE**

**PROCEDEE DE EPURARE FIZICO-CHIMICE. DECANTAREA . DETERMINAREA DOZEI OPTIME DE REACTIVI**

**PROCEDEE DE EPURARE BIOLOGICE A APELOR REZIDUALE CU NĂMOLURI ACTIVATE. TEORIA NĂMOLURILOR ACTIVATE. REGLĂJILE DE BAZĂ. SISTEME DE AERERE**

**BIOFILTRAREA: PRINCIPIILE DE FUNCȚIONARE ŞI EXPLOATARE A INSTALAȚIILOR TEHNOLOGICĂ**

**PROCEDEE DE EPURARE BIOLOGICĂ A APELOR UZATE CU CULTURI LIBERE ŞI FIXATE PE SUPORTURI FINE ŞI PE SUPORTURI GROSIERE. PATURI BACTERIENE. DISCURI BIOLOGICE**

**COMPOSTAREA NĂMOLURILOR**

**STABILIZAREA AEROBĂ A NĂMOLURILOR**

**STABILIZAREA ANAEROBĂ A NĂMOLURILOR. TIPURILE DE FERMENTARE**

# RETELELE DE CANALIZARE

## 4.1.1. APELE COLECTATE

### 4.1.1.1. Apele uzate menajere

- Calitate : Apele menajere contin materii minerale si materii organice. Pentru evacuarea in canalizarea oraseneasca, se admit valoriile medii urmatoare (in Franta – nota verificatorului):
  - Materii minerale = 530 mg/L
  - Materii organice = 730 mg/L

Apele uzate orasenesti trebuie sa fie caracterizate in mod normal si in termeni biologici. Ele contin germeni patogeni din materiile fecale.

- Cantitatea de ape uzate evacuate: Plecand de la o estimare a populatiei racordate, esta posibila cunoasterea debitului pe timp uscat. Se va lua in calcul un consum specific Qm = 150 – 250 L/locuitor/zi. Se asocieaza la acest debit un coeficient de virf.

$$P = 1{,}5 + \frac{2{,}5}{Q^{0{,}5}}$$

Si deci: Qmax = QmxP.

### 4.1.1.2 Apele reziduale industriale

Calitatea si cantitatea acestui tip de apa depind de tipul de activitate industriala. De exemplu:

| Abatoare | Fabrici de produse lactate |
|---|---|
| 3-9 L apa/Kg carcasa de bovina | 3-6 L apa/ L lapte |
| 32,3 g CCO/Kg carcasa de bovina | 3 g $CBO_5$/L lapte |
| 11,8 g SU/Kg carcasa de bovina | 0,6 g SU/ L lapte |

### 4.1.1.3. Apele meteorice de drenaj si de suprafata

- Calitate: ele contin ape pluviale, apele de spalare si apele de dren. Apa de ploaie se incarca la trecerea prin atmosfera si spalarea suprafetelor impermeabile: spalarea structurilor urbane sau rurale sau aducerea in suspensie a depozitelor formate in timp secetos pe carosabil si trotuare si in retelele de canalizare.

Concentratia in poluanti este maxima la inceputul ploii, dar incarcarea este mai importanta in momentul debitului de virf. Intr-o maniera generala, calitatea apelor de la spalarea drumurilor variaza in limite largi si depinde de urmatorii factori:

- Importanta precipitatiilor;
- Antecedentele pluviale;
- Caracteristicile bazinului hidrografic (suprafete impermeabile, pante, suprafata totala....)

- Cantitate: pentru cuantificare, pot fi aplicate mai multe tehnici (pluviometrie, metode rationale, modele Caquot si modele "rezervor")

#### 4.1.1.4. Ape "parazite"

Aici sunt incadrate apele captate involuntar in retea. Se pot clasa in mai multe categorii:

- Ape parazite permanente: in aceasta categorie intrind apele de infiltrare sau de dren ale unei panze de apa subterana. Exista deci o variabilitate sezoniera a acestor aporturi.
- Ape parazite aleatoare: apele pluviale in cazul retelelor separate in situatia inversarii bransamentelor.
- Ape parazite de calitate necorespunzatoare care sunt fara legatura cu pluviometria, dar rezultate din evacuarile industriale in afara conventiilor sau datorate defectelor racordurilor orasenesti.

### 4.1.2. STRUCTURA RETELELOR DE CANALIZARE

Conceptul de canalizare stabilit este de 150 de ani in actualitate: " *Evacuarea cat mai departe si cat mai repede posibil a apelor de orice natura".* Haussman a inceput astfel canalizarea din Paris in 1894 si mai de parte, pe "fiecare canal" care se va intinde in toata Franta la inceputul sec. XX.

Dupa Cel de al Doilea Razboi Mondial, urbanizarea accelerata si dezvoltarea oraselor conduc la o crestere a suprafetelor impermeabile si crearea retelor secundare. Acestea din urma sunt legate de reteua centrala a orasului situat aproape de un emisar natural. Rapid, reteua centrala ajunge saturata si incapabila de a evacua aporturile din ce in ce mai importante. La inundatii, previziunea vine sa adauge o deteriorare a mediului natural prin aceasta concentrare din ce in ce mai importanta a poluarii pe un singur emisar.

In fata problemelor puse, un nou concept este dezvoltat in anii 50: separarea apelor pluviale de apele uzate. Retelele separate sunt puse in opera sistematic la periferia oraselor mari. Apele uzate sunt colectate, apoi transportate cu apele din retelele unitare catre statiile de epurare. Apele pluviale, considerate ca mai putin poluate, sunt evacuate in mediul natural. 30 ani mai tarziu, bilantul asupra tratarii apelor face sa apara doua probleme cu aspect calitativ:

- Suprascurgerile din timpul furtunilor, plasate pe retelele unitare, inca numeroase, lasa sa scape o cantitate foarte importanta de poluanti in timp de ploaie.
- Apele de scurgere de pe suprafetele urbane se dovedesc dupa studiu a contine poluanti care ajung in statiile de epurare.

In fata acestor probleme, modificarea retelelor de colectare si a unitatilor de tratare sunt necesare dar tehnicile alternative exista in mod egal. In plus, fata de sistemele unitare si divizoare, exista un sistem intermediar, numit pseudo-divizor in care apele uzate si apele pluviale, in particular, sunt colectate in acelasi mod, reteaua pluviala fiind rezervata apelor de spalare a carosabilului.

#### 4.1.2.1. Sistemul unitar

In sistemul unitar, toate apele, deci si efluentii industriali, dupa o eventuala pretratare, sunt colectate intr-o retea unica si apoi dirijate la o statie de epurare. Acest sistem de canalizare a prevalat pina la inceputul anilor 1950 (de unde prezenta retelelor unitare in centrelor oraselor).

Dimensionarea se va face de maniera evacuarii foarte rapide a posibilelor cantitati de apa, acestea putand varia de la simplu la 100%. Pentru aceasta, se utilizeaza:

- Deversoare de ploaie cu evacuare directa in mediul natural;
- Colectoare cu diametre mari care permit absorbtia acestor variatii de debite.

Datorita acestei abordari rezulta consecinte importante pentru mediu:

- Deversoarele de ploaie sunt dimensionate pentru a lasa sa tranziteze debitul critic, adica debitul de ape uzate plus un debit critic de 15L/s/ha. Peste acest debit efluentul este trimis in rau sau in bazinul de avarie.
- In plus, in timpul secetos, si datorita marilor dimensiuni ale canalizarii, vitezele de scurgere sunt mici si apare procesul de sedimentare. Daca apar din nou ploi, se readuc depunerile in suspensie, si, data fiind supraincarcarea hidraulica, se ajunge la deversarea in mediul receptor.
- Incarcarea hidraulica si poluarea vor varia si va exista o dilutie a efluentului.

Pentru aplatizarea acestor evacuari in mediul natural, mai multe solutii pot fi vizate:

- Amenajarea si consolidarea retelei reprezinta cea mai simpla solutie. Este vorba de verificarea calajelor (impanarile) deversoarelor pentru avarie, consolidarea statiilor de repompare, utilizarea mai buna a colectoarelor existente si in sfirsit, eventuala favorizare a retentiilor de materii in suspensie, creandu-se lucrari specifice.
- Se poate anvizaja crearea de bazine provizorii de stocare a apei colectate in sistem "unitar". Aceste stocari pot fi obtinute datorita capacitatii de retentie a canalizarii unei retele. Aceasta solutie permite in mod normal producerea unei cresteri a vitezei de curgere si aplicarea in acest caz a unei purjari in finalul evacuarii pentru a antrena si materiile in suspensie depuse. In mod normal, se poate construi un bazin de stocare, amplasat pe suprascurgerea sau pre-plinul deversoarelor de avarie sau la intrarea in statia de epurare. Apele astfel stocate sunt mai intai retrimise in retea cu un mic debit prin intermediul unei lucrari hidraulice de reglare, pentru a fi tratate in statii de epurare.

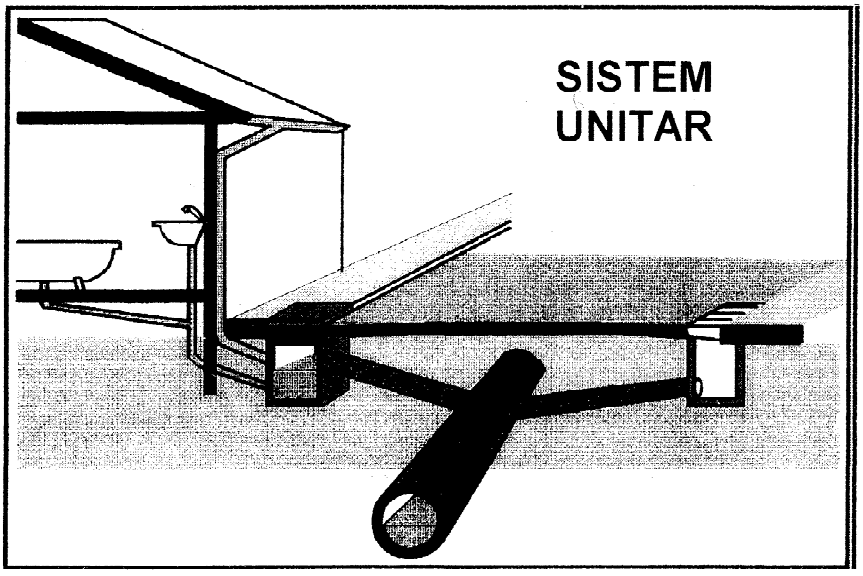



***Figura 4.1.1. Retea de canalizare unitara***

## 4.1.2.2. Sistem divizor

Sistemele divizoare au la baza principiul separarii colectoarelor de ape uzate, pe de o parte, si a apelor pluviale, pe de alta parte. Aparut in anii '50, acest sistem a fost generat pe baza argumentelor urmatoare:

- nu deverseaza apele uzate in mediul natural;
- optimizarea functionarii;
- evacuarea direct in mediul natural a apelor pluviale lipsite de poluare.

Apele pluviale au fost timp indelungat evacuate direct in mediul natural. Faptul ca apele meteorice si apele de drenaj sunt surse de poluare si ca exista adesea erori de conceptie a retelelor (inversarea bransamentelor), a condus la necesitatea a se pune la punct operatiile de tratare:

- bazine de stocare: bazine de autoepurare de mari dimensiuni,
- bazine uscate: nealimentate cu apa in mod permanent.. Evacuarea se face prin infiltrare. Constringerile integrarii acestora in zona urbana sunt mari: necesitatile de separare a spatiilor, lipsa terenurilor....
- bazine de apa: mentinute in apa fie prin alimentare in perioada uscata, fie prin etanseizarea bazinului. Pot fi echipate cu un sistem de decantare in amonte. Integrarea urbana este usor afectata de riscurilor de deturnare a folosintelor (peste, agrement nautic.....). Se impune ca necesara o gestionare a calitatii apei.
- bazine ingropate: servesc pentru a absorbi rapid virfurile de debit si a restitui cu debit redus volumele stocate (stocare in primele ore pe colectorul principal). Din pacate, costul investitiei devine ridicat si intretinerea constrictiva.
- bazine de decantare: permit tratarea apei inaintea evacuarii in mediul receptor sau filtrarea pe un pat de nisip si infiltrarea in sol.
- rezervoare structurate: total diferite, implica stocarea temporara a apelor de ploaie in suprafatele receptoare (acoperiri poroase, subsoluri de porozitate ridicata).

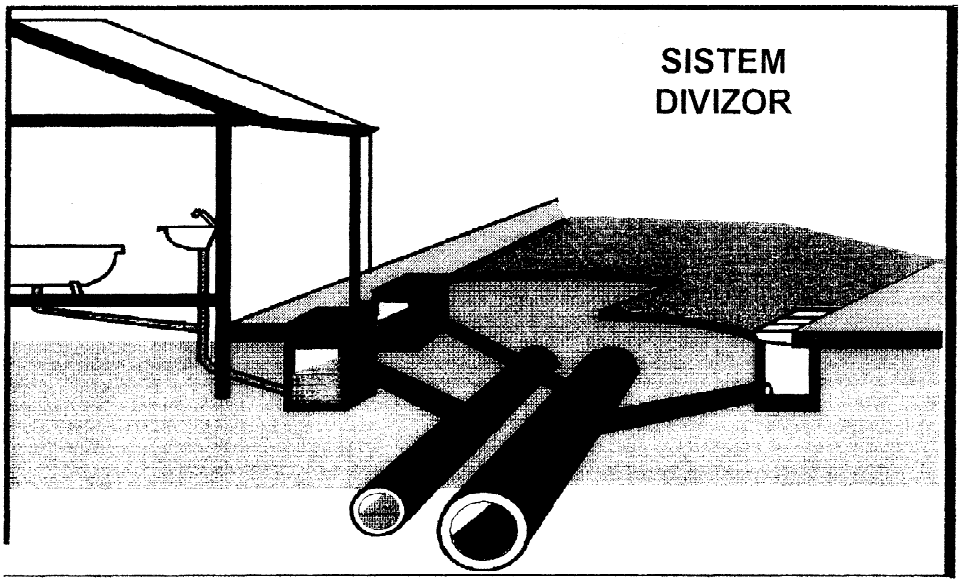



*Figura 4.1.2. Sistem divizor*

# CARACTERIZAREA APELOR UZATE

## 4.2.1. CARACTERISTICILE APELOR UZATE

### 4.2.1.1 Compozitie

Poluarea se poate caracteriza in mod global dupa starea si/sau natura sa. Poluarea, considerand efluentul ca un vector, este constituita din:

- **Materii dizolvate organice sau minerale**, biodegradabile sau nu, ionizabile sau nu, ce pot fi toxice sau nu, inhibitoare pentru microflora si fauna mediului receptor,
- **Materii coloidale sau emulsionate** (grasimi, uleiuri insolubile...) sau asociate sub forma de film superficial (hidrocarburi) sau sub forma de spuma (detergenti).
- **Substante in suspensie** mai sau mai putin decantabile, minerale sau organice biodegradabile sau nu,
- O anumita **entalpie**.

Poluantii se pot clasifica dupa starea fizica, chimica, sau minerala:

➢ **Clasificarea fizica**

- Materii macroscopice - separabile mecanic, prin gratare
- Materii in suspensie:
  +>1 mm - separabile prin decantare, sitare, 80 % MES < 80 mm.
  + < 1 mm, materii coloidale nedecantabile. Incarcarea electrica de acelasi semn creeaza un camp magnetic de respingere.
- Materii in solutie - procedee biologice
- Incarcare bacteriana (...> agenti patogeni)

➢ **Clasificare chimica**

- Materii organice obisnuite sub forma biodegradabila in suspensie sau solutie
- Materii organice sintetice greu biodegradabile
  + Uleiuri si produse petroliere, impermeabile la $O_2$, fiind in strat subtire la suprafata apei ( 1mm ) .....> 1T....> 1200 ha. Toxice.
  + Detergenti – sodati. Creeaza probleme asociabile aditivilor si partii de 5% produse nebiodegradabile. Favorizeaza penetrarea toxicelor in celule microorganismelor namolului activ.
  + Substante organice toxice: cianuri, fenoli, aldehide.
  + Pesticide (DDT)

➢ **Clasificarea minerala**

- Nisip, pietris inert
- Produsi minerali toxici (metale), micropoluanti (Ni se fixeaza pe celule), ingrasamintele minerale intretin eutrofizarea.

### 4.2.1.2. Parametrii de caracterizare a poluantilor

Evaluarea calitativa este prima etapa de apreciere a poluarii, fiind necesar sa se defineasca rapid criteriile cantitative de masurare a poluantilor pentru:

- a se sti daca o apa este sau nu poluata,
- stabilirea textelor de reglementare asupra parametrilor "obiectivi", referirea facandu-se pe cat posibil la a date cifrice, justificabile.

Problematica stabilirii acestor parametri va fi abordata mai pe larg. S-a definit o categorie de parametri globali, directi sau indirecti, destinati aprecierii nivelului de contaminare al apelor insastand pe compozitia apelor sau /si pe impactul poluantilor esentiali.

- **Impacte majore**

**> Toate contributiile ce conduc la diminuarea continutului O2 in apele naturale.**

- oxidare chimica
- consum biochimic
- fenomene fizico-chimice contrare mentinerii continutului de O2 ( temperatura, salinitate, limitarea schimbului gazos)
- consecintele ale fenomenelor fermentative.

**> Toate fenomenele de toxicitate acuta sau de acumulare a micro-poluantilor cu efect de toxicitate diferita.**

- toxicitate acuta,
- toxicitate pe termen lung.

**> Toate fenomenele rezultate din diversarile excesive de substante pe baza de azot si fosfor.**

- substante azotoase : toxicitate, eutrofizare,
- substante fosforice : eutrofizare: alge, miros, "asfixie" nocturna...

**> Toate fenomenele de contaminare bacteriana sau virala.**

**> Deteriorarea calitatii sanitare a apelor mediului receptor.**

- **Caracteristicile medii ale apelor uzate orasenesti din Franta**

Debit:
- sub 10.000 utilizatori 180 L/loc./zi
- intre 10.000 si 50.000 utilizatori 200 L/loc./zi
- peste 50.000 de utilizatori 250 L/loc./zi
- 10% grasimi, 40% derivati organici cu continut de azot, 50% hidrati de carbon,
- 60 – 70 g $CBO_5$ dizolvat /loc./zl
- 120 g CCO /loc.zi
- 70-90 g SU / loc.zi (1/3 mineral – 2/3 organice)

| | | Minerale | Substante organice | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| Materii in suspensie, mg/l | Decantabile | 130 | 270 | 600 |
| | Nedecantabile | 70 | 130 | |
| Materii solubile mg /L | | 330 | 330 | 660 |
| TOTAL | | 530 | 730 | **1260** |

***Tabel 4.2.1: Compozitia medie a apelor uzate din Franta***

| Caracteristici | | Maxime | Medii | Minime |
|---|---|---|---|---|
| pH | | 7,5 | 7,2 | 6,8 |
| Materii decantabile | (mg/L) | 6,1 | 3,3 | 1,8 |
| Materii solide totale | (mg/L) | 640 | 453 | 322 |
| Materii volatile totale | (mg/L) | 388 | 217 | 118 |
| Materii in suspensie | (mg/L) | 258 | 145 | 83 |
| Materii volatile in suspensie | (mg/L) | 208 | 120 | 62 |
| Consum chimic de $O_2$ | (mg/L) | 436 | 288 | 159 |
| Consum biochimic de $O_2$ | (mg/L) | 276 | 147 | 75 |
| Cloruri | (mg/L) | 45 | 35 | 25 |

***Tabel 4.2.2. Caracteristicile medii ale apelor uzate din Franta***

| Constituenti | Tip | Concentratie |
|---|---|---|
| Acizi volatili | Formic, acetic, propionic, butiric, valerianic | 8,5 – 20 (mg/L) |
| Acizi solubili nevolatili | Glutamic, glicolic, lactic, citric, benzoic | 0,1 – 1 (mg/L) pentru fiecare acid |
| Acizi grasi superiori | Palmitic, stearic, oleic | 2/3 din continutul de acizi grasi (AG) |
| Proteine si aminoacizi | Mai putin de 20 tipuri | 45 – 50 de azot total |
| Hidrati de carbon | Glucoza zaharoza, lactoza, in parte galactoza si fructoza. | |

***Tabel 4.2.3 : Constituentii apelor uzate***

## 4.2.2 Analiza apelor uzate

### 4.2.2.1. Criterii analitice

Un anumit numar de parametri au fost definiti pentru a cuantifica calitatea unei ape date:

- **Parametri globali de evaluare a materiilor biodegradabile si a materiilor oxidabile in conditii date, HC (hidrati de carbon), detergenti, ioni MES.**
- COT ( carbon organic total)
- NTO (Necesar total de oxigen)
- **Consumul de oxigen chimic si biochimic reprezentad partea majoritara a poluarii, tratabilitatea, redeventa (CCO + $2CBO_5$ )/3.**
- $CBO_5$ (consum biochimic de oxigen dupa 5 zile) - care defineste continutul in materii organice biodegradabile din apa.
- CCO (consum chimic de oxigen) - permite determinarea continutului materiilor organice biodegradabile si refractare.
- **Esantioane: MTS, coloizi, film superficial, spuma.**
- materii totale in suspensie sau volatile ( MTS, MVS) - reprezinta fractia nedizolvata a

poluantilor,
- reziduu sec,
- pH - permite aprecierea alcalinitatii sau aciditatii a efluentului,
- azotul si fosforul,
- metale grele si substante minerale,
- turbiditatea: estimata de MTS totale.

#### 4.2.2.2. Estimarea parametrilor

- **Consum Teoretic de Oxigen (CThO)**: calcul teoretic pentru un efluent dat, reconstituit plecand de la gradului sau de oxidare.
- **Consum Total de Oxigen**: CTO include consumul de oxigen datorat carbonului organic total si formelor reduse ale sulfului. Se masoara dupa oxidarea totala a materiilor organice cu oxigen pe catalizator de platina la 900 °C. Carbonul trece in $CO_2$, hidrogenul in $H_2O$, azotul fiind oxidat la NO.
- **Consum Chimic de Oxigen (CCO)**: consumul chimic de oxigen este cantitatea de oxigen necesara oxidarii chimice la cald cu bicromat de potasiu a compusilor organici oxidabili continuti in apa. Catalizatorul reactiei este sulfatul de argint si se adauga sulfatul de mercur care permite complexarea ionilor clorura care interfera in determinare. In solutia cu normalitate cunoscuta de bicromat de potasiu, preparat in acid sulfuric care contine sulfat de argint se adauga sulfatul de mercur, se oxideaza la 150°C un volum cunoscut de proba, timp de 2 ore, sub reflux total (la fierbere). Dupa aceea se determina bicromatul ramas, diferenta de cantitate reprezentand consumul in $O_2$ al probei. Ca determinare de rutina se poate inlocui aceasta din urma cu o determinare spectrofotometrica.
  CCO –ul cuprinde atat substantele minerale cat si pe cele organice. Este un parametru de masura destul de fiabill pentru cuantificarea poluarii unui efluent. CCO prezinta fata de CBO avantajele unei precizii mai mari si o foarte mare rapiditate. CCO teoretic al compusilor organici poate fi calculat pe baza ecuatiilor de oxido-reducere.
- **Consum Biochimic de Oxigen (CBO5)**: este prin definitie cantitatea de oxigen necesar microorganismelor vii pentru asigurarea oxidarii si stabilizarii materiilor organice prezente in apa uzata. Prin conventie, CBO este valoarea obtinuta dupa 5 zile de incubare, de unde a fost adoptat si indicele 5 in $CBO_5$. Determinarea standard prevede insamantarea microbiana si incubarea la 20 °C. Insamantarea este realizata prin adaos de apa uzata oraseneasca, de apa de rau sau de efluent al unei statiei de epurare ape uzate.
  Metoda de masura este fie manometrica, fie prin dilutie. Se satureaza apa cu $O_2$ la temperatura cunoscuta. Se masoara oxigenul dizolvat: $VO_2$ . Se adauga un volum de efluent si se pastreaza la 20°C timp de 5 zile. Se masoara apoi oxigenul dizolvat $VO_2$ -5zile. Sunt efectuate cinci dilutii, in scopul reducerii erorilor de determinare a concentratiei.
  $O_2$ se poate masura si prin metoda polarografica (oxigenometrica) sau dozarea chimica a $O_2$-ului. Reactiile biochimice ce se deruleaza intr-un flacon de $CBO_5$, sunt similare fermentarii aerobe in conditii reale si se efectueaza in doua faze distincte si succesive: sinteza si respiratia endogena.
- Inconveniente: Marea problema a acestor masuratori este aceea a insamintarii. Daca un inocul este neaclimatizat, se observa o faza latenta care poate fi superioara celor 5 zile. Este totodata necesar a se dezvolta artificial o flora microbiana adaptata, mai ales in cazul efluentilor industriali. Insamintarea inadecvata poate antrena o subestimare a $CBO_5$ cu in jur de 10%; erorile implicate este necesar sa se determine experimental. Cel mai mari inconveniente ale determinarii acestui parametru sunt asociate cu reproductibilitatea redusa

si durata (5 zile) care ingreuiaza, uneori iremediabil, situatia de fi utilizat ca parametru de control al unei instalatii.

- **Ecuatia caracteristica si cinetica fenomenului**

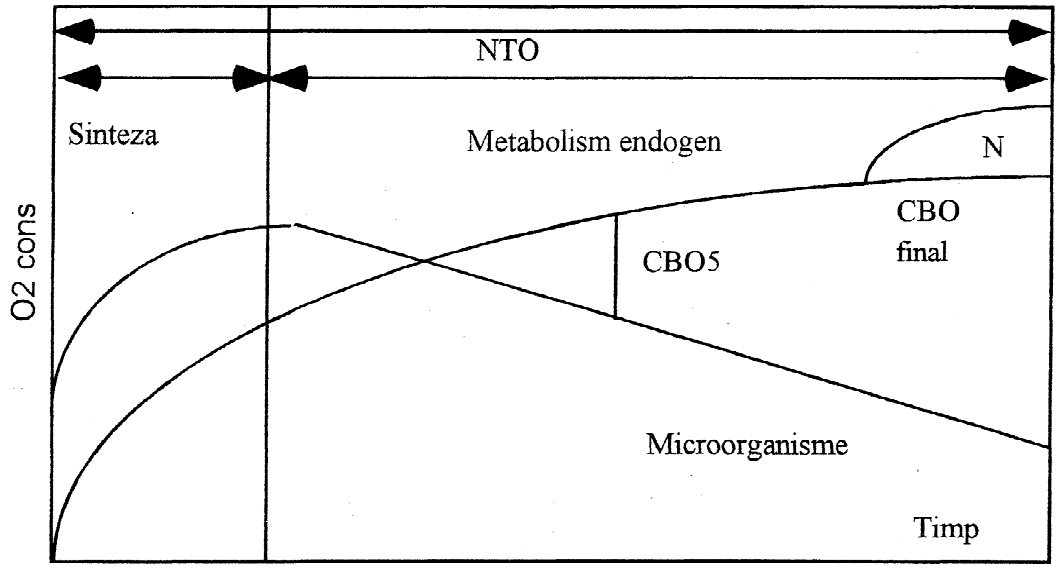



*Figura 4.2.1. Consumul de oxigen in functie de timp.*

**$S+X+O_2$+ Element de crestere .....> $CO_2$ + H2O + Element de crestere+X**

CBO este un parametru criticabil datorita influentelor multor variabile ca: temperatura, varietatea suselor microbiene si substraturilor, fenomenele de nitrificare care survin dupa oxidarea biochimica a materiei carbonate, toxicitatea apei, prezenta algelor producatoare de $O_2$, compusii nebiodegradabili, conditiile de cultura, conditiile de operare (inocularea).

- **Carbon Organic Total ( COT ) :** Determinarea este destinata compusilor organici volatili sau nevolatili, naturali sau sintetici. Se determina ca rezultat al combustiei totale a materiilor organice in $CO_2$ si in apa. Analiza este practic instantanee, de mare precizie dar are dezavantajul utilizarii unor cantitati reduse de proba care, in cazul neuniformitatii caracteristicilor apei, poate conduce la erori grosolane. Difera de parametrul carbon total, care cuprinde in plus carbonul mineral ($CO_2$, carbonati..) . Este un mijloc bun de evalua indirect CBO unui efluent dat, daca pentru pentru acesta se determina corelatia $CBO_5$ / COT sau CCO / COT. Aceste rapoarte pot varia, dupa o epurare biologica de exemplu, avand tendinta de a se diminua datorita faptul ca materia organica poate fi metabolizata si transformata in compusi intermediari fara o conversie apreciabila la $CO_2$. O diminuare a CCO sau a CBO5 nu implica neaparat o diminuare a COT. Un astfel de fenomen indica o degradare partiala a poluantului (nesesizabila prin acest gen de determinari) sau o contributie importanta a unei poluari greu biodegradabile.
- **Consumul Imediat de Oxigen (CIO)**: Pentru efluentii cu continut de substante organice puternic biodegradabile, consumul de $O_2$ este foarte rapid, fiind necesara utilizarea unui astfel de parametru.
- **Azot Organic Total si Azot Total (AOT – AT)**: Determinarea este importanta pentru evaluarea tratabilitatii efluentilor si eutrofizare. Este necesar sa se dozeze $NO^-_3$ si $NO_2^-$. AOT se masoara prin metoda KJELDAHL, azotul din azotiti prin metoda Gries, azotul din azotati prin metoda potentiometrica iar amoniacul prin colorimetrie. Se mai pot utiliza: pentru

azotatii metoda cu salicilat de sodiu, pentru azotiti metoda de diazotare a sulfamidelor, pentru azot amoniacal metoda cu reactiv Nessler, proteinele si acizii aminici putand fi dozati separat.

- **Materii in Suspensie (MS)**: Reprezinta particule minerale si organice care provoaca turbiditatea apelor si care sunt surse de CCO si CBO si formeaza namoluri. MS totale (MTS) sunt constituite din materii in suspensie minerale si Materii Volatile in Suspensie (MVS). In bazine de aerare, sunt utilizate pentru estimarea cantitatii de biomasa prezenta. Masurarea MS se face dupa filtrare sau centrifugare (50 – 100 ml la 3 000 rot/min). Proba (250 ml) se filtreaza. Se usuca la a 105° C la etuva sau cu ajutorul dispozitivelor cu microunde. Calcinarea la 650° C conduce la determinarea valorii materiilor volatile dupa deducerea (scaderea) materiilor minerale. In acest mod se determina raportul mineral / volatil.

- **Metode rapide de estimare a poluarii:**

➢ **Absorbtia radiatiilor ultraviolete de catre poluantii cu continut de carbon:** Absorbtia radiatiilor ultraviolete, chiar daca nu ofera o determinare precisa a compozitiei unei ape poluate, poate fi utilizata pentru determinarea globala a cantitatii de substante organice, datorita proprietatilor cromofore ale legaturilor nesaturate ale atomilor de carbon din moleculele organice sau azotului din azotiti. Sub efectul radiatiilor UV, electronii de valenta sau de legatura sunt excitati pe nivele energetice superioare. Absorbanta masurata la o lungime de unda data este suma dintre absorbanta fiecarui grup cromofor (Legea BEER - LAMBERT).

$$Abs = \lg\left(\frac{I}{Io}\right) = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i C_i l$$

Unde: $Abs$ : absorbanta, $I$ lungimea traiectului optic (m), $\varepsilon_i$ : coeficient de extinctie molara propriu speciei absorbante i ( $m^2/kg$), Ci: concentratie ($kg/m^3$) , $n$: numarul de compusi. Metoda presupune determinarea experimentala a unei corelatii intre absorbanta si CCO, de exemplu. Tehnic se efectueaza o masuratoare la 546 nm in scopul estimarii interferentelor MS ce perturba determinarea la valori ale lungimii de unda mai mari de 254 nm, lungimea de unda la care absorbanta azotatilor este neglijabila (optimul determinarii la 203 nm).

- **Determinarea turbiditatii:** MS reduc transparenta apei. Determinarea turbiditatii cuantifica acest fenomen. Turbiditatea reprezinta reducerea transparentei unui lichid datorita prezentei materiilor nedizolvate (standard ISO SR 7027). Permite cunoasterea gradului de poluare fizica a apelor de tratat.

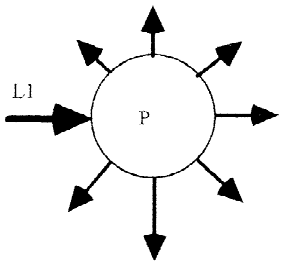



*Figura 4.2.2 Difuzia luminii la traversarea unei particule*

Intensitatea luminoasa a fascicolului L1 se diminueaza la traversarea suspensiei datorita difuziei luminii care are loc in toate directiile. Masurarea turbiditatii consta in masurarea fie a atenuarii fascicolului luminos, fie a partii de lumina difuzata.

Expresia este urmatoarea:

$$\tau = L \times \lg\left(\frac{I}{Io}\right)$$

Unde: $Io$ si $I$ intensitatea fascicolelor luminoase incidenta si, respectiv, emergenta si $L$ lungimea traseului optic.

Nu exista metode normate fiabile pentru masurarea refractometriei. Institutul Francez de Tehnici Separative propune adaptarea tehnicii in functie de particulele dupa o "diagrama de difuzie":

- particule de dimensiuni mici ( d< $I$/20 ): determinare prin nefelometrie
- particule medii ( $I$ /20<d<1); determinare in transmitanta
- particule de dimensiuni mari ( d>1 ): determinare dificila datorita difractiei, preponderent.

Determinarea turbiditatii presupune in prealabil trasarea curbei etalon, uzual cu formazina iar rezultatele se exprima in NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

- Concluzie: rezultatele obtinute la masurarea turbiditatii sunt subiecte de discutie, in special variatia lor functie de debitul efluentului, dar aceasta masuratoare este simpla si, daca etalonarea este buna, poate fi utilizata ca determinare de rutina in exploatarea statiilor de epurare, in decantoarele primare, de exemplu.

- **Alte masuratori:**

➢ Materii ionizabile
- Masurarea rezistivitatii electrice,
- pH.

➢ Clase de compusi
- hidrocarburi, detergenti, pesticide, fenoli.
- Toxicitate : test DAPHNIES EQUITOX
- Turbiditate

➢ Bicarbonati
- Determinarea titrului alcalimetric (TA ) si al titrului alcalimetric carbonatic ( TAC ).

➢ Masurarea biomasei
- ATP, activitatea globala, respirometrie, activitate enzimatica...
- Viteza specifica a utilizarii $O_2$: se satureaza o proba cu oxigen si se masoara variatia in timp a oxigenului dizolvat. Viteza specifica de utilizare a oxigenului se obtine din panta dreptei.

- **Decantabilitatea**: Decantabilitatea unui namol poate fi determinata masurand volumul namolului, in raport cu volumul total, dupa sedimentare intr-un cilindru gradat.
  O metoda eleganta a fost pusa la punct de COLIN (1987) si consta in urmarirea decantabilitatii unui namol cu ajutorul unei centrifuge cu efect stomboscopic. Incercare consta in urmarirea in cursul centrifugarii a deplasarii interfetei apa/namol in functie de timp. Curba de ingrosare obtinuta permite punerea in evidenta a concentratiei locale a namolului si vitezei de cadere a particulelor. In fiecare punct de pe curba sau interfata aflat la o inaltime H, viteza de cadere este egala cu panta curbei (Teoria KYNCH).

$$v = -\frac{|dH|}{dt}$$

Concentratia locala corespunzatoare este data de : $X = -\frac{X_0 H_0}{H + v.t}$

Unde: $X_0$ este concentratia initiala, $H_0$ este volumul de tasare, H inaltimea interfetei la tipul t.

Se poate verifica linearitatea curbei v = f ( X ) in coordonate logaritmice si efectua determinarea parametrilor modelului DICK si YOUNG : $v = kX^{-n}$ unde n este panta dreptei.

- Alte masuratori sunt puse la punct pentru cuantificarea poluarii, bazate in special pe masurarea absorbantei luminii la diferite lungimi de unda (la 254 nm pentru poluanti dizolvati si 545 nm pentru poluanti nedizolvati). Date fiabile pot fi puse la punct plecand de la corelatiile stabilite pentru fiecare tip de efluent pentru cuantificarea poluantilor in situ si in continuu.

- **Relatii intre indicatori**: masuratorile efectuate conduc la rezultate (daca exprimare se face in mg/L) care se ordoneaza: CTO>CCO>CBO>COT.

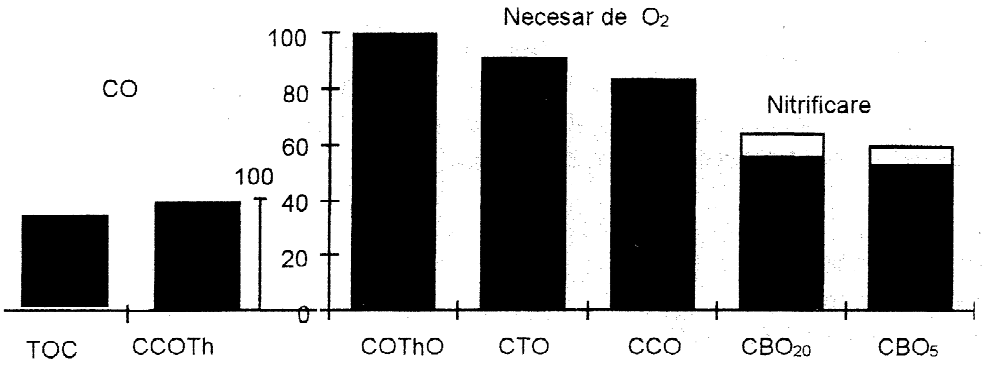



***Figura 4.2.3. : Relatii intre diferiti indicatori globali de caracterizare a apelor uzate***

- Indicatorul CTO include oxigenul necesar oxidarii azotului la NO. Diferenta dintre CTO si CCO da o indicatie asupra continutului in azot amoniacal. Cu toate acestea, raportul CCO/CTO este apropiat de 1.

- Raportul $CBO_5$ / CCO indica fractia biodegradabila a compusilor oxidabili prin metoda bicromat.

| **$CBO_5$ / CCO** | |
|---|---|
| **>0,5** | Buna biodegradabilitate ( tratabilitate biochimica) |
| **0,5 - 0,3** | Rezultat incert, necesita adaptare |
| **< 0,3** | Influente fizico-chimice (poluanti nebiodegradabili preponderent) |

***Tabel 4.2.4 : Semnificatia raportului $CBO_5$ / CCO***

- Materiile oxidabile (MO) pot fi estimate utilizand relatia MO = (2CBO+CCO)/3.
- Raportul CCO/COT reprezinta raportul necesarului de oxigen pentru oxidarea C si H/C. Valorile sale sunt cuprinse intre 0 pentru substante neoxidabile si 5,33 (pentru $CH_4$).

- Raportul CCO/COT este 8-18,5 pentru hidrocarburi si 2,4-4 pentru alti compusi.
- Raportul $CBO_5$/COT indica fractia de carbon organic biodegradabil.

## Corelatii intre indicatori

- $CBO_5$ cu NTO
  - corelatia poate interesa ca masuratori pe perioade lungi si dispersate.
  - CCO = 3 $CBO_{6h}$ $CBO_5 = CBO_{6h}$
  - $CBO_5$= -0,13 +0,36 NTO

- $CBO_5$ cu NTO
  - corelatie redusa (coeficient de corelatie cuprins intre 0,25-0,88 )
  - $CBO_5$ = 21,3 + 0,399 COT (pentru influent)

- $CBO_5$ cu NTO sau $CBO_5$ cu CT
  - corelatie medie
  - $CBO_5$ = - 37,5 ÷ 1,1 COT
- CCO cu COT sau CCO cu CT
  - Coeficient de corelatie bun
- CCO cu NTO
  - coeficient de corelatie excelent
  - CCO = 1,04 NTO.

### 4.2.2.3. Esantionarea

Proiectarea statiilor, calculul redeventelor, stabilirea normelor reasezate pentru masuratori si pentru analize, sunt facute pe esantioane. Esantionarea si analiza introduc amandoua o eroare si se stie ca aceasta eroare este cea mai importanta. Programele de esantionare sunt un compromis intre informatiile obtinute, minimizind erorile globale si costurile. Inainte de toate, trebuie stabilit scopul determinarii.

- Starea mediului apos (incarcare, redeventa)
- Domeniu probabil - domeniul probabil este suma dintre mai multe parti ale unei distributii statistice a efectelor egale 80, 90% - Se utilizeaza in dimensionare: de exemplu, se va exagera ca pH-ul ramine intr-un domeniu dat timp de 95% din 24 ore si 99% timp de o luna.
- Stari extreme: valorile ridicate sau reduse nu prezinta interes.
- Serie temporala: tendinta si evaluare.

Diminuarea erorilor este fondata pe studii statistice. Se poate, fie sa se multiplice masuratorile dar pentru a dubla precizia, trebuie cuadruplate determinarile, fie descompunand (eliminand) erorile. In rezumat, este mai bine sa se faca o determinare pe trei esantioane decit doua determinari pe 2 esantioane.

Exista normative precise, fondate pe analize statistice pentru stabilirea unui program de esantionare, in special la alegerea (proiectarea) statiei (nu se calculeaza o incarcare multiplicand debitul mediu cu concentratia medie), frecventa, amestecul esantioanelor, excluderea valorilor exagerate, interactiile determinare-prelevare... In plus, exploatarea datelor trebuie sa fie riguroasa, in special la nivelul studiului de cicluri (tratari etalon), aplatizarea valorilor.....

#### 4.2.2.3. Metodologia controlului apelor uzate

In cadrul unui program de gestionare a apelor uzate, se discuta in primul rind despre definirea metodologiei si mijloacele de punere in practica pentru controlul apelor reziduale industriale. Se pot distinge in general, patru surse de ape uzate: apele de proces, apele de spalare, apele menajere si un numar distinct de evacuari periodice ale diverselor surse. O prima etapa consta in evidentiere diferitelor surse de ape reziduale. A doua etapa consta in definirea listei parametrilor fizici si chimici de analizat.

Ca regula generala, toate sursele principale de apa trebuie sa fie caracterizate atat din punct de vedere calitativ cat si cantitativ, de unde necesitatea de punere la punct a diferitelor statii de masura, preferabil "online".

Un bilant masic al statiei pe 24 ore permite cuantificarea poluarii totale ce trebuie luata in calcul in procesul de epurare. Aceasta permite adesea observarea surselor preponderente de poluare si determinarea strategiei de actiune si de a conducere in caz de oprire a unei surse (adaos de azot, fosfor, corectarea pH-ului ) sau de a prevedea un tratament particular pentru o evacuare data. Acest lucru nu este posibil daca nu se fac masuratori decat pe colectorul principal.

# PROCEDEE FIZICO - CHIMICE

## 4.3.1. Generalitati

**Tratarea fizico-chimica consta in separarea fizica solid-lichid, dupa adaosului unui reactiv chimic provocand aglomerarea materiilor in suspensie. Tratarea biologica da in general rezultate foarte bune , dar in unele cazuri, tratarea fizico-chimica va fi mai adaptata, in special in cazurile urmatoare :**

- statii de epurare cu variatii puternice si brutale ale cantitatilor poluanti;
- eliminarea preferentiala numai a materiilor in suspensie;
- eliminarea fosforului;
- tratarea efluentilor putin sau deloc biodegradabili ($CCO/CBO_5 > 3$, efluenti industriali );
- apropierea de surse de subprodusii industriali la costuri mici, utilizabili ca si reactivii de tratare;
- compactarea instalatiilor, de unde o dezodorizare mai usor anvizajabila si o mai buna integrare in mediul inconjurator.

## 4.3.1.2. PRICIPIUL TRATARII FIZICO – CHIMICE

O statie de epurare prin tratare fizico-chimica cupride trei etape: coagularea, floculareа, separarea.

**Coloizii:** Coloizii sunt particule in suspensie de marimi foarte mici (inferioare dimensiunii de 10 m) si in general incarcate negativ in apele uzate orasenesti. Fiind de mici dimensiuni, nu decanteaza. Avand aceeasi sarcina electrostatica se resping si refuza sa se aglomereze natural si deci sa-si mareasca dimensiunile. Coloizii constituie fractiea nedecantabila de materii in suspensie. Nu pot fi deci eliminati spontan intr-un decantor primar clasic. Pentru a ajuta la decantarea lor, trebuie sa se cresca artificial marimea lor.

| | | Decantor primar conventional, fara adaos de reactiv | Decantor primar cu adaos de reactiv (tratare fizico – chimica) |
|---|---|---|---|
| Randament de eliminare ( % ) | Materii in suspensie | 50 – 60 | 90 |
| | CBO5 | 30 | 50 |

***Tabel 4.3.1. : Randament de eliminare a decantoarelor***

Cresterea eficientei de elimarea a $CBO_5$ si a suspensiilor, la adaosul de reactivi, se explica in mare parte prin eliminarea coloizilor.

Coagularea: Coagularea materiilor in suspensie (deci si a coloizilor) consta in neutralizarea sarcinilor electrice superficiale ale particulelor. Deci, odata cu neutralizarea sarcinilor electrice, particulele initial negative nu se mai resping, deci se pot aglomera. Adaugand sarcini electrice pozitive, se vor anula sarcinile electrice negative ale coloizilor. Sarcinile pozitive adaugate sunt cationi pozitivi ai reactivilor numiti " coagulanti".

| COAGULANT UTILIZAT | FORMULA CHIMICA | CATION POZITIV ADAUGAT |
|---|---|---|
| Clorura ferica | $Fe\ Cl_3$ | $Fe^{3+}$ |
| Sulfat de aluminiu | $Al_2(SO_4)_3$ | $Al^{3+}$ |
| Sulfat feros | $FeSO_4$ | $Fe^{3+}$ |
| Clorsulfat feric | $FeClSO_4$ | $Fe^{3+}$ |
| Var hidratat | $Ca(OH)_2$ | $Ca^{2+}$ |

***Tabel 4.3.2. Coagulanti utilizati in tratarea apelor.***

Adaosurile de reactivi trebuie sa fie imediat urmate de o buna omogenizare. In general, amestecul de coagulant este asigurat intr-un bazin de coagulare, dimensionat pentru un timp de stationare de 3 – 5 min. si echipat cu agitator rapid de mare intensitate (150 ture/minut).

Agitarea rapida este justificata in masura in care:

Agitarea rapida este justificata in masura in care :

- este necesara asigurarea unei probabilitati ridicate de ciocnire a cationilor pozitivi cu coloizii negativi ;
- cationii pozitivi contribuie la neutralizarea sarcinilor electrice superficiale cu atat mai bine cu cat interactiile sunt mai violente.

De notat ca exista $Fe^{2+}$, $Fe^{3+}$ si $Al^{3+}$. Se poate cita si sodiu ($Na^+$), adaugat spre exemplu din soda (NaOH), dar care uzual nu este considerat un coagulant.

Cu cat sarcina cationului este mai mare, cu atat este mai eficient coagulantul. Adica, este mai avantajos sa se utilizeze $FeCl_3$ decat $FeSO_4$ pentru a obtine aceeasi calitate a apei tratate.

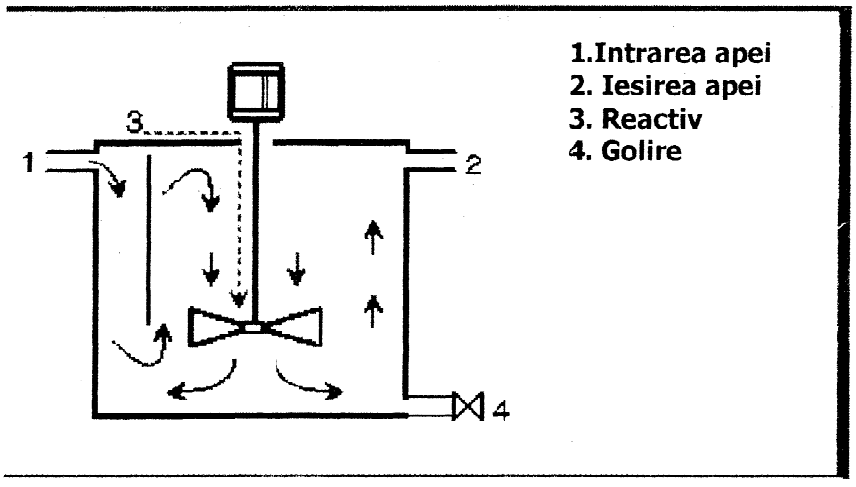



***Figura 4.3.1. Schema bazinului de coagulare.***

- **Floculare**: Dupa adaugarea coagulantului, coloizii sunt neutralizati electostatic. Ei pot sa se apropie si sa se aglomereze. Dar nimic nu-i obliga! (remarca din textul in limba franceza). Mai mult, dupa coagulare, sarcinile electrice neutralizate nu sunt exact electroneutre, ci mai curand se poate afirma ca poseda sarcina usor electropozitiva, 0+, in masura in care un exces lejer de cationi pozitivi a fost adaugat. Dupa coagulare problema nu este rezolvata! De

aici apare importanta floculării. Floculărea consta in aglomerarea particulelor descarcate prin adaosul unui polimer.

Polimerul este o catena moleculara lunga, foarte ramificata, care poseda centri electrostatici incarcati pozitiv sau negativ . Pe acesti centri se pot fixa coloizi prealabil coagulati. Astfel ansamblul polimer-coloizi vor putea decanta spontan sub forma de flocoane fizico-chimice de dimensiune mai mari, uzual >1 mm. A nota ca functie de sarcina globala, polimerul poate fi:

- anionic : incarcare globala negativa (- ),
- cationic: incarcare globala pozitiva (+),
- neionic: incarcare globala nula.

In cazul tratarii apelor uzate, dupa adaugarea unui coagulant, polimerul utilizat este adesea anionic si raspunde in general numelui barbar (remarca din textul in limba franceza) de poliacrilat de acrilamida. Masele moleculare ale polimerilor conditioneaza lungimea catenei. Floculantii pot fi livrati sub forma de pulbere sau ca emulsie. Solutia trebuie preparata lasind sa cada pudra sau emulsia lent in apa supusa unei agitari puternice. Este important de a evita formarea "gogosilor"(aglomerari de polimer nedizolvat), inactive. Agitarea dureaza pana la 2 ore si este necesara pentru a asigura o buna dizolvare. Daca concentratia de preparare este prea mare, solutia va fi foarte vascoasa cu posibile disfunctionalitati la nivelul organelor de pompare si ingreunarea conditiilor de amestec cu apa tratata.

O instalatie de dizolvare consta din:

- un sistem de dispersie a floculantului in apa.
- o cuva de dizolvare,
- o pompa de transfer,
- o cuva de stocare,
- pompa dozatoare urmata de un sistem de dilutie.

Un polimer in forma comerciala nu contine doar substanta activa (polimer pur). Adjuvantii asigura o mare afinitate intre polimer si materiile in suspensie. De asemenea, furnizorul indica procentul de substanta activa. O unitate de floculare este formata dintr-o cuva dimensionata pentru un timp de retentie de 15 – 20 min. si echipata cu un amestecator lent (60 rot./min). Paletele dispozitivului de amestecare si viteza trebuie sa fie compatibile cu buna formare a floconului. In fapt, nu trebuie sa sparga flocoanele pe masura ce se formeaza. Mai multe tipuri de floculatoare sunt disponibile:

- floculatorul cu ax vertical,
- floculatorul cu az orizontal.

Coagularea si floculărea sunt etapele primordiale pentru eficacitatea filierei fizico-chimice. Trebuie urmarita respectarea timpilor de stationare (volumul de lucru) si absenta scurtcircuitului hidraulic. *Atentie* la cascadele de la iesirea floculatorului.

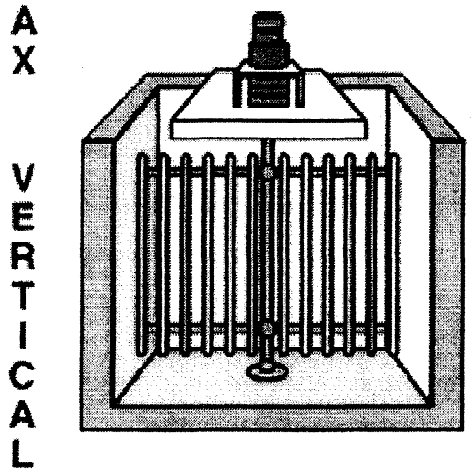



*Figura 4.3.2: Floculator ca ax orizontal*

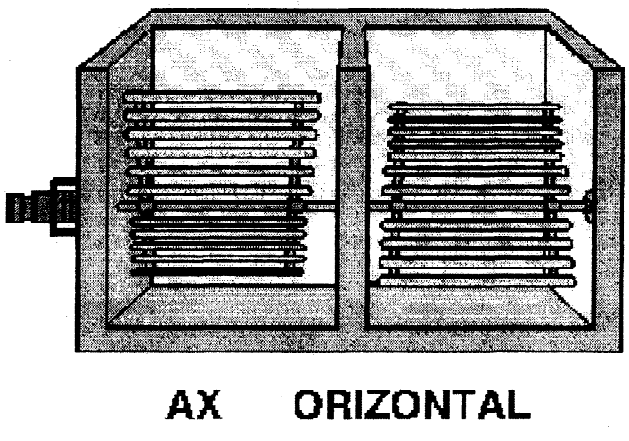



*Figura 4.3.3: Floculator ca ax vertical*

- **pH-ul optim** : Adaugarea unui coagulant este insotita de formarea unui compus insolubil numit " precipitat". Acest precipitat, insolubil si decantabil spontan se aglomereaza pe flocon si il "ingreuneaza" (lesteaza). Formarea sa este in functie de pH-ul la care se realizeaza etapele de coagulare si floculare. Pentru fiecare coagulant exista un pH optim pentru care potentialul de formare a compusilor insolubili este maxim si formarea floconului este optima.

| COAGULANT | PRECIPITATUL FORMAT | pH OPTIM |
|---|---|---|
| **Saruri de fier**<br>-clorura ferica $FeCl_3$<br>-sulfat feros $FeSO_4$ | - hidroxid feric $Fe(OH)_3$<br>- hidroxid feros $Fe(OH)_2$ | 5,5 – 6,0 |
| **Saruri de aluminiu:**<br>- sulfat de aluminiu: $Al_2(SO_4)_3$ | - hidroxid de aluminiu: $Al(OH)_3$ | 6,5 – 7,2 |

***Tabel 4.3.3. Caracteristicile diferitilor coagulanti.***

*Atentie.* pH-ul optim trebuie sa fie determinat de la caz la caz. In final el variaza in functie de coagulant si apele uzate de tratat. Cand se adauga un coagulant el provoaca o scadere a pH-lui (acidifiere) deseori in afara domeniului optim. Rolul operatorului consta in mentinerea pH-lui de coagulare – floculare la valori prescrise si, eventual, cresterea valorilor prin adaugarea unei baze: hidroxid de sodiu, lapte de var, bicarbonat de sodiu.

- **Separarea:** Odata floconul este format, el poate fi separat de apa intersitiala limpede. Se pot utiliza doua tehnici:

- separarea prin diferenta de densitate : decantarea, flotatie,
- separarea prin filtrare: filtrarea simpla, biofiltrare.

Ca si in deznisipatoare, separatoare de grasimi sau decantoare primare, decantarea si filtrarea se supun acelorasi legi fizice. Viteza cu care particulele cad la fundul apei este, in general, in cazul apei uzata menajere de 1,5 – 2 m/h.

- **Decantarea**

*Decantor cilindro-conic obisnuit:* Acest decantor este rar utilizat in cazul apelor reziduale menajere in Franta si in numai pentru instalatiile rurale si de debite mici. Panta radierului este de 550 – 600. In pofida acestor pante ridicate, particulele de namol raman lipite de peretele inclinat si putin cate putin, fermenteaza si ridica la suprafata, prin degajare, bule de metan si dioxid de carbon.

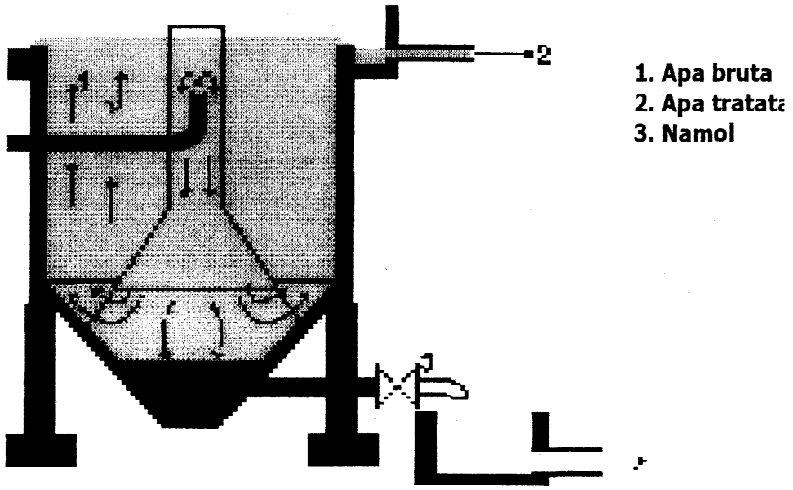



***Figura 4.3.4: Decantor cilindro-conic.***

*Decantor cu raclare mecanica a namolului.*

Raclarea namolului de pe fundul decantorului permite ca acesta sa se concentreze in centrul echipamentului de unde este extras. Panta radierului, de 3 la 5%, este redusa, lucru posibil datorita sistemului de raclare. Avantajele decantorului circular rezida in faptul ca:

- namolul este adunat intr-un SINGUR PUNCT
- durata realizarii este mai mica (cu 20-30% mai redusa).

Decantorul rectangular prezinta, comparativ cu cel circular, avantajul de a ocupa spatiu mai redus deoarece pe langa el se pot grupa sau "mula" alte echipamente cu forma rectangulara: bazin de aerare, biofiltre,... .

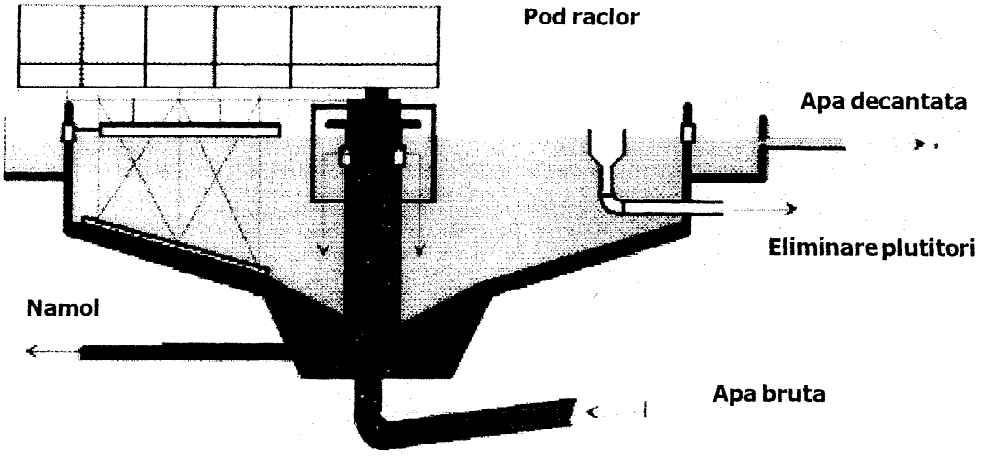



***Figura 4.3.5: Decantorul circular cu raclarea mecanica a namolului.***

*Decantor – floculator*: Decantoarele circulare cu racleti pot fi echipate cu floculatoare cu amestecare lenta in centrul aparatului. Apa floculata se scurge mai intai prin deschiderile largi fara deversoare (atat cat sa evite o turbulenta excesiva) in zona de decantare periferica unde se depun particulele floculate.

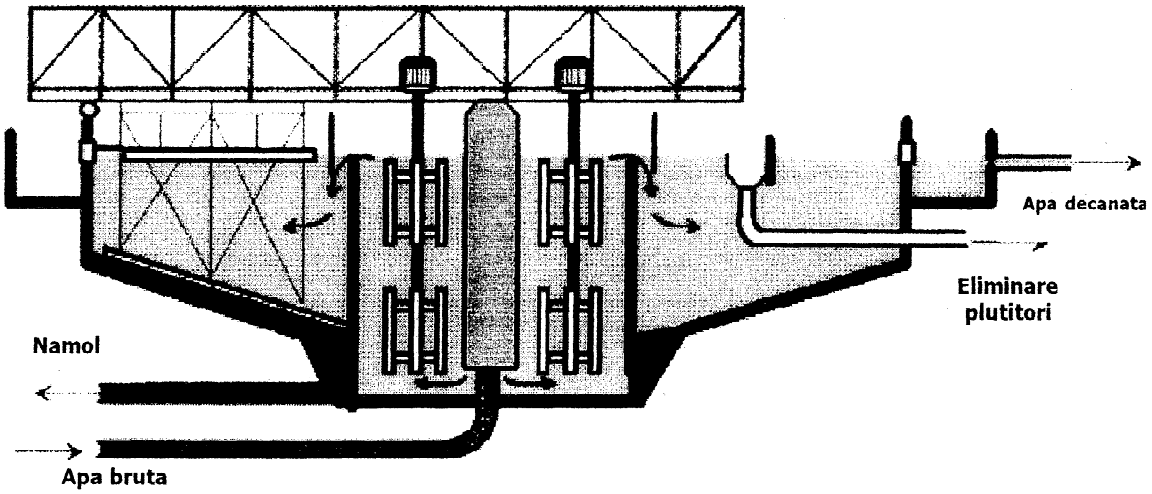



***Figura 4.3.6 : Decantor floculator***

*Decantor cu contactor de namol:* Floculareа poate fi imbunatatita punind de mai multe in ori in contact namolul floculat si apa de tratat prin recircularea namolului, datorita unui amestecator central. Recircularea namolului favorizeaza probabilitatea de contact intre floculant si coloizi prin crestere "incarcarii" in materii in suspensie floculate.

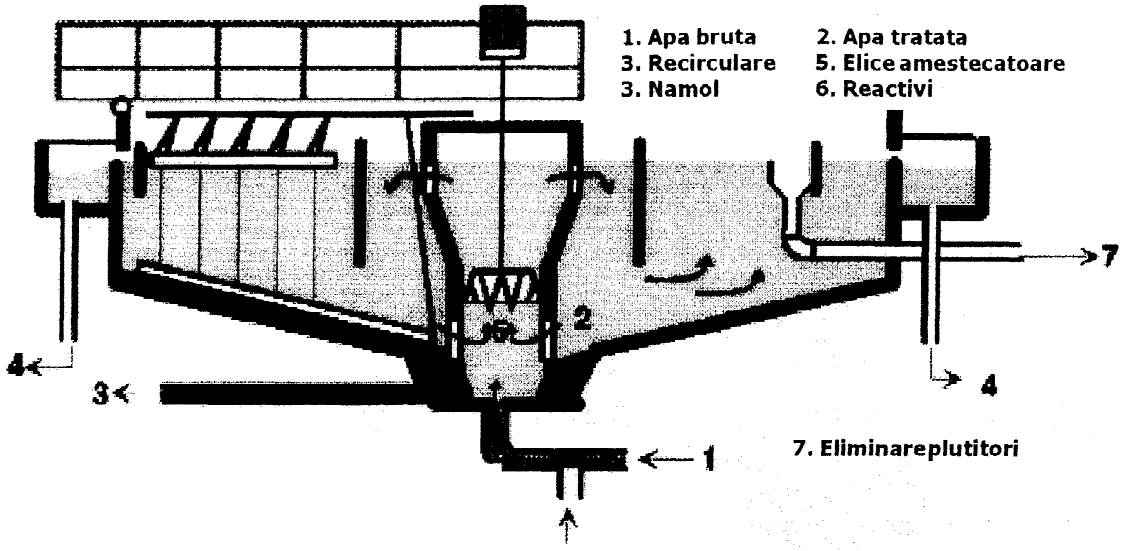



***Figura 4.3.7: Decantor cu contactor de namol***

*Decantarea lamelara*: In practica, un decantor lamelar este constituit dintr-un decantor rectangular clasic in care au fost instalate placi paralele inclinate, in care apa tranziteaza de la baza in sus, in prealabil floculata. Apa decantata este recuperata in partea de sus. Namolul este extras la baza. Actualmente, structurile "fagure de albine" sau in placi paralele sunt preferate. Comparam urmatoarele date de dimensionare:

| | DECANTOARE PRIMARE CLASICE | DECANTOARE LAMELARE |
|---|---|---|
| Timp de stationare | 2 ore | 15 minute |
| Viteza ascensionala ( suprafata solului ) | 1 – 2 m/h | 10 – 20 m/h |

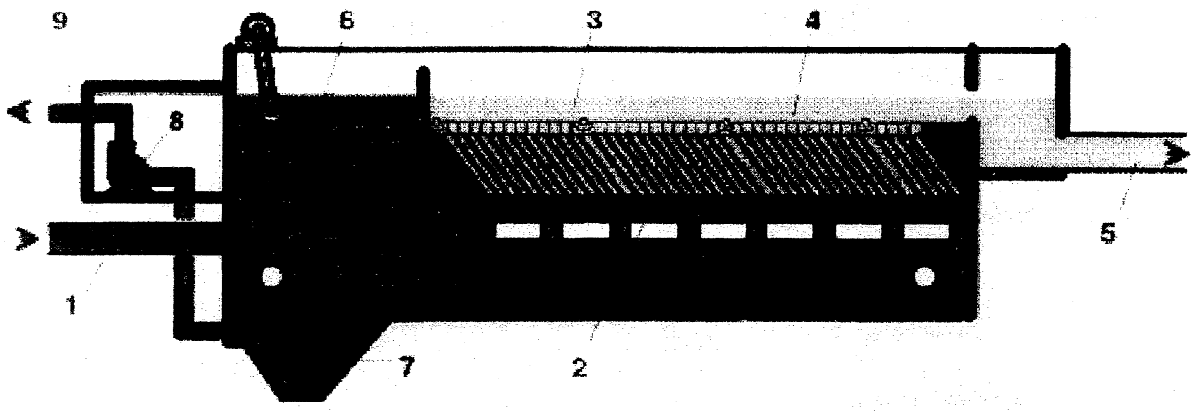
***Tabel 4.3.4: Caracteristicile diferitelor decantoare***

Se pot nota excelentele performante ale decantorului lamelar comparativ cu decantorul clasic, ceea ce permite compactizarea pentru acelasi debit de apa tratata. Cele mai mari performante ale decantarii lamelare sunt datorate scaderii rapide a vitezei flocoanelor la contactul cu lamelele. De fapt, daca o particula atinge o placa, ea poate sa fie asimilata cu o particula prinsa in "capcana". In sfirsit, daca noi luam decantorul orizontal nelameler (fig. 4.3.4.), decantorul va trebui posede o lungime minima L pentru a permite decantarea particulei. In figura 4.3.7, placile orizontale au fost instalate. Lungimea minima L este de aceasta data mult mai mica, de unde cistigul de suprafata. Dar o problema subzista : evacuarea namolului. Asfel in figura 4.3.8. placile sunt inclinate la 50-600 pentru a permite caderea particulelor retinute si deci evacuarea si astfel se evita scurt-circuitul hidraulic. Alimentarea se face pe la baza: este un decantor "contra-curent". Eficacitatea acestui sistem lamelar va fi deci esentiala functie de:

- suprafata dezvoltata,
- spatiul dintre placi,
- lungimea placilor,
- inclinarea placilor .

Materialul utilizat pentru placi este PVC (citeodata otel galvanizat), organizat pe module asezate pe birne de beton armat. Cu siguranta decantoarele, asemenea cu cele model **Densadeg**, cumuleaza functia de decantare, ingrosarea namolului decantat si recircularea namolului. Ingrosatorul este de tip raclor cu lant. Constructia este mai complexa, in masura in care decantorul este rectangular, apoi se termina in partea de baza cu un cilindru si in final cu un con. Avantajul principal rezida in cistigul de spatiu si limitarea mirosurilor, in general foarte importante pentru un ingrosator.

Procedeul **Cristal** prezinta originalitatea de a poseda lamele pivotante pe axul orizontal in scopul de a permite, in pozitie verticala, o curatire a lamelelor prin purjarea namolului, avind in vedere ca acest dispozitiv este asociat unei instalatii de decolmatare.




1. Aductiunea apei decantate
2. Orificiu de alimentare
3. Module lamelare
4. Jgheab transportor
5. Evacuarea apei decantate
6. Raclor de namol
7. Pilnie de concentrare namol
8. Pompa de evacuare namol
9. Evacuarea namolului.

***Figura 4.3.8 : Decantor lamelar.***

<u>Flotatia</u>: Opus decantarii, flotatia este un procedeu de separare lichid-solid care se aplica la particule a caror densitate este inferioara celei a lichidului care le contine. In cazul tratarii fizico-chimice, flotarea este provocata artificial prin introducerea de aer sub presiune in apa (FAD : Flotare cu Aer Dizolvat), aer care se fixeaza pe flocon si il face sa urce la suprafata. Prima etapa este deci producerea aerului sub presiune in apa. Pentru aceasta, aerul (alimentat cu un compresor) este insuflat in apa (alimentata cu o pompa de inalta presiune) continuu ca intr-un balon mentinut la o presiune de 4-8 barr. Amestecul apa/aer sub presiune este apoi injectat la admisia apei floculate in partea de separare. Amestecul, odata ajuns la presiunea atmosferica, in flotator degaja microbule, (ex: deschiderea unei butelii cu apa carbogazoasa) ceea ce provoaca urcarea flocoanelor la suprafata flotatorului. Namolul la suprafata formeaza o turta care poate fi evacuata prin raclare.

- **Marimea bulelor:** O marime importanta a bulelor va conduce la aparitia curentilor turbulenti, perturbatori ai unei bune separari. Marimea bulelor utilizate este aproape de 40 – 80 m. Consumul de aer comprimat variaza intre 15 si 20 L pe $m^3$ de apa tratata.
- **Tip de presurizare:**
  - Presurizare directa: apa floculata este direct presurizata. Aceasta tehnica este rezervata separarii apelor foarte incarcate si namolurilor.
  - Presurizare indirecta : apa tratata este presurizata. Apa presurizata prezinta 10 – 50%

din debitul normal al instalatiei. Aceasta presurizare prezinta avantajul de a minimiza riscurile colmatarii (apa tratata), dar ocazional, o subdimensionare a flotorului si un consum de energie mai ridicat (debitul trece intr-o unitate mai importanta).

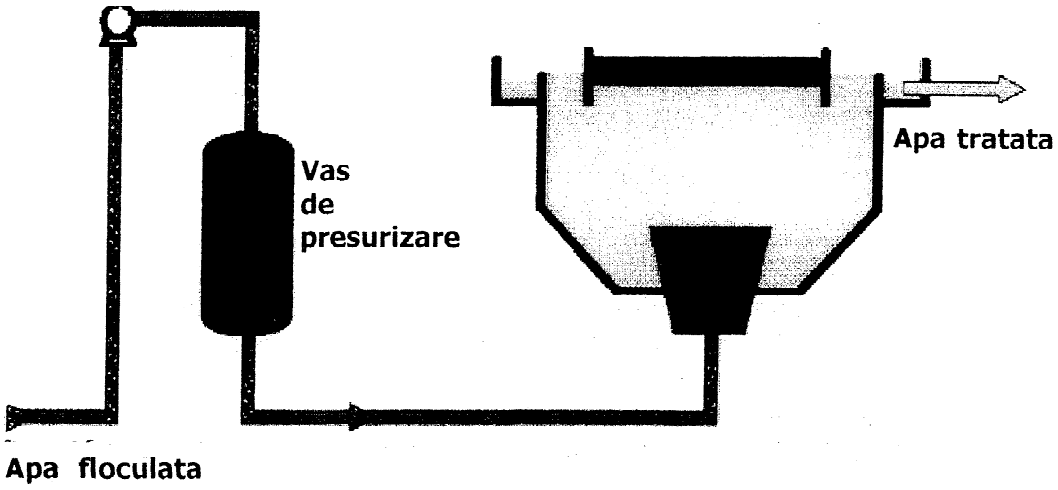



*Figura 4.3.9: Presurizare directa*

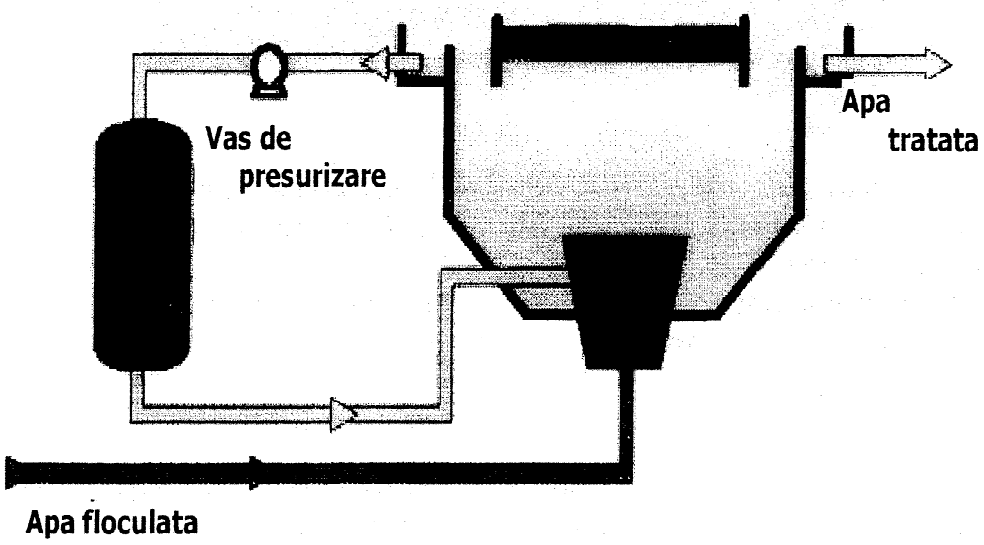



*Figura 4.3.10: Presurizare indirecta.*

Timpi de retentie: Tr = 20 – 40 minute.

Viteza lineara a raclorului: Vl = 25 – 35 cm/minut

Consum energetic : E = 40 – 80 wh / $m^3$ de apa flotata.

## 4.3.1.3. DETERMINAREA DOZEI OPTIME DE REACTIVI

Una dintre principalele cerinte ale exploatarii este aplicarea unei doze optime de reactivi. Prima etapa este realizarea unui test de coagulare – floculare (Jar test).

- **Jar test**: Echipamentul utilizat permite compararea diferitelor doze de reactivi din apa si diferite doze la care se analizeaza volumul si marimea floconului format, limpezirea supernatantului, viteza de sedimentare . *Atentie!* Pentru ca aceste comparatii sa fie posibile, este indispensabil ca intotdeauana sa se lucreze in aceleasi conditii experimentale, urmarind:
  - adaugarea simultana a reactivilor,
  - aceeasi viteza de agitare pentru fiecare pahar,
  - aceeasi durata de agitare pentru fiecare pahar,
  - acelasi timp de decantare pentru fiecare pahar.

- **Metodologie:**

1. se preleveaza apa pretratata de studiat intr-o galeata de 10L,
2. pentru apa prelevata, este important a se determina urmatorii parametri: temperatura, pH, turbiditate sau concentratia materiilor totale in suspensie,
3. se masoara cate un litru de de apa pretratata si se toarna in pahare de laborator,
4. se porneste agitarea rapida (aprox. 150 rot/min),
5. se adauga simultan in pahare doze crescatoare de reactivi de coagulare,
6. se mentine agitarea timp de 3-5 minute,
7. se introduce in cursul acestei agitari reactivul bazic pentru corectarea pH-ului,
8. la sfirsitul perioadei de agitare, se adauga o doza identica pentru fiecare pahar de solutie de polielectrolit, apoi se reduce viteza de agitare la 30 rot. /min,
9. se mentine agitarea lenta timp de 15 pana la 17 min,
10. se apreciaza vizual calitatea flocoanelor,
11. se opreste agitarea si se lasa la decantat materiile in suspensie,
12. se preleveaza prin sifonare o jumatate din volumul de supernatant,
13. se controleaza pentru fiecare proba prelevata parametrii caracteristici ai eficientei:
    - pH,
    - turbiditate,
    - concentratie in suspensii si continutul de fier (daca se utilizeaza un coagulant pe baza de fier –nota verificatorului).

Doza optima este aceea care va permite cel mai bun compromis intre cea mai buna calitate de a supernatantului, la cea mai mica cantitate de reactiv(i) utilizat(i), la cea mai mica cantitate de namol produs.

- Ordinul de marime al dozelor de reactivi: Dozele de reactivi variaza esential in functie de calitatea apei de tratat si de randamentul de epurare atins. Cu titlu informativ , se pot indica domeniile urmatoare pentru tratarea fizico-chimica a apelor uzate orasenesti:
  - clorura ferica .....30-200 g $FeCl_3/m^3$ apa uzata
  - polielectrolit (anionic) .....0,25-2 g polielectrolit/ $m^3$ apa uzata.

Odata determinate dozele optime si concentratiile de reactivi (coagulant, floculant si neutralizant), trebuie reglat debitul pompelor dozatoare ale diferitilor reactivi. Formula urmatoare este folosita:

$$q = \frac{Q \times T}{C}$$

Unde: $q$ = debitul pompelor dozatoare fixat (L/h),
$Q$ = debitul de efluent de tratare ($m^3/h$),
$C$ = concentratia solutiilor de reactivi (g/L),
$T$ = concentratia optima de reactiv aplicata ($g/ m^3$).

- **Aplicatie:**

- Debit de apa uzata de tratat.....500 ($m^3/h$),
- Concentratia solutiei de clorura ferica.....100 (g/L),
- Concentratia optima determinata prin jar-test.....70 (mg/L0.
- Debitul pompei dozatoare .....350 (L/h)

# NAMOLURI ACTIVATE

## 4.3.2.a.1. TEORIA NAMOLURILOR ACTIVATE

### 4.3.2.A.1.1. Principiile epurarii

In apele uzate exista cantitati importante de poluanti. Acesti poluanti pot fi de origine minerala sau organica, in suspensie sau dizolvati, reprezentand o masa de nutrienti importanta pentru numeroasele microorganisme vii. Aceste organisme sunt foarte mici, dimensiunea lor este sub 1 micrometru. Acestea sunt bacteriile. Ca toate organismele, ele traiesc, au nevoie de hrana, dar mai ales de oxigen. Exista toate elementele pentru a putea epura apa: substrat, oxigen, conditii de viata. In statia de epurare bacteriile vin in contact cu substantele hranitoare ( poluantii si oxigenul), ceea ce se face in bazinul de aerare. Dar va trebuie prevazuta o zona de linistire, pentru a separa excedentul de apa; aceasta va fi decantarea secundara sau limpezirea. Aceste doua echipamente, bazinul de aerare si bazinul de decantare secundara, costituie elementele de baza ale epurarii apelor uzate cu namol activat. Substratul este alimentat continuu, este deci indispensabil a avea in permanenta numarul de convietuitori in raport cu cantitatea de poluanti. Se cauta a adauga bacterii returnandu-le pe acelea din bazinul de limpezire prin recirculare. Bacteriile sunt niste organisme vii speciale. Atunci cand ele sunt la virsta adulta se reproduc prin divizare, de obicei in doua. Cele doua noi organisme formate sunt identice cu primul, si adesea aceasta inmultire este foarte rapida (intre o jumatate de ora si cateva ore). In consecinta, numarul de microorganisme (concentratia namolului) prezent in bazinul de aerare creste in permanenta. Pentru buna functionare a statiei, trebuie obligatoriu pastrata constanta concentratia namolului. Trebuie deci sa se evacueze namolul.

**RECAPITULAND,**

Viata bacteriilor si epurarea nu va fi posibila decat daca :

1. se "aduce" oxigenul necesar activitatii lor cu ajutorul unui dispozitiv de aerare care va difuza aerul in mediul bacteriilor.
2. exista o amestecare eficace a apei permitand transportul si un bun contact intre bacterii, substrat si oxigen.
3. se furnizeaza substrat adecvat acestor bacterii, adica o apa uzata biodegradabila, fara toxice si aseptica.
4. numarul bacteriilor este proportional cu cantitatea de poluanti de asimilat.

Rolul operatorului este de a gira ansamblul acestor constrangeri. In concluzie, principiul epurarii cu namol activat, consta in transformarea poluantilor continuti in apa uzata in namol biologic care se poate separa de apa epurata la nivelul bazinului de limpezire.

In Figura 4.3.11. sunt prezentate elementele esentiale pentru a asigura tratarea apelor uzate prin procedeul cu namol activat:

- Intrarea apelor uzate,
- Bazinul de aerare (poate fi rectangular, circular sau inelar),
- Introducerea aerului,
- Amestecarea namolului,
- Bazinul de decantare (poate fi rectangular sau circular; la acest nivel se face separarea intre apa epurata si namol),

- Dispozitivul de recirculare a namolului.
- Dispozitivul de evacuare a namolului.

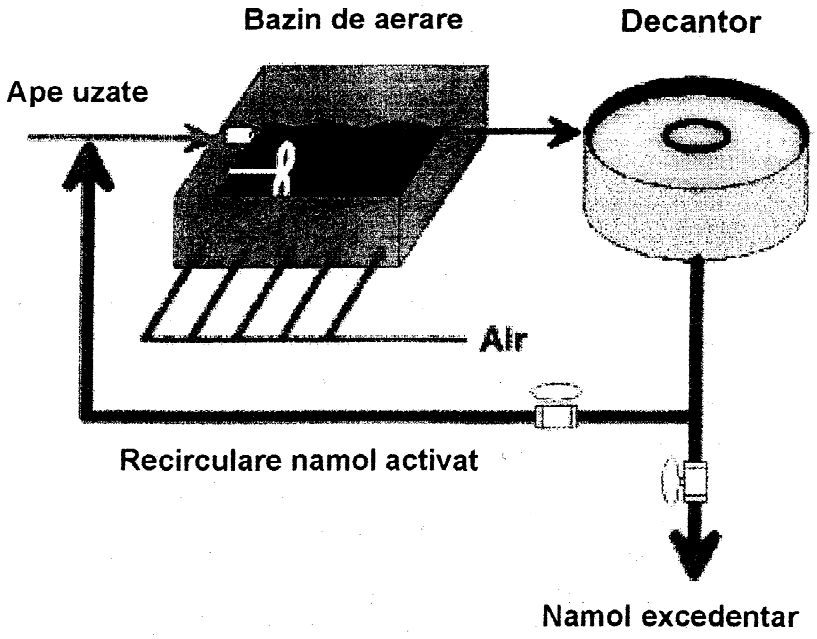



*Figura 4.3.11. Principiul unei statii de epurare prin procedeul cu namol activat.*

## 4.3.2.a.1.2. Microorganismele

- **Bacterii :** pentru ce se folosesc bacteriile in epurare?
  1. sunt organisme microscopice, marimea lor fiind in raport cu poluantul;
  2. se adapteaza usor la substratul disponibil, proprietate esentiala in timp deoarece calitatea apei uzate se schimba constant;
  3. se reproduc foarte rapid si deci, daca cantitatea de poluanti este suficienta, numarul lor variaza functie de aceasta.

Dar, ceea ce este fundamental, este aptitudinea bacteriilor de a flocula. Ca urmare, atunci cand bacteriile sunt aduse in conditii favorabile, ele se aglomereaza pentru a forma flocoane de namol, care se pot separa de apa prin simpla decantare la nivelul decantoarelor secundare. Floculareа bacteriilor este un fenomen complex care se explica astfel:

- bacteriile, in cresterea lor elibereaza materii asemanatoare polielectrolitilor (floculantilor) care favorizeaza aglomerarea intre ele si cu alte particule in suspensie.
- in cursul epurarii, se mentine liber echilibrul intre cantitatea de namol si cantitatea de poluanti eliminati, daca bacteriile au corecta cantitatea de substrat necesara vietii si reproducerii. Ele poseda energie pentru deplasare si de aceea ele au tendinta de a se grupa.
- Bacteriile sunt primele organisme care se dezvolta si asimileaza poluantii, dar

rapid, in namol apar protozoarele. Aceste organisme sunt "pradatori" in raport cu bacteriile. Ele participa la epurare eliminind o parte din poluanti, dar in principal elimina bacterii care nu "vor" sa floculeze si care raman in suspensie.

- **Protozoare:** protozoarele sunt organisme mai putin evoluate decit bacteriile. Ele sunt de dimensiuni mai mari. Marimea lor este de 10-100 ori mai mare, fata de a bacteriilor.
  In consecinta, se pot observa usor la microscop. Este foarte interesant deoarece ele exista sub forma de cupluri protozoare/bacterii, care este in raport cu calitatea apei care intra in instalatie. In plus, protozoarele prezente in namol depind de calitatea exploatarii si de conceptia statiei de epurare. Ele reprezinta deci un bun mijloc pentru aprecierea namolului. Pentru aceasta, este indispensabil de a avea un microscop care sa poata mari de 100, 200 si 400 de ori, si un mic determinator sa se poata identifica organismele uzuale.

- **Metazoare:** Acestea sunt organisme mai evoluate decat protozoarele. Ele se reproduc mai lent. Prezenta lor in namolul biologic arata ca namolul este "imbatranit". Prezenta rotiferilor este un semnal, la fel ca si a nematodelor, al namolului imbatrinit. Observarea microscopica permite punerea in evidenta a aspectului floconului si definirea calitatii apei interstitiale, de a numara speciile prezente sub marimea de x 200. Este important sa se faca mai multe observatii pe acelasi namol intrucat o picatura nu reprezinta nimic, realitatea aratand ca organismele prezente in aceasta picatura mor rapid caci ele sunt in lipsa totala de oxigen (afirmatie din textul original in limba franceza- nota verificatorului). Aceasta observatie permite punerea in evidenta sau nu a bacteriilor filamentoase. Aceste bacterii sunt foarte deranjante pentru epurare, caci ele decanteaza foarte dificil. Ele se prezinta sub forma unor "fire" lungi foarte fine si actioneaza ca o "parasuta" la decantarea floconului. Este deci primordial de a detecta prezenta lor in scopul de a putea rapid sa se lupte contra dezvoltarii lor si ,adesea, de a asigura o apa tratata de buna calitate.

### 4.3.2a.1.3. Producerea apei epurate

- **Scopul limpezirii**: separarea namolului activat de apa epurata. Trebuie facuta evacuarea namolului decantat; este nevoie de constructia unui echipament adecvat, calculat pentru aceasta. Trebuie evitat ca namolul pluteasca dupa decantare. Rolul operatorului consta in a optimiza reglajele evacuarii namolului, recircularii si aerarii pentru a evita acest fenomen.
- **Decantarea**: reprezinta caderea particulelor de namol in interiorul apei. Aceasta deplasare depinde de hidraulica decantorului si de calitatea namolului.

  Hidraulica decantorului: Decantorul este un echipament care permite nu numai separarea apei de namol, dar si ingrosarea namolului. Sub acest aspect trebuie adoptata o hidraulica cu viteza ascensionala a apei. Aceasta trebuie sa fie inferioara valorii de 0,6 m/h si un timp de stationare a namolului care sa nu depasesca 2 ore. Calculul timpilor de stationare este dificil si nu se justifica in exploatarea curenta. Din contra, inaltimea stratului namolului este direct legata de cantitatea de namol prezenta in decantor. In masura posibilului, trebuie ca inaltimea stratului de namol sa fie peste 1 m. Cand inaltimea stratului de namolul este peste 1 m, se limiteaza foarte mult riscurile de pierdere a namolului datorita supraincarcarii hidraulice. Hidraulica limpezirii va fi inrautatita daca:
  - statia primeste foarte multa apa "parazita" ( a se vedea Capitolul 4.1),
  - debitul pompelor de recirculare este foarte mare in raport cu suprafata decantorului (dimensionare deficitara),
  - deversoarele sunt prost reglate.
  - pompele de recirculare pornesc in acelasi timp cu aeratorul.

rapid, in namol apar protozoarele. Aceste organisme sunt "pradatori" in raport cu bacteriile. Ele participa la epurare eliminind o parte din poluanti, dar in principal elimina bacterii care nu "vor" sa floculeze si care raman in suspensie.

- **Protozoare:** protozoarele sunt organisme mai putin evoluate decit bacteriile. Ele sunt de dimensiuni mai mari. Marimea lor este de 10-100 ori mai mare, fata de a bacteriilor.
  In consecinta, se pot observa usor la microscop. Este foarte interesant deoarece ele exista sub forma de cupluri protozoare/bacterii, care este in raport cu calitatea apei care intra in instalatie. In plus, protozoarele prezente in namol depind de calitatea exploatarii si de conceptia statiei de epurare. Ele reprezinta deci un bun mijloc pentru aprecierea namolului. Pentru aceasta, este indispensabil de a avea un microscop care sa poata mari de 100, 200 si 400 de ori, si un mic determinator sa se poata identifica organismele uzuale.

- **Metazoare:** Acestea sunt organisme mai evoluate decat protozoarele. Ele se reproduc mai lent. Prezenta lor in namolul biologic arata ca namolul este "imbatranit". Prezenta rotiferilor este un semnal, la fel ca si a nematodelor, al namolului imbatrinit. Observarea microscopica permite punerea in evidenta a aspectului floconului si definirea calitatii apei interstitiale, de a numara speciile prezente sub marimea de x 200. Este important sa se faca mai multe observatii pe acelasi namol intrucat o picatura nu reprezinta nimic, realitatea aratand ca organismele prezente in aceasta picatura mor rapid caci ele sunt in lipsa totala de oxigen (afirmatie din textul original in limba franceza- nota verificatorului). Aceasta observatie permite punerea in evidenta sau nu a bacteriilor filamentoase. Aceste bacterii sunt foarte deranjante pentru epurare, caci ele decanteaza foarte dificil. Ele se prezinta sub forma unor "fire" lungi foarte fine si actioneaza ca o "parasuta" la decantarea floconului. Este deci primordial de a detecta prezenta lor in scopul de a putea rapid sa se lupte contra dezvoltarii lor si ,adesea, de a asigura o apa tratata de buna calitate.

### 4.3.2a.1.3. Producerea apei epurate

- **Scopul limpezirii**: separarea namolului activat de apa epurata. Trebuie facuta evacuarea namolului decantat; este nevoie de constructia unui echipament adecvat, calculat pentru aceasta. Trebuie evitat ca namolul plutească dupa decantare. Rolul operatorului consta in a optimiza reglajele evacuarii namolului, recirculatii si aerarii pentru a evita acest fenomen.
- **Decantarea**: reprezinta caderea particulelor de namol in interiorul apei. Aceasta deplasare depinde de hidraulica decantorului si de calitatea namolului.

  Hidraulica decantorului: Decantorul este un echipament care permite nu numai separarea apei de namol, dar si ingrosarea namolului. Sub acest aspect trebuie adoptata o hidraulica cu viteza ascensionala a apei. Aceasta trebuie sa fie inferioara valorii de 0,6 m/h si un timp de stationare a namolului care sa nu depasesca 2 ore. Calculul timpilor de stationare este dificil si nu se justifica in exploatarea curenta. Din contra, inaltimea stratului namolului este direct legata de cantitatea de namol prezenta in decantor. In masura posibilului, trebuie ca inaltimea stratului de namol sa fie peste 1 m. Cand inaltimea stratului de namolul este peste 1 m, se limiteaza foarte mult riscurile de pierdere a namolului datorita supraincarcarii hidraulice. Hidraulica limpezirii va fi inrautatita daca:
  - statia primeste foarte multa apa "parazita" ( a se vedea Capitolul 4.1),
  - debitul pompelor de recirculare este foarte mare in raport cu suprafata decantorului (dimensionare deficitara),
  - deversoarele sunt prost reglate.
  - pompele de recirculare pornesc in acelasi timp cu aeratorul.

Calitatea namolului: pentru a aprecia calitatea namolului trebuie realizat o decantare in cilindru. Acest test permite aprecierea aptitudinii namolului la decantare, altfel spus prevederea separarii apa/namol.

### 4.3.2.a.1.4. Rezultatele epurarii

In toate cazurile, namolul activat permite eliminarea:

- materiilor in suspensie prin floculare biologica;
- $CBO_5$ prin nutritia bacteriilor;
- CCO in mare parte, caci acesta contine $CBO_5$ si, in plus, partea insolubila va fi, asa cum sunt materiile in suspensie, floculata in namol;
- azotul si foforul in anumite conditii de operare si dimensionare.

- **Epurarea compusilor cu continut de azot**: Daca se furnizeza suficient oxigen in bazinul de aerare, azotul Kjeldhal va fi progresiv oxidat la nitrati datorita bacteriilor. Oxigenul continut in nitrati va fi consumat de catre bacterii in absenta oxigenului dizolvat. Azotul rezultat va fi evacuat in atmosfera sub forma de bule de azot gazos. Aceste reactii se pot produce prin trei secvente:
  - zona rezervata acestei operatii- zona anoxica,
  - oprirea aerarii – sincoparea aerarii,
  - stationarea prelungita in bazinul de decantare secundara-acest ultim caz trebuie limitat pentru a evita antrenarea namolului de catre bulele de azot.

- **Epurarea compusilor fosforului**: microorganismele asimileaza, pentru necesitatile lor, 20 – 30% din fosforul continut in apa uzata. Pentru fractia restanta, este necesar sa se efectueze o tratare complementara, adesea cu reactiv pe baza de saruri metalice (fier, aluminiu..) pentru a se obtine un precipitat insolubil floculabil biologic.

## 4.3.2.a.2. PARAMETRII CARACTERISTICI NAMOLULUI ACTIVAT

Parametrii prezentati in acest document sunt definiti pentru tratarea efluentilor orasenesti pentru situatiile normale, caracterizate prin absenta incidentelor specifice de exploatare (gonflare filamentoasa, supraincarcare organica cronica,....).

### *4.3.2.a.2.1. Incarcarea masica: Cm*

Caracterizeaza echilibrul biologic al tratarii. Schematic, reprezinta raportul substrat/biomasa in bazinul de aerare. Este determinata prin raportul:

$$Cm = \frac{kg\ DBO_5 \cdot zi^{-1}\ (intrare\ in\ treapta\ \ biologica)}{kg\ MVS\ (bazin\ \ de\ aerare)}$$

Modul de calcul cel mai utilizat, in particular de catre constructori, este definit de relatia urmatoarea:

$$Cm = \frac{Q \times [CBO_5]}{V_{BA} \times [MVS]_{BA}}$$

Unde : $Q$ : debit zilnic ( $m^3$/zi ) care intra in bazinul de aerare;

$[CBO_5]$ : concentratia medie ( $kg/m^3$ ) in $CBO^5$ din efluent la intrare in bazinul de aerare,

$V_{BA}$ : volumul ($m^3$ ) al bazinului de aerare.

$[MVS]_{BA}$ : concentratia in ($kg/m^3$ ) in materii volatile in suspensie a namolului din bazinul de aerare.

Modul de calcul luat in considerare de catre unii oparatori este mai avantgardist. Trebuie sa apara o estimare a calitatii namolului in bazinul de limpezire:

$$Cm = \frac{Q \times [CBO_5]}{(V_{BA} + 0{,}75\, V_{cl}) \times [MVS]_{BA}}$$

unde : $V_{Cl}$: volum ($m^3$ ) util al bazinului de decantare secundara.

In practica, o evaluare precisa a cantitatii de namol in bazinele de decantare secundara ramane foarte delicata.

### 4.3.2.a.2.2. Incarcarea volumica (Cv)

Permite estimarea capacitatii reactorului biologic, *a priori*, la conceptia lucrarilor. Se prezinta ca raportul:

$$Cv = \frac{kg\ CBO_5 \cdot zi^{-1}\ (intrat\ in\ treapta\ biologica)}{m^3\ (reactor\ biologic)}$$

Aceasta notatie va fi de asemenea utilizata pentru tratarea culturilor fixe, asemenea patului bacterian, biofiltrului sau pentru metanizare (fermentare anaeroba).

**Calculul incarcarii volumice:** $Cv = \frac{Q \times [CBO_5]}{V_{BA}}$

Unde : Q: debit zilnic ( $m^3/zi$ ) care intra in bazinul de aerare;

$[CBO_5]$ : concentratia medie ( $kg/m^3$ ) in $CBO_5$ a efluentului la intrarea in bazinul de aerare,

$V_{BA}$ : volum bazinului de aerare ($m^3$).

### 4.3.2.a.2.3. Timpul de stationare: ts

La modul general, este timpul de stationare hidraulica a apei in bazin (deznisipator, decantor primar, bazin de aerare, decantor secundar, ...), permitand derularea fazelor urmatoare ale tratarii:

- sedimentarea, tasarea, separarea (pentru deznisipator si decantor),
- punerea in contact, adsobtie, asimilare, respiratie,....(pentru bazin de aerare).

Depinde de doi factori:
- volumul bazinului *V* considerat ($m^3$)
- debitul de efluent tranzitat *Q* ($m^3$ /h).

- **Calculul timpului de stationare**: $ts(ore) = \frac{V}{Q}$

Notiunea de timp de stationare ramane relativ teoretic. Nu face decat sa evidentieze incidenta unor fenomene dificil de apreciat asemenea drumurilor preferentiale, amestecarii neomogene,.... care tind sa reduca timpul de stationare in echipamentul respectiv. Mai mult, debitul de efluent nu este decit rareori constant. Aceasta pentru ca, se defineste astfel in general:

$ts_{mediu} = \frac{volum}{debit\ mediu\ orar}$ si $ts_{minim} = \frac{volum}{debit\ orar\ la\ varf\ de\ sarcina}$

Trebuie diferentiat timpul de contact de timpul de trecere. Aceasta distinctie este adesea importanta atunci cand o recirculare partiala (a efluentului sau a namolului) intervine in bazin astfel, pentru bazinul de aerare de volum VBA, receptionand un debit mediu orar R de recirculare a namolului, se va defini:

$$\text{timp de stationare} = \frac{V_{BA}}{Q} \quad \text{si} \quad \text{timp de contact} = \frac{V_{BA}}{R + Q}$$

Estimarea incarcarii masice este bazata pe calculul urmator:

$$Cm = \frac{Q \times [CBO5]}{V_{BA} \times [MVS]} = \frac{Q}{V_{BA}} \times \frac{[CBO5]}{[MVS]} \quad \text{sau} \quad Cm = \frac{I}{Ts} \times \frac{[CBO5]}{[MVS]}$$

Cu cat incarcarea masica este mare, cu atat este mai redus timpul de stationare.

## 4.3.2.a.2.4. Varsta namolului: A

Varsta namolului reprezinta timpul de stationare al namolului in treapta de tratare biologica. Aceasta insemna ca este mult mai lung decat timpul de stationare al apei de tratare, datorita recircularii repetate a namolului decantat catre bazinul de aerare.
Varsta namolului determina numeroase aspecte ale tratarii, dupa cum urmeaza:

- marimea si densitatea flocoanelor biologice,
- gradul de mineralizare (%MVS) al namolului biologic,
- prezenta bacteriilor nitrificatoare,
- prezenta si diversitatea microfaunei de "pradatori" ai bacteriilor (Protozoare, Rotiferi, Nematode,...)

Asociat temperaturii, varsta namolului constituie parametrul fundamental de dimensionare al statiilor de epurare in special pentru eliminarii azotului prin nitrificare.
Virsta namolului depinde de doi factori :

- cantitatea *St* de namol, exprimat in kg MS, prezenta in treapta biologica,
- cantitatea medie de namol in exces *E*, evacuata din procesul biologic, exprimata in kg MS/zi.

$$A(zi) = \frac{S_t}{E}$$

- **Calculul varstei namolului:** Modul de calcul cel mai utilizat este definit de relatia :

$$A = \frac{[MS]_{BA} \times V_{BA}}{[MS]_E \times Q_E}$$

unde :

- $QE$ : debit zilnic ($m^3$/zi) de evacuare a namolului in exces,
- $[MS]_{BA}$ : concentratia ( kg/$m^3$) in MS a namolului in exces,
- $V_{BA}$ : volum ($m^3$) al bazinului de aerare,
- $[MS]_E$ : concentratia in (kg/$m^3$) in MS a namolului evacuat.

Calculul, prin lipsa, neglijeaza masa de namol prezent in bazinul de decantare si MES ce se pierd in timp in apa tratata. Pentru o determinare mai exacta, anumiti operatori prefera un alt mod de calcul:

$$A = \frac{[MS_{BA}](V_{BA} + 0{,}75V_{cl})}{([MS_E] \times Q_E) + ([MES]_{ET} \times Q)}$$

Unde :

- $Q$ : debit zilnic ( $m^3$/zi ) de apa tratata.
- $[MES]_{ET}$ : concentratia ( $kg/m^3$) a MES in apa tratata.
- $V\,cl$ : volumul util al decantorului secundar in $m^3$

#### 4.3.2.a.2.5. Indicele de namol : IN

Acest parametru permite aprecierea aptitudinii namolului de a decanta. Acest indice reprezinta volumul ocupat de un gram de namol, dupa 30 min. de decantare intr-un cilindru gradat de un litru. Depinde de doi parametri:

- volumul de namol decantat *V30*, exprimata in mL/L
- concentratia in MS a namolului, exprimata in g/L.

- **Determinarea indicelui de namol** : $IN(mL/g) = \frac{V_{30}}{[MS]}$

Volumul decantat *V30* masurat, trebuie imperativ sa fie inferior valorii de 300 ml ceea ce poate necesita o dilutie a namolului cu apa epurata inaintea realizarii testului. Pentru calcul, trebuie tinut cont de dilutie si atunci :

*V30 = V30 masurat * dilutia*

Indicele MOLHMAN este de asemenea utilizat pentru caracterizarea aptitudinii namolului de a decanta. El se calculeaza similar prin raportul intre *V30* obtinut fara dilutie si concentratia MS: *IM = V30 /MS*.

Aceste doua marimi (IM si IN) sunt comparabile pentru namoluri mai putin concentrate sub 3 g/L. Pentru concentratii superioare, este preferabil sa se utilizeze indicele de namol IN.

#### 4.3.2.a.2.6. Viteza ascensionala: *Va*

Viteza ascensionala *Va*, numita de asemenea si incarcare hidraulica superficiala, se refera la operatiile de decantare (decantare primara, limpezire). Transpune viteza ascensionala a apei (decantata si limpezita) care se opune vitezei de decantare *Vd* a particulelor (materii in suspensie decantabile sau flocoane biologice). Pentru obtinerea unei separari convenabile, trebuie deci prevazute (la conceptie) si mentinute (la exploatare) conditiile hidraulice asemanatoare ca *Va* fie inferioare lui *Vd*. Viteza ascensionala depinde de doi factori :

- debitul efluentului Q (in $m^3/h$),
- suprafata orizontala a decantorului *S* ( suprafata oglinzii de apa in $m^2$).

- **Determinarea vitezei ascensionale :** $Va(m/h) = \frac{Q}{S}$

Prin analogie cu determinarea timpilor de stationare, este indispensabil sa se determine:

$$Va_{mediu} = \frac{debitul\ mediu\ orar}{suprafata} \quad si \quad Va_{max\,im} = \frac{debitul\ de\ virf\ orar}{suprafata}$$

Determinarea vitezei ascensionale in decantorul secundar nu tine cont de debitul de recirculare al namolului. Mai mult, se considera ca o marime neglijabila debitul de evacuare a namolului excedentar. Notiunea de viteza ascensionala ramane **foarte teoretica.** Se presupune o repartitie hidraulica perfecta a apei in decantorul secundar, masuratorile hidraulice (cu ajutorul trasorilor chimici) contrazicandu-se aproape sistematic. Aceasta a condus mai multi creatori la abandonare acestui criteriu in favoarea unui alt termen: fluxul maxim admisibil exprimat in kg MS $m^2/h$.

## 4.3.2.a.3. REGLAJELE DE BAZA

**4.3.2.a.3.1. Evacuarea namolului excedentar**: Pentru o buna functionare trebuie imperativ ca, concentratia namolului sa fie constanta. Ori, microorganismele se reproduc rapid si trebuie deci sa se evacueze namolul excedntar astfel incat sa se mentina concentratia constanta.

**Calculul evacuarii**: Evacuarea permite sa se controleze si sa se adapteze cantitatea de namol si cantitatea de poluanti influenta:

- Flux de poluanti = kg $CBO_5$ /zi
- Masa bacteriana + greutatea namolului in bazinul de aerare = volumul volumul - Bazinului de aerare (*VBA*) * concentratia namolului activ (*CBA*).
- Fluxul de poluanti fiind constant global pe an, este suficient de a mentine constant *CBA* si *VBA*.
- Bazinul de aerare este din beton, deci volumul sau este constant.

In final , trebuie mentinut *CBA* constant, in general intre 2 –5 g/l.

- **Reglarea exploatarii**: intr-o statie de epurare mica (inferioara capacitatii de 10 000 de locuitori echivalenti) doua cazuri pot fi prezente:
  - statia nu primeste toti poluantii pentru care este conceputa. Incarcarea in poluanti este inferioara sau egala cu 50% din incaracarea nominala.
  - trebuie sa se evacueze namol mai putin de doua ori pe saptamina.

➢ trebuie adaptata concentratia incarcarii primite.

➢ in toate cazurile, concentratia namolului nu trebuie sa creasca peste 1 g/L in bazinele de aerare (nu se diminueaza mai mult de 1 g/L in raport cu valoarea predeterminata C).

➢ nu se opreste mai mult de doua ore recircularea inainte de evacuarea namolului excedentar.

➢ Pentru o mai buna exploatare se recomanda evacuarea de mai multe ori a unor cantitati mici de namol, decat o singura data o cantitate mai mare .

### 4.3.2.a.3.2 Recircularea

Cele trei functii ale recircularii sunt:

- mentinerea concentratiei namolului constanta si corecta in bazinul de aerare,
- evitarea acumularilor de namol in bazinul de limpezire, debordarea patului de namol,
- limitarea timpilor de stationare a namolului in bazinul de limpezire pentru garantarea unei bune calitati a apei.

- **Calculul recircularii : primul calcul**

➢ Luati rezultatul de la decantarea de 2 ore ($V_{120}$) pe namol activat nediluat.

- Notati Ve = volumul de apa si Vb = volumul de namol.
- Divizati Vb cu Ve si obtineti rata recircularii.

- **Calculul recircularii : al doilea calcul**

$$\frac{R}{Q} = \frac{C_{namol}ativat}{C_{namol}recirculat \cdot C_{namol}activat}$$

In fiecare caz, nu trebuie oprita recircularea mai mult de doua ore consecutiv.

### 4.3.2.a.3.3. Aerarea

Microorganismele epuratoare consuma relativ mult oxigen pentru asimilarea poluantilor si pentru propriile necesitati. Datorita oxigenului, ele transforma poluntii dizolvati in namol decantabil. Daca oxigenul le lipseste, bacteriile sunt sufocate, pot muri, iar poluantii care au fost transformati in namol vor reveni in starea dizolvata. Oxigenul permite de asemenea amestecarea namolului activat. Aceasta amestecare este indispensabila deoarece favorizeaza contactul intre microorganisme si poluanti. Amestecarea eficace a namolului evita crearea depozitelor. Aceste depozite diminueaza volumul util al utilajelor si va aparea septicitatea.

- **Necesitati: Oxigenul este necesar** pentru respiratia micro-organismelor. Cantitatea depinde de concentratia namolului. Cu cat namolurile sunt mai concentrate si cu atat mai mare va fi cantitatea de oxigen care trebuie furnizata.
  Evacuarea namolului excedentar trebuie sa fie bine reglata. In plus, trebuie oxigen pentru eliminarea poluarii carbonice ($CBO_5$) si eventual pentru a degrada poluantii cu azot.

- **Aporturi**: Pentru ca statia sa functioneze normal si corect, aporturile trebuie sa fie compensate de necesitati. In general, se difuzeaza aer in interiorul namolului astfel :
  - Aeratoare de suprafata: turbine sau agitatoare. Aceste aparate permite aerarea si amestecarea;
  - Sistemele de difuzie a aerului: domuri poroase, difuzori cu membrana care sunt alimentati cu aer sub presiune.

- **Reglarea aerului**: Aeratoarele trebuie sa functioneze cand statia primeste poluanti.

**Trebuie adus oxigenul cand bacteriile au nevoie.** In consecinta, in perioada de noapte aeratoarele se pot opri. Atunci cand consumul de energie electrica este aferent unei ore de varf, la care pretul de cost al energie electrice este mai ridicat (valabil pentru Franta – nota verificatorului), va putea de asemenea sa se opreasca in scopul reducerii cheltuielilor. In acest timp, fiecare reglaj trebuie sa fie respectat.

- **Aeratorul nu trebuie sa fie oprit mai mult de doua ore consecutiv;**
- **Cind aeratorul a fost oprit doua ore, se prevede un minim de ¾ ore de functionare** in scopul repunerii in suspensie a namolului.
- **Aeratorul nu va functiona mai putin de ¼ ore.**

In general, cum se cunosc timpii de aerare necesari pentru o buna aerare (de ex: 14 ore din 24 ore) trebuie repartizati timpii de oprire. Se incepe cu ora de virf a consumului energetic, apoi se repartizeaza urmand orele de intrerupere. Pentru a verifica buna reglare a aerarii pentru nitrificare si denitrificare, se efectueaza teste de amoniac si nitriti cu benzile indicatoare. Aerarea este bine reglata pentru o perioada de functionare. Din contra, se formeaza nitratii. Ei trebuie imperativ eliminati in bazinul de aerare pentru a nu avea probleme la nivelul decantorului secundar. Trebuie aranjata perioada de oprire pentru denitrificare. Aceste teste amoniac si nitriti permit confirmarea unui bun reglaj al timpilor de functionare si de oprire a aerarii.

## 4.3.2.a.4. DETERMINAREA PRODUCTIEI DE NAMOL BIOLOGIC

Modul de calcul al productiei de namol retine atentia tuturor actorilor implicati:

- Pentru proiectanti, este nevoie indispensabila pentru dimensionarea filierei namolului.;
- Pentru operatori: permite validarea optimizarii reglajelor;
- Pentru control: (politia apei, agentiile de apa), constituie un util control suplimentar al urmaririi productiei declarate de operator conform procedurilor de autocontrol.

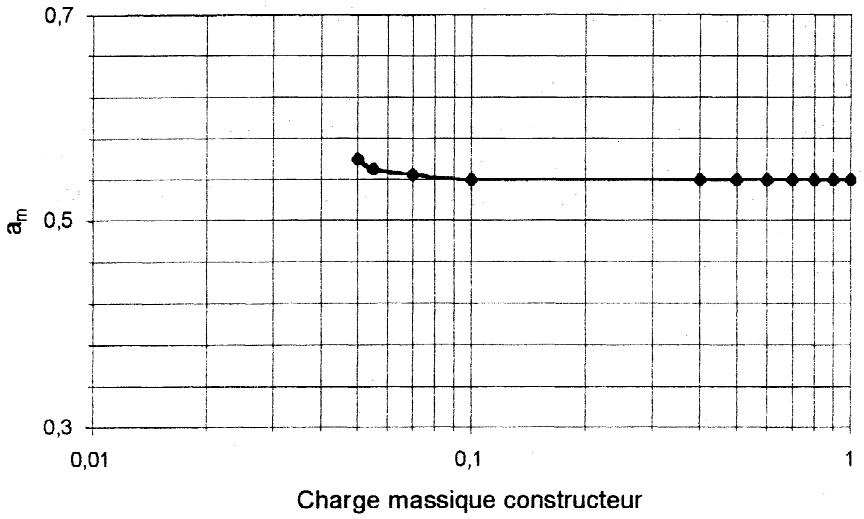
De fapt, mai multe metode de determinare au fost studiate:

### 4.3.2.a.4.1. Modelul ECKENFELDER

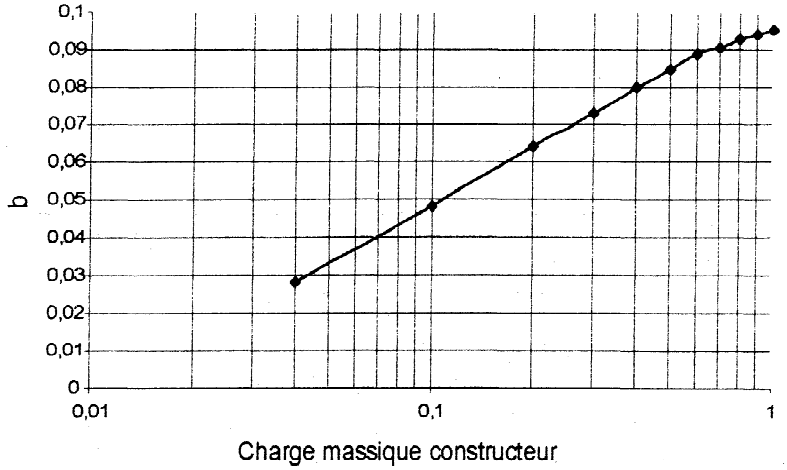
Unul dintre primele modele de evaluare a productiei biologice propus de ECKENFELDER se traduce prin relatia urmatoare :

$$P = S_{min} + S_{dur} + a_m L_e - bS_v - S_{eff}$$

Unde : P = productia zilnica de namol ( in kg MS/zi );
Smin = masa zilnica de MES minerale la intrarea in biologic ( in kg MS/zi);
Sdur = masa zilnica de MES organice nebiodegradabile la intrarea in biologic ( kg MS/zi);
Le = masa zilnica de $CBO_5$ eliminat prin tratarea biologica ( in kg $CBO_5$);
Sv = masa de namol organic prezent in bazinul de aerare ( in kg MSV );
Seff = masa de namol sau MES evacuat cu apa epurata ( in kg MES/zi);
Am = coeficientul de conversie al $CBO_5$ in namol biologic in kg MS/kg $CBO_5$;
B = coeficient de respiratie endogena, determinind fractia de materii vii distruse prin autooxidare intr-o zi ( in $zi^{-1}$).




*Grafic 4.3.1.: Valoarea coeficientului $a_m$*




***Grafic 4.3.2: Valoarea coeficientului b.***

Utilizarea modelului comporta multa incertitudine, legate in particular de cunoasterea a coeficientului b. Aplicarea valorilor generale citate (b= 0,06-0,05/zi) pentru o incarcare masica foarte slaba, va conduce in timp la productie de namol negativa ???. Cu toate acestea, ecuatia este considerata ca satisfacatoare pentru incarcari medii si mari.

### *4.3.2.a.4.2. Modelul CTGREF ( 1973 )*

Acest model cunoscut pentru sistemul cu incarcare masica redusa, pune in evidenta ca biomasa produsa ($a_m L_e$) nu va fi total distrusa prin autooxidare, ci doar pana la 75% . Formula initiala a lui ECKENFELDER este deci corectata cu aspectul urmator :

$$P = S_{min} + S_{dur} + 0{,}25\ a_m L_e - bS_V - Seff$$

### *4.3.2.a.4.3. Formula adoptata de anumiti constructori*

In cazul efluentilor orasenesti (50 g $CBO_5$ –60 g MES/locuitor echivalent) si pentru statii de epurare cu aerare prelungita, modelul CTGREF conduce o rata de 35-40 g MES / locuitor echivalent/zi sau 0,75-0,80 kg MS/ kg $CBO_5$ eliminat. Anumiti constructori au adoptat aceasta ultima rata si modul de calcul: **P = 0,8 * Le**

Unde: P = productia zilnica de namol biologic in kg MS/zi;
Le = cantitatea de $CBO_5$ eliminata in kg $CBO_5$/zi.

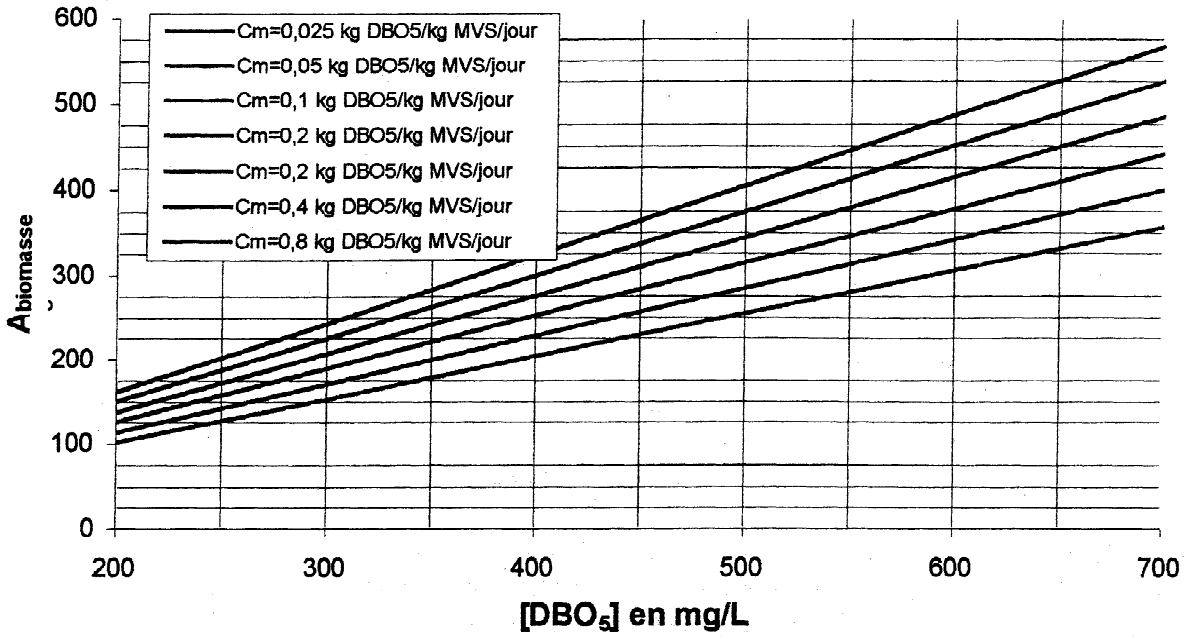
### *4.3.2.a.4.4. Modelul AGHTM (1993)*

Mai recent, in fata fortelor divergente dintre prevederile de productie si productia reala (de 30 – 70%), o comisie a asociatiei AGHTM (Asociatia Generala a Igienistilor si Tehnicienillor Municipali) regrupeaza diversi operatori, a redefinit plecand de la un studiu realizat de CIRSEE, un alt model de calcul, dupa validarea pe teren.

Productia de namol se stabileste, in afara evacuarii de MES din bazinul de limpezire, dupa relatia urmatoare:

**P = Smin + S dur +Abiomasa**

Unde : Abiomasa = cresterea biomasei = (0,83 + 0,2 log Cm) * $CBO_5$;
Log Cm = logaritm zecimal al incarcarii biomasice ( tip constructor);
$CBO_5$ = cantitatea de $CBO_5$ la intrare in treapta biologica in kg $CBO_5$/zi.




***Grafic 4.3.3: Valoarea $A_{biomasa}$ in functie de $CBO_5$ la intrare.***

## 4.3.2.a.5. DIFERITE SISTEME DE AERARE

Principalele utilaje de aerare utilizate in statiile de epurare pot fi clasate in trei categorii:

- aeratoare mecanice de suprafata;
- sisteme cu insuflare de aer;
- sistemul pe baza de pompe.

### 4.3.2.a.5.1. Aeratoare de suprafata

Ele sunt dominante pe instalatii mici si medii cu namol activat si pe lagune, rar insa pe statii foarte mari de epurare. Este vorba de aparatele care asigura dizolvarea oxigenului prin proiectarea in aer a lichidului de aerat. Intervine in mod normal introducerea in masa de lichid a bulelor formate in acest caz de recaderea apei aruncate in aer anterior si reinnoirea suprafetei libere a lichidului. Se disting trei tipuri de aeratoare de suprafata :

- turbina lenta,
- turbina rapida,
- tip perie.

- **Turbine lente**: Turbinele lente prezinta viteza de rotatie de 40-100 ture/min. (viteza periferica in jur de 5m/s), ceea ce implica instalarea unui reductor. Eforturile la care sunt supuse aceste aparate presupun alegerea de modele foarte robuste. Paletele pot oferi un design foarte variat, mai ales in cazul turbinelor deschise. Prezenta unei carene exterioare (turbine inchise) permite echipamentelor sa fie mai putin sensibile la variatiile adancimii de imersie dar se blocheaza mai des. Pentru alegerea motorului se va tine cont de cuplajele

ridicate la demaraj. Randamentul acestei turbine este influentat , pe linga viteza de rotatie de :

- inaltimea apei: raza de rotatie optim garantata este 2,
- imersia, pe o plaja de 1-10 cm in general,

Dimpotriva, anumite fenomen poate modifica eficacitatea, astfel :

- punerea in rotatie in plan orizontal,
- formarea unei trepidatii sub turbina, care produce taieturi,
- aparitia unei miscari descentrate pe aerator, responsabila de variatiile de forma ale fasciculului de apa si ale puterii absorbite.

Se va cauta sa se atenueze aceste efecte prin amplasarea dispozitivelor antirotatii (sicane la periferia bazinului) sau antivortex (deflectoare pe verticala turbinei).

- **Turbine rapide**: Aceste turbine, cu priza directa, se rotesc cu 750 pana la 1500 ture/min. si sunt adesea instalate pe sisteme de flotoare. Aceste aparate au tendinta de a amesteca local, dar au efect de pompare redus care s-a incercata sa fie compensat prin sistemul cu camasi de aer, completat cu deflectoare.

- **Periile:** O perie este un aerator cu ax orizontal si viteza lenta. El se compune dintr-un ax neimersat cu palete partial sau total imersate in apa in pozitie de baza si legat la un motoreductor. Viteza sa de rotatie este in mod obisnuit cuprinsa intre 60-90 ture/ minut. Periile echipeaza in general canalele in forma inelara sau alungita cu sectiune in forma de U sau trapezoidala. Ele pot fi dispuse cu inclinatii variabile: perpendiculare sau oblice. Capacitatea de oxigenare este in functie de inversiunea paletelor care de asemenea, este dependenta de montarea unui deflector aval care permite prelungirea contactului aer-apa. Astfel, viteza de circulatie a apei in canal constituie cu siguranta parametrul esential al optimizarii aerarii. Vitezele convenabile (30 cm/s) la fundul bazinului poate sa insemne o raviteza mai redusa la suprafata afectand randamentul de aerare, care conduce la limitarea prin interpozitie a deflectoarelor transversale inclinate plasate in aval de perii (cazul canalelor inelare) si/sau pe deflectoarele periferice la suprafata.

### 4.3.2.a.5.2. Sisteme cu insuflare de aer

Aceste sisteme realizeaza introducerea aerului sub presiune in profunzimea bazinului, ceea ce limiteaza emisiile specifice cum sunt zgomotul si aerosolii in cazul aeratoarelor de suprafata. Furnizarea aerului se face fie cu sisteme compresie centrifugala, fie cu compresoare volumetrice. Daca se doreste sa se dispuna de o capacitate de 25 000 $m^3$ de aer/min. la o presiune de refulare de 0,5-0,6 bar, se recurge cvasi-sistematic la suflante centrifugale. Pentru debite mai mari se face adesea apel la compresoarele volumetrice cu 360-900 turatii /min. Aceste compresoare sunt mai delicate la reglaje decat sistemele centrifugale. Pentru calcularea debitului, va trebui sa se tina cont de variatia temperaturii aerului exterior si temperatura de referinta adoptata de constructor ( in general 15 °C). Puterea consumata este data de formula:

$$P = ( 3,89/R)\ Q \times \log (P1/P0)$$

Unde :

**P** = puterea neta (pe arbore ) in kW;
**Q** = debitul in $Nm^3$/min ( 0°C si 760 mmHg)
R = randamentul izoterm ( 0,5-0,7 )
$P_0$ si $P_1$ = presiunea de aspiratie si de refulare

Dispozitivele cu insuflare de aer se claseaza dupa diametrul mediu al bulelor:

- bule mari ( $\phi$ > 6mm);
- bule medii ( $\phi$ = 4-6 mm);
- bule fine ( $\phi$ < 3 mm).

- **Insuflare de aer prin bule mari**: Este vorba frecvent de sisteme de injectie la adancime redusa, aerul fiind introdus in bazin fie prin tuburi verticale, fie prin difuzori cu orificii mari. Randamentul de oxigenare al acestor difuzori este slab datorita faptului ca viteza ascensionala a bulelor este mare si suprafata de contact este redusa. Pentru aceasta dispozitivele sunt astazi cvasiabandonate.

- **Insuflare de aer prin bule medii**: Aerul sub presiune este introdus in bazinul prin difuzori. Acesti difuzori sunt de tipuri foarte variate. Acesti difuzori sunt extrem de de variabili. Ei sunt in general construiti pentru limitarea bulelor (4-6 mm in medie la degajare) si pentru a evita obturarea. Difuzorii statici sunt foarte utilizati pentru bazine adanci (8m). In acelasi timp, dispozitivele cu bule medii sunt utilizate pe statiile mici si medii precum si la lagunare, dar raman dominate ca numar de aeratoarele de suprafata.

- **Insuflare de aer prin bule fine**: Bulele fine ( diametru 3 mm in medie la degajare) sunt emise prin difuzarea aerului ce traverseaza un mediu poros. Diferite tipuri de difuzoare pot fi mentionate :
  - domuri, discuri ceramice poroase,
  - tuburi de rasini aglomerate,
  - mase plastice extensibile.

Randamentele de oxidare sunt ridicate dar pot fi afectate in functionare de namolurile cu mare continut de MES. Interesul pentru acesti difuzori este limitat datorita susceptibilitatii colmatarii, indusa de materialele pulverulente si uleioase generate de compresoare sau de insasi namolului din bazinul de aerare in cazul opririi aerarii. Dependentele care rezulta (demontarea si decolmatarea porilor, adaptarea unui procedeu de curatire a porilor continuu prin injectarea unei solutii acide sau functionarii 24 din 24 ore a compresorului) rezerva in general aceste dispozitive pentru statiile mari. In acelasi timp, pentru remedierea acestor inconveniente, se propun difuzori supli, confectionati din membrane de cauciuc perforate. Orificiile practicate in membrana se inchid in cazul scaderii presiunii aerului, opunindu-se colmatarii difuzorului. Acest dispozitiv permite functionarea discontinua a aeratorului, ceea ce constitue un avantaj important in raport cu alti difuzori, in principal din punct de vedere energetic. Singura rezerva o constituie faptul ca aceste echipamente foarte recente si comercializate sub diferite forme ( BIOFLEX – OXITUBES- DR2-DR31 ) pot fi eventual sa-si piarda rezistenta lor pentru lung timp. Indiferent de tipul de difuzor, se pare ca randamentul se imbunatateste prin cresterea inaltimii coloanei de apa:

- pentru difuzorii cu bule fine, randamentul dizolvarii este cvasiproportional cu adancimea de imersie,
- se pare pare ca exista o proportionalitate cu inaltimea apei de deasupra aparatului si o influenta importanta a panzei de namol care se formeaza la partea superioara, pentru difuzorii statici,
- debitul de aer insuflat nu pare a avea incidenta semnificativa asupra randamentului, in masura in care se situeaza in domeniul 0,75 - 1,25 ori din debitul nominal.

In sfirsit, repartizarea si dispunerea difuzorilor trebuie sa fie simplu studiata, in scopul de a minimiza fenomenul de coalescenta.

### 4.3.2.a.5.3. Sisteme pe baza de pompe

- **Sisteme ejector**: Un ejector este constituit dintr-un ajutaj dispus la intrarea unui dispozitiv Venturi in aceeasi axa. O camera de aspiratie inconjoara cele doua conuri. Deoarece ejectorul este putin imersat, aspiratia aerului atmosferic este insuficienta. Pentru adancimi de imersare depasind citiva metri este necesara alimentarea cu aer sub presiune.
- **Sisteme deprimogene simple**: O elice sau o turbina, al carei axa este invirtita printr-un manson de comunicare cu atmosfera exterioara, este direct antrenata de un motor. Depresiunea creata prin rotatia elicei provoaca o aspiratie a aerului prin manson. Aerul este dispersat in mediu sub forma de bule. Axul poate fi inclinat si apratul este atunci utilizat in canal cu inaltime mai mica a apei si asigura simultan aerarea si rotatia apei in plan orizontal.

# BIOFILTRAREA

## 4.3.2.b.1. GENERALITATI

### 4.3.2.b.1.1. Principiul de functionare

In cuvintul biofiltru, se pot separa doua parti: *bio* insemna ca procedeul utilizeaza de organismele *vii* pentru a realiza epurarea apelor si filtru care face aluzie la procesele fizice care permit retinerea materiilor in suspensie. Un biofiltru se prezinta sub forma unei cuve umplute cu material granular in sectiunea caruia se scurge lichidul de epurat. Acest material contine in mare parte "goluri", ceea ce permite filtrarea materiilor in suspensie si serveste ca suport pentru microorganismele care asimileaza poluantii dizolvati. Microorganismele care colonizeaza materialul au o necesitate esentiala pentru viata lor: ca multe alte organisme care traiesc, au nevoie de oxigen. Pentru aceasta se injecteaza aer in filtru, la baza acestuia printr-un dispozitiv compus din numeroase tevi de aerare. Bacteriile "asimileaza" poluantii din apa uzata, si se inmultesc. In consecinta, masa lor creste, si de fapt ele ocupa din ce in ce mai mult spatiu in biofiltru. In plus, materiile in suspensie din efluentii sunt retinute in material. Aerul contine 20% oxigen, care se dizolva in apa si este dizolvat pentru bacterii si micro-organisme. Atunci cand apa se scurge foarte dificil si traverseaza biofiltrul, trebuie restaurata capacitatea sa de asimilatie initiala prin aplicarea unui ciclu de spalare. Pentru spalare, se utilizeaza apa epurata, stocata in basa, in apropierea biofltrului, ca si aer sub presiune. Cum debitul si distributia acestui aer este diferita de a celor care servesc pentru alimentarea cu aer a bacteriilor, trebuie un al doilea circuit de aer, care se numeste aer de spalare, pe cand primul se cheama aer de proces. Apa recuperata dupa spalare contine multe materii in suspensie, fiind stocata intr-o basa separata, numita basa de apa murdara (impurificata). Aceasta va fi apoi admisa in decantor. Namolul din decantor este recuperat si apoi tratat in filiera de tratare a namolului. In timpul spalarii biofiltrului, apa uzata continua sa soseasca in instalatie: trebuie dispuse mai multe unitati care sa permita adaptarea tratarii la fluxul de poluanti care intra in instalatie, punand un numar precis de unitati gata pregatite "in asteptare". In sfirsit, aceasta conceptie modulara face mai simpla extensia capacitatii de tratare.

Distributia apei uzate, apei de spalare, apei impurificate si apei de tratat, distributia aerului de pproces si aerului de spalare in diferitele unitati de biofiltrare se face cu ajutorul unor circuite complexe cuprinzind pompe, compresoare, vane comandate de la distanta, si a unui mare numar de robineti.
Gestiunea acestor circuite este automatizata, la fel si programarea ciclului de spalare.

**Recapituland:**

1. Un biofiltru contine material care serveste drept suport pentru organisme epurarii, si ca filtru pentru materiile in suspensie.
2. Se adauga oxigen necesar activitatii bacteriilor printr-un circuit de aer de proces.
3. Bacteriile asimileaza poluanti si volumul lor creste, umplutura retine materiile in suspensie, toate acestea contribuind la colmatarea progresiva a biofiltrului.
4. Atunci cind apa curge foarte dificil in biofiltru este necesara spalarea, iar pentru aceasta se utilizeaza circuitul cu aer de spalare si apa epurata.
5. Apa impurificata rezultata la spalare este recuperata apoi decantata.
6. Este necesar sa existe mai multe biofiltre in paralel pentru a asigura continuitatea epurarii la fel ca si adaptarea tratarii la variatiile de incarcare incarcare cu poluanti.
7. Ansamblul sistemului este complex si gestionat automat.

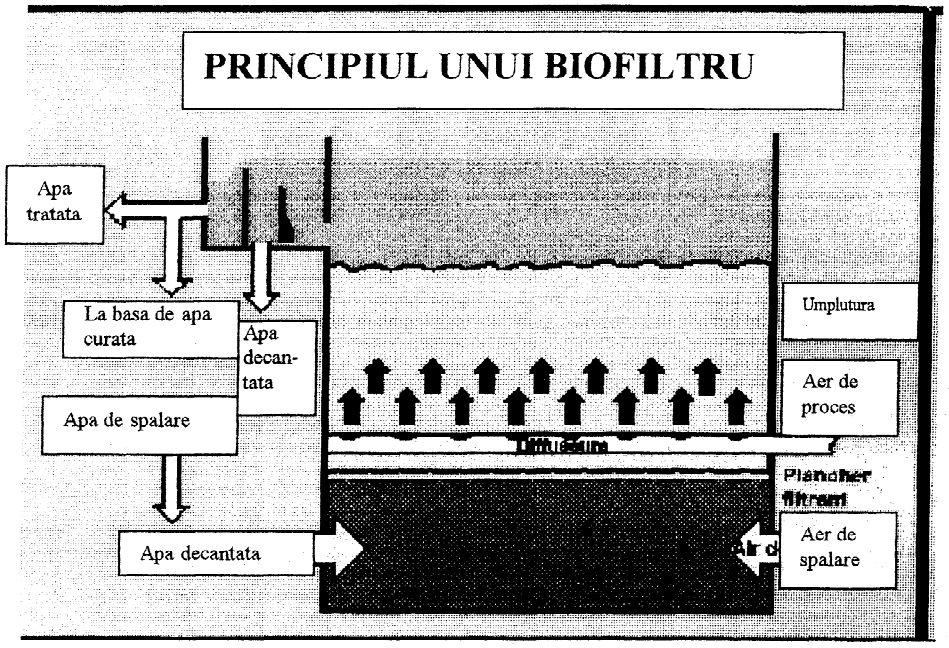



***Figura 4.3.12: Principiul biofiltrului***

## 4.3.2.b.1.2. Amplasarea biofiltrelor in filierele de epurare a apelor

Un biofiltru nu poate, in general, sa realizeze singur epurarea integrala a apei. De exemplu biofiltrele sunt neadaptate la tratarea efluentilor concentrati. Concentratia maxima admisibila la intrare in sistem este de 200 mg/l pentru MS (materii in suspensie) si 400 mg/l pentru CCO (consum chimic de oxigen). Ori in apele orasenesti, MS sunt in general in concentratii cuprinse intre 150-300 mg/l si CCO intre 300 si 700 mg/l. Trebuie deci sa se prevada o pretratare a apei, pentru diminuarea acestor valori. In anumite cazuri, un simplu decantor primar nu este suficient. Trebuie atunci adaugata o prima treapta de tratare biologica de mare incarcare. Un decantor este intercalat intre prima treapta si decantorul pentru apele de spalare.

## 4.3.2.b.1.3. Incarcari si randamentul.

- **Incarcarea volumica:** Valoarea incarcarii volumice variaza in general intre 3 si 8 kg CCO/$m^3$ de material si pe zi. Pentru a calcula incarcarea unei instalatii, se poate utiliza formula urmatoare:

$$Incarcarea\ (kg/m^3 \cdot zi = \frac{C(g/l) \times Q(m^3/zi)}{V(m^3)}$$

Unde : C : concentratia la intrare in biofiltru ( in MS, CCO, N - $NH4^+$ )
Q : debitul admis in biofiltru
V ; volumul de material filtrant

Incarcarea in materii oxidabile este un parametru important deoarece exista o relatie intre acesta si concentratia in efluent a MS si CCO. Daca incarcarea CCO creste la intrare, concentratia CCO in efluentul biofiltrului creste. O crestere asemanataoare dar mai moderata se inregistreaza si in cazul MS. Daca se mareste incarcarea peste 6 kg/m$^3$.zi in CCO va fi dificil sa se respecte norma de evacuare de 90 mg/l (valabila pentru Franta- nota verificatorului).

- **Incarcarea hidraulica:** incarcarea hidraulica este egala cu debitul biofiltrului impartit la suprafata acestuia. Se obtine o viteza care este o viteza medie de trecere a apei prin biofiltru:

$$V = \frac{debit}{suprafata}$$

Vitezele obisnuite intalnite sunt de 2-4 m/h pentru o incarcare hidraulica medie si de 5-7 m/h in perioada de varf. Anumite statii au viteze mai ridicate. Aceasta suprasarcina hidraulica este indusa de apele parazite care dilueaza apele uzate. Datorita apelor parazite este necesara utilizarea unui debit mai mare pentru a obtine aceeasi incarcare organica, ceea ce mareste viteza de trecere. Se pare ca bifiltrele sunt capabile sa suporte bine viteze de filtrare ridicate.

- **Randamentul:** randamentul unui biofiltru exprima eficacitatea sa. Se calculeaza cu formula:

  randament (%) = 100 - 100 x Cs/Ce

  unde Cs : concentratia in efluentul biofiltrului

  Ce : concentratia in influentul biofiltrului

Concentratiile Cs si Ce trebuie exprimate in aceleasi unitati de masura. Randamentele se caluleaza pentru MS, Cco, N-$NH_4$. Randamentul biofiltrelor variaza intre 60 - 80 % pentru CCO. Se pare ca nu variaza in functie de sarcina aplicata chiar in cazul unor variatii bruste ale incarcarii.

### 4.3.2.b.1.4. Principalele caracteristici tehnice

- **Materialul:** Alegerea granulometriei unui material este un compromis intre doua exigente contradictorii: daca se reduce granulometria, creste suprafata disponibila pentru bacterii, dar creste viteza de colmatare. Granulometria materialului este in general cuprinsa intre 3 - 6 mm. Cu un material avand o granulometrie de 5 mm de exemplu, se dispune de ~ 1200m$^2$ ca suport pentru biomasa; in fiecare m$^2$ de material exista 480 l de goluri care vo servi pentru acumularea biomasei, MS capturate si pentru a lasa apa sa circule. Marimea granulelor trebuie sa fie oarecum omogena pentru a limita riscurile colmatarii de catre particulele fine. Densitatea materialului trebuie sa fie suficienta pentru a rezista la antrenarea, in particular, in timpul spalarii. In general, densitatea este de ordinul 1,5. Forma granulelelor are o importanta speciala. In trecut, granulele angulare erau preferate, pentru a permite o mai buna acrosare a biomasei si o mai buna filtrare. Inconvenientul este acela ca ele au o tendinta de a se tasa, ceea ce creste consumul de energie pentru spalare. Astazi se utilizeaza granule de forma sferica, care au avantajul de a prezenta o suprafata disponibila pentru retinerea bacteriilor pe m$^3$ de material ridicata. Natura materialului pare a avea o importanta redusa, acesta trebuind sa fie rezistent si sa-si conserve calitatile (caracteristicile) in timp. Pentru apele uzate orasenesti, materialele cele mai utilizate sunt argile sau sisturi apartinand familiei tufurilor vulcanice. Materialele sintetice sunt in curs de experimentare.

- **Circulatia fluidelor:** fluidele in circulatie prin materialul granular sunt apa si aerul. Sensul lor de scurgere caracterizeaza diferitele tipuri de biofiltre. Se disting :
  - biofiltre in contracurent (exemplu: procedeul Biocarbone - OTV),
  - biofiltre in echicurent (exemplu: procedeul Biofor - Degremont).

In biofiltrele in contracurent, apa circula de sus catre baza, deci in sens invers aerului. Injectia are loc la cativa centimetri sub planseu astfel conservandu-se o transa de material cu mare putere filtranta. Cum curentul este descendent, exista o concentratie de oxigen rezidual in aceasta apa neaerata, asa incat activitatea bacteriana de epurare decurge fara probleme. Avantajele contracurentului sunt:

- O capacitate de filtrare mai ridicata decat in cazul sistemului in echicurent doarece in cazul din urma MS sunt antrenate prin dublul efect al apei si al aerului.
- O mai buna dizolvare a oxigenului.
- Un control al colmatarii mai usor , fiind suficienta observarea inaltimii apei la baza biofiltrului.
- Spalare mai usoara, deoarece in mare parte particulele sunt retinute in stratul superior.

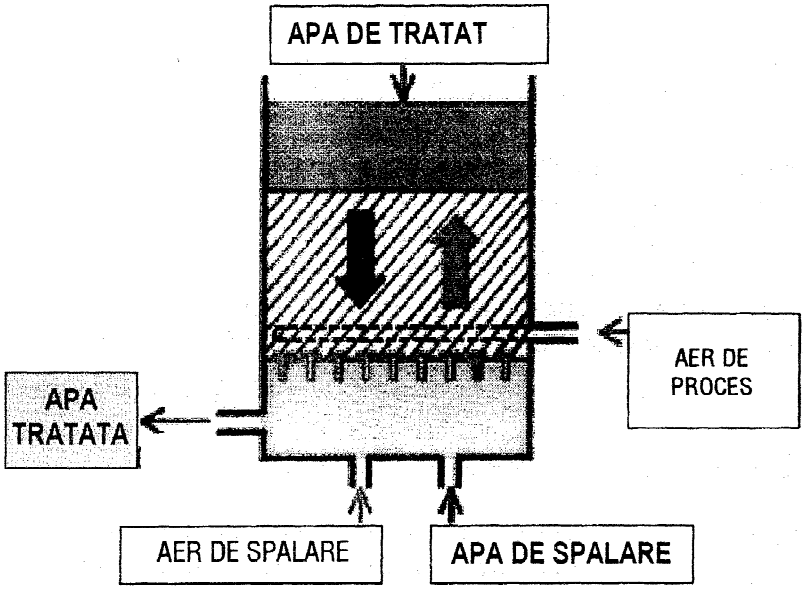



***Figura 4.3.13. Biofiltru in contracurent***

In filtrele in echicurent, apa uzata soseste la baza si se dirijeaza catre suprafata superioara a materialului, in acelasi sens cu aerul. Efectele pozitive vor fi urmatoarele:

- Deoarece apa este dirijata de jos in sus, materialul are o mai mica tendinta de a se tasa, deci capacitatea de stocare a poluantilor este superioara, si spalarea necesita mai putina energie.
- Amestecul apa - aer creeaza o turbulenta mai redusa decat in contracurent, deci riscurile de aparitie a anomaliilor de scurgere (scurtcircuitari hidraulice,.....) sunt mai reduse.

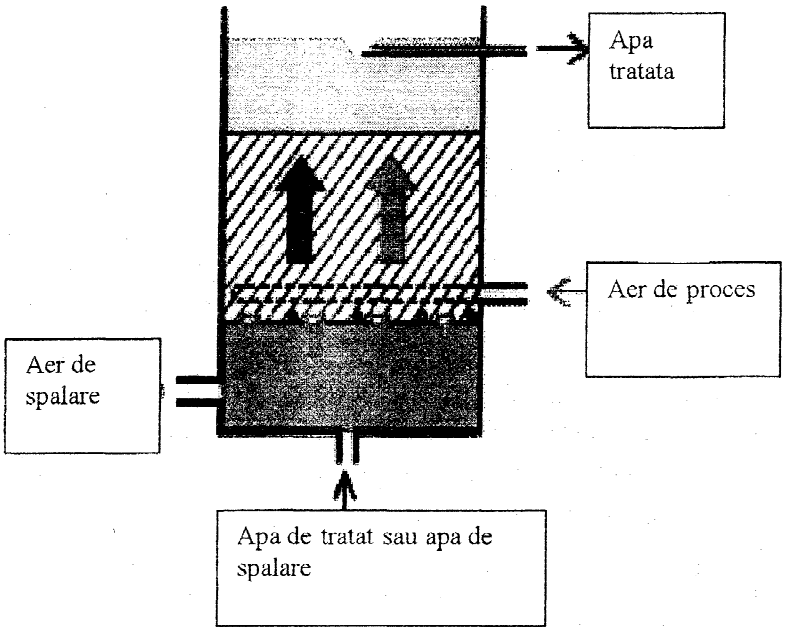



***Figura 4.3.14: Biofiltru in echicurent.***

- Spalarea: functionarea biofiltrelor conduce la o colmatare inevitabila datorita retineri de materii in suspensie ca si cresterii bacteriilor de epurare. Rezulta deci necesitatea de a elimina periodic aceste materii colmatante, in cursul operatiilor de spalare, care consta in detasarea acestor materii apoi la antrenarea lor datorita unui curent de apa. cum exista mai multe filtre in functiune in paralel, spalarea se efectueaza prin rotatie. Aceasta evita existenta unor base de apa curata si de apa murdara foarte voluminoase (fiecare basa contine un volum necesar spalarii unui singur filtru). Spalarile sunt deranjante pentru epurare. Ca efect, in cursul spalarii, debitul care trebuia introdus pe filtrul aflat in spalare este repartizat pe ansamblul celorlalte filtre, ceea ce creaza o variatie brusca a incarcarii. Returul apelor murdare in capul statiei ceeaza in mod obisnuit o crestere a incarcarii hidraulice si organice. Variatiile de sarcina rapide sunt totdeauna greu absorbite de biofiltre, se pare probabil ca bacteriile nu au timp sa se adapteze la cantitatea superioara de substrat care urmeaza a fi absorbita. Mai mult, dupa spalare, biofiltrul nu se regaseste imediat la capacitatea sa integrala de functionare, de asimilare a poluantilor dizolvati. El va avea un randament slab in timpul in care bacteriile se repun in lucru. Trebuie ca spalarea sa nu fie prea agresiva, sa lase totusi la locul lor o serie de bacterii care permit demararea rapida a activitatii biofiltrului. Cum spalarile sunt disturbatoare, trebuie sa se intre in spalare cat mai rar posibil; este vorba de a vea cicluri de functionare cat mai lungi posibil ( un ciclu de functionare este timpul care se scurge intre doua cicluri de spalare succesive). Pentru aceasta trebuie :
  - sa se faca o tratare primara eficace si fiabila,
  - sa se faca spalari eficace.

O secventa de spalare dureaza 20-40 minute dupa caz si comporta trei faze:

- detasarea materialului prin insuflarea brusca a unui important volum de aer,
- decrosarea unei fractii din biomasa fixata cu ajutorul unui curent de aer si apa
- spalarea finala si evacuarea apelor de spalare.

Apele utilizate pentru spalare provin in totalitate din efluentul tratat. Aceste ape sunt stocate in basa de apa curata. Aerul de spalare este insuflat sub planseul filtrelor si penetreaza in biofiltre printr-o retea de tevi pentru aer. Compresoarele care produc aer de spalare sunt diferite de compresoarele care produc aer pentru proces, caci debitul necesar este mult mai mare. Apele rezultate la spalare au un debit important (viteza de trecere in biofiltru este de 15 - 40 m/h), fapt pentru care nu este posibil a le dirija direct in capatul statiei de epurare deoarece vor perturba procesul. Ele sunt stocate intr-o basa de apa murdara, apoi refulate in capatul statiei cu un debit mai mic. Apele ajung in decantorul primar. Marea parte a materiilor in suspensie pe care le contin sunt usor decantabile, dar cum sunt concentrate, reprezinta o supraincarcare importanta pentru echipamante. Pe de alta parte, poate exista o fractie de materii greu decantabile (5-20 %) care sunt retinute in biofiltru, eliberate odata cu spalarea si care se reintorc in biofiltru. Aceste materii greu decantabile se concentreaza in palierul decantor-biofiltru; comportamentul sistemului vis-a vis de aceste probleme este mai putin cunoscut. Operatiile de spalare sunt automatizate. Sunt programate in general noaptea la ore la care poluarea influentului biofiltrelor este redusa. Astfel, spalarea perturba mai putin functionarea statiilor, si aceasta permite beneficierea de tarife reduse la energie electrica (afirmatie valabila pentru Franta- nota verificatorului). Comanda spalarii este dirijata de pierderea de sarcina sau in functie de timp. Pierderea de sarcina este reprezentata de diferenta intre nivelul apei la intrarea si iesirea din biofiltru. Aceste diferente sunt mari daca filtrul este colmatat. Atunci cand se depaseste un prag, spalarea se declanseaza. In general, declansarea spalarii prin pierderea de sarcina are loc si la colmatari neobisnuite, deci spalarile regulate sunt pilotate si temporal.

## 4.3.2.b.2.1. CATEVA TEHNOLOGII

4.3.2.b.2.1. Biofiltre in echicurent : Procedee Biofor- Degremont 1993.

- **Functionarea biofiltrului:** Apa este introdusa sub planseul biofiltrului si distribuita printr-o retea de tevi. Aerul pentru proces este insuflat de unul din cele 4 compresoare de aer la 0,3 bar, in permanenta. Apa tratata se deveseaza in jgheabul de scurgere de sub biofiltru. Debitul de tratat este masurat in amonte prin doua debitmetre cu ultrasunete, care masoara debitul la intrarea in pretratare (FQ1) si debitul de by-pass intre pretratare si biofiltrele (FQ2). By-passul functioneaza cand FQ1 depaseste o valoare prestabilita. Debitul de tratat pe biofiltru este :

$$Q = \frac{FQ1 - FQ2}{N}$$

Unde : N este numarul de biofiltre,
Q este debitul primit de fiecare biofiltru.

Compresorul de aer pentru proces poate functiona la doua viteze diferite. Echipamentul automat calculeaza valorea Q si daca este superiora pragului programat (numit prag de cuplare), compresorul trece la viteza mare. Acest procedeu permite a se economisi energie atunci cand debitul este redus.Timpul de functionare la viteza mica sau mare este limitat la un timp minim pentru a limita schimbul vitezelor foarte frecvent atunci cand debitul Q este vecin pragului de colmatare. Calculul de functionare a compresoarelor este legat de rezultatul masuratorilor de debitmetrie. Daca unul dintre ele prezinta o defectiune, automat ramane pe modul de lucru precedent defectiunii. La viteza mica, defectarea aerarii poate deci sa apara intr-un biofiltru. Mai mult debitmetria piloteaza injectia reactivilor in treapta fizico-chimica. Debitmetrele sunt deci foarte

importante pentru tratare. Atunci cand pragul de colmatare este atins, procedura de spalare este declansata. Apa de spalare se stocheaza in basa si este pompata in faza de spalare cu una sau mai multe pompe. Apa impurificata este stocata intr-o basa si apoi este trimisa la tratarea fizico-chimica. Retururile de apa de spalare se fac in general in aval de debitmetre si nu sunt deci luate in calcul.

**Productia:** Alegerea numarului de biofiltre revine operatorului in functie de debitul unitar Q. Acest criteriu nu este singurul de care trebuie sa se tina cont: trebuie de asemenea, verificat daca incarcarea organica volumica este compatibila cu o buna calitate a apei epurate. Aceasta incarcare poate fi calculat cu ajutorul rezultatelor analizelor. Biofiltrele care nu sunt utilizate sunt puse "in asteptare", adica compresorul functioneaza intermitent pentru a permite alimentarea cu oxigen a bacteriilor. Biofiltrele "in asteptare" pot deci sa-si reia activitatea normala rapid. Biofiltrele care nu sunt nici in serviciu, nici in "asteptare", nici in spalare se opresc. Aerarea acestora nu functioneaza de loc. La repunerea in linie, aceste biofiltre vor avea un randament slab de indepartare a poluantilor dizolvati, pana sunt colonizate de bacterii. Nu trebuie deci pus un biofiltru in repaus decat pentru operatii de intretinere.
Mai mult, pare indispensabil de a executa un ciclu de spalare inainte de oprire pentru a evita dezordinea care ar putea proveni din fermentarea materiilor retinute in umplutura.

**Necesitatea spalarii:** Pe fiecare biofiltru, senzorii de nivel masoara 3 inaltimi: nivelul foarte inalt din caminul de alimentare, nivelul superior si nivelul inferior (corespunzator suprafetei superioare a materialului de umplutura). Aceste nivele corespund pierderilor de sarcina. Cand nivelul superior este atins in camin, aceasta semnifica colmatarea filtrului. O necesitate se spalarea este deci inregistrata automat si semnalul colmatare este aprins. Se produce o situaite similara daca timpul de filtrare este depasit. In acest caz, spalarea nu va avea loc imediat: spalarea spalarile nu se fac in principiu decit noaptea in orele libere. Automatul inregistreaza deci spalarile care are loc noaptea in ordinea in care au avut loc epuizarile. Asteptand spalarea, biofiltrul continua productia. In caz de colmatare exceptionala, pierderea de sarcina continua sa creasca si nivelul si nivelul foarte inalt este atins in caminul de alimentare. In acest caz, automat se va proceda la o spalare prioritara chiar daca nu este ora de tarif energetic redus. Bineinteles, automatul gireaza nivelul apei de spalare in basa si in basa de apa murdara, precum si disponibilitatea echipamentelor electromecanice.

In rezumat, spalarea nu este autorizata decit daca conditiile urmatoare sunt indeplinite:

1. Filtrele in asteptare dupa detectarea colmatarii la timpul maxim de filtrare depasit + gradul de prioritate cel mai ridicat + orele de varf energetic, sau cele care sunt independente de perioada de consmu energetic, dupa atingerea nivelului foarte inalt.
2. Basa apei impurificata cu o rezerva suficienta inaintea inceputului ciclului.
3. Basa de apa curata plina inainte de inceperea ciclului.
4. Exista cel putin un compresor de aer disponibil pentru spalare.
5. Exista cel putin 2 pompe de apa de spalare disponibile.
6. Aerul comprimat pentru proces functioneaza.

Acestea sunt valabile cand comutatorul este pozitionat pe *auto.* Daca comutatorul este pe spalare *fortata,* totul se petrece la aceeasi maniera, fara a lua in considerare modul de tarifare a energiei electrice. Mai mult este posibil da a lansa spalarea manuala apasind pe butonul lansare.

**Ciclul de spalare:** spalarea este compusa din 5 faze distincte, descompuse in 14 etape in mod automat:

1. Golirea partiala (etapa 1 si 2)
2. Detasarea prin injectie de aer (etapa 3 si 4)
3. Spalarea prin injectie aer + apa de spalare ( 5 si 7 ).
4. Clatire prin injectie de apa ( 8 si10 )
5. Maturare ( 11 si 12 )
6. Golirea jgheabului de scurgere apa tratata (13 si 14).

In raport cu ciclul clasic ( detasare - spalare cu apa si aer - spalare finala cu apa), etapa suplimentara de maturare permite bacteriilor sa se aclimatizeze. Golirea jghebului de apa tratata este necesara deoarece la inceperea spalarii se umple cu apa murdara.

**Spalarea tevilor:** Tevile de injectare a aerului se ancraseaza periodic. Aceasta se datoreaza carbonatarii orificiilor in timpul contactului dintre apa si aer, particulelor fine prezente in materialul de umplere care se aglomereaza in vecinatatea orificiilor, precum si datorita apei care intra in ciclul de spalare. Controlul ancrasamentelor (depunerilor calcaroase) pe tevile de aer se face prin citirea manometrelor bransate la iesirea din compresor. Presiunea afisata este presiunea sub biofiltru (in jur de 0,3 bar) la care se adauga pierderea de sarcina aferenta propulsarii aerului in afara tevilor. Aceste pierderi de sarcina cresc pe masura colmatarii si atunci presiunea afisata depaseste 0,55 - 0,6 bar si trebuie procedat la spalarea tevilor. Spalarea tevilor este o operatie manuala care utilizeaza o pompa de spalare speciala alimentata de la basa de apa curata. Dupa ce se pune comutatorul filtrului pe *oprit,* se inchide vana circuitului de aer de proces, se deschide vana conectata la circuitul de apa de spalare si de aer pentru proces, se pun in functiune pompele de spalare a tevilor de aer. Dupa 1 minut, se procedeaza la operatia inversa, apoi se pune comutatorul filtrului pe *auto.*

### 4.3.2.b.2.2. Biofiltru in echicurent: Bicarbone - OTV -1989

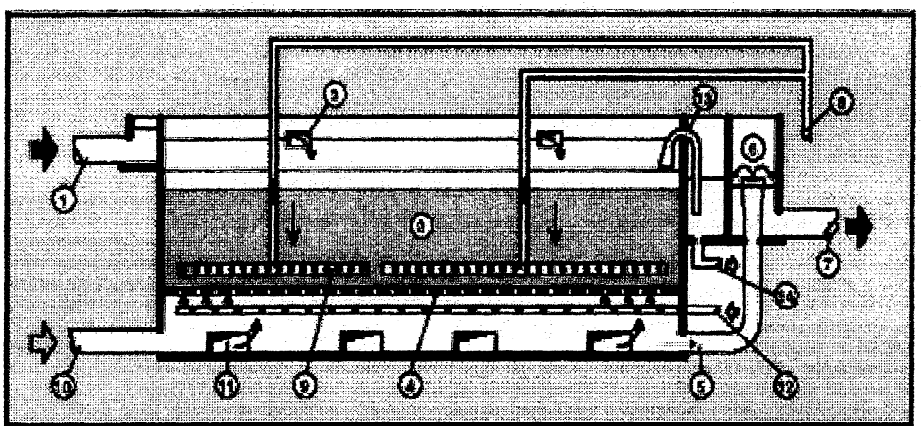



***Figura 4.3.15: Principiul biofiltrului Biocarbone.***

- **Functionarea biofiltrului:** apa este introdusa pe filtru de-a lungul deversoarelor, traverseaza materialul si este recuperata la baza. Debitul este controlat prin vane telecomandate, cu functionare

pentru difuzorii de aer si/sau de apa. Aerul pentru proces este produs cu ajutoul compressoarelor si debitul este apoi partajat intre biofiltre. Debitul de aer este deci variabil si trebuie sa fie programat in transe de 2 ore. Pe de alta parte, biofiltrul este echipat cu un sistem de pulsatie a aerului de proces Alimentarea este realizata in fiecare filtru prin doua rampe, care sunt alimentate alternativ la debit scazut sau ridicat; alternanta are loc la fiecare minut printr-un joc de vane automatizate. Operatia de spalare a filtrelor are loc o data la 24 ore. Aerul pentru spalare este produs prin comprimare, si debitul este apoi partajat intre biofiltre. Apa de spalare este injectata la baza planseului. Daca biofiltrul se colmateaza mai rapid decit prevazut, o mini spalare este declansata automat, prin detectia nivelului foarte inalt al suprafetei biofiltrului.

- **Secventele de spalare:** O secventa de spalare se compune din 6 cicluri identice si dureaza in medie 25 de minute. Un ciclu de spalare dureaza in medie 4 min. si este compusa din 3 etape, dupa cum urmeaza :
    - **Decolmatarea:** se injecteaza numai aer timp de 1 min.
    - **Spalarea:** injectia aerului si a apei de spalare prin planseu, pana atinge nivelul "spalat" sub biofiltru. Apoi, injectia se opreste si o temporizare de 1 min se declanseaza pentru stabilizarea umpluturii.
    - **Spalarea finala:** injectia numai a apei pana se atinge nivelul de amorsare a sifonului (sonda de spalare finala). Apoi, nivelul scade pina la baza sifonului (sonda de dezamorsare). Aceasta marcheaza sfarsitul unui ciclu si o temporizare de 30 sec. este declansata inaintea ciclul urmator.

Lansarea spalarii este programata printr-o temporizare dirijata automat. Se poate de asemenea efectua manual. Atunci cand nivelul de colmatare este atins in filtru, automatul declanseaza o mini spalare, a carei secventa este compusa din ciclurile de mai sus repetate de doua ori. Aceasta permite o decolmatare partiala pana la venirea noptii: se estimeaza ca in 2 cicluri, aprox. 35-40% MES eliminate fata de eliminarea totala in 6 cicluri. Avantajul este ca productia nu este perturbata indelung (aprox. 10 min.), si ca energia consumata este inferioara celei de spalare completa. In sfirsit, automatul declanseaza la fiecare 4 ore o afanare cu aer timp de 1 min care permite reorganizarea granulelor materialului. Acest sistem permite prelungirea duratei de filtrare si deci evitarea punerea in opera a operatiilor de minispalare. Diferitele operatii de decolmatare sunt bazate pe o aducere in suspensie a materialului filtrant si a materiilor pe care le contine. Imediat dupa operatie, o parte a materiilor aduse in suspensie este diluata cu efluentul tratat. Un studiu a estimat cantitatea de poluanti transportata dupa fiecare operatie:

***Tabel 4.3.5 : CCO si MS in functie de tipul de spalare.***

Detasarea particulelor este in particular defavorabila, probabil pentru ca MS sunt doar detasate si neantrenate spre partea superioara, ca in cazul spalarii complete si minispalarii.

| | CCO | MS |
|---|---|---|
| Dupa afanare | 1,8 Kg | 1,1 Kg |
| Dupa mini spalare | 0,5 Kg | 0,2 Kg |
| Dupa spalare completa | 0,7 Kg | 0,6 Kg |

- Aspectul referiotare la aerare: se estimeaza ca in jur de 10% din oxigenul din aerul injectat in biofiltru se dizolva. Din aceste 10 %, in jur de 70% servesc pentru respiratia microorganismelor si restul pentru asimilarea poluantilor. Reglarea debitului de aer se comanda cu ajutorul programarii prealabile a dispozitivului de automatizare, uzual o data la doua ore. Debitul zilnic (Qm) este dat de o formula empirica, bazata pe o incarcare organica in CCO de 8 kg/$m^3$.zi:

**QM = ( A* CCO + B* MES )**

Unde: Qm= volumul de aer in $m^3$
CCO= incarcarea zilnica in $CCO/m^3.zi$
MS = incarcarea zilnica in MS in kg/zi

Cunoscand debitul mediu zilnic, se calculeaza nevoile biorare pa baza variatiei zilnice a CCO. Se poate estima necesarul de aer pentru a elimina carbonul la 50 $Nm^3/kg$ CCO, si pentru azot de 250 $Nm^3/kg$ $NH4^+$. Pentru efectuarea acestor reglaje, este necesara efectuarea regulata a determinarilor de poluare prelevand esantioane orare la intrarea in biofiltru si masurind pe aceste esantioane CCO si MS. Pentru a calcula incarcarea, trebuie tinut cont de cresterea debitului datorata retururilor apelor de spalare. Scopul acestor reglaje este de a diminua consumurile energetice datorate functionarii compresoarelor de aer de proces. Determinarile trebuie facute cat mai des posibil, in masura mijloacelor disponibile, incarcarile variind intr-o masura importanta, conform cu circumstantele: week-end, vacante, activitate industriala sezoniera....

**4.3.2.b.2.3. Alte procedee**

Cele doua capitole precedente sunt bazate pe studiul a doua exemple de procedee: Biofor dezvoltat de societatea DEGREMONT si Biocarbone, dezvoltat de OTV. Aceste doua procedee prezinta diferente semnificative in ceea ce priveste circulatia fluidelor, gestiunea spalarilor, insuflarea de aer. Exista si alte procedee: Biostyr - OTV, Biodrof - Degremont, precum si procedeele de filtrare biologica CISE si SAUR.

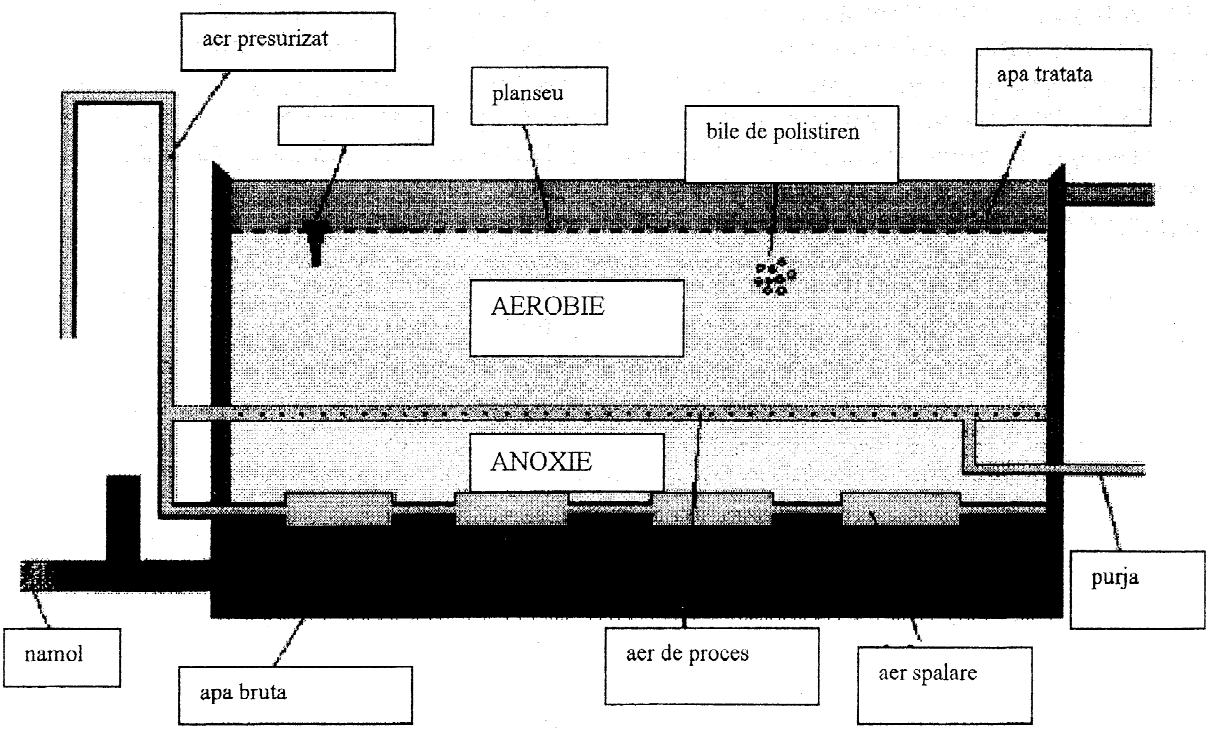



*Figura 4.3.16: Procedeul Biostyr*

## 4.3.2.b.3. PRINCIPII ALE EXPLOATARII - TRECERE IN REVISTA

Ceea ce este important pentru biofiltre, este asigurarea regularitatii si continuitatii alimentarii. Prin urmare, biofiltrul este un mijloc de epurare *biologic* in interiorul caruia se stabilesc *echilibre* in functie de conditiile de alimentare: viteza, incarcare organica. Daca se schimba conditiile de alimentare, echilibrele sunt distruse si trebuie un anumit timp pentru ca masa biologica sa se adapteze. In acest timp, epurarea va avea un randament mai slab decit regim stabilizat. Atunci cind biofiltrul este pus in operare dupa timpii de oprire lungi, sunt necesare 2-3 zile inainte de a se atinge randamentul acceptabil si mai multe saptamani inainte de atinge randamentul optim si conditiile de nitrificare. Pentru regularitate, trebuie urmarita exploatarea primei trepte. Decantorul nu trebuie sa prezinte fluctuatii ale stratului de namol. Daca este lamelar, trebuie verificat daca modulele nu sunt colmatate. Daca decantorul primar functioneaza defectuos, filtrul va fi mai repede colmatat, ceea ce va reduce durata unui ciclu de functionare. Trebuie de asemenea, a avea o filiera de tratare a namolurilor cu posibilitate de retur in capatul statiei a acelora care nu sunt prea incarcate in MS si CCO aseptic. O disfunctionalitate a filierei namolului poate conduce la supraincarcarea decantorului primar si la reducerea randamentului biofiltrelor. Exploatarea filierei namolului trebuie deci sa fie perfect stapanita. Pentru ceea ce inseamna continuitate in alimentare, trebuie ca biofiltrele sa fie mai putin oprite. Trebuie vazut daca dispozitivele electromecanice functioneaza corect. De exemplu, o disfunctionalitate minora (o vana care nu se deschide, de exemplu) va conduce in cateva zile la o disfunctionalitate majora (biofiltrul se opreste in cursul spalarii la ora 3 dimineata). Intretinerea curenta trebuie sa cuprinda urmatoarele:

- Spalarea tuturor sondelor de nivel cu jet de apa, saptamanal,
- Verificarea retelei de aer de serviciu in fiecare zi cu repararea imediata a scaparilor; purjarea compresorului de aer saptamanal.
- Verificarea pierderii de sarcina din circuitul de aer de proces si a eficacitatii presostatelor.
- Verificarea inaltimii materialului filtrant.

Pentru a termina, amintim un principiu: spalarea necesita apa epurata! Trebuie deci privilegiate cicluri de functionare lungi. Aceasta poate sa para paradoxal, in masura in care aceste spalari sunt indispensabile pentru a evacua materiile stocate in material. Dar :

- Spalarea induce o crestere brusca a incarcarii admise pe biofiltrele care nu sunt spalate, ceea ce este contrar principiului de regularitate a alimentarii.
- Spalarea induce o discontinuitate pentru biofiltrul spalat, deoarece o parte a biomasei dispare antrenata si biomasa care ramane nu a fost alimentata timp de 30 - 40 min.
- In cursul fazei de decolmatare, materiile sunt aduse in suspensie, si o mica parte dintre ele pleaca cu efluentul tratat. Chiar daca este redus fata de totalul de materii eliminate in apele murdare, acest flux de materii constituie un aport mare de poluanti sub forma de MS si de CCO care diminueaza randamentul mediu aparent al filtrului.

Pentru cresterea duratei de filtrare, este necesara o tratare primara si un tratament al namolului fiabile. Trebuie de asemenea, ca spalarea sa fie cat mai eficace posibil. Este deci recomandat sa se respecte cu regularitate o secventa completa de spalare, ceea ce permite in mod obisnuit sa se verifice aspectul suprafetei materialui si detectarea eventualelor anomalii (eliminare neomogena a bulelor pe ansamblul suprafetei, de exemplu).

## 4.3.2.b.4. DISFUNCTIONALITATI

### 4.3.2.b.4.1. Disfunctionalitati datorate aerarii insuficiente

La punerea in operare a biofiltrului, exista doua posibilitati pentru reglarea aerarii: aservirea compresoarelor la incarcarea primita prin determinarea CCO si a debitului, sau mai simplu, in functie de o plaja predeterminata de poluare zilnica sau saptamanala. Atunci cind biofiltrul nu elimina o apa epurata de buna calitate si daca nu este colmatat, trebuie verificata aerarea:

1. se recalculeaza necesarul teoretic de oxigen si debitul de aer si se verifica raportul cu realitatea.
2. se verifica daca nu exista o intrerupere a circuitului de aer (filtru de aer, ancrasament la conductele de distributie sau pe difuzori) masurand sau citind valorile presiunii inregistrate la manometre. Se efectueaza o spalare a difuzorilor daca este necesara.
3. daca creste incarcarea pe biofiltru (by-pass-area unuia sau mai multe biofiltre) se adapteaza debitul de aer in mod corespunzator.

### 4.3.2.b.4.2. Disfunctionalitati datorate aportului indus de un produs industrial

• **Cazul unei otraviri:** Nu trebuie niciodata uitat ca un biofiltru este un reactor biologic. In consecinta, tot aportul de substante toxice (acizi, baze, saruri metalice) (ale metalelor grele-nota verificatorului), va distruge biomasa fixata. MS impiedica filtrarea si calitatea evacuarii in CCO va fi inrautatita. Trebuie supravegheta calitatea apei care intra (pH), in caz contrar va trebui stopata filiera biofiltrarii, aplicate spalarea si spalarea finala a filtrului, tratarea apelor recuperata si redemata filiera.

• **Cazul efluentilor agro-alimentari:** Acesti efluenti, chiar daca nu sunt toxici, pot avea grave repercursiuni asupra biofiltrarii:

- In primul rand, materiile grase colmateaza biofiltrul in profunzime si spalarea, chiar mult mai frecventa, nu va avea decat un efect redus; se va constata deci o crestere a consumului de apa de spalare, aer si energie.
- Apoi, aceste materii grase vor diminua intensitatea schimbului gaz-lichis si vor conduce la oprirea procesului de epurare.

Trebuie deci:

1. sa se cunoasca bine compozitia apelor uzate primite.
2. sa se supravegheze eficienta separatorului de grasimi (determinand materiile grase uscate).
3. daca biofiltrul este scos din functiune, se izoleaza celula de filtrare ( cu by-passarea intregului efluent) si se face sa circule continuu o solutie de soda pana la decolmatarea completa a biofiltrului.
4. se neutralizeaza efluentul obtinut (sau se dirijeaza catre un centru de tratare).

### 4.3.2.b.4.3. Disfunctionalitati hidraulice.

- **Debitul de apa uzata foarte ridicat:** un debit de apa foarte ridicat conduce adesea pe biofiltrele in curent descendent la o tasare a umpluturii si deci la o crestere a pierderii de sarcina. Datorita acestui fapt, spalarile vor fi mai frecvente. Mai mult, timpii de stationare vor scadea ceea ce va limita calitatea epurarii din punct de vedere al CCO, atit randamentul cat

si concentratia. Va trebui deci adaptat numarul de celule de filtrare la debitul real primit (printre altele); daca debitul creste, se pun in functiune progresiv celule suplimentare. Aceasta implica mentinerea biofiltrelor neutilizate in stare de "veghe".

- **Debit de apa uzata foarte redus:** in cazul filtrelor in curent ascendent, un debit redus de alimentare inseamna o viteza redusa de filtrare care va favoriza colmatarea, de unde apare pierderea de sarcina. Trebuie evitat sa se functioneze cu toate celulele, urmarind mentinerea in functiune decat a celulelor absolut necesare. In acest caz se lasa in asteptare unitatile neutilizate pentru ca, in caz de necesitate sa fie puse in stare de functionare corecta cat mai rapid posibil.

- **Spalarea:** colmatarea filtrului implica spalarea sa regulata (24-48 ore intre ciclurile de spalare). Depinde de:
  - marimea materialului,
  - concentratia poluantilor in apa uzata,
  - incarcarea aplicata,
  - calitatea efluentilor,
  - tipul biomasei fixate.

#### 4.3.2.b.4.4. Supravegherea punctelor delicate

- **Izolarea filtrului:** De exemplu, trei celule care primesc fiecare 10 $m^3/h$ sau un debit total de 30 $m^3/h$. Atunci cand o celula este in spalare, se constata o crestere consecventa a debitului de tratat pe celulele in functiune: 30 $m^3/h$ pe doua filtre inseamna 15 $m^3/h$ pe filtru, adica 50% in plus.
- **Returul apelor uzate:** atunci cand filtrul este in spalare, namolul produs este stocat intr-o basa de unde se returneaza in capatul statiei pentru a fi ingrosat. Apa rezultata din aceasta decantare (primara sau fizico-chimica) se constituie intr-o supraincarcare hidraulica pe celulele de filtrare aflate in functiune.

- **Conduita:** Este bine venita in masura posibilului (daca conceptia filierei adaptata si numarul de filtre sunt putin importante) efectuarea de spalari noaptea deoarece costul energiei este mai redus si incarcarea apelor uzate este mai redusa.

  **Atentie!** O spalare poate fi detectata printr-o sonda de nivel, atunci daca este simplu, la o crestere de debit care a provocat o crestere a nivelului in caminul de alimentare: trebuie deci prevazuta o temporizare pentru declansarea spalarii.

#### 4.3.2.b.4.5. Disfunctionalitati datorate concentratiei efluentilor

- **Apa de alimentare foarte incarcata:** Atunci cand alimentarea filtrelor se face cu apa foarte incarcata in MS si/sau in CCO, performantele epurarii se diminueaza (in CCO in special). Se observa de asemenea, o colmatare rapida a filtrului. Biofiltrul este, prin conceptie, limitat in ceea ce priveste concentratia apelor de alimentare. Cele doua mari categorii de filtre necesita in acelasi timp calitati de apa diferite:

  - Curent ascendent CCO de 250 - 350 mg/l
  - Curent descendent CCO de 250 - 550 mg/l

Pentru curentul descendent trebuie supravegheata calitatea decantarii primare, altfel decat pentru curent ascendent, situatie in care este dorita si supravegherea aportului de reactivi din tratarea chimica pentru a se putea obtine, in toate cazurile, concentratia suficienta pentru alimentarea biofiltrului.

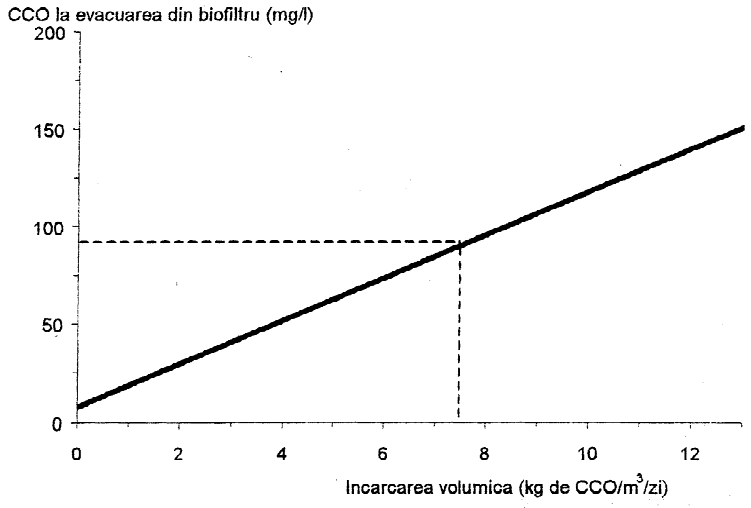



***Figura 4.3.4. Concentratia CCO la iesirea din biofiltru in functie de incarcarea organica aplicata.***

**Tratarea in fizico-chimica din amonte:** Cum noi am vazut in precedenta prezentare, o buna functionare a biofiltrelor in curent ascendent depinde de calitatea tratarii fizico-chimice.

**4.3.2.b.4.6. Cum se detecteaza o problema ?**

Atunci cand se produce o colmatare (brusca sau progresiva) aceasta se poate detecta printr-o observare vizuala si prin analize ale apei de spalare.

1. In caz de colmatare, spalarea pare a nu-si produce efectul sau, cu alte cuvinte, dupa spalare biofiltrul redemareaza cu pierdere de sarcina anormala. Este deci imperativ a detrmina, la punerea in functiune, un punct de "ZERO" care va permite aprecierea eficacitatii spalarii.
2. Inainte de spalare propriu-zisa, exista o faza de golire a biofiltrului. Daca filtrul este colmatat, timpul de golire este excesiv de lung, si in orice caz mai lung decit atunci cind filtrul functioneaza normal. In astfel de cazuri, cu ajutorul unei rigle gradate si unui cronometru se evalueaza viteza de golire si se compara cu cea inregistrata in zilele anterioare.
3. In timpul fazei de spalare finala, apa de spalare este trimisa in biofiltru cu una sau mai multe pompe. Daca filtrul este colmatat, apa nu va mai fi distribuita uniform, se vor crea canale preferentiale. Cum debitul de apa, aprioric, nu variaza, se vor observa "geysere" de anumite inaltimi, de la cativa centimetri pana la mai mult (>1m).
4. Daca biofiltrul este colmatat, spalarea nu produce efectul vizat. In acest caz, frecventa spalarilor creste pana se ajunge la situatia ca un filtru este in spalare de mai multe ori pe zi.

# LAGUNARE NATURALA

## 4.3.2.c.1.1. PRINCIPIU DE FUNCTIONARE

Se disting mai multe tipuri de bazine de lagunare:

**Lagune anaerobe** plasate la capatul tratarii, care in plus fata de decantarea primara, sunt sediul unei tratari bacteriene anaerobe cu atat mai eficace cu cat temperatura este mai ridicata. Namolurile acumulate pe fundul bazinului sufera un proces fermentare asemanator cu acela realizat intr-un fermentator neincalzit cu o faza de acidifiere si o faza de metanizare (intensitatea aceastei faze fiind foarte redusa atunci cind temperatura scade sub 15°C). Bazinele anaerobe au in general o adancime de 3 m si depasesc rar 5 m. O adincime mai oare in capat faciliteaza gestionarea namolului. Ele sunt supuse unei incarcari de 100 g $CBO_5/m^3/zi$ pentru Tm apa < 10°C si de ( 20 × Tm – 100) g $CBO_5$ $/m^3$ /zi pentru Tm apa < 10°C. Se poate retine un randament al procedeului de 40 %.

**Lagunele aerobe** (sau facultative aerobe, mineralizarea namolurilor in fundul bazinului rezultant al anaerobiozei) sunt sediul unei dezvoltari a algelor microscopice care in prezenta oxigenului, permit instalarea unei populatii bacteriene aerobe. Acest ecosistem complex, compus in principal din bacterii anaerobe (sediment si partea inferioara a apei), bacterii aerobe si alge, este capabil sa realizee un foarte bun nivel de epurare. Se poate nota ca evacuarea algelor microscopice poate limita calitatea tratarii. Adancimile acestui tip de bazin sunt in general de 1 – 1,2 m si nu depasesc 2m.

**Lagunele de maturare**, adesea considerate in literatura anglo-saxona ca un tip particular de bazin, sunt lagune aerobice dispuse in aval de lagunele facultativ aerobe. Aceste bazine asigura o buna oxigenare. Au ca rol esential reducerea numarului de germeni aferenti contaminarii fecale. Numarul lor si timpul de stationare respectiv in fiecare bazin sunt dictate de calitatea bacteriologica la intrarea in instalatie. Aceste bazine concura in mod egal la imbunatatirea randamentului de epurare al ansamblului filierei de tratare.

**Lagune cu macrofite**, de adancime redusa, dispuse la sfirsitul lantului tratarii, sunt plantate cu vegetale emergente inradacinate. Rolul lor este de a reduce evacuarea algelor microscopice; aceste bazine pot permite obtinerea unei reduceri suplimentare a elementelor biogene. In anumite tari se utilizeaza bazine de finisare din materii vegetale flotante asemenea zambilelor de apa cu dublu scop: de producere a biomasei si de "a exporta" elementele nutritive. In scopul proliferarii rapide a acestor plante in mediul acvatic, **utilizarea zambilelor de apa este proscrisa in tarile unde acestea nu exista in stare naturala.** Lagunele "intensive" unde se urmareste o productie maxima de alge (Helestee cu Rata Algala Ridicata). Studiate de catre OSWALD in California (lagune de mica adincime cu agitare pentru mentinerea in suspensie a biomasei algale) nu fac parte din procedeele rustice prezentate in acest document.
Tehnica relativa veche (1920, Munhen), lagunarea naturala s-a dezvoltat in Franta in anii '70. Aceasta tehnica naturala oferind costuri reduse de exploatare, este in particular adaptata micilor colectivitati ( <1 000 locuitori echivalenti). Prin urmare, este vorba de un procedeu specific rural si extensiv in comparatie cu procedeul cu namol activ (mai sofisticat si intensiv). Mai mult, bazinele se integreaza bine in mediul inconjurator. Principiul tratarii se bazeaza pe timpi de stationare lungi (60 – 80 zile) in bazine direct sapate in pamint. Lagunarea naturala nu a recurs la nici un echipament electromecanic daca aceasta nu este impus de pomparea apelor uzate. Fenomen natural, epurarea prin lagunare este realizata datorita unui echilibru biologic, la care participa

bacteriile, zooplanctonul, algele si plantele acvatice eventual. Se vorbeste atunci de lagunarea cu macrofite. Atentie la echilibrul instabil! Toti acesti actori joaca un rol distinct dar complementar in epurarea prin lagunare (alge, bacterii, zooplancton, plante etc.).

## 4.3.2.c.1.2. REALIZAREA LAGUNELOR

- Instalatia este compusa din **mai multe bazine inseriate** (in general trei). Prima este o laguna cu microfite care ocupa aproximativ jumatate din suprafata totala. In al doilea bazin va prolifera o proportie imporatanta de zooplancton. In al treilea bazin cu adancime redusa, daca exista, vor fi plantate macrofite pe 1/3 din suprafata.
- **Dimensionarea**, valoarea cel mai adesea retinuta pentru tratarea principala este de 15 $m^2$ de bazin pe locuitor racordat. Functie de obiectivele de calitate urmarite, aceasta rata poate creste pina la 20 $m^2$. Suprafata totala defineste de asemenea un volum util suficient pentru a permite timpi de stationare ridicati ai efluentului.

Vol. = Q $\times$ TS cu TS = 80 zile si Q = 0,15 $m^2$ /locuitori echivalenti/zi $\times$ numar de locuitori echivalenti

Pentru o tratare complementara, dupa o statie de biologica de exemplu, bazele dimensionarii sunt urmatoarele: TS = 30 zile si S = 5 $m^2$ / loc.

- ***Forma bazinelor*** si amplasamentul lucrarilor de comunicare trebuie sa evite scurtcircuitele hidraulice. Trebuie in general sa se evite unghiurile moarte (sedimentare preferentiala).
- ***Etanseitatea*** fundurilor bazinelor, dupa un adaos de 20-30 cm de pamant vegetal realizat prin compactare (cu sau fara material argilos), sau cu geomembrane. In acest ultim caz va fi prevazut un sistem de drenare a apei si a gazelor.
- **Diferite tipuri de de comunicari** pentru fiecare bazine sunt prevazute urmatoarele
  - un canal de intrare,
  - un canal de iesire,
  - un prea-plin,
  - un by-pas.
- Lucrarile de comunicare dintre bazine vor fi dispuse in T, ceea ce evita creerea de curenti preferentiali. Aceste legaturi pot fi ameliorate datorita sistemelor de "nivelare", care permit variatia nivelului de apa in lagune.

**Realizarea digurilor** va trebui sa fie prevazuta pentru a permite accesul, circulatia vehiculelor si evacuarea apelor pluviale astfel incat sa se evite surparea si submersia digurilor (anrocamente etc.) **Accesul** va trebui prevazuta pentru o mai usoara exploatare. Se va prevedea o rampa de acces la fundul bazinelor pentru a le curata. **Lucrarile de intretinere** vor cuprinde o delcolmatare manuala si o lama sinusoida care asigura o functiunea unui separator de grasimi static si retentia materialelor flotante. **Canalele de masura** sunt prevazute la intrare si la iesirea din laguna. Volumul la intrare este in mod natural egal cu volumul la iesire.

## 4.3.2.c.1.3. EXPLOATARE

- **<u>Punerea in functiune</u>:** Timpul de umplere cu apa bruta este egal cu timpul de stationare ( 60 zile ), ceea ce este exagerat. Ca urmare, aceasta faza tranzitorie poate genera mirosuri neplacute, proliferarea plantelor care pot compromite functionarea ulterioara (respectiv etanseitatea bazinelor). Umplerea va fi realizata in 2 etape:
  - umplerea primului bazin cu apa de rau,
  - umplerea celorlalte bazine prin introducerea ape uzate in primul bazin.

In paralel, este verificata etanseitatea bazinului.
**Plantarea** lagunelor cu macrofita este favorabila primavara cand toate rasadurile au 50 cm. Partea intodusa in apa initial va fi de 10 – 15 cm.

- **Lucrarile de intretinere curenta**

**Pretratarea:**

*Scop:* - eliminarea subprodusiilor acumulati ( grasimi, produse retinute pe gratare, produse flotante)
- evitarea by-passurilor instalatiei
- limita mirosurilor si a prezentei rozatoarelor)

*Frecventa:* 3-4 ori pe saptamina
*Timp:* ¼-1/2 ore la fiecare trecere.

**Intretinerea malurilor si secerarea macrofitelor:**

*Scop:* - mentinerea aspectului estetic, cailor de acces si a suprafetei utile,
- limitarea degradarii zonei si a efectelor enerate de prezenta tintarilor, mirosurilor, rozatoarelor.

*Frecventa, mijloace si timpi:* o data pe luna pentru maluri si o data pe an pentru macrofite. Dupa crestere, vegetatia este fie secerata, fie distruse prin ardere pe loc. Utilizarea ierbicidelor nu este recomandata. Macrofitele trebuie sa fie taiate la suprafata apei.

**Supraveghere generala:**

*Scop:* decelarea si identificarea disfunctionalitatilor.
*Puncte de supravegheat:* nivelul apei, materiile plutitoare, culoarea, mirosuri, caile de comunicari.....
*Frecventa:* 2-3 ori pe saptamina
*Timpi necesari:* ½ ora la o trecere
*Completarea fiselor de exploatare:* 1 data pe saptamana

**Situatie exceptionala : curatirea**

*Scop:* - limitarea reducerii volumului util
- limitarea producerii de mirosuri ( fermentare)

*Volum:* 0,1 $m^3$ /locuitor echivalent/an in primul bazin
*Doua tipuri de sedimentare:* - conul de sedimentare la sosirea apelor brute in primul bazin
- sedimentarea uniforma in toate bazinele.

*Evacuarea namolului:* - eliminarea din conurile de sedimentare:
Frecventa : la fiecare1-5 ani.
Mijloace: prin pompare fara vidanjare prealabila.
- eliminarea sedimentelor uniforme
Frecventa>10 ani
Mijloace: operatie grea si costisitoare dupa vidanjare bazinelor, extragerea prin pompare sau dragare.

*Destinatia namolurilor :* trebuie sa se prevada destinatia namolurilor inainte de extragerea lor.
Volum redus: imprastierea pe terenurile arabile (uzual pajisti),
Volum mare: valorificarea agricola conforma cu legislatia (namol bine stabilizat, mineralizat, constituind aprioric un bun amendament).

Perioada de curatiretrebuie sa coincida cu perioada propice a valorificarii agricole.

- **Bilantul cauzelor disfunctionalitatilor induse de mirosuri**: comportamentul unei lagune naturale trebuie sa fie analizat pe cicluri anuale pentru ierarhizarea parametrilor si individualizarea celor care par a fi mai explicativi. Disfunctinalitatile trebuie interpretate nu ca evenimente exceptionale legate de modificarea unui parametru particular ci ca un avantaj al unui proces natural care poate sa declanseze atunci cand mai multe conditii sunt reunite. De o maniera mai globala, tabelul 4.3.6. ilustreaza variabilitatea calitatii efluentilor tratati la iesirea din lagunare, functie de sezon.

| | | CCOb | CCOf | $CBO_5f$ | MS | NKT | $N - NH_4+$ | P total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEZON | *vara* | 154 | 113 | 28 | 57 | 16 | 7 | 6,8 |
| | *toamna* | 148 | 102 | 25 | 57 | 21 | 14 | 8,8 |
| | *iarna* | 149 | 85 | 26 | 54 | 29 | 21 | 9,4 |
| | *primavara* | 157 | 89 | 18 | 49 | 22 | 15,5 | 9,6 |
| Nivel d | | - | 120 | 40 | 120 | - | - | - |
| Nivel NK1 | | - | - | - | - | 40 | - | - |
| Nivel NK2 | | - | - | - | - | 10 | - | - |

***Tabel 4.3.6: Calitate apei tratate in functie de sezon.***

Nivelul de eliminare a poluarii cu compusi ai carbonului pare a fi mai bine asigurata primavara, datorita esentialmente unei bune insoriri, asociata cu diluatia apelor de intrare. Totodata, eliminarea fosforului total si a azotului total este mai pronuntata pe durata verii. In sfirsit, o foarte buna insorire permite amorsarea lejera a nitrificarii si a poliferarii algelor cu cresterea asimilarii fosforului mineral ( $PO4^{3-}$) si azotul mineral ( $NH_4^+$ si $NO_3$).

**Stratificarea termica:** (Sursa : "Poud malfunction : case study of the plants in the South – West of France " – Y Racault – CEMAGREF – 1993).

Cele doua figuri aici alaturate, permit urmarirea evolutiei temperaturii intr-o laguna de capat cu 3 adincimi diferite (suprafata, mijloc si fund). Pe baza unei urmariri anuale, doua perioade ar putea fi observate:

- o perioada corespunzatoare primaverii si verii pentru care o stratificare notabila este pusa in evidenta in figura 4.3.17.
- o alta perioada corespunde restului anului pentru care temperatura este omogena pe toata adincimea lagunei. Totodata, o lejera inversie a gradientului de temperatura poate fi notata in timpul iernii.

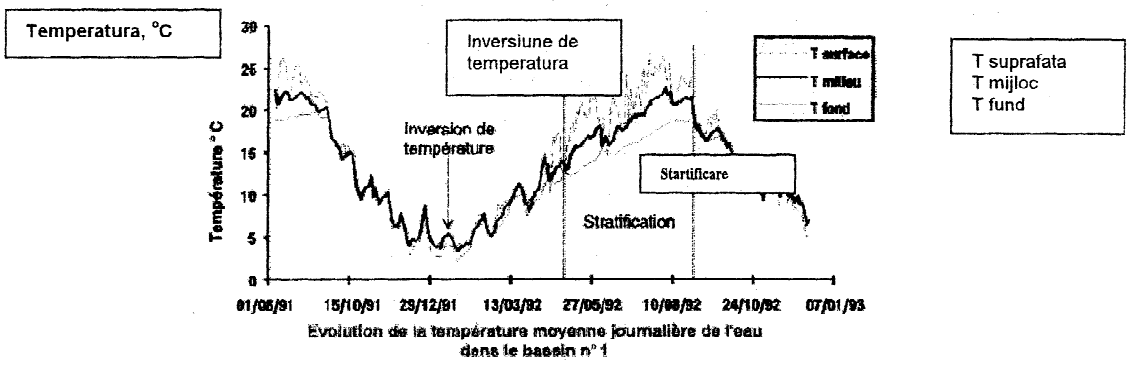



***Figura 4.3. 17. Evolutia stratificarii termice sezoniere***

In consecinta, datorita stratificarii estivale apar doua zone distincte, limitand schimburile verticale intre suprafata superioara oxigenata si stratul inferior anaerob, ceea ce induce fermentarea anaeroba si deci aparitia de mirosuri. In cazul unei urmariri zilnice, variatiile de temperatura sunt importante in ceea ce priveste stratul superior, care absoarbe majoritar energia luminoasa. Stratificarea poate fi deranjata de vant (figura 4.3.18). Prezenta unei stratificari termice trebuie sa fie un factor de interpretare al comportamentului, fara a fi identificata ca o cauza majora a disfunctionalitatilor.

"Ruperea" stratificarii la inceputul toamnei, probabil datorita migrarii nutrientilor din straturile inferioare, favorizeaza cresterea algala insotita de o extensie a zonei aerobice.

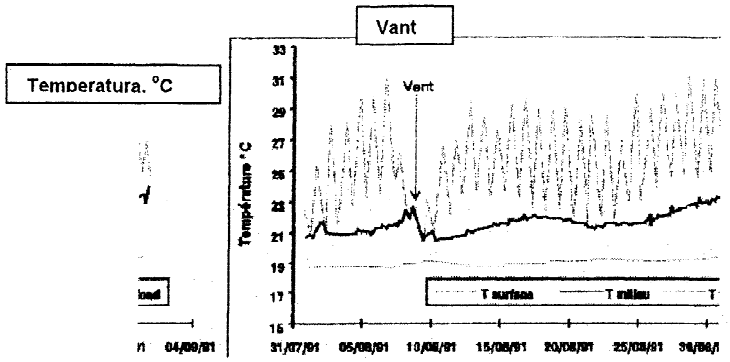



*Figura 4.3.18. Actiunea vantului asupra stratificarii termice*

Consumul de oxigen creste. Limpezirea si temperaturii devin factori deranjanti pentru alge. O parte importanta a acestora mor si mediul tinde sa devina anaerob: aceasta este o interpretare care poate fi avansata pentru a explica "virajul in rosu "al lagunei indicat in graficul 4.3.19. Primavara si vara, ruperea stratificarii momentane datorita vintului poate antrena un consum de oxigen si o toxicitate pentru populatiile algalale de suprafata, conducand la o disparitie partiala a planctonului in beneficiul bacteriilor fotosintetizatoare de sulf.

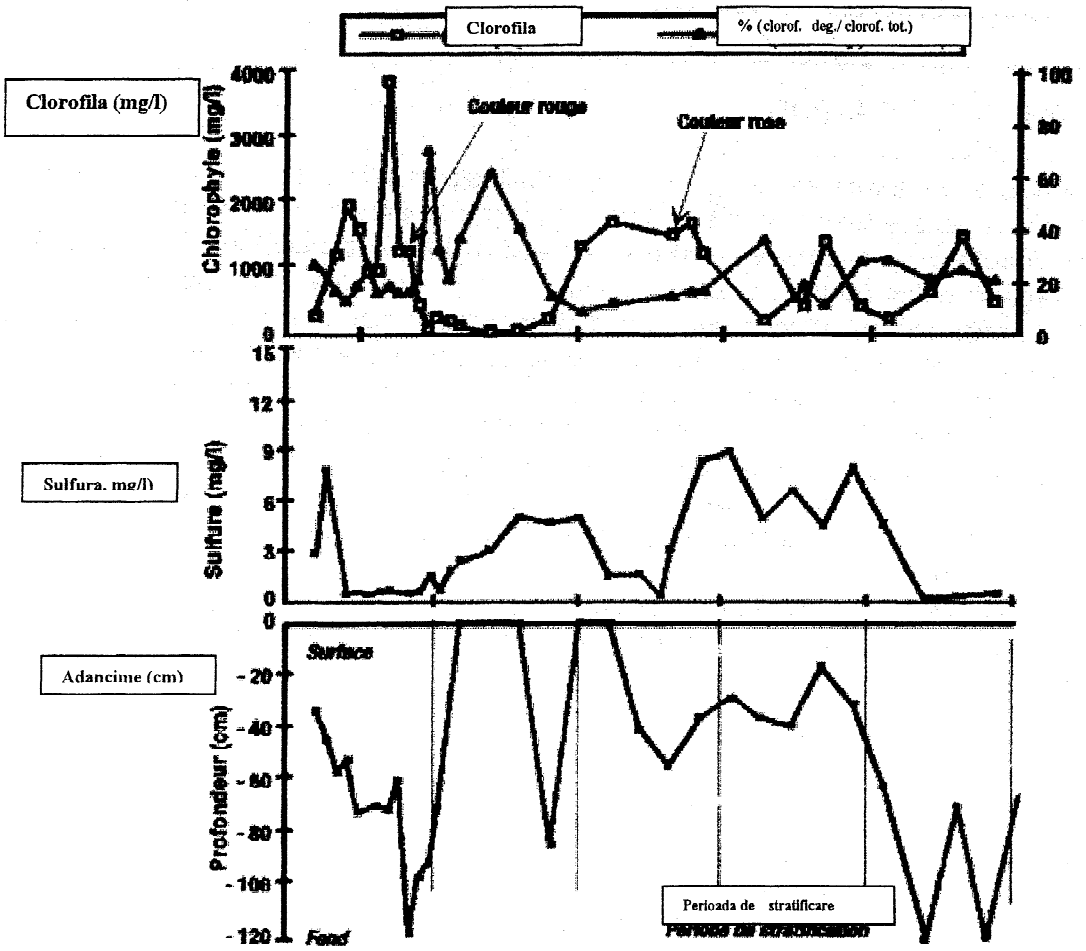



*Figura 4.3.19. Evolutia clorofilei active, clorofilei degradate, sulfurilor si zonei anaerobe.*

## 4.3.2.c.1.4. ELIMINAREA GERMENILOR PATOGENI

***Eliminarea germenilor*** constituie unul din avantajele cele mai importante ale lagunarii, *aparand ca esentiala legatura cu timpul de stationare a efluentului* care se cifreaza la saptamani in lagune, si decat citeva zile cel mai adesea, sau cateva ore in alte tipuri de instalatii. . Trebuie deci imperativ a se evita *caile preferentiale* inducand scurtcircuitele hidraulice care vor reduce considerabil eficacitatea dezinfectiei.

Un timp de stationare superior lui 60 de zile in trei bazine asigura dezinfectia. Nu se recomanda micsorarea acestei durate la valori inferioare la 30 zile, chiar in cazul unei lagunari cu microfite pentru finisare. Performantele lagunarii cu macrofite sunt inca putin cunoscute dar exista ideea ca sunt de acelasi ordin ca acelea ale lagunarii cu microfite.

# LAGUNARE AERATA

## 4.3.2.c.1.5. I N T R O D U C E R E

Se desemneaza prin termenul de laguna aerata bazinele sapate in sol in care oxigenul este furnizat artificial prin aeratoare de suprafata, cel mai frecvent, sau prin insuflare de aer. Lagunarea aerata este o tehnica de epurare biologica extensiva a apelor. In acest procedeu, apa tratata este supusa actiunii organismelor (alge, bacterii sau ciuperci adesea dupa caz) care consuma si asimileaza materiile organice din efluent, pentru a le transforma in biomasa bacteriana, in $CO_2$, in apa sau eventual a altor elemente in functie de de compozitia initiala a efluentului. In opozitie cu namolurile active, nu exista recirculare a namolurilor si, in opozitie cu lagunarea naturala, oxigenul dizolvat este furnizat mecanic. Se pot distinge doua tipuri de lagune aerate:

- Laguna aerata aerobica, in care aerarea este suficienta pentru mentinerea materiilor in suspensie si unde zonele anaerobe sunt cvasiinexistente (depozitele de namol sunt limitate) Laguna seamana atunci cu o statie cu namol activat de incarcare foarte slaba dar fara recirculare.
- Laguna aerata anaeroba (sau aerata facultativ) in care o parte a MS decanteaza si creeaza o zona anaerobica. Puterea de amestecare nu este suficienta pentru a evita depozitele.

## 4.3.2.c.1.6. GENERALITATI

- **Principiile epurarii** : Utilizarea lagunelor facultativ aerate este mai frecventa decat a lagunelor aerate aerobe. Intr-o laguna facultativ aerata, puterea aerarii este destinata esential pentru a dispersa suficient oxigen in faza lichida. Tratarea se compune din minim 2 bazine inseriate:

- Intr-o prima etapa, oxigenul este introdus in laguna de aerare. Cresterea si stabilizarea partiala a culturii bacteriene sunt realizate. Mai mult, "atacul" esential al incarcarii bacteriene are loc in aceasta laguna,
- Apoi, in serie, lagunele de decantare in care materiile decantabile formeaza namolul ce se separa fizic de apa tratata.

Functionarea epurarii este urmatoarea:

- **Materiile decantabile minerale si organice inerte** se depun pe fund unde stationeaza fara modificari majore.
- **Materiile organice decantabile degradabile** se depun pe fund unde suporta o fermentare anaerobica generand:
  - $CO_2$ si $CH_4$ care se dizolva in masa lichida,
  - reziduuri care decanteaza sau care sunt evacuate cu efluentul.
- **Materiile minerale si organice coloidale** sunt evacuate partial cu efluentul si partial adsorbite pe flocoane.
- **Materiile organice solubile degradabile** servesc ca baza pentru constituirea celulelor bacteriene.

Absenta recircularii namolului secundar intretine un echilibru intre populatia bacteriana si substratul cu continut de carbon organic, avand doua consecinte:

- densitatea bacteriana in laguna ramine modesta ceea ce obliga la un timp de de tratare lung pentru a obtine o concentratie a reziduului dizolvat mai redusa.
- Floculerea este relativ putin pronuntata, ceea ce implica separarea lenta in laguna de decantare larg dimensionata.

- **Domeniul de aplicare:** lagunarea aerata se prezinta ca un sistem fiabil si simplu de exploatat dar care din contra necesita o suprafata de teren disponibila si costuri energetice importante. Pentru apele uzate orasenesti, domeniul de utilizare pare sa fie cuprins intre 400 – 2 000 locuitori echivalenti. Este in acest timp posibila utlizarea de la 200 la 5 000 loc. Exista doua situatii pentru care lagunarea aerata poate sa fie avantajoasa :
  - atunci cand trebuie sa se raspunda la variatiile sezoniere de incarcare (perioada turistica, industrii agro-alimentare...),
  - lagunarea aerata poate fi un mijloc simplu si economic de crestere a capacitatii unei statii supraincarcate :
    - fie prin plasarea lagunei aerate dupa statia conventionala,
    - fie prin dotarea lagunei naturale cu echipamente de aerare daca adancimea permite sau daca o reabitare poate fi realizata.

In acest timp, chiar daca este destinata utilizarii frecvente in zone rurale, lagunarea aerata nu este rezervata exclusiv tratamentului efluentilor orasenesti: poate fi utilizata pentru epurarea apelor uzate industriale (zahar, industrii agro-alimentare, fabrici de hartie...).

- **<u>Dimensionare</u>**

<u>Dimensionarea pentru apele uzate menajere (CEMAGREF)</u>: un efluent orasenesc este caracterizat de o poluare de ordinul a 50 g de $CBO_5$/loc/zi si un volum cuprins intre 100-200 l/loc/zi.

Urmatoarele valori pot fi luata in considerare:

**Laguna de aerare**

| | |
|---|---|
| **Forma** | Simpla, dreptunghiulara in jurul fiecarui aerator de exemplu ( L/P = 5-6). |
| **Volum** | 3 $m^3$/loc. |
| **Timp de stationare** | $\supseteq$ 20 zile |
| **Adancime** | Aerator de suprafata:<br>- cu turbina rapida de 4kW = 2,5 m<br>- cu turbina rapida de 5,5 kW = 3 m.<br>Insuflare de aer : $\supseteq$ 3 m. |
| **Incarcare poluanta** | < 25 g $CBO_5$ /$m^3$/zi |
| **Putere instalata** | 5 – 6 W/$m^3$ |

***Tabel 4.3.7: Caracteristicile lagunei de aerare CEMAGREF***

Se poate estima ca eliminarea materiei organice implica un consum de aproximativ 2 kg $O_2$/kg de $CBO_5$ eliminat. Aeratoarele utilizate au adesea , slabe randamente energetice, de ordinul a 0,7 – 1 kg $O_2$/kWh consumati (turbine flotante rapide). Consumurile electrice vor fi deci de 2-2,8 kWh/kg de $CBO_5$ eliminat sau exprimat in W/$m^3$ de 1-2 W/$m^3$ (1 g de $CBO_5$/$m^3$ /h – 2,4 Wh/g $CBO_5$ – Cp = 2,5).

Energia de alimentare cu oxigen este inferioara aceleia pentru amestecare. **Aeratoarele au functionare discontinua.** Este necesar de a prevede mijloace de reglare a timpului functionarii aeratoarelor in scopul reducerii costurilor de operare. Necesarul energetic pentru amestecare conduce pentru instalatia de aeratoare la 5-6 W/$m^3$ putere specifica a eratorului, in scopul de a limita depunerile la un volum care nu perturba calitatea tratarii si a preveni dezvoltarea algelor microscopice.

Conform CEMAGREF, utilizarea altor aeratoare decat turbinele trebuie sa fie justificata deoarece pun probleme de instalare (orizontalitatea retelei pentru difuzia aerului) si intretinerea (astupare).

**Laguna de decantare**

| | |
|---|---|
| **Forma** | Rectangulara cu L/l = 2 sau 3 |
| **Volum** | 0,6 la 1 $m^3$/ loc. |
| **Adancime** | 2 la 3 m |
| **Timp de stationare** | 5 zile |

***Tabel 4.3.8: Caracteristicile lagunei de decantare CEMAGREF***

Dupa marimea, se va putea dispune de o singura laguna de decantare la timpi de stationare de 5 zile (< 1 000 loc) sau doua lagune alimentate alternativ, la timpi de stationare mai mici: 4 zile (> 1 000 loc.). Aceasta ultima dispunere usureaza eliminarea namolului, in general la 2 ani, atunci cand adancimea apei libere nu este mai mare de 1 m.

**Dimensionarea pentru ape reziduale orasenesti recomandata de catre societatea FUCHS/ISMA**: Aceste recomandari se bazeaza pe numeroase realizari din Germania si din Estul Frantei. Regulile sunt aplicate pentru lagunele aerate echipate cu aeratoare FUCHS.

**Laguna de aerare**

| | |
|---|---|
| Parametrii de baza | 60 g de $CBO_5$ / loc/ zi. |
| Volum | 3 $m^3$ / loc sau 20 $g/m^3/zi$<br>*Laguna 1*: 60% din volumul de aerare<br>*Laguna 2*: 40 % din volumul de aerare |
| Adancime | 2,5 – 3 mm |
| Timp de stationare | > 5 zile |
| Putere instalata | *Laguna 1*: 3 $W/m^3$<br>*Laguna 2*: 1 $W/m^3$ |

***Tabel 4.3.9: Caracteristicile lagunelor de aerare numai FUCHS / ISMA***

Aeratoarele FUCHS au randamente de aerare de ordinul 1 kg $O_2$ /kWh in apa limpede. Necesarul de oxigen fiind de 1,5 kg $O_2$ /kg de $CBO_5$ eliminat, se obtin atunci 1,5 kWh/kg de $CBO_5$ eliminat.

**Lagune de decantare**

| | |
|---|---|
| **Volum specific** | 0,3 la 0,5 $m^3$ /loc. |
| **Adancime** | < 1 m |
| **Timp de stationare** | 1 la 2 zile |

***Tabel 4.3.10 : Caracteristicile lagunei de decantare.***

Un timp de stationare mai lung in laguna de decantare, deci un volum specific mai mare, va putea favoriza proliferarea algelor.

- Eliminarea azotului: apare clar ca obtinerea unui proces de nitrificare avansata este un lucru dificil dee atins in lagunarea aerata. Ca efect, teoretic, namolurile lagunelor aerate au varsta egala cu timpul de stationare al lichidului in bazin. Bacteriile nitrificatoare sunt bacterii autotrofe a caror viteza de crestere este extrem de redusa, deci nitrificarea creste cu timpii de stationare. Cu o dimensionare clasica, randamentele de eliminare a azotului sunt de ordinul 25 – 30 %. Atunci cind este solicitata sau impusa o eliminare de compusi ai azotului, mai multe cai pot fi anvizajate pentru cresterea performantelor:
    - cresterea timpilor de stationare deci marirea bazinelor. Aceasta solutie este "proscrisa" caci ea este in contradictie cu castigul de spatiu indus de lagunele aerate in raport cu lagunele naturale. Aerarea trebuie sa fie mai importanta. Mai mult, aceasta poate sa antreneze o poluare secundara, generata de o crestere a algelor.
    - adaosul de suporturi artificiale poate facilita fixarea biomasei nitrificatoare,
    - nitrificarea intr-o etapa ulterioara a tratamentului: pat bacterian, biodiscuri sau infiltrare- percolare de exemplu

Aceasta faza de nitrificare se amplaseaza intre bazinele aerate si bazinele de finisare.

- **Avantajele si incovenientele**

Ca toate procedeele de epurare, lagunarea aerata are avantajele si inconvenientele sale; nu poate fi considerata ca o solutie universala. Diversi parametri trebuie luati in consideratie la alegerea filierei (disponibilitate, caracteristicile apei tratate, studiul economic....) . Se poate face referire la

tabelul de mai jos care pune in fata principalele avantaje si inconveniente.

| AVANTAJE | INCONVENIENTE |
|---|---|
| ❑ Putere de tamponare a volumelor puse in joc :<br>- adaptarea la variantiile de incarcari hidraulice si organice,<br>- toleranta vis-à-vis de introducerea ocazionala a produsilor toxici (efectul diluarii), efluentilor foarte concentrati sau dezechilibrati in nutrienti.<br>❑ Constringeri ale exploatarii limitate.<br>❑ Investitii moderate daca terenurile sunt la pret scazut. | ❑ Suprafatele importante implicate, chiar daca sunt de 5 la 10 ori mai putin decit in lagunarea naturala.<br>❑ Inpermeabilizarea lagunelor este obligatorie.<br>❑ Influenta temperaturii ( randamente mai scazute in climat rece).<br>❑ Prezenta echipamentelor electromecanice: intretinerea specifica.<br>❑ Consum energetic deloc neglijabil.<br>❑ pH de iesire care creste vara datorita fotosintezei. Evacuarea la o calitate medie pe toti parametri |

***Tabel 4.3.11: Avantajele si inconvenientele lagunarii aerate.***

Acest tip de tehnologie pare deci a fi in particular adaptata pentru colectivitati care primesc efluenti industriali incarcati. Dimensionarea va fi atunci realizata de la caz la caz.

## 4.3.2.c.1. FILTRELE INGROPATE SI PATURI DE INFILTRARE- PERCOLARE PE NISIP

- **Principiu**: Filtrele ingropate si paturile de infiltrare-percolare pe nisip sunt tratamente biologice pe culturi fixe aerobe, pentru apa uzata oraseneasca pretratata si in general decantata sau pentru efluenti secundari, si consta in infiltrarea alternativa a efluentului, pe doua bazine minimum (de preferinta 3), de a lungul unui material granular fin. Aceasta definitie pune in evidenta doua puncte fundamentale care regizeaza aceste tratamente si care sunt:
  - **hidraulic** : efluentul trebuie sa fie repartizat in umplutura si sa aiba timp de contact suficient cu biomasa epuratoare pentru ca aceasta sa poata degrada totul si sa evite dezvoltarea unei zone saturate in apa si a scurtcircuitelor hidraulice.
  - **aerare:** epurarea fiind aeroba, aerul trebuie sa poata penetra in interiorul umpluturii pentru a reinnoi oxigenul consumat de biomasa.

La iesire din bazinele de infiltrare - percolare, apa tratata poate:

- sa fie recuperata prin sisteme de drenare inainte de evacuarea in mediul natural ( altul decit mediul subteran),
- sau sa fi redirijata in mediul subteran situat sub sistemele epuratoare.

Trebuie bine notat ca bazele dimensionarii comune furnizeaza corespondentul evacuarii punctuale la traversarea retelei de drenuri de colectare; este vorba despre performantele epuratoare care sunt de verificabile. In cazul unei evacuari directe in mediul subteran, dimensionarea trebuie sa fie ajustata tinand cont de vulnerabilitatea mediului receptor natural si, eventual, de factorii de securitate majorand suprafata, volumul si legatura cu dificultatea survenita in determinarea performantelor epuratoare. Filtrele plantate si dispozitivele de injectie sol sunt de asemenea clasate in categoria sistemelor cu culturi fixe pe suport fin.

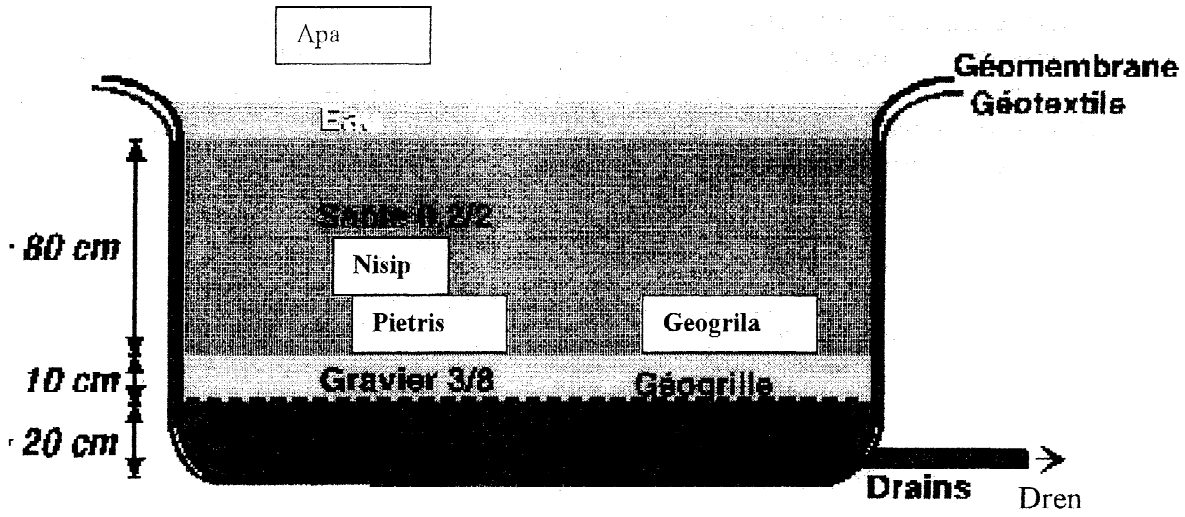



*Figura 4.3.20: Umplutura filtranta.*

- **Punctele cheie ale procedeului**

- **Filtrarea superficiala** : MS sunt retinute la suprafata umpluturii filtrante si cu ele, o parte din poluarea organica (CCO in particular) si o parte din microorganismele patogene. Acumularea MS

intretine procesul de colmatare superficiala care trebuie sa fie garantat pentru a mentine capacitatea de infiltrare si de oxidare a filtrului.
- **Oxidarea**: mediul granular constituie un reactor biologic de mare suprafata specifica, pe care se fixeaza si se dezvolta bacteriile responsabile de oxidarea poluantilor dizolvati. Oxigenul necesar aceastei oxidari este luat din faza gazoasa din sol. Epurarea necesita deci ca infiltrarea sa aiba loc in mediul poros nesaturat si ca faza gazoasa sa fie periodic reinnoita prin aerul atmosferic, de a lungul plajei de infiltrare. Ajustarea si reinoirea fazei gazoase (oxigenul) in functie de necesarul de oxigen este una dintre cheile tehnice ale procesului.

Consumul total de oxigen =CCO dizolvat + 4,57 x NK
= 0,70 $CBO_5$ + 4,3 xNKT ( BURGEAP).

- **Decontaminarea:** o parte a microorganismelor continute in apa uzata este eliminata prin filtrarea mecanica, adsorbtie si degradare microbiana. Eficacitatea decontaminarii, unul din scopurile majore ale procedeului, este dependenta de timpul de stationare al apei in masa filtranta.Sistemul de infiltrare- percolare eficace pentru a elimina poluantii particulari, carbonatati sau azotati, nu ofera timp de stationare suficient. De notat, repartitia hidraulica trebuie sa fie supravegheata si inaltimea materialelor majorata.

  **Domeniu de aplicare**: Domeniul de aplicare cel mai raspindit este tratarea apelor uzate provenite de aglomerari cu mai putin de 2000 de locuitori. Aceasta tehnica constituie atunci mijlocul de tratament principal, dupa decantare.

## Comparatie intre sistemele cu culturi fixe pe suport fin si lagunarea:

Pentru mai putin de 2000 locuitori, paturile de infiltrare – percolare (I.P.) si filtrele impamantate intra in concurenta cu lagunarea, alta tehnica extensiva si aplicabila in medii rurale. Alegerea intre aceste doua tehnici depinde:
- **de mediul receptor** . Alegerea tehnicii de culturi fixe se impune mai usor cand mediul receptor este o panza freatica, cum este adesea cazul regiunilor calcaroase si zonelor de dune. Mai mult, in cazul acestor configuratii, etanseizarea lagunelor este un factor limitativ.
- **de obiectivele de calitate** ale acestui mediu receptor, constand in materiile organice, concentratia in azot nitric si amoniacal, bacteriologie. Infiltrarea – percolarea poate sa aiba mai bune performante decat lagunarea asupra MES si a materiilor organice, dar contrar sa fie mai putin eficace pentru elementele biogene.

| Obiective | Performante comparative |
|---|---|
| MS | I.P.>>>>> lagunare |
| $CBO_5$ si CCO | I.P. >>>>>>lagunare |
| N total | Lagunare >>>> I.P. |
| P total | Lagunare >>>>>> I.P. |

***Tabel 4.3.12. : Compararea performantelor lagunarii si infiltrarii-percolarii***

- **de contextul local:** disponibilitatea funciara (suprafata lagunara = 4-8 x suprafata de infiltrare-percolare) prezenta si costurile materialelor de impermeabilizare pentru lagune, materialelor granulate pentru infiltrare, conditiile hidro-geografice sau consideratii de ordin peisagistic si mentalitatea locala.
- **de conditiile de intretinere:** o lagunare face obiectul unor lucrari importante de curatire la fiecare 10 ani, atunci cind infiltrarea-percolarea necesita o intretinere sumara mai regulata.

**Admisia efluentilor altii decat orasenesti**: Aplicarea culturilor fixe pe materiale fine a efluentilor altii decit orasenesti necesita precautii si studii particulare. Admisia, chiar ocazionala, a efluentilor agro-alimentari, artizanali(restaurante) sau agricoli intr-o statie care nu a fost dimensionata in acest scop, prezinta riscuri asupra bunei functionari a filierei. Ea poate antrena o degradare a epurarii sau o deteriorare de durata a capacitatii epuratoare a instalatiilor:

- problema de mirosuri,
- colmatarea superficiala si/sau in adincime,
- deficiente de oxigenare.

Sub acelasi aspect, admisia apelor pluviale sau a apelor parazite nu este tolerabila decit in limite precise, in scopul de a evita disfunctionalitatile urmatoare:

- antrenarea MS in treapta primara,
- reducerea timpului de stationare
- deficiente de oxigenare.
- colmatarea.

Conceptia instalatiilor de tratare trebuie, cu titlu preventiv, sa tina cont de admisia apelor parazite si pluviale:

- instalarea unui deversor,
- prea-plin la treizeci de centimetri deasupra radierului de infiltrare.

**A doua aplicatie foarte importanta este tratarea tertiara a efluentilor statiilor de epurare cu namol activat, fizico-chimice, de marime medie (pina la cateva zeci de mii de locuitori) pentru:**

- asigurarea unei protectii sanitare a mediului receptor, a zonelor de scaldat, panzei freatice...
- a reutiliza apele uzate pentru irigatii de medii sensibile, spatii verzi, culturi diverse...

Dupa tratarea principala, o instalatie de infiltrare-percolare asigurand o tratare tertiara este constituita dintr-un sistem de stocare, un sistem de repartitie, un sistem de alimentare a bazinelor sau a unitatilor de infiltrare, a masei filtrante, si de restituire in panza sau drenarea evacuarii.
Tinand cont pe de o parte, de cantitate redusa de MS aduse de efluent si pe de alta parte, de slaba incarcare in poluanti, dimensionarea se bazeaza pe incarcarea hidraulica. Valoarea globala de 0,6 m/zi, in raport cu ansamblul suprafetei, egal scindate in trei mase cu caracteristici identice cu ale celei retinute pentru o tratare secundara, pare a fi suficienta.

- **Avantaje si dezavantaje**

| Avantaje | Dezavantaje |
|---|---|
| ▪ Randamente importante pentru degradarea substantelor organice: 90- 95% in CBO, $CBO_5$ si MS.<br>▪ Nitrificarea compusilor azotului<br>▪ Retentia posibila a fosforului<br>▪ Putin spatiu necesar in raport cu lagunarea si cu o mai buna calitate a efluentului de evacuat<br>▪ Se integreaza bine in mediu, pentru sistemul impamantat.<br>▪ Accepta bine variatiile de populatie<br>▪ Putin zgomot<br>▪ Putin miros daca este impamintat sau acoperit<br>▪ Insensibil la inghet daca este impamintat sau acoperit<br>▪ Sistem evolutiv<br>▪ Sistem destinat comunitatilor rurale (energie, exploatare limitata). | ▪ Necesitatea unei decantari primare eficace.<br>▪ Riscurile generarii de mirosuri asociate septicitatii efluentului, daca echipamentul este descoperit.<br>▪ Constrangerile exploatarii putin importante, dar regulate (scarificarea, formarea depozitelor, alternanta de 2 ori pe saptamina).<br>▪ Adaptarea limitata la supraincarcari hidraulice.<br>▪ Denitrificarea redusa<br>▪ Dificultati la verificarea echipartitiei<br>▪ Risc de colmatare a umpluturii<br>▪ Influenta solului relativ important. |

***Tabel 4.3.13. Avantaje si dezavantaje ale sistemelor de infiltrare-percolare.***

- **Comparatia caracteristicilor tehnologiilor cu suport fin si grosier.**

| | SUPORTURI GROSIERE | SUPORTURI FINE |
|---|---|---|
| Ordinul de marime a particulelor materialului de umplutura | De ordinul a 1 cm | De ordinul a mm sau mai putin |
| Fenomene care asigura aerarea | Ventilatia<br>Tirajul natural ( plus aer intre materiale) | Difuzia moleculara convectie |
| Cinetica fenomenului de schimb in faza gazoasa | Foarte rapida , nelimitata in raport cu difuzia catre biofilm | Lenta, stopata prin acumularea apei intre suport si atmosfera |
| Comportamentul reactorului | Relativa omogenitate | Mare heterogenitate, straturi superficiale foarte active |
| Criterii de dimensionare | Dimensionare pe volum sau suprafata de material | Dimensionarea suprafetei de infiltrare |
| Concepția si dimensionarea reactorului | 1 reactor<br>Incarcare > 200 g de $CBO_5/m^3$ /zi. | Cel putin de 2 reactoare in functionare alternativa<br>Incarcare < 40 g de $CBO_5/m^2$/zi |
| Exploatarea reactorului | Productia de biomasa excedentara<br>Detasarea si evacuarea prin eroziune hidraulica | Oprirea regulata a reactoarelor pentru:<br>- reoxigenare<br>- autoreglarea biomasei |
| Avantajul filierei | Separarea biomasei excedentare cu bazin de limpezire | Nu necesita echipamente complementare. |

***Tabel 4.3.14: Caracteristici ale tehnologiilor cu suport fine si grosiere.***

## 4.3.2.c.2. INJECTIA SUBTERANA

Aceasta filiera, constand intr-o tratare primara si un sistem de injectie subterana, permite atat tratarea cat si dispersia efluentului. Alegerea acestei filiere si depinde in principal de cunoasterea solului si subsolului:

- Studiul hidrogeologic permite aprecierea vulnerabilitatii panzei freatice.
- Studiul pedologic determina caracteristicile solului si in particular capacitatea de infiltrare.

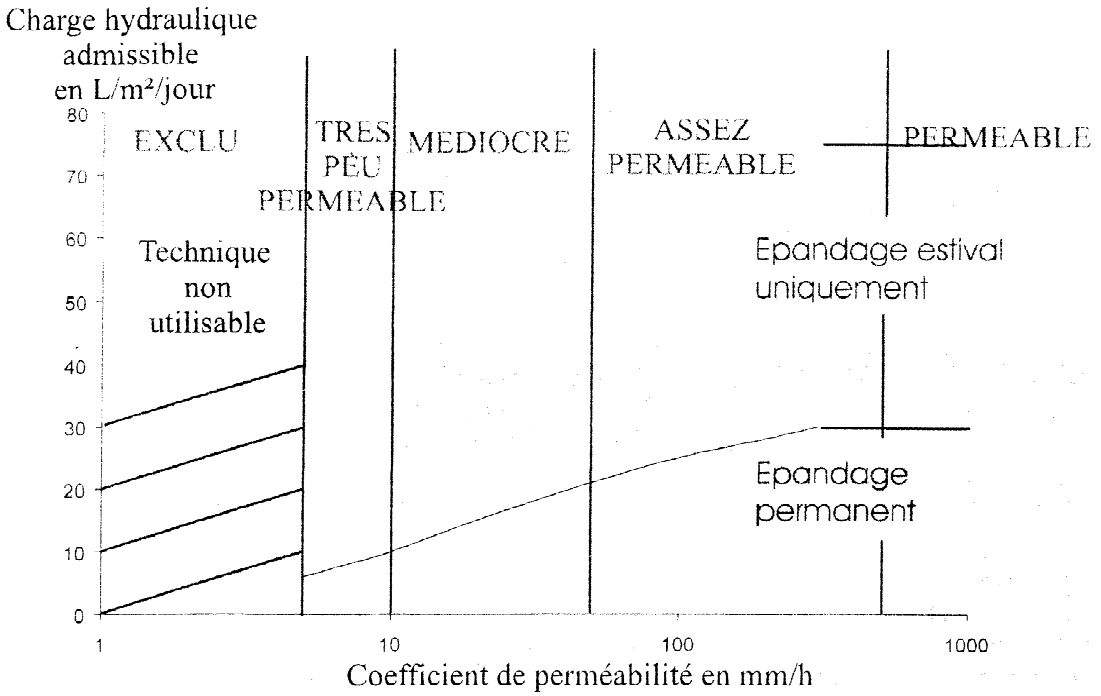



***Figura 4.3.21. Sarcina hidraulica admisibila.***

Dispozitivul de repartitie permite o distributia secventiala a efluentului pretratat pe ansamblul zonei de injectie. Alimentarea prin pompare favorizeaza buna repartitie. Aceasta functionare permite utilizarea totala a suprafetei filtrului. Orificiile retelei de alimentare sunt cu diametrul de 8 mm cu spatii de max. 1m intre orificii. In cazul unei base, sistemul de alimentare trebuie sa permita o presiune de 1 m de apa pe orificiile de capat ale retelei de injectie. Pentru a obtine o repartitie omogena a fluidului, se recomanda sa nu se depaseasca 10 m lungimea transeului.
Remarci: verificarea bunei repartitii a fluxului hidraulic pe totalul orificiilor necesita in prealabil reacoperirea transeei sau a stratului. Aceasta precautie permite distribuirea eventualelor volume pe fiecare basa.

- **Sisteme de tratare**: aptitudinea solului de a permite infiltrarea apelor uzate este bineinteles factorul determinant pentru alegerea acestei filiere. Valorea permeabilitatii solului, in general notata cu K, este realizata numai printr-un protocol precis si descris in legislatie. Pozitia nivelului maxim al panzei freatice este un factor important. O crestere a suprafetei de infiltrare de 30% este impusa in parte de o localizare a panzei cuprinsa intre 1 – 1,5 m adancime. La mai putin de 1 m, trebuie vizat un alt procedeu. O alimentare alternativa sub doua planuri este gindita numai in caz de utilizare saptamanala. Aceasta filiera poate fi utilizata atunci cind apare imposibilitatea evacuarii in medii receptoare superficiale (sensibilitate foarte mare sau simpla absenta). Este perfect adaptata tratarii sezoniere, in particular estival (camping).

- **Variante**: injectarea subterana in pat filtrant constituie o varianta interesanta deoarece solul prezinta probleme de continut insuficient si nu permite realizarea transeelor. Influenta solului se defineste in functie de permeabilitate si este rezumata in tabelul de mai jos:

| | Suprafata patului filtrant |
|---|---|
| Sol putin permeabil K= 10 mm/h | 1 500 $m^2$ |
| Sol mediu permeabil K= 50 mm/h | 750 $m^2$ |
| Sol foarte permeabil K= 200 mm/h | 530 $m^2$ |

***Tabel 4.3.15. Suprafata solului paturilor filtrante conform tipului de sol.***

Spatiul dintre tevile de distributie, in cazul patului filtrant, este de minim1 m.

| Avantajele procedeului | Dezavantajele procedeului |
|---|---|
| Tratare si evacuare simultana,<br><br>Interesant daca mediul receptor este foarte sensibil sau absent,<br><br>Faciliteaza exploatarea fara consum energetic la utilizarea unui rezervor cu cadere gravitationala. In cazul unei admisii negravitationale si al unei injectii prin pompare, consumul electric creste costurile exploatarii.<br><br>Procedeu adaptat la o populatie sezoniera, estival.<br><br>Buna integrare peisagera (absenta lucrarilor de pompare).<br><br>Efluentul de buna calitate la toti parametrii. | Natura solului si a subsolului: permeabilitate, caracteristici hidromorfe.<br><br>Suprafata ocupata a solului relativ importanta.<br><br>Constringerile mediului inconjurator: localizarea la peste 100 m de locuinte datorita pretratarii anaerobe si riscurile de generare a mirosurilor deranjante.<br><br>Orizontalizarea fundului transeelor<br><br>Imposibilitatea masurarii valabilitatii performantelor epurarii,<br><br>Nu se poate verifica posibila repartitie,<br><br>Costurile investitiei sunt relativ ridicate. |

***Tabel 4.3.16 : Avantajele si dezavantajele imprastierii subterane***

| Numar de locuitori echivalenti | Aplicatii |
|---|---|
| 0 - 30 | Sugerata |
| 0 - 400 | Posibila |

***Tabel 4.3.17: Domeniu de aplicare al imprastierii subterane.***

- Transee filtrante:

| | 30 cm de pamant vegetal |
|---|---|
| | Geotextil anticontaminant |
| Teava de repartitie este la 10 cm de suprafata stratului cu pietris. | 50 cm depietris ( $\phi$ 20 – 40 mm). |

***Schema 4.3.22. Sectiunea transversala a unei transei filtrante***

- Sectiunea globala in functie de natura solului.

| | | Suprafata fundului transeului | Sectiunea globala |
|---|---|---|---|
| Sol putin permeabil | K= 10 mm/h | 1500 $m^2$ | 2 000 $m^2$ |
| Sol mediu permeabil | K= 50 mm/h | 750 $m^2$ | 1000 $m^2$ |
| Sol foarte permeabil | K= 200 mm/h | 530 $m^2$ | 725 $m^2$ |

***Tabel 4.3.18: Sectiunea solului straturilor functie de tipul de sol.***

**Remarci :** - pentru a optimiza influenta globala a imprastierii subterane prin transee filtrante, este recomandat de a lua o latime a transeului in fundul sapaturii de 1,1 m (inaltimea transeului este de 80 cm.) si un ecart intre margini de 1,4 m.
- pentru capacitati grosiere, atunci cind se utilizeaza 2 fose in paralel, se recomanda instalarea unui post de pompare in amonte de pretratare, in scopul repartizarii echitabile a fluxului hidraulic.

## 4.3.2.c.3. FILTRELE PLANTATE

- **Principiile de functionare ale filtrelor cu plante de trestie**: Principiul general de functionare ramine identic cu al acelui pat de infiltrare-percolare pe nisip. Filiera tip cu filtre palntate cu trestie este constituita din 2 trepte de tratare :
  - prima treapta este o umplutura filtranta constituita din pietris fin. Principalul avantaj al acestui filtru in raport cu infiltrarea-percolarea "clasica" rezida in faptul ca filtrul acestei prime trepte poate fi alimentata direct cu apa uzata bruta fara decantare prealabila. Plantele avand tije care pleaca din rizomii lor si perforeaza stratul de depozit, asigura efectul de decolmatare. Aceasta permite mentinerea permeabilitatii suportului de pietris. Aceste plante creeaza conditii favorabile de mineralizare a substantelor organice retinute si stimuleaza activitatea bacteriana la suprafata (flora "celulolitica") si aproape de radacini.
  - a 2-a treapta, a carei masa filtranta este pe baza de nisip, completeaza tratamentul fractiei carbonice a materiei organice, in principal dizolvata, precum si oxidarea compusilor cu azot.

- **Problemele de alimentare**: daca situatia geografica permite, filtrele plantate pot fi alimentate integral gravitational cu ajutorul sifonului auto-amorsant adaptat atat la natura apelor uzate brute cat si la debitul necesar pentru a obtine o buna repartitie a apelor si a MS pe suprafata filtrelor primei trepte si asigurarea unei alimentari corecte. In primele instalatii, alimentarea filtrelor era realizata prin intermediul unui canal in forma de U. Dupa citiva ani de lucru, s-a putut constata ca ele sunt inadaptate. Este necesara o cartografie anuala a depozitelor care releva o acumulare importanta la inceputul filtrului. Se instaleaza o conducta sub presiune la mijlocul filtrului pentru a asigura o alimentare omogena in acesta. Filtrele sunt supuse alternativ la doua faze:
  - faza de alimentare, cand toate apele uzate ce sosesc in statie alimenteaza un singur filtru plantat.
  - faza de repaus, cu o durata cel putin 2 ori mai mare. Aceasta faza permite punerea biomasei in situatia de repaus. Aceasta regleaza si limiteaza dezvoltarea si evita astfel colmatarea filtrului.

Se subintelege astfel interesul de a realiza mai multe filtre in paralel (cel putin de 3): atunci cand un filtru este in faza de alimentare, celelalte sunt in repaus.

| Avantaje | Dezavantaje |
|---|---|
| • Evita decantarea primara si deci problemele de subdimensionare a decantoarelor primare care intervin intre introducerea apei intr-o statie si racordarea progresiva a folosintelor.<br>• Mentine permeabilitatea prin plante. De asemenea evita colmatarea filtrelor.<br>• Gestiunea namolului primar.<br>• Mineralizarea namolului prin actiunea bacteriana.<br>• Acumularea namolului mineralizat, cu aspect pamantos, in jur de 15 cm in 10 ani, fara diminuarea permeabilitatii. Evacuarea se face cu ajutorul unui echipamant de lucrari publice fara necesitatea replantarii (stratul de namol se separa ca un pelur portocaliu) atunci cand adancimea devine insuficienta.<br>• Mai putine mirosuri.<br>• Putin sau de loc, aparate electro-mecanice daca alimentarea este gravitationala.<br>• Eliminarea azotului prin nitrificare importanta.<br>• Adaptata la mici colectivitati si la functionari estivale sezoniere.<br>• Buna integrare peisagistica. | Secerarea anuala a unei parti aeriene ofilite a plantelor in timpul iernii, la inceputul celui de al doilea an, urmata de plantarea si smulgerea manuala selectiva inainte de colonizarea plantelor.<br>Daca filtrele sunt etanseizate cu argila este posibil de a arde total plantele. Nu raman decit resturile de tije . Aceasta murdarire este destul de neplacuta cand se fac interventii, contrar lagunelor macrofite.<br>• Teama agricultorilor de valorificarea namolului ca si de raspandirea plantelor.<br>• Perioada de plantare recomandata intre aprilie si octombrie intretinuta de lipsa usurintei in punerea in apa a instalatiilor noi.<br>• Intretinerea simpla pe durate mici, dar regulata (pentru vane).<br>• Riscurile supraincarcarii instalatiei la punerea in functiune ( probleme de colonizare a plantelor). |

***Tabel 4.3.19: Avantajele si dezavantajele filtrelor plantate.***

| Numar de locuitori echivalenti | Aplicatii |
|---|---|
| 50-1000 | Recomandata |
| 1000-1500 | Posibila |

***Tabel 4.3.20: Domeniul de aplicare al filtrelor plantate.***

## 4.3.2.c.4. PROCEDEE DE EPURARE CU RIZOFERE

- **Principiu de functionare**: Procedeul de epurare prin rizofere pentru tratarea efluentilor orasenesti si industriali a fost dezvoltat in anii 1970 de profesorul KICKUTH de la Universitatea din Kassel. Procedeul reproduce dinamica auto-reglabila a unui veritabil ecosistem. El se claseaza in sistemele de curgere sub suprafata in flux orizontal. Termenul "rizofer" cuprinde interactiile vii intre diferitele specii de bacterii, radacinile plantelor, solul, aerul, soarele si apa.

Datorita faptului ca plantele aduc oxigenul prin intermediul tijelor infipte si a radacinilor in sol, vor fi astfel create conditiile optime pentru cresterea bacteriilor. Procesele avand loc sub pamint, in zonele aeroba si anaeroba se formeaza si vor coexista, permitand reactii chimice de diferite tipuri si o crestere echilibrata a bacteriilor. In sol numeroasele specii de microbi specializati pot sa se adapteze la tipuri de ape uzate diverse. Procedeul va copia proceselor de autoreglare si simple din natura. Apele uzate sosesc intr-o fosa septica, asfel incat sa se regleze injectia influentului si sa se elimine majoritatea partii de materii in suspensie. Apoi, apele penetreaza orizontal si subteran in solul statiei prin intermediul unei tevi gaurite instalata pe latimea rizoferelor.
Apa traverseaza progresiv rizoferele urmand un drum hidraulic determinat de plantatia de rizomi. In cursul acestei treceri, poluantii organici vor fi eliminati si fara mirosuri si fara producere de namol. Mai mult, fosfatii, sulfurile si azotatii vor fi extrasi din apele uzate si redusi sub forma elementara. Metalele grele, daca exista in ape, vor fi precipitate si fixate pe complecsii argilo-humici ai solului.

- **Tehnici de constructie:** o statie se compune din mai multe cimpuri. Adancimea bazinelor este de 60 cm si panta de 1 %. Cimpurile sunt izolate de jur imprejur printr-o bariera etansa sau cu ajutorul unei geomembrane. Bazinele sunt umplute cu sol compus din amestec de mai multe tipuri de pamant (fara pietris, fara nisip), reunindu-se astfel proprietatile fizico-chimice necesare epurarii apelor. Solul este citeodata reutilizat cu aport de sol exterior. Pamanturile sunt alese si manipulate pentru a furniza conditii optime de crestere a plantelor si bacteriilor. Este vorba de pamanturi usor amendate al caror pH-uri sunt ajustate prin adaos de var pentru a preveni scaderea pH-ului datorita fermentarii. Nivelul apei in camp este de asemenea controlat gratie reglarii debitului la iesire pentru a favoriza cresterea maxima a radacinoaselor. Plantele utilizate pentru aceasta tehnica de epurare apartin Phragmites Communis provenite din sere specializate germane (2-5 rizomi plantati per $m^2$) . La sfarsitul sezonului de crestere, vegetatia extra-sol moare, dar ramane pe loc pina in primavara urmatoare. Aceasta permite o continuitate a aportului de oxigenul datorita tijelor moarte ramase drepte. O dimensionare studiata in functie de conditiile de iarna va garanta o capacitate de epurare suficienta pentru anul intreg. Dimensiunea rizoferelor depinde de :
  - nivelul de tratare urmarit,
  - concentratia poluantului,
  - debitul zilnic al efluentului.

O supradimensionare este uzual realizata in final pentru a garanta o marja de securitate. La nivelul constructiei, statiile pot fi adaptate pentru toate conditiile de teren si sunt instalate tinad cont de exigentele estetice ale fiecarui proiect. In zona inundabila, este necesar ridicarea statiei.

- **<u>Remarci generale:</u>**

- rizoferele vor avea nevoie certa de un anumit timp pentru a atinge performantele optime, in general dupa a 2-a perioada vegetativa.
- Fiecare faza a procedeului are limite, de exemplu capacitatea solului de a fixa fosfati si metale grele. Aceasta este fara indoiala limitata de capacitatea de adsorbtie a complexului argilo-humic.
- Suprafata necesara este de 2-4 $m^2$ /locuitor echivalent
- Timpii de stationare necesari sunt de 2,5 - 3 zile.

# PATURI BACTERIENE

## 4.3.2.C.3.1. PRINCIPIUL DE FUNCTIONARE

- **Principiu general**: Acest procedeu consta in a alimenta cu apa uzata DECANTATA, utilajul care contine o masa de MATERIALE care servesc ca suport pentru MICROORGANISMELE epuratoare care formeaza FILMUL biologic, cu asigurarea, in cea mai mare parte a cazurilor a unei AERARI NATURALE.
- **Procedeul aerobic**: este o epurare BIOLOGICA care necesita bacterii: BIOMASA care se hraneste cu poluanti ($CBO_5$) si care utilizeaza OXIGENUL. Acestea sunt bacterii identice cu cele din epurarea cu namol activ. Se vor gasi de asemenea, organisme mai evoluate ca protozoarele si adesea metazoare, ale genului NEMATODE si ROTIFERI. Organismele vii, astfel ca materiile minerale se fixeaza pe suport pentru a forma un mucilagiu verde sau brun, numit BIOFILM.
- **Diferitele faze ale degradarii**: masa patului bacterian se compune din: pietricele, tufuri vulcanice (roci vulcanice) sau materiale plastice. Apele uzate sunt distribuite pe materialul filtrant si se scurg, traversand patul sub efectul gravitatiei. La baza patului bacterian, apele colectate sunt apoi evacuate. Fundatia lucrarii este construita intr-un asemenea fel incat sa asigure intrarea aerului (oxigen) in masa patului. Mineralizarea incepe dupa in jur de sase saptamini de la punerea in functiune. In timpul acesta, filmul bacterian se dezvolta si este ingrosat (1 la 2 mm si mai mult) pana cand este separat de materialul de umplere si evacuat cu apa tratata. Substanta de baza a filmului este formata din bacterii care adera unele de altele, la fel ca si la materialul de umplutura, prin substantele pe care le secreta: aceasta dezvoltare este numita zooglee.

**4.3.2.c.3.2. TEHNOLOGIE•** **Materialele de umplere**: paturile bacteriene se compara functie de materialele utilizate. Se poate de asemenea defini incarcarea aplicata hidraulica sau organica (masica) in raport cu SUPRAFATA patului sau VOLUMUL materialului. Cei doi parametri importanti sunt DENSITATEA (masa volumica) si procentajul (indicele) de goluri. Densitatea este exprimata in $kg/m^3$. Indicele de goluri este volumul ocupat de toate spatiile libere in raport cu volumul total. In cazul nisipului:

- ✸ 1 $m^3$ de nisip contine 500 l de nisip granule si 500 l de aer de unde indicele de goluri este de 500 l pentru 1 $m^3$ este de 50%. Pentru materiale traditionale: pietre, pietris, granit, tufuri vulcanice acest procentaj al golurilor este in jur de 50%, de asemenea.

| | PUNCTE SPECIFICE $Kg/m^3$ | SUPRAFATA SPECIFICA $m^2/m^3$ | % DE VID |
|---|---|---|---|
| GRANIT 20/80 MM | 1 350 | 100 | 45 |
| GRANIT MIC 10/20 | 1350 | 200 | 47 |
| CLOISONYL TUB PVC ϕ110 mm | 88 | 225 | 94 |

*Tabel 4.3.21: Exemple de materiale de umplere.*

- ✸ Cu cat fractia de goluri este mai mare exista un mai mare spatiu de trecere a apei si a aerului, ceea ce permite cresterea inaltimii de umplere: granit 2 m, plastic: +6m
- ✸ golurile sunt de asemenea interesante deoarece limiteaza colmatarea.

- **Utilajul:** Construit din beton armat atunci cand se foloseste un material de umplere traditional, va putea fi din plastic cu buclaje pe tije pentru umplerea cu forme de masa plastica. Sunt in general circulare ceea ce faciliteaza repartitia apei.

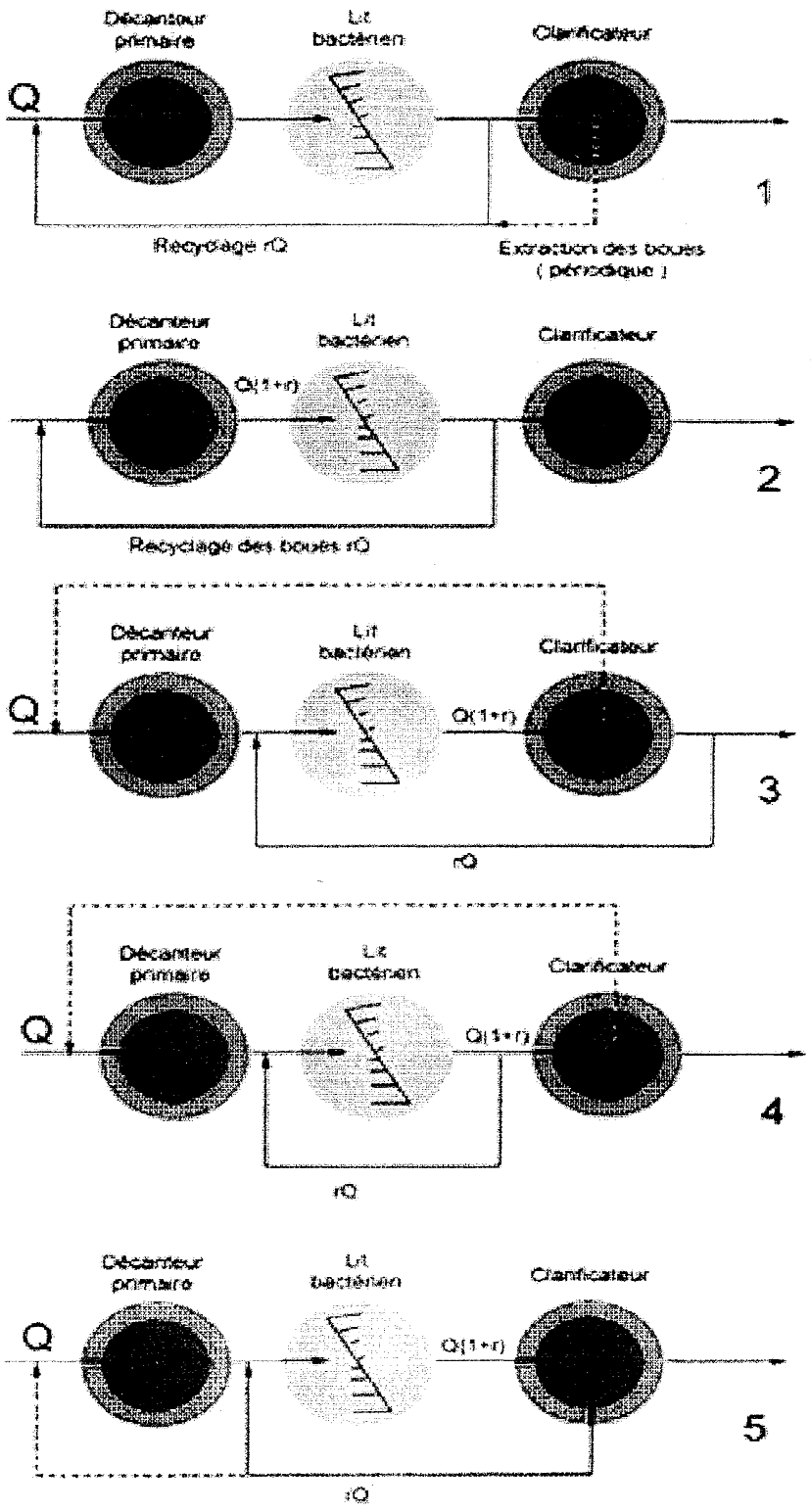
- **Distributia**: Apa trebuie sa fie repartizata uniform pe TOATA suprafata. Pe paturile circulare, se va utiliza FORTA MOTRICE a apei pentru a face sase roteasca bratul distribuitor.

- **Recircularea**: Nu are acelasi rol ca in cazul namolului activat. Este utilizata pentru:

1. A mentine patul UMED in permanenta, chiar si atunci cind reteaua nu aduce apa, sau atunci cind pompa de alimentare nu functioneaza (intervalul de oprire intre doua pompari).
2. buna reglare a recircularii este garantia unui bun randament.
3. Un alt avantaj al recircularii este de a evita proliferarea **mustei PSICHODA.**
4. Aducerea materiei organice de mai multe ori in contact cu filmul bacterian ( uzuala pentru o umplutura traditionala).
5. Aplatizarea curbei de incarcare daca efluentul recirculat este trecut prin decantor.
6. Eventual, diminuarea septicitatii efluentului.
7. Cresterea mineralizarii namolului daca acesta este recirculat.
8. Cresterea incarcarii hidraulice, ceea ce creste viteza locala.
9. Asigurarea unei incarcari hidraulice minime in permanenta, in particular noaptea.

Se poate spune ca reciclarea va fi crescuta daca se urmareste cresterea randamentului dar ATENTIE la levigare daca se exagereaza: nu se va depasi **1 $m^3$ de apa pe $m^3$ de pat si pe ora.** Modelele de mai jos redau configuratiile posibile pentru recirculare:

1 si 2: Gestiunea simplificata a namolurilor, subdimensionarea fosei IMHOFF.
3. Cel mai utilizat in Franta.
4. Trebuie subdimensionata limpezirea.
5 si 6. Putin costisitor, fara subdimensionare.




*Schema 4.3.23: Diferite tipuri de recirculare*

- **Limpezire**: Este totdeauna necesara. Conceptiile invechite ale paturilor bacteriene de foarte slaba incarcare fara limpezire sunt acum indepartate pentru a evita evacuarile directe de biofilm in rauri. Limpezirea permite separarea apei de namolul format. Dar apa nu trece totdeauna la o viteza ce permite desprinderea acestui biofilm. In acest caz este un pat cu

incarcare slaba cu putini poluanti sau putina apa. Patul se ancraseaza, materiile se mineralizeaza si apa care iese din pat poate fi descarcata direct. Daca debitul de apa este important in raport cu suprafata stratului bacterian, se regaseste cazul unei incarcari mari. Apa trece repede de-a lungul patului si desprinde biofilmul si apare apa si namol la iesire din pat. Trebuie sa se limpezeasca.

## 4.3.2.c.3.3. AMELIORARE RECENTA

Studiul hidraulic aprofundat al functionarii paturilor bacteriene arata ca, daca incarcarea hidraulica superficiala este un parametru important, este de asemenea important de a sti "cum este repartizata". Acesta constatare permite o mai buna garantare a repartitiei apei prin incetinire (sau accelerare) a distribuitorului (sprinkler). Se va face acum referinta la o data noua: forta de irigare, care tine cont de debitul total (alimentare + recirculare), de numarul de brate distribuitoare si de viteza de rotatie a distribuitorului. Coeficientul obtinut permite prevederea (sau ameliorarea) pentru fiecare material a fortei de irigare.

# DISCURILE BIOLOGICE

## 4.3.2.c.3.4. INTRODUCERE

Discurile biologice au cunoscut o mare dezafectare din anii 1970 in Franta. Ea a fost justificata prin faptul ca prima generatie de discuri instalate in Franta a avut eficienta redusa si mari deficiente din punct de vedere mecanic. In Germania si in Marea Britanie, aceasta tehnica de epurare figureaza totdeauna la loc bun. Constructorii prezenti in aceste tari au studiat deci imbunatatirea partii mecanice a discurilor deja existente dar au dezvoltat in acelasi timp numeroase suporturi usoare si oferind o suprafata dezvoltata crescatoare si au modificat forma discurilor si intretinerea lor.

## 4.3.2.c.3.5. GENERALITATI

- **Scop**: utilizarea discurilor biologice are ca scop eliminarea materiilor organice biodegradabile precum si nitrificarea si eventual denitrificarea.
- **Principiu**: Ca si patul bacterian, acest procedeu consta in alimentarea cu apa uzata, prealabil decantata, a unui utilaj constituit din discuri, suporti ai dezvoltarii micro-organismelor epuratoare, asigurand o aerare periodica prin rotatia continua a discurilor antrenate printr-un motor asociat cu un motoreductor. Axa de rotatie este orizontala. Microorganismele din apele uzate se fixeaza pe discuri si se dezvolta utilizand materiile organice ale apelor uzate, ca sursa de carbon, si oxigenul din aer. Partea majora a poluantilor organici se elimina in mediu aerob.
- **Domenii de aplicare**: Statiile de epurare cu discuri biologice sunt adaptate la colectivitati de marimi variabile. Aspectul modular al biodiscurilor permite montajul in serie sau in paralel functie de necesitati. Mai mult, in limita de incarcare prevazuta de proiect, cresterea biofilmului se autoregleaza in functie de incarcarea tratata. Biodiscurile se adapteaza deci perfect la statiile de epurare deservind populatii variabile. Rate ale variatiilor de populatie zilnice de ordinul a 3 pe zi sau 5 in doua zile pot fi de asemenea tratate intr-o statie de discuri biologice. Acoperirea necesara biodiscurilor le confera un surplus de adaptare naturala la clima rece.

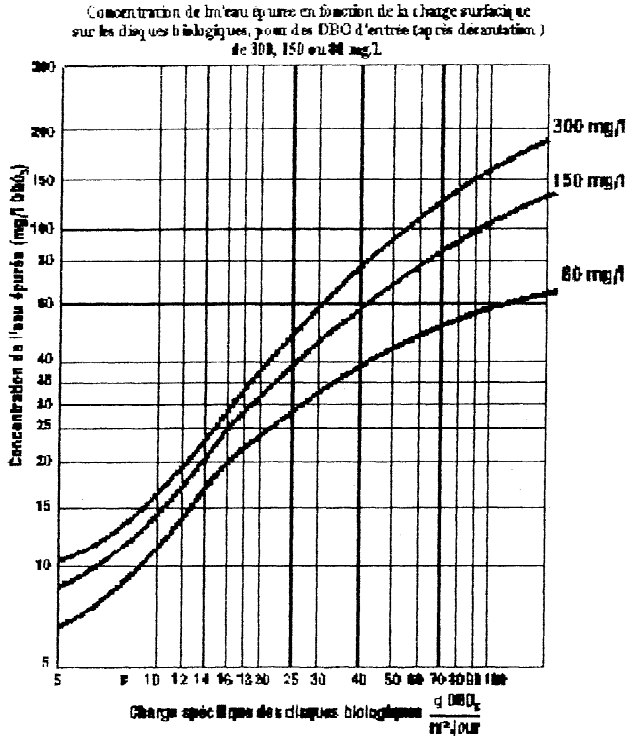
| | Marime propusa | Marime posibila |
|---|---|---|
| Numar de locuitori echivalenti | 300 – 2 800 | 100 – 3 000 si peste |

*Tabel 4.3.22: Domenii de aplicare a discurilor biologice.*

- **Dimensionare**

**Dimensionarea conform lui Hartman**: In anii 70, diagramele Hartmann constituiau un mijloc simplu si operational de a accede la dimensionarea discurilor biologice. In functie de concentratia in CBO5 (mg/l) la iesirea din tratarea primara si de calitatea dorita a evacuarii, se

obtine o incarcare specifica pe unitatea de suprafata, de aplicat pe treapta biologica.




***Schema 4.3.24. Diagrama Hartmann.***

Exemplu: Pentru un efluent incarcat cu 300 mg de $CBO_5$/Lsi o evacuare dorita de 35 mg/l $CBO_5$, se obtine o incarcare superficiala de 18 g/m²/zi $CBO_5$ pe zi . Pentru 1 000 de locuitori echivalenti, se va prevedea, pentru o instalatie cu biodiscuri primind 35 kg de $CBO_5$/zi, o suprafata a biodiscurilor instalate de aproximativ 1950 m².
Diagramele nu sunt valabile decit pentru 2 trepte in serie si pentru o statie de peste 1 000 de locuitori echivalenti. Atunci cind se lucreaza pentru caracteristici diferite, trebuie sa se aplice factori de corectie:

- *Factori corectori legati de numarul treptelor*: trebuie sa se imparta incarcarea specifica de aplicat prin factorul corespunzator instalatiei dorite. Astfel, cu cat se diminueaza numarul de trepte, cu atat incarcarea specifica diminueaza.

| Numerele etajelor in serie | Factori corectori |
|---|---|
| 1 treapta | 1,15 |
| 2 trepte | 1 |
| 3 trepte | 0,91 |
| 4 trepte | 0,87 |
| 5 trepte | 0,85 |

***Tabel 4.3.24: Factori corectori in functie de marimea statiei.***

- *Factori corectori legati de numarul de locuitori echivalenti al statiei*: trebuie inca sa se imparta printr-un factor care corespunde diminuarii incarcarii superficiale aplicate.

| Marimea statiei | Factor de corectie |
|---|---|
| > 10 000 eq-1oc. | 1 |
| 5 000 – 10 000 eq.-loc. | 1,21 la 1,2 |
| 1 500 – 5 000 eq-loc. | 1,2 – 1,3 |
| 400 – 1 500 eq-loc. | 1,3 – 1,5 |
| < 400 eq-loc. | 1,5 |

***Tabel 4.3.24: Factori de corectie in functie de marimea statiei.***

Deoarece apa uzata care soseste la nivelul statiei de epurare este septica, se diminueaza cu 30% incarcarea superficiala aplicata. Pentru exemplul anterior si presupunand ca apa nu este septica, se obtine o incarcare superficiala care se aplica de $\frac{18}{1,15 \times 1,4}$ = 11,2 g de $CBO_5/m^2/zi$ pentru o statie cu o singura treapta.
Pentru o colectivitate cu mai putin de 2 000 de locuitori echivalenti, nu este necesar sa se realizeze mai multe trepte de discuri biologice. In schimb, pentru comunitatile mai importante, este adesea solicitat sa se tina cont de obiectivele nitrificarii (si denitrificarii ?) efluentului, de unde necesitatea de a rezerva mai multe trepte pentru tratarea azotului.

- **Dimensionarea potrivit la ATV** (*Abwasser Technische Vereinigung e. V.*): In recomandarile din 1989 si 1991, ATV preconizeaza, pentru sistemele constituite din mai multe trepte in serie pentru care alimentarea cu apa uzata se face perpendicular pe axa de rotatie, bazele de dimensionare urmatoare:

| In absenta nitrificarii (Eliminarea poluantilor carbonati) | In prezenta nitrificarii (Eliminarea poluarii carbonate si a azotului Kjeldahl) |
|---|---|
| cel putin 2 baterii de discuri in serie: 8 g de $CBO_5/m^2/zi$ | cel putin 3 baterii de discuri in serie: 4 g de $CBO_5/m^2/zi$. |
| cel putin 4 baterii de discuri in serie: 10 g $CBO_5/m^2/zi$. | cel putin 4 baterii de discuri in serie: 5 g de $CBO_5/m^2/zi$ ( nici o precizare nu este adusa pentru situatiile cand exista saruri amoniacale reziduale). |

***Tabel 4.3.25: Dimensionarea discurilor biologice ca ATV***

**Dimensionarea franceza**: Astazi, dimensionarea tine cont de diferentele realizarii. Alimentarea discurilor nu este perpendiculara ci paralela cu axa de rotatie a discurilor. Numeroase tipuri de materiale utilizate pentru fabricarea discurilor ofera o suprafata specifica superioara (profil fagure). Daca se refera numai la pragul relativ al $CBO_5$, fara a cauta sa se ajunga la o nitrificare ridicata a efluentului, se poate retine baza de dimensionare urmatoare:

- Colectivitate de < 2 000 locuitori echivalenti, adica o evacuare cu $CBO_5$ inferior sau egal cu 35 mg/l.
  - ☐ Incarcare aplicata de **9 g de $CBO_5/m^2/zi$**
- Colectivitate de peste 2000 locuitori echivalenti, adica o evacuare cu $CBO_5$ inferior sau egal cu 25 mg/l.
  - ☐ Incarcare aplicata de **7 g de CBO5/m2/zi.**

Referitor la cuve, raportul optim al dimensionarii *suprafata activa / volumul cuvei* este de 204 $m^2/m^3$.

- **Variante**

☞ **Laguna de decantare + discurile biologice + laguna de decantare**: acest tip de instalatie este dezvoltata in citeva exemplare in Franta (Losse (40) de exemplu) si in mare numar in Germania. Laguna de capat, echipata cu o supradancire la intrare pentru a curata mai usor si mai regulat depunerile, pot fi atunci amenajata ca un bazin tampon cu nivel variabil. Debitul mediu este realizat printr-o cale solidara discurilor. Este prudent de a creste cu 20 - 30 % suprafata discurilor si de a prevedea posibilitatea recircularii namolului secundar in capat pentru a lupta contra septicitatii care poate sa se dezvolte in laguna de capat deoarece compartimentele de decantare si fermentare nu sunt distincte.

☞ **Absenta decantorului primar dar pretratamentul impus de tipul sitarii:** Prudenta se impune pentru a verifica daca depozitele nu se acumuleaza in jgheabul discurilor si ca un bilant economic, ce tine cont de gestiunea unui important volum de refuz al sitelor, ramane pozitiv.

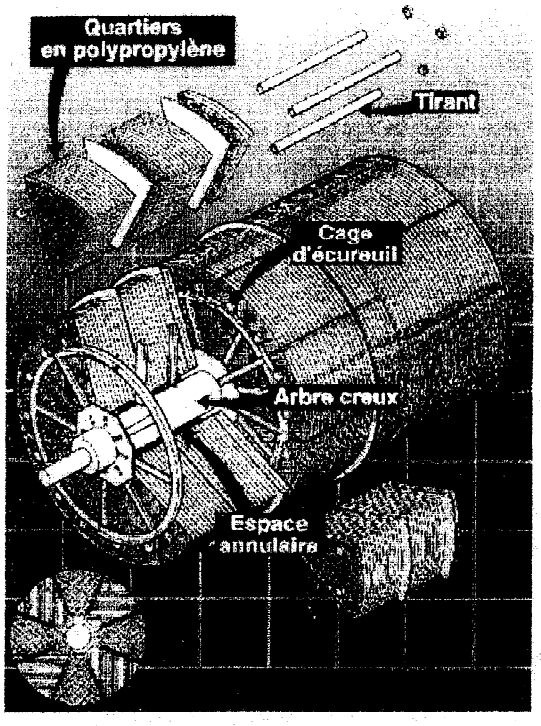
- **Remarca**: O eliminare a fosforului este anvizajabila pe cale fizico-chimica (adaosul de coagulant la intrarea in ultima treapta).

- **Avantajele discurilor biologice**
  - Este adaptat pentru colectivitati mici deoarece nu consuma decat putina energie (de ordinul a 1 kWh/kg de $CBO_5$ eliminat) si functioneaza de o maniera simpla, necesitand putina intretinere si control.
  - Cresterea biofilmului se autoregleaza in functie de incarcarea tratata, ceea ce confera discurilor biologice o capacitate de adaptare la variatiile incarcarii organice (pina la rate de variatie a populatiei zilnice de 6, nici o pregatire nu este necesara).
  - Acoperirea obligatorie a acestui tip de procedeu ii confera o adaptare naturala la climatul rece.
  - Namolurile produse (aproximativ 0,8 kg de MS/kg de $CBO_5$ eliminat) poseda o foarte buna decantabilitate.
  - Costurile exploatarii sunt reduse.

- **Inconvenientele discurilor biologice:**
  - costuri investitionale mari.
  - marea influenta a temperaturii, de unde necesitatea acoperirii.
  - prezenta aparatelor electromecanice: personalul de exploatare trebuie sa posede cunostinte de elctromecanica si statia trebuie racordata la reteaua electrica,
  - sensibilitate la diferenta de omogenitate a biomasei in cazul opririi sistemului fara vidanjarea rigolei.
  - namolul secundar este putrescibil (problema mirosurilor).
  - dimensionarea obisnuita conduce la o reducere limitata a azotului iar, daca nitrificarea este impusa, este posibil sa se dimensioneze discurile biologice in scopul de a obtine o evacuare in norme a azotului (2,5 la 4 g de $CBO_5/m^2/zi$.

## 4.3.2.c.3.6. CATEVA TEHNOLOGII PREZENTE IN EUROPA

### 4.3.2.c.3.6.1. *Klargester: rotor "KD".*




***Schema 4.3.25: Vedere desfasurata a biodiscului Rotor KD.***

- ***Tehnologie:*** Klargester a dezvoltat acest tip nou de disc biologic cu trei obiective:
  - pe de o parte cresterea performantelor discului biologic limitand suprafata si numarul bateriilor
  - pe de alta parte, optimizarea densitatii suportului de cultura in asa fel incat sa se imbunatateasca ingrosarea biofilmului.
  - in plus, cresterea rezistentei mecanice.

Este evident ca nu va servi la nimic cresterea suprafetei de dezvoltare a discului daca nu toata suprafata este utila, adica accesibila apei. Klargester a imbunatatit circulatia efluentului la traversarea discului biologic punand la punct rotorul KD. Acest rotor este compus din blocuri (facilitand schimbarea lor in caz de accident) nesudate (nici intre ele, nici la nivelul arborelui central) ceea ce elibereaza un spatiu inelar de 200 mm in jurul arborelui. Aceasta dispunere exclusiva permite:

- irigarea completa a suprafetei : efluentul va traversa in intregime fiecare segment,
- difuzia maxima a oxigenului: nu poseda o zona moarta la nivelul arborelui,
- evacuarea namolurilor in exces si deci o reinnoire a microorganismelor,
- imposibilitatea colmatarii totale la nivelul arborelui: nu va putea deci sa aiba caderi de randament, formarea de diferente de omogenitate a biomasei ireductibile si aparitia mirosurilor prin aducerea in anaerobioza a bacteriilor.

In sfirsit permite dezvoltarea diferitelor bacterii pe aceeasi instalatie, se poate face sa varieze densitatea suporturilor culturii. Klargester propune 3 densitati de suport:

- 150 $m^2/m^3$ *Primul nivel al liniei de tratare a materiilor organice*
- 180 $m^2/m^3$ *Urmarirea si finisarea tratamentului*
- 210 $m^2/m^3$ *Nitrificarea sau tratari speciale*

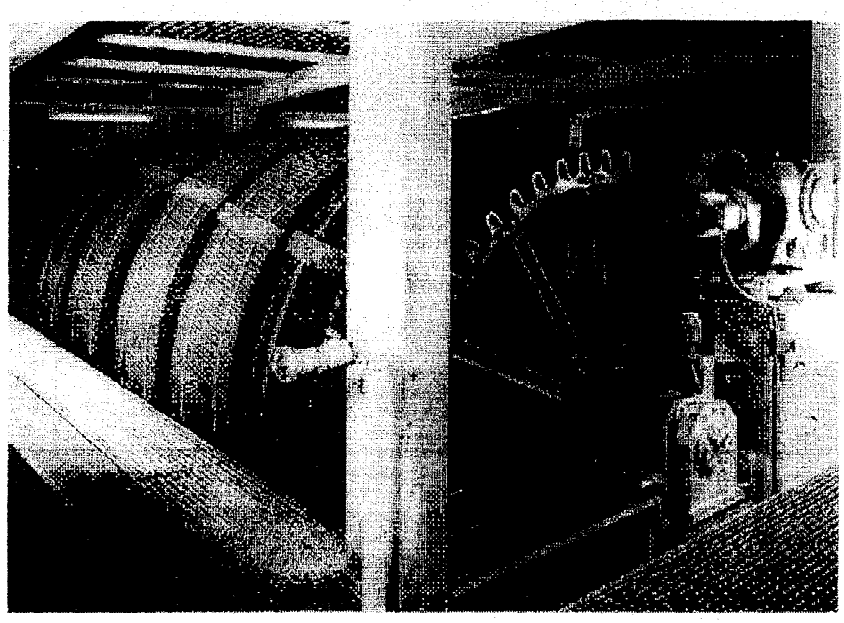
**stitutia discurilor biologice:** rotoarele KD sunt constituite din 8 blocuri care se pot ıba separat. Fiecare bloc este compus din foi de polipropilena copolimer turnate la cald. t material va fi rezistent la socuri, insensibil la hidrocarburi si solventi clorurati, trescibil si insensibil la U.V. Problemele de rezistenta mecanica sau dilatare diferentiala materiale intilnite la generatiile vechi ale discurilor vor fi suprimate cu rotorul KD. Toate ırile si constringerile sunt suportate de un sasiu metalic; materialul suportului nu participa hilibru si stabilitatea rotorului. Palierele sunt echipate de rularea rulourilor tip autoaliniere ɔntabile in 2 parti (mentenanta facila). Discurile sunt antrenate de un motoreductor de tip ıre scobit" montat direct pe arbore.

***ntajele rotorului KD:*** Pornind de la conceptia sa, rotorul KD de Klargester prezinta 2 taje incontestabile:

fiecare component este demontabil cu usurinta si schimbabil.

spatiul inelar impiedica colmatarea axului si deci toata suprafata dezvoltata va fi iva, fara formarea de zone moarte sau anaerobe.

### .2.c.3.6.2. *MECANA: contactori biologici rotativi (RBC).*



***hema 4.3.26: RBC MECANA ( 7 suporti biologici)***

angrenajului drept tine cont de mari exigente ale service-ului. Este important de a preciza ca atunci cind extinderi viitoare sunt prevazute, constructia civila, axele de rotatie si antrenare sunt dimensionate pe etapa finala. Dimpotriva, numai o parte a suportului biologic va fi montat, spatiile libere fiind ocupate de padelele incarcate pentru evitarea depozitelor de namoluri indezirabile. Exigentele constau in oxigenarea si efectul curatirii suportului biologic care este diferit functie de incarcarea superficiala a fiecarui etaj. MECANA a dezvoltat deci suportul biologic al diferitelor structori:

- Intr-o instalatie in cascade, primele etaje, foarte incarcate, primesc suportul biologic cu profil HIPUR. Acestea din urma prezinta, pentru un volum identic, o suprafata mai slab dezvoltata decat suportul biologic STANDARD, dar se disting prin curatirea intensiva a biodiscurilor si o foarte buna adsorbtie a oxigenului.
- suportul biologic STANDARD cu o importanta suprafata pe unitate de volum se utilizeaza in etajele slab incarcate si in etajele de nitrificare.

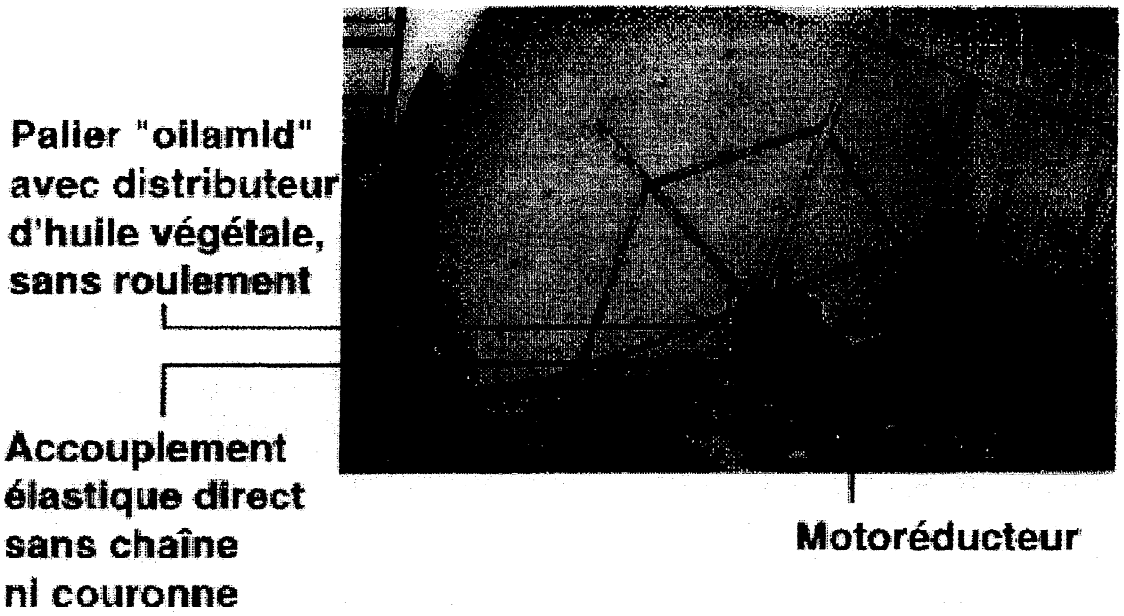
STANDARD sau HIPUR, suportul este o foaie de PVC cu profil special, rulata in spirala pe ax, sudata de suprafata acestuia inferioara datorita unui solvent special.

- **Avantajele RBC:** principiul RBC MECANA nu difera de cel al altor discuri imersate. Din contra, prezinta certele avantaje ale procedeului, permitand atingerea unui grad de utilizare superior sistemelor conventionale:
  - Datorita flexibilitatii unei constructii bloc, RBC si MECANA pot fi echipate cu un sistem de scos apa ca dintr-un pahar pe latura influentului si de un filtru cu pinza sau discuri pe latura efluentului. Relevarea apelor, faza biologica si decantarea secundara sunt de asemenea reunite in aceeasi unitate de constructie civila.
  - Structura in cuib de stup a suportului permite o buna oxigenare a biomasei si o decrosare a aceleia ce este in exces. Aerul prezent in alveolele corpurilor biologice este antrenat sub nivelul apei si readus la suprafata prin bule de dimensiuni medii.
  - La constructiile RBC, s-a tinut cont de intretinerea instalatiei ramasa simpla pe cat posibil. Se rezuma la esentialul lucrarilor de control si curatire periodica (controlul uzurii zonei de contact a segmentilor dintati si lanturilor de antrenare, golirea bazinului biologic o data pe an, golirea uleiului din moto-reductor....)

  Din 1988, MECANA a adus doua modificari procedeului sau:
  - de-o parte, vechile paliere au fost inlocuite cu altele noi mai robuste. Aceste paliere nu fac decat obiectul unei mentenante limitate (controlul nivelului de ulei) spre deosebire de cele vechi care trebuiau sa fie inlocuite la 3 – 5 ani.
  - pe de alta parte, incepand cu anul 1998, inclinarea alveolelor discurilor a fost modificata. Ea a fost trecuta de la 11 la 30 0 ceea ce permite o viteza de rotatie mai buna, o mai buna circulatie a apelor uzate, astfel incat se optimizeaza randamentele de eliminare.

MECANA preconizeaza o imersie a biodiscurilor la 60 % in scopul reducerii greutatii lor ( pe baza fortei lui Arhimede). Acesta va permite dimensionarea de axe mai usoare si deci diminuarea costurilor investitionale. In plus, aceasta va necesita o forta de tractiune mai putin importanta si deci un consum de energie mai redus. Dupa experienta sa, MECANA nu propune o imersie de 40 % decat in cazul necesitatii de nitrificare cu concentratii in amoniu ridicat la intrare (de ordinul 1 000 mg/l).

**4.3.2.c.3.6.3.** *Epurare SABLA: sistemul S & P.*




*Schema 4.3.27: Sistemul S & P*

- ***Tehnologie***: In 1994 aparitia sistemului german S & P a permis ca SABLA sa ofere sisteme de discuri biologice. Acest sistem a fost creat pentru a raspunde la exigentelor de calitate si fiabilitate a acestor tipuri de procedee, astfel:
    - biodiscuri monobloc, nedeformabile, din polipropilena rigida si neporoasa.
    - arbori masivi din otel inoxidabil fara garnituri si fara sudura, cu deschidere redusa, limitata la 2 m intre paliere,
    - motoreductor bine dimensionat cu acoperire directa cu manson elastic fara lant si pinion.
    - palier de ungere cu pre-lubrefianti, fara rulmenti cu bile, cu distribuitor automat a uleiului biodegradabil.

Mai mult, imbunatatirea indispensabila unei bune functionari au in mod egal sa fie aduse (cuve semicilindrice pentru a evita depozitele, deflectoarele plasate intre biodiscuri producand o amestecare eficienta si o oxigenare importanta).

- ***Avantajele sistemului S&P***: Prin conceptia si materialele utilizate, sistemul S & P rezolva toate problemele intilnite la prima generatie de discuri biologice. Principalele avantaje sunt:
    - simplitate, rapiditate si economie a instalatiei de biodiscuri in intregime montate in cuvele lor in uzina, fara necesitati de constructii civile,
    - economie in functionare: motor de 250 W pentru antrenarea a 500 $m^2$ de discuri biologice, adica o capacitate pentru ~130 locuitori echivalenti,
    - deschiderea de 2 m maximum intre fiecare palier, arborele masiv din otel inoxidabil ( = 85 mm) fara sudura sau imbinare cu pana, astfel ca structura de colivie de veverita ( format din 30 tije filetate, care mentin aceste discuri) si inele de polipropilena intre fiecare disc (pe tiranti si pe axe) dau ansamblului o buna rezistenta si evita deformarea la efort in cursul functionarii.

# DIFERITELE PROCEDEE DE TRATARE A NAMOLURILOR

## 4.4.1. INTRODUCERE

Apele uzate tratate intr-o statie de epurare, care cuprinde o treptele fizica (decantarea) , fizico-chimica (coagularea – floculareа,....) si/sau biologica (biodiscuri, namol activat, biofiltru, lagune,....) au ca rezultat final o separare solid – lichid; o parte din apa epurata este apta de a fi reintrodusa in circuitul natural (ciclul apei) si alta, reprezentata de un ansamblu de produse heterogene, iese din diferite trepte ale tratarii apei. Daca exploatarea statiilor nu permite tratarea eficienta a acestor produse, este evident activitatea efectuata in amonte, nu are utilitate; se va realiza un simplu transfer de poluanti. Trebuie deci sa se inertizeze, pe cat posibil acest produs numit namol.

| Tip de tratament | Cantitate de namol (g MS/zi/loc.) | Volum de namol (l/zi/loc.) |
|---|---|---|
| Decantare primara | 50 | 1 |
| Namol activat | 40 – 80 | 1,8 – 2,7 |
| Pat bacterian | 70 | 1,4 |
| Disc biologic | 70 | 1,4 |

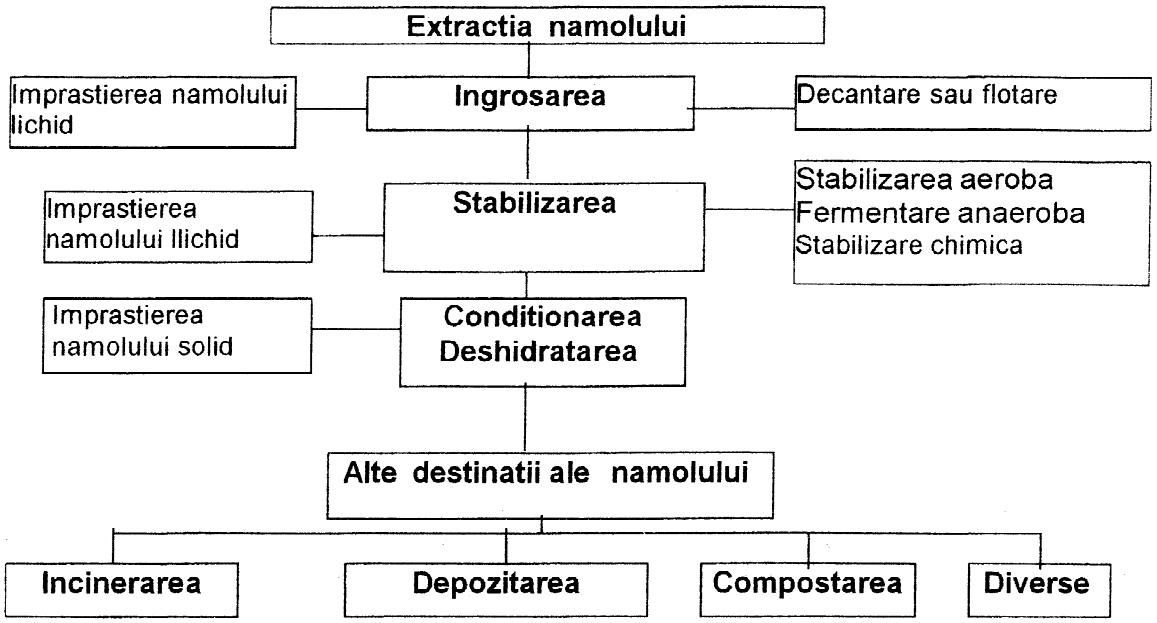
***Tabel 4.4.1. Productia de namol orasenesc.***

- **Scopul tratarii namolului**: Etapele succesive generatoare de namol (fara a lua in considerare deseurile de pretratare) permit ca produsul sa fie inofensiv vis – a – vis de mediul receptor si deci reducerea costurilor necesare evacuarii.

In rezumat tratarea namolului vizeaza:

- reducerea volumului,
- evitarea fermentarii (si deci a mirosurilor),
- limitarea la maximum a riscurilor patogene,
- utilizarea procedeelor ce permit conservarea valoarii acestui namol,
- eventuala reutilizare a produsului (valorificare),
- in anumite cazuri reducerea masei in cele din urma.

Ansamblul filierei posibile este rezumat in tabelul 4.4.2.




***Tabel 4. 4.2. Filiere de tratare a namolurilor***

## 4.4.2.1. INGROSAREA NAMOLULUI

***4.4.2.1. Generalitati***

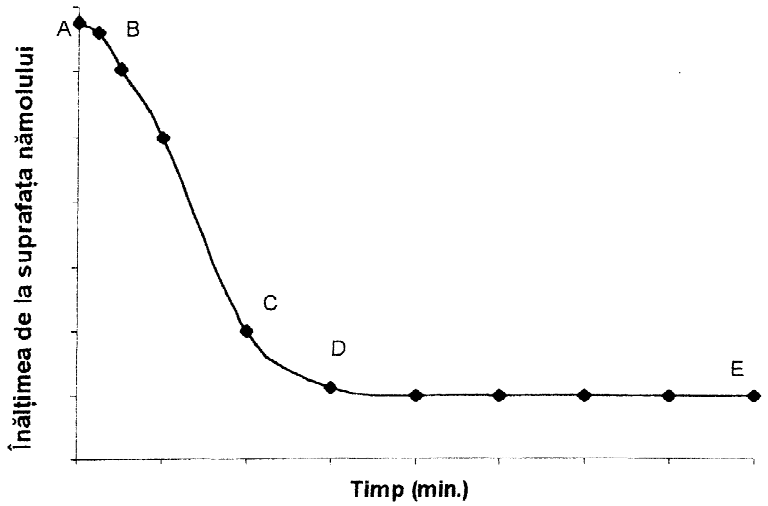
Acesta este un prim stadiu, cel mai simplu, fara necesitati mari de energie care conduce la o reducere importanta a volumului de namol. Este necesar de a semnala aceasta operatie caci este adesea intilnita in Franta ca singura etapa de tratare, inainte de evacuarea namolului. Aceasta operatie consta in :

- cresterea timpului de stationare a namolului in fermentarea aeroba sau anaeroba,
- imbunatatirea capacitatii de productie a aparatelor de deshidratatre,
- imbunatatirea exploatarii.

***4.4.2.2. Dimensionarea***

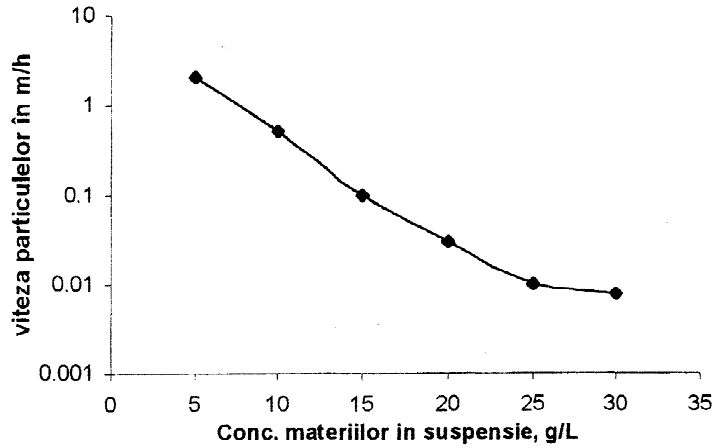
- **Suprafata de ingrosare:** daca se dispune de namolul proaspat, este interesant de efectuat testul de decantabilitate in cilindri gradati transparenti de 1L. Daca se traseaza variatia inaltimii interfetei namol-apa in functie de timp, se obtine o curba caracteristica ce prezinta mai multe paliere:

- O prima parte este relativ scurta si cateodata inexistenta, in care interfata este mai putin neta: aceasta este faza coalescentei floconului.
- A doua parte, practic asimilabila cu o dreapta , in care viteza de cadere $V_0$ constanta (panta dreptei) si in functie (pentru materiile din namol, in prima instanta si conform ipotezei lui Kynch, valabila pentru un numar mare de suspensii) de concentratia initiala in MS, $C_0$ . Atunci cand concentratia C0 creste, viteza $V_0$ se diminueaza: de exemplu, pentru acelasi namol activat, viteza $V_0$ poate varia intre 6 –2 m/h pentru o variatie a concentratiei de 0,1 la 0,6 % MS. Concentratia la interfata ($C_0$) este constanta in aceasta zona.




***Grafic 4.4.1: Curba testului de decantare.***

- Un tronson (CD) unde viteza de sedimentare se reduce, marcand o zona pentru care Kynch a stabilit pentru prima data un model matematic bazat pe unei ipoteze verificabila pentru majoritatea suspensiilor, pentru care viteza de decantare a stratului in suspensie este functie numai de concentratia locala. Astfel, in aceasta faza a decantarii statice , numita " impiedicata sau frinata", plecand din punctul C al curbei, totul se petrece ca si cum concentratiile crescute Ci se propaga catre inaltime la viteza Vi si invers: particulele unui volum de concentratie Ci au o viteza de cadere Vi.

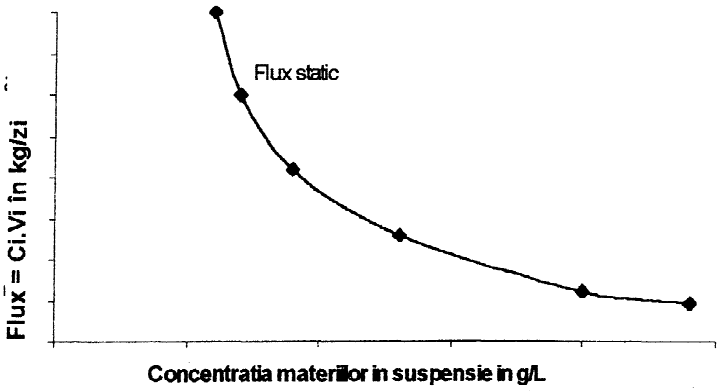



***Grafic 4.4.2: Viteza de decantare a particulelor.***

Aceasta parte a curbei de decantare va servi ca baza de calcul a suprafetei unui ingrosator in regim continuu, sau mai curind, ceea ce traditional se denumeste incarcare specifica, adica cantitatea de MS admisibila pe unitate de suprafata ($m^2$) si in timp (zi) pentru ca o materie solida in suspensie sa nu treaca in deversor.

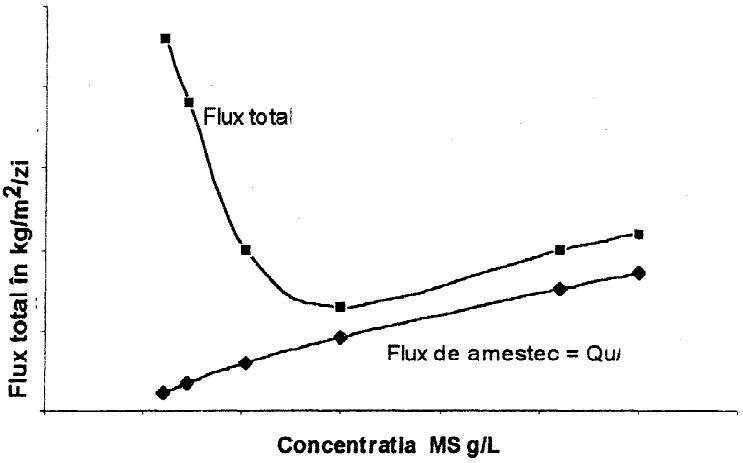
- O a patra zona (DE) a acestei curbe se caracterizeaza prin viteze foarte reduse de decantare ( tinzand catre 0): este zona de compresie sau de consolidare, unde particulele formeaza un edificiu care asigura o rezistenta suficienta pentru a echilibra in final forta gravitationala. Aceasta zona este determinanta pentru inaltimea unui utilaj de ingrosare.

Fluxul solidelor (pe unitate de sectiune) in "decantarea statica" este dat la fiecare moment prin Fs = f (Ci) conform graficului 4.4.3, Ci fiind concentratia materiilor in suspensie la interfata, data prin hoCo/i.




***Grafic 4.4.3. Fluxul static.***

Se va nota ca Fs este nul pentru Ci = 0, deoarece este limita de concentrare a namolului (sau Vi = 0); astfel spus, axa absciselor Ci este o asipmtota. Fs atinge un maxim pentru o anumita concentratie intermediara. Intr-un ingrosator, in regim continuu, din care se evacueaza o suspensie ingrosata cu concentratia Cu, fluxul de solide Fu, se scade din fluxul de decantare Fs si se poate scrie ca viteza fluxului Fu este ca u= Qu / S.
Fu = Ci * u in orice punct al suspensiei. Fluxul total de solide posibil intr-un ingrosator, pentru regim continuu este definit : Ft =Fs + Fu = Ci.Vi + Ci.u, cu Ft .S =Qu.Cu= S.Cu.u = Qa.Ca. si rezulta trasarea graficului 4.4.4:




***Grafic 4.4.4: Fluxul de amestecare si fluxul total.***

Se va nota ca Ft = f(Ci) prezinta un minim pentru o anumita concentratie C limita, definind fluxul limita pentru care solidele pot inca atinge fundul ingrosatorului pentru a fi evacuate la concentratia Cu:

$$\textbf{F limita = C limita . V limita + C limita .u = Cu . u}$$

Astfel, fluxul F limita nu poate fi depasit pentru un flux ales Fu, cu viteza u corespunzatoare si concentratia Cu. Suprafata limita minima necesara este in consecinta:

$$S_{limite} = \frac{Qa \cdot Ca}{F_{limite}}$$

Grafic, este posibil sa obtinem fluxul limita F limita la o concentratie dupa amestec aleasa C u, trasad tangenta la panta curbei Fs = f(Ci) si plecand de la abscisa Cu. Acesta metoda reia perfect modelul Kynch pentru care, in decantarea statica, se produce, incepand de la baza catre partea superioara, o propagare "nedefinita" a diferitelor concentratii la o viteza legata de concentratia nedefinita: Vi=dF / dCi.
La concentratia limita C limita, o viteza de propagare V limita este evident ca intr-un ingrosator continuu trebuie impiedicata miscarea stratului sub sanctiunea de pierdere a suspensiilor in deversor; daca la echilibru, este loc o evacuare a solidelor cu viteza u = V limita si revenim la tangenta pantei u = - (dF / dCi) L a curbei Fs = f(Ci), a carei intersectie cu abscisa Ci furnizeaza Cu si cu ordonata fluxul limita F limita. De unde rezulta suprafata minima S limita.

Din cele precedente se poate concluziona ca se poate stabili suprafata unui ingrosator plecand de la stabilirea curbei de decantare in coloana sau cilindru la dimensiuni apropiate suspensiilor examinate, utilizand cilindri simpli de laborator (= 8 cm, h = 40 cm ) de preferinta , coloane cu (=15 – 50 cm, inaltimea de 1 – 1,50 m) cu, daca este posibil, dispozitiv de agitare lenta pentru a simula efectul de raclare ingrosatorului industrial. Trebuie sa se tina cont de faptul ca suspensiile din namol, aceleasi si la concentratie mica, manifesta o anumita elasticitate si in consecinta rezultatele obtinute pot depinde intre altele, de inaltimea coloanei cu care au fost efectuate incercarile. Trebuie deci determinata aceasta dependenta prin incercari la diferite inaltimi ale coloanei.

- **Determinarea inaltimii unui ingrosator:** inaltimea totala a ingrosatorului trebuie sa fie suma inaltimii zonei de ingrosare propriu-zisa, cuprinzand zonele de decantare la viteza constanta, la viteza frinata si comprimata, si o inaltime de "apa limpezita". Aceasta din urma corespunde zonei de limpezire in care decanteaza liber particulele in conditii potrivit acelora dintr-un decantor de apa (decantare difuza), adica, in care viteza ascensionala a apei are o valoare sub viteza de decantare a particulelor individuale din suspensiile namolului. Altfel spus, incarcarea masica (sau specifica) a ingrosatorului va fi inferioara aceleia din decantoarele statiilor de epurare. Trebuie sa se permita a se dispune de o siguranta in cazul variatiilor conditiilor de evacuare, astfel incat sa se asigure repartitia hidraulica a lichidului intrat. Inaltimea stratului de apa limpede este in general cuprinsa intre 1 – 2 m. Alegerea inaltimii zonei, inainte de a raspunde ingrosarii propriu-zise, cuprinzand zona de decantare si de compresie si mai multi factori trebuie sa fie luati in consideratie:
    - Caracteristicile proprii ale materiilor in suspensie: densitatea, structura si granulometria flocoanelor sau particulelor. Particulele dense si granulate opun o rezistenta mai redusa la eliminarea apei interstitiale si imprima mediului un efect de compresie pe straturile adiacente fata de flocoanele coloidale sau biologice cu caracter hidrofil. Rezultatele testelor si exploatarea pe namoluri biologice a diverselor statii, in particular uzina de epurare Emscher (Ruhr, Germania), arata importanta indicelui Mohlman, concentratia namolului ingrosat fiind de 10 % la 2,5 % MS pentru un indice intre 50 si 200 $cm^3/g$ pentru o incarcare specifica de aprox. 50 kg $MS/m^2zi$ si o inaltime a ingrosatorului de 1,50 m.
    - Interventiile asupra structurii materiilor in suspensie inaintea alimentarii ingrosatorului, ca de exemplu, floculareа mecanica sau chimica si tratarea termica, constituie procedee de conditionare favorizand efectul de compresie. Pe de alta parte, efectul benefic al unei agitari adaptate mijloacelor dispozitivelor de grapa, in general solidare raclorului de fund, creaza canale de drenare a apei captate in stratul de namol in curs de ingrosare. Pentru a completa aceasta lista a factorilor favorabili, adaugam utilizarea eventualelor mijloace fizice sau chimice, pentru a opri tendinta de fermentare a namolurilor organice, ale caror produsi gazosi intervin defavorabil in procesul de ingrosare. Trebuie deci sa se tina cont de anumiti factorii perturbatori, de exemplu procesul de denitrificare in namolurile biologice si degradarea anaeroba a materiilor organice in general cu productia de gaz, actionand negativ asupra

compresiei, precum si produsii de degradare care pot bloca eliberarea apei interstitiale (liofilizare).
- Tinand cont de toti acesti factori diferiti, se pot emite date orientative pentru inaltimea zonei de sedimentare – compresie ale unui ingrosator.

- Namolul activat: datorita diminuarii rapide a coeficientului de porozitate in functie de concentratie si pericolului instaurarii efectului de anaerobioza pentru o incarcare admisibila de 30 – 80 kg $MS/m^2.zi$ in conformitate cu indicele volumic, inaltimi superioare valorii de 1,50 m sunt recomandate. Trebuie deci adoptate in acest caz, ingrosatoarele relativ plate cu fose centrale de evacuare a namolului ingrosat.

- Namol fermentat (eventual spalat) si namol conditionat termic, putand fi clasat ca namol cu particule grele: se poate adopta o inaltime depasind 2 m si putand merge pina la 5 m, in scopul obtinerii unor efecte de compresie ridicata. In aceasta categorie mai intra si namolurile floculate chimic fara sau cu putina materie putrescibila (degradabila).

- Namol primar sau amestecat cu proaspat (apele reziduale menajere si industriale asimilabile): se pot admite 2 – 3 m.

In concluzie, rezulta in final o inaltime totala a ingrosatorului, egala $H_{strat\ apa} + H_{sedimentare\text{-}comprimare}$ de cu 3 la 6 m, cu un minim de 3 – 3, 5 m pentru majoritatea namolurilor.

#### *4.4.2.3. Diferite tipuri de ingrosatoare*

Ingrosatoarele pot fi de diferite tipuri:
- ingrosatoare fara raclare care pot fi o simpla cuva, numita si siloz concentrator. Trebuie sa fie utilizate in regim discontinuu si namolul nu trebuie sa aiba un timp de stationare mai mare de 24 – 48 ore. Supernatantul limpede este retrimis in capatul statiei.
- ingrosatoare mecanice utilizate pentru statii mai importante. Utilizarea ansamblului mecanic este dubla:
  1). Asigura transferul namolului ingrosat catre fosa centrala.
  2). Faciliteaza degajarea apei si a gazului retinute in namol cu ajutorul agitatorului cu palete verticale.

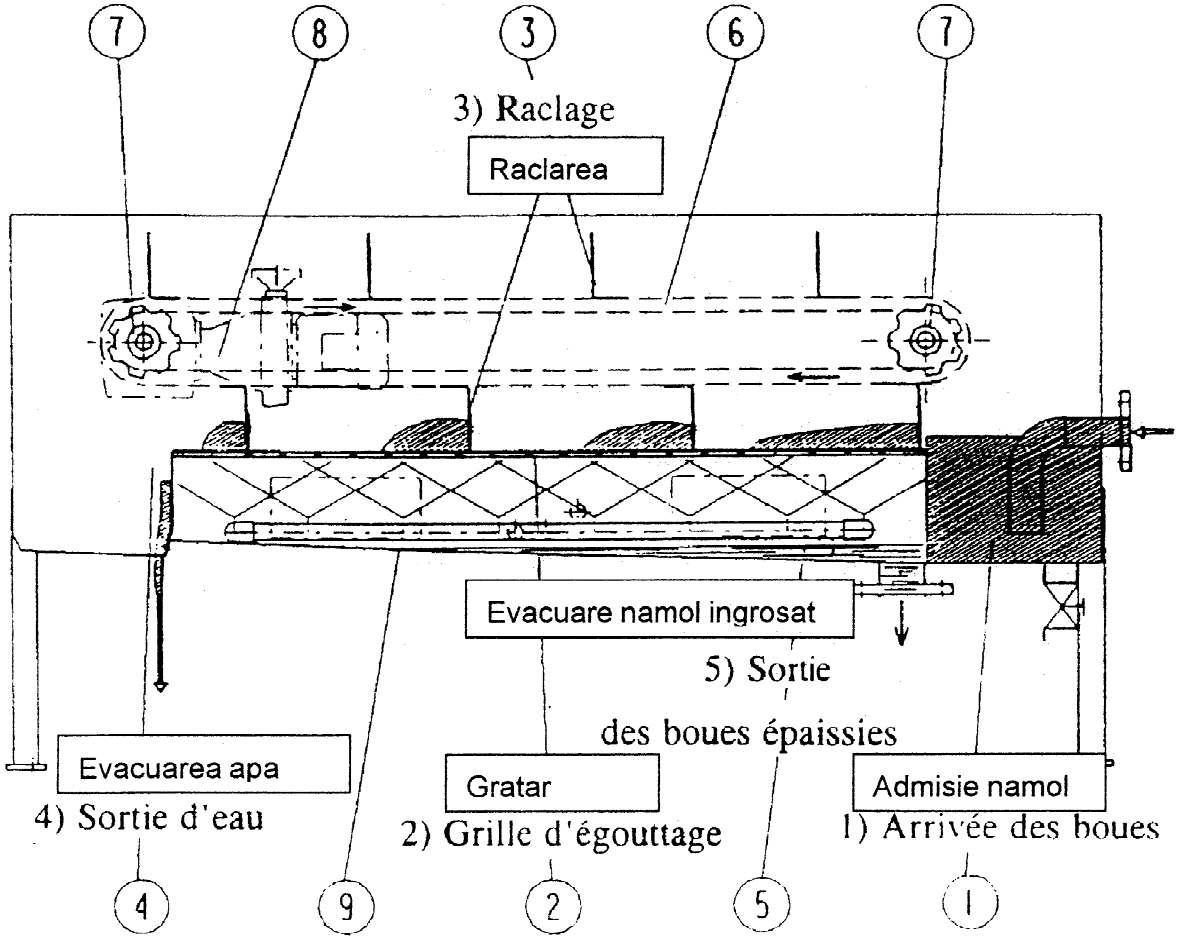
Concentratorul de namol este un ingrosator, cu capacitate de ingrosare redusa, rolul sau fiind mai ales de stocare. Pe de alta parte trebuie echipat cu o vana flotanta pentru evacuarea supernatantului la 24 ore dupa introducerea namolului, caci exista riscul de reintoarcere in capatul statiei a unui efluent septic.

#### *4.4.2.4. Ingrosarea accelerata*

Ingrosarea gravitationala reprezinta o modalitate de exploatare rudimentara, ce nu permite performante exceptionale. Tasarea namolului, in special biologic, este foarte perturbata in perioadele de vara datorita temperaturii ridicate. Timpul de stationare in ingrosator, dificil de masurat (in particular in silozurile concentratoare), implica o alterare a calitatii namolului, deranjanta pentru treptele urmatoare ale tratarii (fermentarea, deshidratarea) sau pentru valorificarea agricola. Scopul de a obtine totdeauna un namol pompabil dar mai concentrat, este asigurat prin recurgere la ingrosarea naturala. Pentru aceasta, trebuie ca namolul ca fie in prealabil conditionat prin modificarea fortei de coeziune interna a namolului si cresterea artificiala a marimii particulelor. Conditionarea are ca scop de a genera un namol drenabil si se efectueaza de obicei cu ajutorul polielectrolitilor.

Ingrosarea prin drenare este o solutie interesanta. Diferite dispozitive pot fi utilizate (tamburi, buzunare filtrante...).

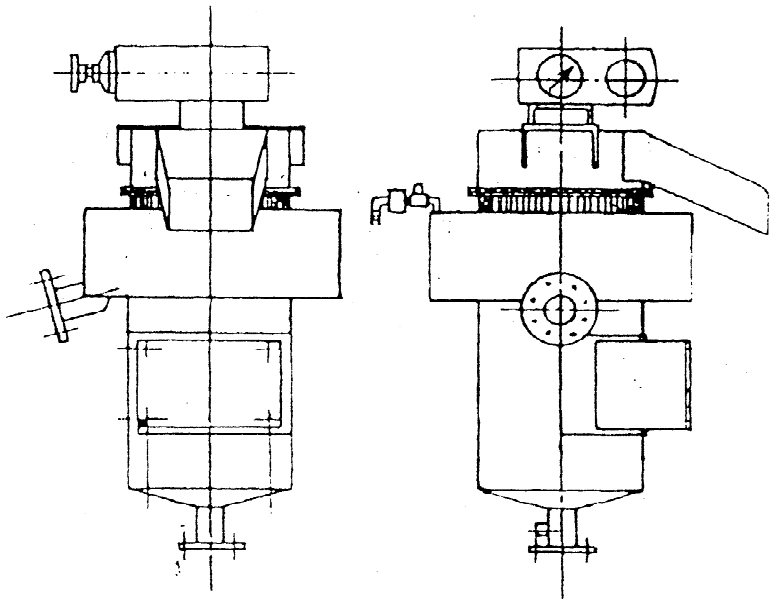
- **Gratarul tip GDE – DEGREMONT**: namolul, in prealabil floculat intr-un amestecator static, este introdus in rezervorul de repartitie (1). El debordeaza pe un gratar de scurgere (2) pe bare. O serie de de racloare (3) asigura dirijarea progresiva catre iesirea din aparat (4). In timpul acestei dirijari progresive a namolului, apa interstitiala (filtratul) se scurge gravitational in rezervorul de filtrat (5). Aceasta scurgere este favorizata de constitutia rulourilor de namol rotative. Dispozitivul de raclare evita acumularea suspensiilor drenate in timpul ingrosarii pe prima parte a gratarului si permite astfel decolmatarea continua a mediului filtrant. Racloarele (3) sunt prinse prin doua lanturi fara sfirsit ( 6 ) montate pe patru pinioane dintate (7). Cele doua pinioane pozitionate la evacuarea namolului, sunt antrenate pe un motoreductor cu variator mecanic de viteza (8). Spalarea gratarului este asigurata printr-o serie de conducte cu apa curata (9). Spalarea se efectueaza periodic fara oprirea alimentarii cu namol. Cum nu exista presare, randamentul de extractie este totdeauna ridicat si depaseste 95 %. Gratarul GDE poate de asemenea fi utilizat ca preingrosator in amonte de utilajul de deshidratare (filtru-banda, centrifuga, filtru-presa) sau pentru o separare solid-lichid in procedeele de fabricare industriala. Pe langa exploatarea posibila in continuu, acest sistem este compact si putin costisitor (amortizabil intr-un an), permitand diminuarea volumului de namol de 3 ori la evacuare si reducerea la jumatate a cheltuielior de exploatare.




***Schema 4.4.1. Vederea de ansamblu a gratarului GDE.***

- **Ingrosatorul GUINARD**: este un aparat foarte simplu care permite ingrosarea mai mult sau mai putin avansata a unui produs in functie de debit si de deschiderea fantelor gratarului (9). Produsul de ingrosat este introdus prin brida (6) si polimerul prin mansonul (5). Produsul si polimerul se reintalnesc in interiorul cuvei (10) sunt agitate prin amestecatorul rotativ antrenat

de moto-reductor (1) a carui viteza este reglabila. Sub presiunea pompei de alimentare, amestecul urca deasupra gratarului (9) care permite evacuarea efluentilor prin colectorul (8). Prin debordare, produsul astfel ingrosat este evacuat prin palnia (7). Alimentarea apei de spalare se face prin (4). Presiunea de spalare va fi reglata prin regulatorul de presiune (3) si frecventa de spalare prin electrovana (2). Performantele garantate sunt: ingrosare la 60 g/l ± 10 g/l pentru namolurile biologice la 10 m3/h max. cu 5 – 6 kg de floculant pe tona de MS.

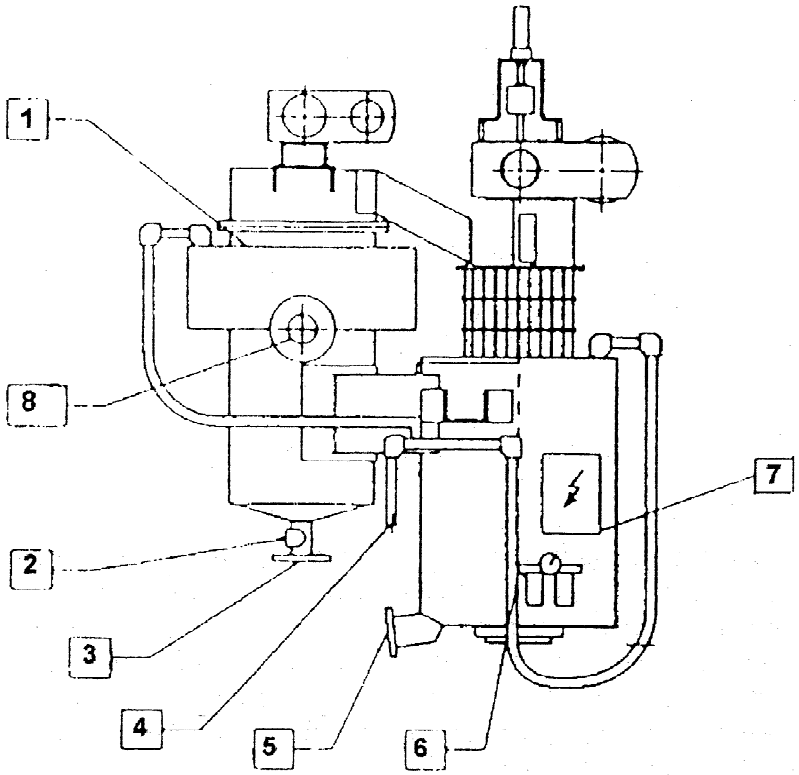


*Schema 4.4.2. Ingrosatorul GUINARD*

- **Supercompactorul Skid GUINARD**: supercompactorul este o combinatie a doua aparate care permite conjugarea avantajelor ingorsarii si compactarii (deshidratare). Ingrosatorul se compune din doua parti:
  - un vas de floculare cu agitare rapida,
  - un gratar de filtrare.

Namolul si polimerul sunt introduse in floculatorul echipat cu agitare cu viteza de rotatie reglabila. Namolul floculat, sub presiunea pompei de alimentare, se ridica in interiorul bacului pana atinge grila de scurgere ale carei fante sunt special adaptate. Namolul ingrosat este evacuat printr-un jgheb de scurgere in COMPACTOR. Acesta din urma cuprinde cilindrul vertical constituit din mai multe grile ale caror fante sunt adaptate la produsul de deshidratare si un dispozitiv melcat cu sectiune conica a carui viteza de rotatie este variabila. In partea inferioara, evacuarea namolului este reglata printr-un obturator a carui presiune de inchidere este obtinuta printr-un vinci pneumatic. Un dispozitiv de decolmatare automata a gratarului este realizat printr-o periere interna si spalare externa de joasa presiune.

1- Ingrosator
2- Alimentare polielectrolit
3. Alimentare namol
4 – Alimentare apa de spalare
5 - Evacuare efluent
6 - Alimentare cu aer comprimat
7 – Panou electric
8 – Evacuare efluent




***Schema 4.4.3. Supercompactorul GUINARD.***

### *4.4.2.5. Ingrosarea dinamica*

Cum am vazut anterior, principalul scop al oricarui operator este reducerea volumului namolului. Daca ingrosarea gravitationala este mai putin consumatoare de energie, performantele sale nu sunt decat relativ mediocre comparativ cu reducerea volumului namolului. Mai mult, aparitia defosfatarii biologice, prin amplasarea unei zone anaerobe pe filiera apei, impune la nivelul filierei o ingrosare foarte rapida in scopul evitarii eliberarii fosfatilor in supernatant. Proiectele de constructie sau de reabilitare prevad din ce in ce mai mult ingrosarea separata a namolurilor primare si biologice.

❖ **Flotarea**: In opozitie cu decantarea, flotarea este un procedeu de separare lichid-solid sau lichid – lichid care se aplica particulelor a caror densitate este inferioara celei a lichidului care le contine. Se disting mai multe tipuri:

- naturala: atunci cand diferentele dintre densitati sunt suficiente pentru a produce separarea.
- asistata: atunci cand se pun in operare medii exterioare pentru imbunatatirea separarii,
- provocata: atunci cand, artificial, se reduce densitatea particulelor, la origine mai mare decat cea a lichidului.

Acest tip de separare utilizeaza aptitudinile anumitor particule solide (sau lichide) de a se uni

cu bulele de gaz (aer in general) pentru a forma conglomerate particule – bule de gaz. Fenomenul se bazeaza deci pe un sistem trifazic: gaz-lichid-solid. Viteza ascensionala a unei bule de gaz in apa este data de ecuatia lui Stokes:

$$V = \frac{g}{18h} \cdot (r_L - r_G) \cdot d^2$$

unde d: diametrul bulei
h: viscozitatea dinamica
$r_G$ si $r_L$: densitatea gazului si, respectiv, a lichidului

In domeniul apei, se utilizeaza flotarea provocata de bulele de aer (micro-bule), procedeu numit flotare cu aer dizolvat: FAD. Viteza ascensionala a ansamblului particula - bula respecta tot de relatia lui Stokes unde "d" care este de aceasta data diametrul ansamblului particula – bula si rG este inlocuit prin rs densitatea aparenta.

- **Marimea bulelor de gaz**: O dimensiune foarte mare va conduce la aparitia curentilor turbulenti, perturbatori ai unei bune separari si generatori de amestecare mecanica. Marimea bulelor utilizate este in jur de 40 – 80 mm.
- **Volum minim de gaz:** Volumul minim de gaz Vg raportat la masa particulei S este dat de relatia:

$$\frac{Vg}{S} = \quad .$$ unde: rs, rg si rL sunt densitatile solidului, gazului si lichidului.

Se recomanda ca raportul Vg/S sa fie de ordinul 0,02 kg . $kg^{-1}$.

- **Presurizarea**: Aceasta tehnica de producere a bulelor de gaz este cea mai raspandita. Bulele sunt obtinute prin detenta unei solutii bogate in aer dizolvat sub o presiune de cativa barr. Camera de detenta este organul cheie al calitatii bulelor produse. Se utilizeaza ca lichid presurizat namol (presurizare directa) sau apa-supernatant sub presiune (presurizare indirecta). In general, pentru namol, se va prefera presurizarea directa. In presurizare indirecta, debitul de apa presurizata este o fractie din debitul nominal al instalatiei si reprezinta 10 – 50 % din acesta. Presiunea in circuitul de presurizare este de 3 - 8 barri, permitand in medie dizolvarea unui exces de aprox. 70 % aer in raport cu concentratia la saturatie la presiunea atmosferica, dizolvarea gazului urmand legea ADENEY :F = f ( Cs-C).

unde: F : flux unitar = masa care trece in unitate de timp si traverseaza unitatea de suprafata.
F: coeficient
Cs: concentratia la saturatie
C: concentratia reala.

Consumul de aer comprimat variaza de la 15 la 20 NL pe $m^3$ de apa tratata.

Curba flotarii: in cursul flotarii, namolul se ridica la suprafata respectand o lege de tipul h= f(t) cu: h= inaltimea aparenta a namolului si t = timpul.
Aceasta lege este inversa celei a decantarii. Este deci posibil sa se calculeze fluxul sau incarcarea superficiala masica admisa si deci incarcarea superficiala hidraulica.

Timpii de retentie: timpii de retentie sau timpii de stationare ai apei sunt in general cuprinsi intre 20 si 40 minute. Timpii de retentie ai namolului sunt de asemenea importanti, caci amelioreza uscarea prin stoarcere. Din contra, timpul foarte lung intretine un risc de cadere a flocoanelor in masa lichidului. Se alege in general o ora, cu patul de namol de 30 – 60 cm in ingrosator. Viteza lineara a raclorului ce elimina namolul produs este in general de 25 – 35 cm/min.

Consumul energetic: in comparatie cu decantarea, acest sistem necesita un consum energetic superior care este contrabalansat de performantele obtinute: Puterea absorbita :

Namol activat: 60 – 120 kWh/T de MS
Namol mixt : 30 – 60 kWh/T de MS.

Aceasta tehnica este cert mai energofaga (60 - 120 kWh/ tona MS bio.) decat ingrosarea gravitationala (1 –7 kWh/ tona de MS mixt), dar beneficiile realizate in exploatarea fazelor urmatoare (fermentare, deshidratare, evacuare) pot contrabalansa usor costurile.

- **Exemple de flotatoare : Flotator DEGREMONT**
  **Flotator ERPAC : SERFLOT**

❖ **Centrifugarea**: Centrifugarea, tehnica de separare bazata pe principiul accelerarii centrifugale, proportionala cu patratul vitezei N ( a = 0,011. R. N2) care poate atinge pana la peste 1000 de ori aceleratia datorata campului gravitational terestru (decantarea). Masinile sunt cu ax orizontal. Alimentarea ca si evacuarea centrifugatului si a sedimentului sunt continue. Ele se compun dintr-un bol cilindroconic rotit cu o mare viteza, la interiorul caruia se invarte, la o viteza mult diferita, un surub elicoidal de extractie/evacuare. Avantajele centrifugei sunt spatiile reduse, o functionare continua si o usoara automatizare. Daca namolul este in prealabil conditionat, randamentul de separare este ridicat si sedimentul omogen. Remarcile pentru flotare sunt si in acest caz identice, energia consumata este superioara: de la 200 la 400 kWh pe tona de MS. Concentratia namolului ingrosat prin centrifugare (fara polimer) este de ordinul a 50 – 70 g/l.

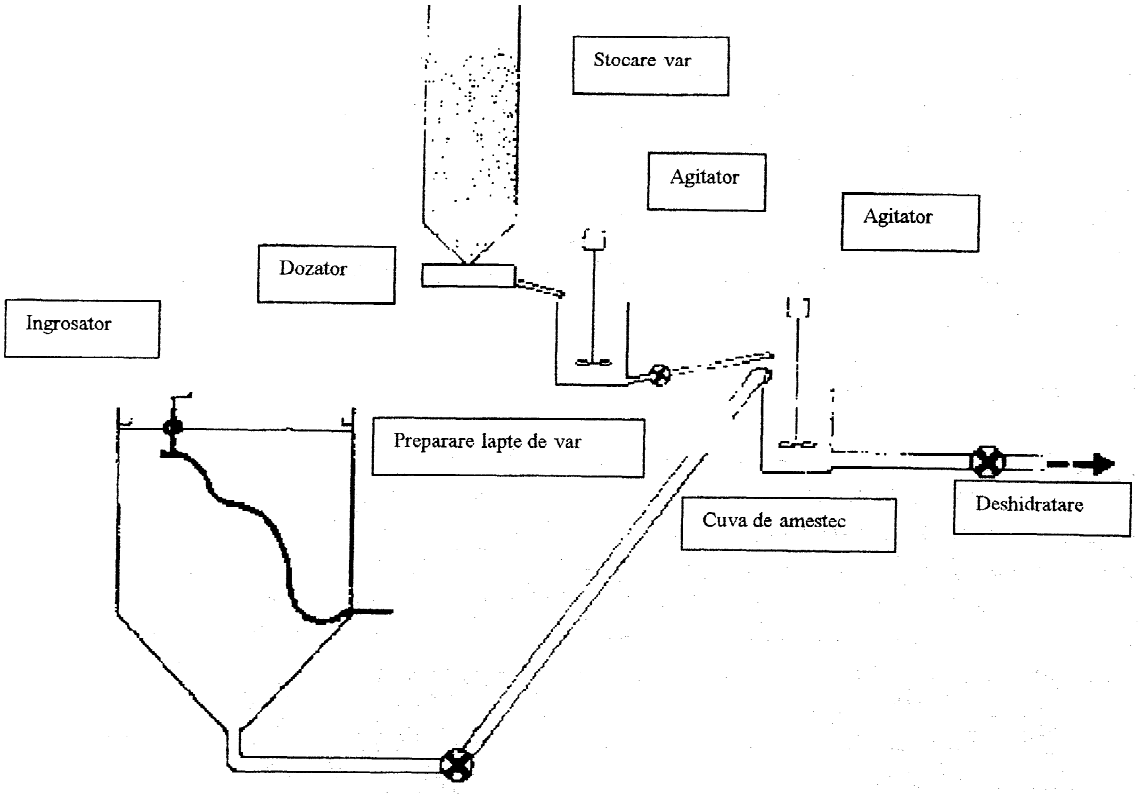
### 4.4.3. Conditionarea cu var a namolului

Utilizarea agricola a namolului este astazi solutia cea mai satisfacatoare din punct de vedere al protectiei mediului inconjurator si cea mai economica. Pentru o utilizare optima si perena, produsul trebuie sa fie "atragator", cat mai omogen cu putinta, usor de incarcat si de imprastiat si aiba un continut ridicat in vrac. Pe de alta parte namolul trebuie sa fie asigurat in mod regulat in toate perioadele. Astfel, operatorii statiilor de epurare sunt practic obligati la un moment sau la altul sa adauge var atunci cand deshidrateaza mecanic namolul, in scopul stabilizarii produsilor si de a-i da o caracteristica necesara in agricultura. Se ajunge astfel la uzura prematura a utilajelor de deshidratare datorita adaugarii varului pe un material neprevazut pentru aceasta. Echipamentele mai vulnerabile sunt filtrele banda orizontale, in cazul carora se constata o ancrasare, o uzura rapida a panzei si a rulmentilor precum si o coroziune importanta a structurii metalice a masinii. Este deci important ca la proiectarea statiilor de epurare sa se defineasca modalitatile posibile de tratare a namolurilor si deci sa se adapteze materialele echipamentelor in consecinta.

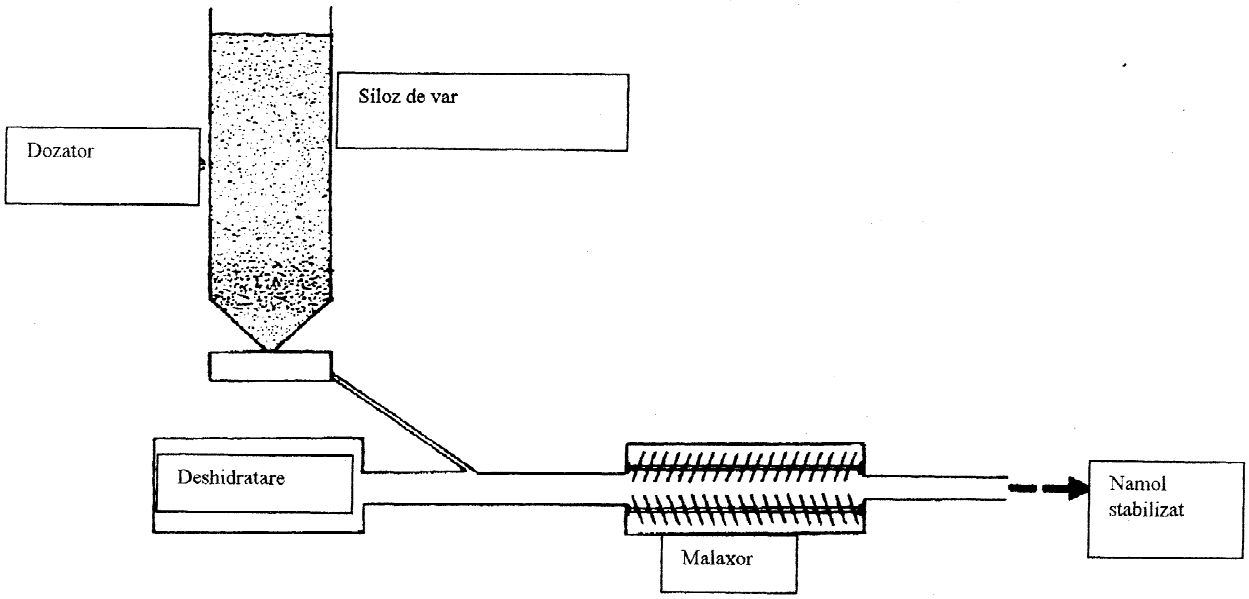
- **In amonte de filiera de deshidratare**: introducerea varului se face in ingrosator, pentru a evita formarea si emisia mirosurilor neplacute. Problema majora a acestei situatii rezida in faptul ca pentru blocarea eficienta a fermentarii, este necesar a se obtine un pH superior lui 10, incompatibil adesea cu o floculare cu polimer de sinteza. Pentru aceasta utilizare in amonte, varul trebuie sa fie preparat sub forma de lapte de var la 100 g/l concentratie medie, instalatia de preparare si dozare a solutiei de lapte de var trebuind sa fie obiectul unei atentii particulare pentru a evita depunerile si colmatarea rapida a canalizarii.

- **In cursul deshidratarii**: se incorporareaza varul intr-un namol deja floculat si deshidratat. La acest nivel de exploatare se intervine in general atunci cand se tine cont de tratarea cu var a

utilizare in agricultura. Un produs care nu corespunde acestor caracteristici, va fi foarte dificil valorificabil, indiferent de integritatea valorii sale agricole. Conditionarea cu var modifica esential produsii dar namolul rezidual amendat nu este un namol care contine de asemenea si var, este un produs diferit cu avantajele sale si dezavantajele sale.




***Schema 4.4.4: Stabilizarea cu var a namolurilor lichide.***




***Schema 4.4.5. Stabilizarea cu var a namolurilor solide.***

## 4.4.4. INCINERAREA NAMOLURILOR

### *4.4.4.1. Domeniu de aplicare*

Daca uscarea conduce la evaporare totala sau partiala a apei interstitiale ($H_2O$ = 5– 10 %), incinerarea permite in plus combustia materiilor organice din namol. Este procedeul care permite obtinerea de reziduuri a caror masa este cea mai redusa: cenusile sunt constituite numai din materii minerale din namol. Procedeul de incinerare inglobeaza intotdeauna o faza de uscare inainte de arderea partii organice combustibile din namol. Se aplica in general pentru namolul avansat deshidratat caci energia necesara pentru eliminarea mecanica a apei este mult mai redusa decat pentru evaporare. In anumite cazuri se poate trata direct namolul lichid daca se urmareste:

- volum redus de lichide concentrate,
- utilizarea de combustibilului cu pret redus ( solventi si uleiuri uzate.....)
- combustie mixta cu alte reziduuri.

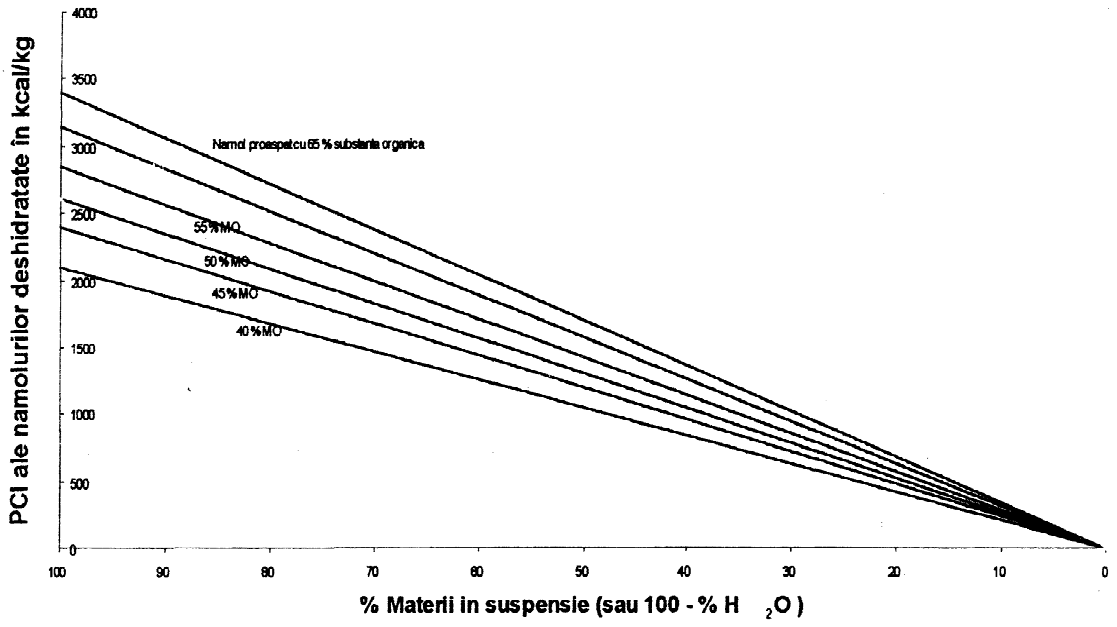
### *4.4.4.2. Notiuni termice*

- **Putere calorica : PCS** : putere calorifica superioara : este cantitatea de caldura (Kcal) care este degajata la o combustie completa a unei cantitati determinate de combustibil la 0°C, incluzand caldura de condensare pana la 0°C a vaporilor de apa continuti in gazele arse. Caldura eliberata prin condensare a apei este de 597 Kcal/kg si este practic nerecuperabila.

**PCI**: puterea calorifica inferioara, este PCS mai putin caldura de condensare a apei.

| Material | PCI |
|---|---|
| $CH_4$ | 8520 K cal / $Nm^3$ |
| Biogaz cu 65 % $CH_4$ | 5400 Kcal/ $Nm^3$ |
| M.V.S. | 5000 K cal / kg |
| Pacura | 10 000 Kcal / kg |
| Carbune | 8 500 Kcal / kg |
| Gunoaie menajere | 1 200 – 2 000 Kcal / kg |

***Tabel 4.4.3.: Exemple de PCI.***




***Grafic 4.4.5: PCI a namolului de epurare functie de gradul de deshidratare (% MS).***

- **Puterea de combustie**: volumul de aer necesar combustiei teoretice a 1 kg sau a 1 $Nm^3$ de combustibil.

| Material | $Nm^3$ / kg |
|---|---|
| Namol in MVS | 6 |
| pacura | 10, 5 |

***Tabel 4.4.4: Exemple de puteri de combustie***

- **Compozitia combustibilului :** Tabelul 4.4.5. indica valorile ghid care permit cunoasterea compozitiei namolului si deci deducerea cantitatii de aer necesara combustiei.

| | Valori exprimate in % | | | |
|---|---|---|---|---|
| Namol | C | H | O | N |
| Proaspat | 56 – 62 | 7,9 – 8,7 | 26,5 - 29 | 3,5 – 6,8 |
| Fermentat | 53 - 59 | 7,2 – 8,5 | 28 – 31 | 3 - 7 |

***Tabel 4.4.5: Compozitia namolului.***

***4.4.4.3. Principalele cuptoare utilizate***

Uscatorul sau cuptorul nu constituie singurul element al postului de uscare / incinerare. Se disting esentialmente:

- dispozitivul de alimentare cu namol:
  - cu sau fara regulator de stocare, aprovizionat de extractorul sau,
  - cu sau fara sfaramare,
  - banda rulanta, insotita de jgheab cu lant fara sfirsit,
- cuptorul propriu-zis
- sistemul de ventilatie:
  - vehiculare a gazului sau aerului de combustie, aer de fluidizare, aer de racire,
  - pentru functionarea la presiune sau depresiune.
  - cu unul sau mai multe puncte de introducere in unitatea de incinerare
- recuperator(oare) de caldura, uzual necesar (e) pentru gazul de combustie: reincalzirea aerului comburant, incalzirea recuperatoarelor pentru producerea vaporilor de apa supraincalziti, economizor pe circuitul final pentru producerea apei calde.
- sursa de caldura auxiliara, exterioara sau interioara unitatii (cu suport de completare si amorsare).
- dispozitiv de reglare a unitatii de incinerare: temperatura, presiune – depresiune, oxigen in gazele arse, debit de namol, de aer...
- Ansamblu de desprafuire:
  - prin ciclon, de preferinta pe gaze arse partial racite;
  - cu apa ( spalator cu pulverizare, Venturi..)
  - pe cale electrostatica.
- evacuarea cenusii:
  - continuu sau discontinuu,
  - la sec, in containere inchise,
  - pe cale hidraulica,
  - umezita, in containere deschise.

- **Cuptor rotativ tubular:** Acest cuptor poate functiona fie ca uscator, fie ca incinerator. Cuptorul functioneaza in general in contracurent. Toate unitatile functioneaza sub depresiunea unui ventilator de aer de combustie. Controlul cuptorului este bazat pe temperatura gazului la iesire (300 °C aprox.). In principiu randamentul termic intrinsec este destul de bun daca se tine cont de urmatoarele:
  - pierderile exterioare prin iradiere destul de ridicate.
  - suplete redusa fata de variatiile de debit si de umiditatea namolului (zona de foc trebuie sa fie mentinuta obligatoriu in partea cu placata refractar),
  - evacuarea gazelor arse urat mirositoare si prafoase necesita ciclonare si spalare avansata (debitul fiind important, este dificil de asigurat o dezodorizare perfecta),
  - cenusile recuperate in aval de cuptor sunt destul de eterogene.

Comportarea cuptorului este satisfacatoare. Functionarea trebuie sa fie de preferinta continua, caci aducerea in regim este destul de lunga si consum energetic destul de important la fiecare pornire. Combustia deseurilor rezultate la gratareale statiilor de epurare este posibila cu acest tip de cuptor.

- **Cuptor cu talere etajate :** acest tip de cuptor este bine adaptat la tratarea namolurilor:
  - **simplitate** in conducerea combustiei,
  - evacuarea cvasi-totala a **cenusei uscate** la baza cuptorului. Gazele de combustie sunt putin incarcate, si se poate proceda la o recuperare termica fiabila in exploatare si in intretinere,
  - posibilitatea incinerarii deseurilor grosiere (reziduurile gratarelor, deseuri de hartie...)

Acest cuptor este constituit esentialmente dintr-o serie de talere (platouri) pe care produsul parcurge metodic un traseu descendent. Trecerea de la un taler la altul este realizata prin ansamblul racloarelor rotative, pozitionate pe arborele central vertical antrenat de un grup exterior cuptorului. Acest cuptor lucreaza in contracurent si deci are un bun randament termic. Temperatura de iesire a gazului este de 400 – 500 °C si cea a namolului in etajul superior nu trebuie sa depaseasca 70 °C, daca se doreste sa se evite antrenarea produsilor organici nearsi in gazele arse. Turtele de namol sunt deci progresiv uscate in trei, patru etaje superioare (pina la o umiditate de 30%) si cad apoi pe talerul de combustie in atmosfera foarte oxidanta unde se efectueaza arderea completa a materiilor organice ( temperatura de 750 – 850 °C). Talerele inferioare recupereaza cenusa. Acestea sunt partial racite la contactul cu aerul comburant si sunt evacuate direct prin transportorul cu banda. Potrivit dimensionarii arzatorului, o racire exterioara a cenusei este citeodata necesara, utilizand o serpentine cu o dubla circulatie a apei reci.

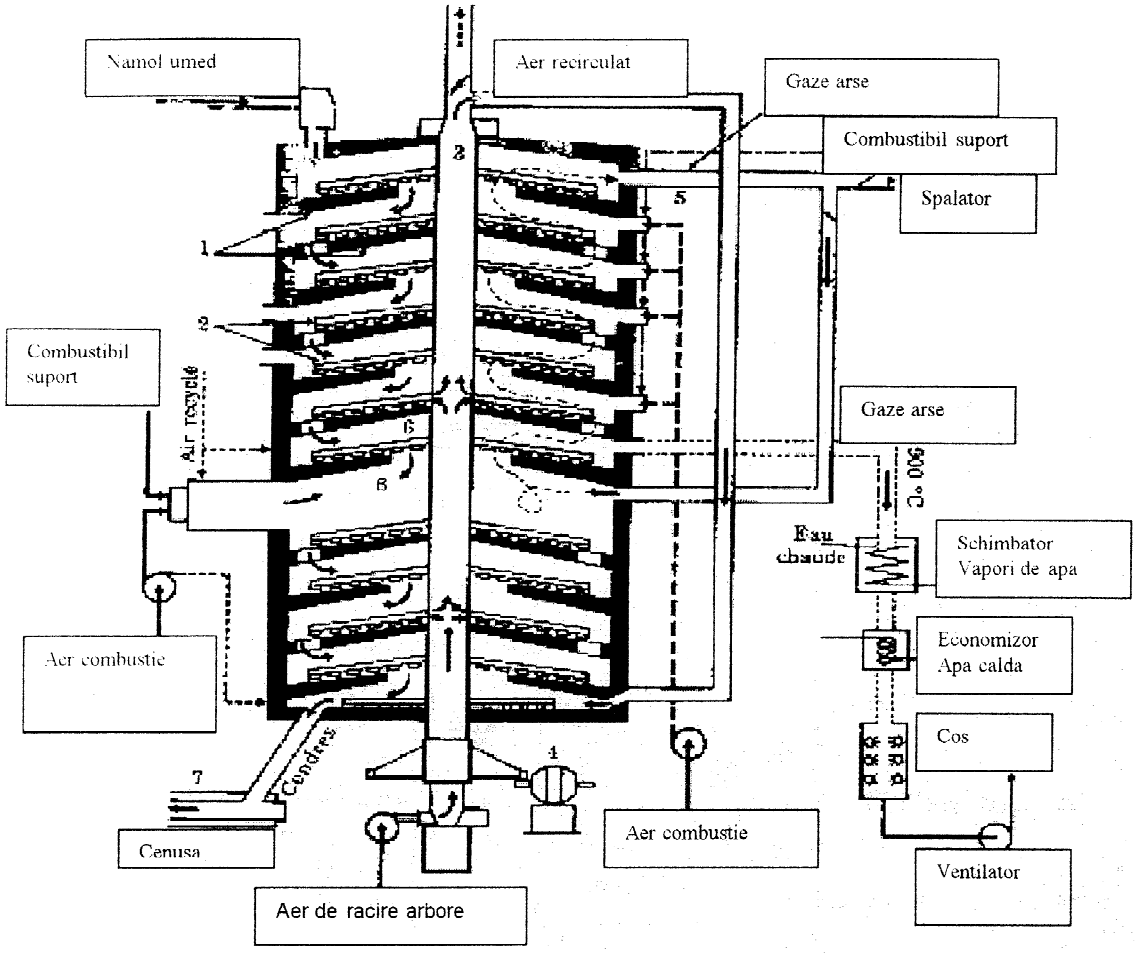



***Figura 4.4.6. Cuptor etajat***

- **Cuptoare cu talere etajate in combustie – piroliza:**

✸ **Piroliza**: in sensul strict al termenului, piroliza este descompunerea termica la o temperatura ridicata (800 – 1000 °C) a materiilor organice in absenta oxigenului din aer.Aceasta transformare da nastere la :

- o faza solida reziduala continand o anumita proportie de carbon (cocs) numit "**carbon fix**",
- o faza gazoasa continand vapori de apa, $CO_2$ , $N_2$, $H_2$, gaze combustibile asemenea $H_2$, $CH_4$, $C_2H_4$.... , CO si de asemenea compusi organici condensabili.

Piroliza namolurilor reziduale predeshidratate vizeaza inainte de toate distrugerea lor, fara a pretinde o recuperare energetica sub forma de combustibili posibil solizi. Tehnica practicata este deci notabil diferita de a procedeelor de piroliza industriala a petrolului sau carbunelui. Mai mult, calitatea produsului brut este diferita: prezenta oxigenului ( ~ 30 % din materiile organice) si umiditatea relativ ridicata.

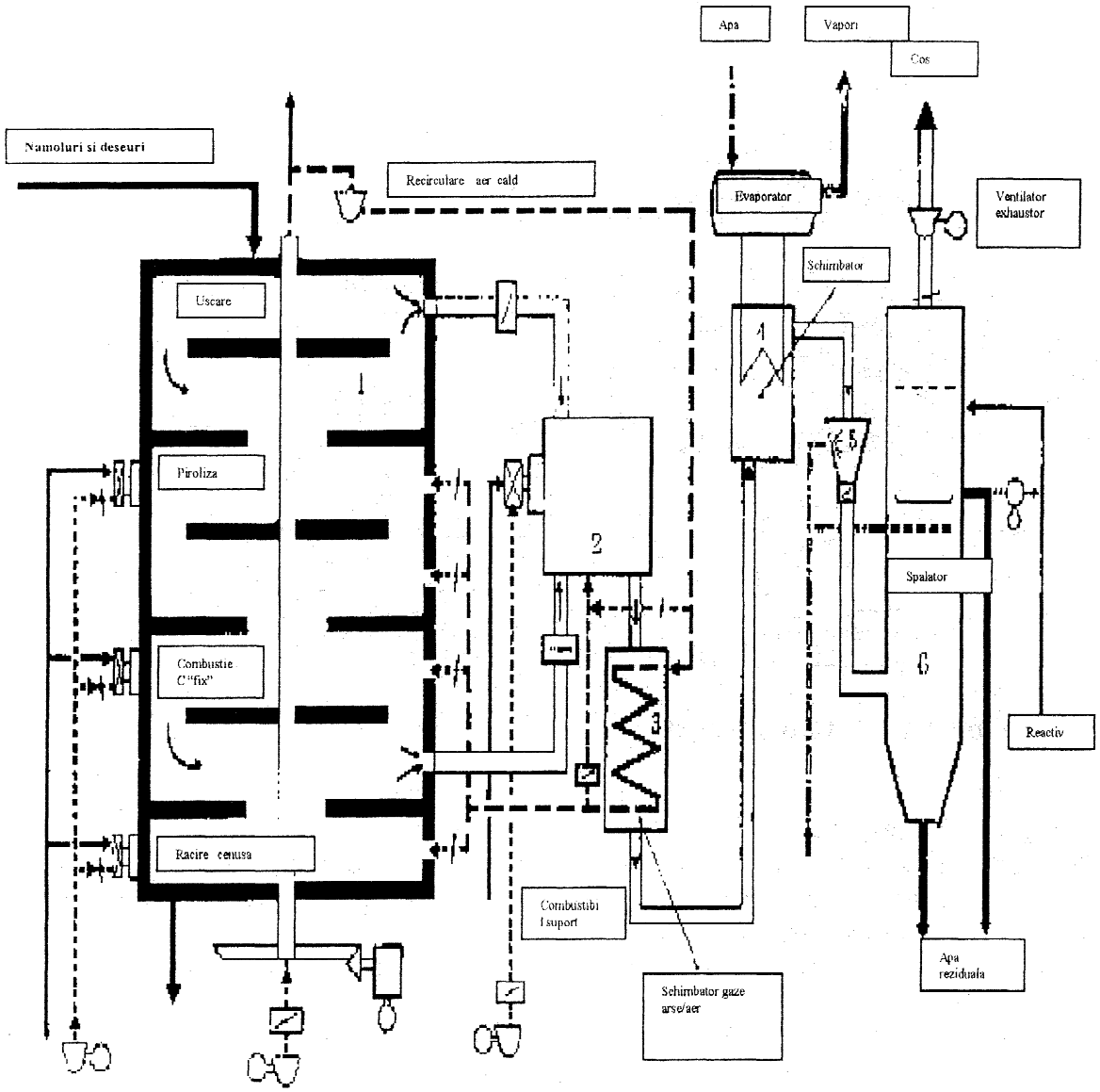
✸ **Piroliza – combustie**: piroliza – combustia turtelor de namol corespunde la arderea sau piroliza prealabila a materiilor organice, utilizand caldura eliberata prin combustie (in prezenta oxigenului ) a unei parti negazeificate a carbonului organic. Cuptorul cu etaje se preteaza foarte bine la acest procedeu de a face lent drumul produsului de la inalt catre baza:

- uscarea turtelor,
- incalzirea progresiva a materiilor organice,
- piroliza materiilor organice volatile in atmosfera saraca in oxigen datorita

aportului de caldura venit din straturile inferioare.,

- combustia "pirolizatului ("carbon fix"), prin utilizarea energiei exterioara sistemului, pentru a genera caldura necesara in etajele superioare.

Gazele de piroliza sunt arse in camera de postcombustie. Caldura recuperata poate fi utilizata pentru incalzirea aerului comburant sau pentru a produce vaporii de apa calda.




***Schema 4.4.7: Principiul cuptorului cu piroliza in etaje.***

- **Cuptor in pat fluidizat:** cuptorul in pat fluidizat este o incinta verticala inchisa de forma in general cilindrica, continand **un strat de nisip foarte fierbinte** (750 – 850 °C), mentinut in suspensie printr-un curent de aer ascendent injectat la baza , de-a lungul unei grile (gratar) de repartitie formata din difuzoare multiple. Inaltimea stratului de nisip in repaus este intre 0,5 si 0,8 m. Namolul este injectat in pat (cu o pompa de alimentare) pe la partea superioara cuptorului. Patul de nisip are rol termic si mecanic (dezagregarea bucatilor de turta deshidratate). Debitul de aer asigura fluidizarea materialului si aportul de oxigen necesar combustiei, dar nu trebuie sa provoace antrenarea nisipului. Datorita acestui fapt, debitul de aer ce traverseaza gratarul, nu este reglabil decat in limite destul de inguste. In patul de nisip, se

produce incalzirea si gazeificarea. O parte, mai mult sau mai putin importanta, a materiilor fin uscate si a materiilor volatile, sfarseste combustia in zona situata sub patul fluidizat, unde temperatura, aproape de 900 °C, este superioara cu 100 – 150 °C fata de a celei a patului (injectia posibila cu aer suplimentar, zis aer "secundar" la nivelul acestei zone). Repartitia, pe toata suprafata a patului, a debitului namolului, si cea a aportului caloric, eventual, trebuie sa fie tot atat de ingrijite pentru ca namolul la ardere este umed. **Aportul eventual de energie exterioara** se poate efectua in diferite moduri:

- camera de preincalzire a aerului de combustie, inainte de trimiterea in bataia curentului sub gratar.
- arzator pentru demarare situat sub patul de nisip.
- injectia directa in pat (gaz sau chiar uleiuri uzate).

Totalitatea materiilor arse se regaseste sub forma de cenusa zburatoare in gazele arse care ies din cuptor la 800 – 900°C. Recuperarea acestor cenusi minerale se poate efectua in mai multe moduri:

- **evacuare uscata** prin filtre electrostatice, precedata de una sau mai multe raciri,
- **evacuarea sub forma umeda:**
  - * ciclonare dupa racire), urmata de o spalare umeda (scruber, venturi...)
  - * spalare umeda (dupa schimbator) urmata de o lagunare, dupa o ingrosare statica, sau inca o multi – ciclonare a apelor incarcate cu cenusa la 1 – 4 % MS.

Potrivit caracteristicilor namolului de tratat, trebuie luate masuri de prevedere pentru evitarea eventualelor suprafuziuni din cenusa in prezenta silicei (se formeaza fondanti care pot forma o priza in masa patului). Acest fenomen de vitrifiere este specific namolurilor cu o mare salinitate

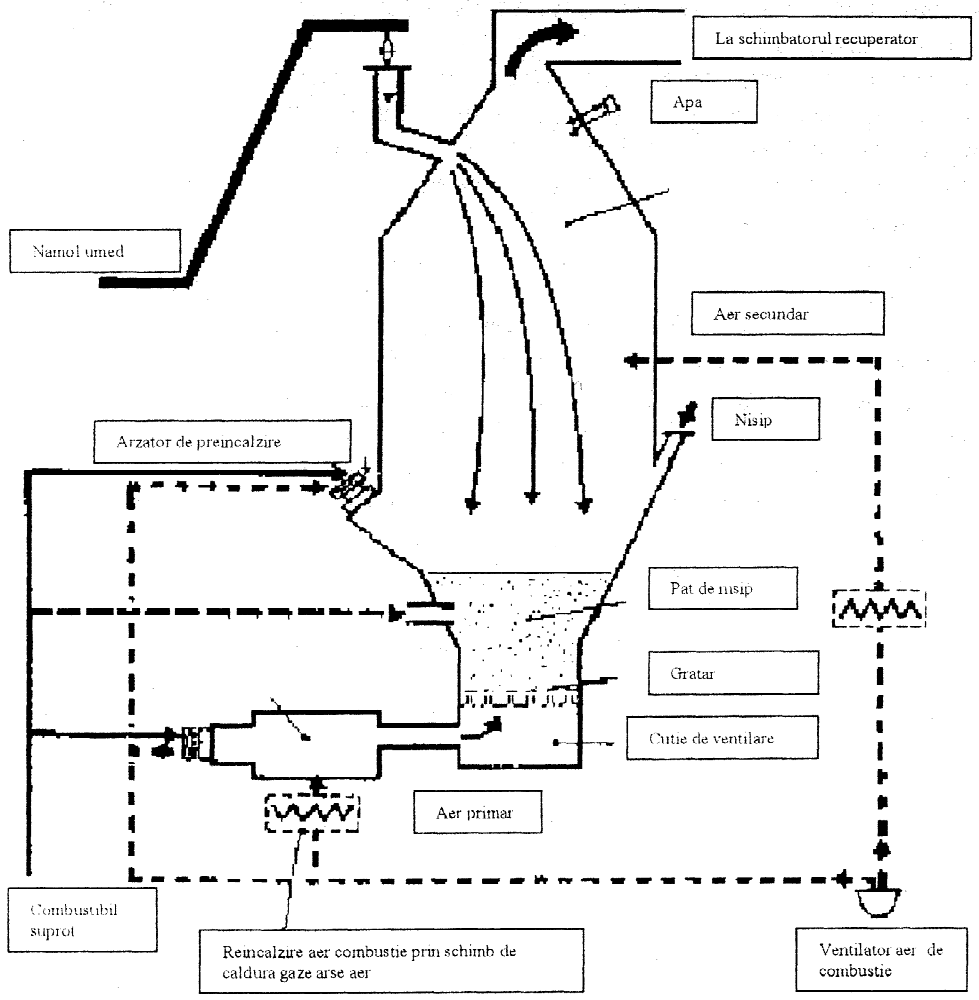



*Figura 4.4.8. Principiul cuptorului in pat fluidizat.*

(prezenta Na, K etc...in foarte mare cantitate). Cuptoarele cu pat fluidizat sunt construite pentru un diametru superior a 10 m (peste 90 $m^2$ suprafata), prezentand putere de evaporare de peste 25 tone de apa pe ora (300 kg de apa pe $m^2$ suprafata si pe ora).
Combinarea cuptoarelor cu etaj, utilizate ca uscatoare si dispuse in zona de alimentare a cuptorului cu pat fluidizat, prezinta anumite particularitati interesante: imbunatatirea bilantului termic, mai mare stabilitate, reducerea dimensiunilor camerei de combustie.

- **Cuptor cu pulverizare**: namolul este uscat partial inainte de injectie. Aceste cuptoare sunt prevazute cu o incinta simpla, captusita refactar, echipata numai cu un arzator in pulbere. Acest proiect de instalatie necesita serioase precautii, in particular atunci cind gazele arse sunt recirculate direct in circuitul de uscare ("bucla termica"):
  - securizarea circuitelor de prafuire (namol uscat) pentru a evita "intoarcerea" flacarii si explozia,
  - reglarea integrala, cu timpi de raspuns foarte scurti,
  - mare regularitate a calitatii namolului (puterea calorifica inferioara si umiditate).

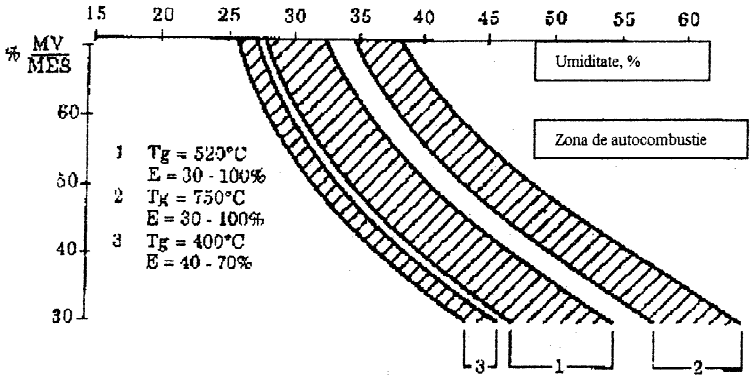
Pulverizarea namolului umed este de asemenea posibila (la 15 – 20% umiditate) datorita arzatorului special. In acest caz, debitele sunt reduse si este util a dispune de caldura pentru buna functionare (gaze fierbinti de la cuptorului de deseuri menajere).

- **Namolurile si deseurile menajere**: namolurile si deseurile menajere fiind deseuri produse de aceeasi colectivitate, este adesea rezonabil de studiat posibilitatea tratarii combinate. Figura 4.4.1 rezuma diferite filiere combinate.

**Descarcarea** este cateodata dificil de exploatat daca turtele nu sunt consistente, solide ( turtele de la filtru-presa de exemplu).
**Compostul**, afanat prin sitare, prezinta adesea problemele la descarcare.
Din contra, combustia a deseurilor permite a se dispune de o cantitatea de caldura excedentara (1200 – 2000 kcal/kg de deseuri menajere brute), putand acoperi deficitul de la combustia namolului (500 – 800 kcal/ kg de turta). Aceasta tratare cupleaza namolurile cu deseurile menajere necesitand totodata respectarea unei anumite tehnologii:

- procedeul cel mai simplu de incorporare directa a turtelor in fosa de receptie a deseurilor menajere nu se recomanda (comportament plastic si amestec neomogen),
- injectia directa a turtelor uscate suficient ( >50% MS) sub zona de intrare in cuptor a deseurilor menajere este realizabila, dar un sistem de sfarimare bulgari si propulsare adaptat trebuie sa fie amplasat si debitele atinse demareaza moderat.
- injectia namolului ingrosat (10 – 15 % MS) cu un mijloc de pulverizare specific a cunoscut o dezvoltare limitata. Debitele de namol tratat sunt relativ modeste,
- una dintre caile cele mai promitatoare este recuperarea caldurii excedentare pentru uscarea prealabila a turtelor de namol (umiditate de 20 – 30 %):
  * recuperarea gazului fierbinte direct pe incalzitor cu intoarcerea in zona de intrare a cuptorului a gazelor arse de uscare. Exista atunci dependenta totala a cuptorului de uscator, este dificil de armonizat perfect variatiile de calitate ale namolurilor si a OM pe toata lungimea anului.
  * recuperarea vaporilor pentru alimentarea directa a uscatorului. Aceasta cuplaj este mai supla in exploatare. Namolurile uscate sunt trimise, in cazul incinerarii in vatra cuptorului, aceluiasi cuptor ca si pentru deseurile menajere (pe cale pneumatica) sau in cosul de alimentare (uscare partiala la 70 – 80 % MS pentru a evita prafuirea).

Un proiect de cuplare namol/deseuri menajere necesita un studiu economic serios: stocarea si transportul namolului deshidratat, proportia posibila intre namol si deseurile manajere pe locuitor si pe zi ( productia zilnica medie este de 1 kg OM pentru 2 l de namol ingrosat), politica de implantare apropiata a celor doua unitati, bilantul termic, sursa energetica pentru sitiatiile de decuplare a exploatarilor in caz de necesitate.




*Grafic 4.4.6: Zona de autocombustie a namolului.*

| DESEURI | TRATARE | ELIMINARE |
|---|---|---|
| Materii organice | | Evacuare |
| Namol | Deshidratare (Umiditate sediment>30%-structura neplastica) | |
| Materii organice | Gratare si site | |
| Namol | Deshidratare (Umiditate>20%) | Compostare → Sitare → Utilizare agricola |
| Materii organice | | Incinerare |
| Namol | Deshidratare (Umiditate 40-50%) | |
| Materii organice | | Incinerare |
| Namol | Deshidratare (Umiditate 20-30 %) → Uscare | Recuperare caldura → Utilizare agricola |

*Figura 4.4.1: Filiera de tratare comuna namol/deseuri menajere.*

## 4.4.5. COMPOSTAREA NAMOLURILOR

Compostarea constituie unul dintre procedeele de valorificare a biomasei pe cale umeda; este o descompunere aeroba si o stabilizare a substratului organic in conditii termice generate de caldura produsa de reactii biologice. Rezulta un material stabil pentru a fi stocat si pentru a fi aplicat pe sol fara efecte nefaste pentru mediul inconjurator.

Procesele se rezumate prin reactiile urmatoare:

*Materiile organice + microorganisme* + $O_2$ ·····> $CO_2$ + $H_2O$ + *produsi de oxidare + caldura*

Efectele compostarii sunt deci:

- diminuarea volumului materiilor organice (diminuarea fractiei volatile);
- cresterea continutului de materii uscate,
- igienizarea prin incalzire;
- obtinerea unui reziduu bogat in materii humice, saruri minerale si microorganisme.

Compostarea se aplica numeroaselor materii putrescibile in asociatie cu materii cu azot: namoluri reziduale (din statii de epurare), materii filtrate, produse de la vidanjarea foselor septice, etc. si unuia sau mai multor "agenti structuranti" sau suport de carbon de origine oraseneasca (gunoaie menajere sau frunze moarte), agricole (paie, ciorchini) sau forestiere (rumegus, aschii, lemne, scoarta etc)... Se poate nota ca exista un procedeu de fermentare cu productie de biogaz, dar nu poate fi numit " compostare". Compostarea este un procedeu fundamental aerob.

#### 4.4.5.1. Fundamentele compostarii

Degradarea biologica a materiilor compostate acopera numeroase reactii generate de catre microorganisme foarte diverse: bacterii in mod esential, dar si drojdii, actinomicete si ciuperci. Actiunea lor combinata ajunge la o reactie globala de oxidare elibberatoare de caldura, disipata si utilizata pentru sinteza biomasei.

- **Conditii necesare pentru compostarea namolurilor:** degradarea unui substrat poate fi influentata in doua moduri: fizic si chimic:
    - caracteristicile fizice determina accesibilitatea compusilor chimici (apa, oxigen, azot etc...) pentru micro-organisme;
    - caracteristicile fizice determina structura amestecului.

Marimea particulelor este determinanta deoarece cu cat este mai mare este suprafata expusa la atacuri microbiene sau chimice, pe unitate de volum, reactiile vor fi mai rapide si mai complete. Dimensiunile mai reduse vor fi din acest punct de vedere ideale, dar alti factori conduc la limitarea acestora: porozitatea pentru aerare, costul maruntirii. Amestecul compus din namol cu un continut ridicat de umiditate si cu un substrat organic uscat si cateodata compostul care se recicleaza permit asigurarea unei structuri poroase in ansamblu, conditie indispensabila a unei bune derulari a compostarii. Trebuie obtinut un **amestec cat mai omogen cu putinta.** Alegerea acestui "agent de structurare" este fundamental:

- trebuie sa se echilibreze amestecul in ceea ce priveste umiditatea datorita fortei de retentie a apei si a continutului in nutrienti;
- trebuie mentinute spatii libere pentru circulatia aerului, porozitatea trebuie sa fie uniforma pe cat posibil (marimea particulelor de ordinul centimetrilor);
- alegerea acestui agent are o influenta asupra cantitatii de materiale de manipulat si daca sunt costuri justificabile, necesita o cernere pentru recuperare si reciclare;
- acest agent poate el insusi sa fie capabil sa se descompuna in cursul transformarilor, crescand cantitatea de tratat si costurile putand sa servesca ca substrat microorganismelor indezirabile;
- acest material este subiectul variatiilor preturilor de cost putand impune reconsiderarea filierei alese intrucat este considerat un deseu sau un produs comercial.

Se utilizeaza adesea rumegus si aschii de lemne, paie, compost recirculat cu conditia de a avea o umiditate suficienta, gunoaie menajere, stuf, frunze moarte, .... Principalele caracteristici ale acestor produse cu continut de carbon sunt prezentate in tabelul 4.4.6.

| Produs carbonic | Umiditate % | MM % MS | MO % MS | CT g/kg produs brut | NTg/kg produs brut | C/N | Densitate produs brut | Conditionare | Post conditionare | Pret (F) Plecare Ore TVA 1992 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rumegus | 69 | 1 | 99 | 369 | 1.05 | 351 | 0.29 | Creata | Creata | 40 – 50 $m^3$ |
| OM | 62 | 32 | 68 | 169 | 6.5 | 26 | 0.14 | Creata | Necesara | 40 – 50 la $m^3$ |
| Stuf | 92 | 6 | 94 | 462 | 9.2 | 50 | 0.12 | Necesara | Facultativ | ? |
| Paie | 90 | 5 | 95 | 407 | 4.7 | 87 | 0.06 | Necesara | Facultativ | 200- 300 la tona |
| Crengi de lemn | 84 | 8 | 92 | 507 | 4.7 | 108 | 0.15 | Necesara | Facultativ | 40 -50 la tona |
| Aschii | 85 | 1 | 99 | 414 | 1.25 | 331 | 0.06 | Creata | Facultativ | 50 la $m^3$ |

***Tabel 4.4.6: Calitatile suportului carbonic.***

- **Mediul chimic**: umiditatea reprezinta cantitatea de apa (este vorba de apa evaporata la etuva la 105°C in 24 ore) prezenta intr-o anumita masa a compostului. Se exprima in %. Masa de compostat este un sistem al carui faza apoasa se limiteaza la apa asociata sau capilara (este vorba de apa retinuta in masa prin capilaritate). Umiditatea este necesara pentru a permite hidroliza compusilor anterior absorbtiei de catre celule. Dar oxigenul difuzeaza de 4 ori mai repede in mediu gazos decat in mediu apos. Un continut in apa prea ridicat devine deranjant. O umiditate de 100 % va fi ideal pentru repartitia microorganismelor, dar exigentele de aerare conduc la un "compromis" situat intre 50 – 70 %, un continut de 80 % ramanand posibil cu agenti de structurare de tip paie cu structura fibroasa si retentie foarte ridicata de apa.

O umiditate redusa limiteaza proliferarea microorganismelor, si in consecinta viteza procesului, pe cand o valoare ridicata genereaza aerarea (anaerobioza cu absenta termogenezei, degradare lenta, degajare de mirosuri neplacute). Obtinerea unui amestec initial convenabil necesita:

- adaugarea de namol mai deshidratat (30 % substanta uscata );
- adaugarea unui agent de structurare cu mare continut de substanta uscata (paie, rumegus: 80 % substanta uscata);
- recircularea compostului (daca continutul acestuia depaseste 60% substanta uscata).

Aerul are mai multe roluri: permite activitatea biologica, deshidratarea, propagarea caldurii si a $CO_2$ (anhidrida carbonica), formate in cursul reactiilor de oxidare. Porozitatea exprima volumul de aer cuprins intr-un anumit volum al compostului. Se exprima in %. Porozitatea masei de compost trebuie sa fie in jur de 30 – 40 % minim. Cum aerul contine 20 % oxigen, acesta va conduce la un continut minim de 10 % oxigen in materialul in curs de compostare (in volume). Acesta este factorul ce se dovedeste a fi cel mai important pentru buna derulare a compostarii.

Materiile volatile, azotoase, raportul C/N: raportul continutului de materii volatile / umiditate are o mare importanta caci pentru o umiditate initiala fixa, apa de evaporat va fi cu atat mai putina cu cat continutul in materii biodegradabile (eliberatoare de energie) va fi mare. Acest continut este suficient de bine reflectat prin masurarea materiilor volatile (MVS). Aceasta prezinta o anumita importanta: namolul cu un continut de MVS redus (namol fermentat de exemplu) va trebui sa fie mai bine deshidratat si sa includa mai mult agent de structurare pentru a cobori umiditatea amestecului. Descompunerea materiilor organice conduce la o diminuare considerabila a continutului de carbon ( C ), dar mai redusa pentru azot. O parte din carbonul degradat este utilizat pentru "construirea" celulelor vii, in timp ce restul se transforma in $CO_2$, oxidarile fiind insotite de o eliberare de energie. Azotul este fixat in structura celulara a microorganismelor si putin azot este eliberat aproape de inceputul compostarii. Ca urmare, stocul de azot este limitat si este constant reciclat in biomasa. Global, aceasta descompunere se traduce prin diminuarea raportului C/N. Daca continutul in azot este redus, micro-organismele trebuie sa recicleze azot la de-a lungul vietii

a numeroase generatii pentru utilizarea carbonului (incetineste procesul), uzual fiind necesar un raport C/N ridicat (superior lui 35). Atunci cand C/N este diminuat, datorita degajarii $CO_2$, azotul nu este utilizat pentru formarea materialului celular. Excesul este atunci eliminat sub forma de amoniac ($NH_3$). Este important de precizat ca nu exista un raport C/N optim stabilit pentru toate substantele organice. El depinde de accesibilitatea carbonului care este diferita daca este vorba despre zahar, celuloza sau lignina. Trebuie notat ca, contrar unor idei emise anterior, raportul C/N nu este un factor principal al mentinerii unei bune compostari. In general, un raport C/N de ordinul 25 la 35 este acceptabil la inceputul reactiilor, dar cand acesta devine inferior lui 20, atunci se aplica pe sol, trebuie evitat fenomenul "foamei de azot", depresiva pentru culturi. Cand raportul C/N este mai ridicat, exista riscul ca microorganismele sa mobilizeze azotul din sol (in detrimentul culturilor) pentru a continua degradarea materiei carbonice.

Ceilalti compusi sunt de asemenea importanti dar se va limita analiza la doi dintre cei importanti: fosforul si potasiul care sunt importanti pentru biomasa: primul este elementul constitutiv al protoplasmei microbiene; al doilea joaca un rol in reglarea presiunii osmotice. Trebuie evitate, in masura posibilului, toate dezechilibrele care vor conduce la incetinirea cineticii procesului. Cele trei elemente (P,N,K) sunt legate intr-o proportie destul de bine determinata, exprimata adesea continutul prin de P si K in procente de masa de N, sau N/P=5 si N/K=12. Se va evita prezenta substantelor toxice pentru micro-organisme.

Dupa ce s-au analizat caracteristicile fizico-chimice, se va examina derularea proceselor si se vor trece in revista parametrii de control ai procesului.

- **4.4.5.2. Procesele si controlul acestora**

- **Temperatura:** Variatiile de temperatura, manifestari ale activitatii microbiene, indica evolutia compostarii si sunt cel mai usor de controlat. Schematic, compostarea aeroba cuprinde patru faze de durata variabila functie de tehnica de operare:
  - **Faza mezofila**: pana la 38 °C, asigurata de bacteriile mezofile (se dezvolta la temperaturi intermediare de 30 – 40 °C). Durata aproximativa: o saptamina.
  - **Faza termofila**: 30 - 70 °C, corespunde multiplicarii bacteriilor termofile pana la 60 ° C. Durata aproximativa : 4 pana la 6 zile.
  - **Faza de racire (criofila)**: intervine atunci cand mare parte a materiilor biodegradabile sunt consumate, cu aparitia ciupercilor (*Coprinus fumetarius* de exemplu). Durata aproximativa: 1 saptamina.
  - **Faza de maturare:** 4 saptamani pana la mai multe luni, constand in producerea compostului.

Pe plan biochimic, procesele se deruleaza astfel: dupa amestecare, apare proliferarea bacteriilor mezofile cu degajare de caldura. Cresterea initiala a temperaturii este favorabila inmultirii bacteriilor mezofile pana cind temperatura optima a bacteriilor mezofile (38°C) este depasita. Exista deci o limitare a dezvoltarii bacteriilor mezofile cand temperatura de toleranta este depasita; populatia dispare progresiv, inlocuita de bacteriile termofile care se dezvolta pana la aproximativ 60° C. Peste 65 °C, aceasta microflora este distrusa, degradarea continuand cu bacteriile care se inmultesc prin spori si actinomicetele termofile. Incepand de la 70 – 75 °C, singure enzimele secretate in faza precedenta concura inca la degradare. Procesul nu mai este performant, reactiile se incetinesc si temperatura coboara. O mare parte a materiei organice fiind consumata, temperatura descreste catre nivelul mezofil, cu posibilitatea redeclansarii tratamentului de compostare, mai multe picuri de temperatura putand fi observate. Dupa faza rece, temperatura se stabilizeaza: aceasta este amorsarea maturarii.

- **Alti parametri:** in cursul compostarii, structura fizica si compozitia chimica se modifica si aceasta evolutie trebuie sa fie urmarita plecand de la alti parametri decat temperatura masei de compostare. Dar, apar probleme practice, dupa cum urmeaza:
  - esantionarea masei de compost eterogen cu particule de dimensiuni ridicate (de exemplu pentru a urmari evolutia raportului C/N si a diferitelor forme azotoase).
  - masurarea parametrilor chimici intr-un mediu care nu este lichid.
    - **pH-ul**: teoretic, pH-ul usor acid la pornire, se diminueaza in timpul fazei mezofile in cursul careia se elibereaza acizi organici (hidroliza glucidelor) apoi creste iar in timpul fazei termofile (utilizarea acizilor si producerea de amoniac). Masurarea pH-ului nu este totdeauna reprezentativa caci acesta este, in principiu, o determinare specifica mediului lichid.
    - **Concentratia oxigenului**: exista o buna corelatie intre continutul de oxigen si temperatura care atesta evolutia compostarii. Masurarea concentratiei oxigenului pentru a urmari evolutia procesului pare deci interesanta. Dar aceasta masuratoare este delicata si costisitoare.
    - **Precipitatiile**: in cazul unei compostari in exterior, conditiile climatice pot influenta alegerea tehnicii. Precipitatiile importante la inceputul compostarii pot bloca aerarea si deci cresterea temperaturii, precum si o buna derulare o operatiilor. In climat ploios, trebuie deci trebuie sa se gandeasca o solutie insensibila la conditiile meteorologice, sau sa se urmareasca precipitatiile si sa se adapteze tratamentul.

#### ***4.4.5.3. Maturarea***

Faza de maturare intervine atunci cand majoritatea materiilor volatile au fost consumate de populatia microbiana care se diminueaza si, in consecinta, necesarul de oxigen. Temperatura descreste sub 40 °C . Aceasta faza , in cursul careia se produce humificarea produsilor, ajunge in final la o stabilizare a compostului. Trebuie sa dureze cel putin de o luna. Este caracterizata prin reactii lente, facand sa intervina populatii microbiene complexe. Este important, pentru a reduce la minim suprafata de stocare necesara, sa se determine simplu si repede starea de maturitate a compostului, deci de a obtine un grad al stabilizarii suficient pentru a permite o incorporare in sol sau in suportul de cultura fara riscurile unei arsuri pentru radacinile vegetalelor sau alte efecte depresive (foamea de azot).... Exista mai multe teste (respiratorii, fizico-chimice, calorimetrice etc...) pentru a urmari maturarea:

- estimarea consumului de oxigen al compostului: masurarea depresiunii create prin consumul de oxigen al unui esantion plasat in incinta etansa, gazul carbonic produs fiind captat in soda (NaOH).
- extractia pe cale alcalina a acizilor humici ai compostului, a caror culoare variaza in functie de maturitate.
- test de azot solubil
- test de sulfuri
- teste de crestere cu creson (*Nasturium*).

#### ***4.4.5.4. Eficacitatea compostarii***

O compostare eficace imbunatateste calitatea namolului. Aceasta va putea fi vazuta urmarind trei criterii esentiale: distrugerea germenilor patogeni, eliminarea apei, valoarea agricola.

- **Distrugerea germenilor patogeni**: sursa principala de microorganisme infectioase intalnita in namoluri este constitita din excrementele umane. Formele patogene cele mai rezistente sunt chistii de protozoare, sporii bacterieni, ouale de ascar, bacteriofagi $T_2$. Exista o asociere de 5 fenomene care asigura distrugerea micro-organismelor. Acestea sunt in ordine descrescatoare a eficacitatii:

- actiunea temperaturii crescute: la temperatura inferioara valorii de 45°C, durata de viata a bacteriilor patogene este de 180 – 240 zile si decit citeva zile la 45–50 °C.
- durata expunerii: o temperatura de 55 °C timp de 2 – 3 zile asigura o reducere aproape totala a riscurilor:
- distrugerea elementelor nutritive: in special, speciile patogene sunt dezavantajate prin exigentele nutritive particulare;
- secretia substantelor antibiotice, de catre actinomicete si ciuperci de exemplu.
- modificarea caracteristicilor fizice si chimice in masa in curs de compostare. Ca efect, activitatea combinata a tuturor organismelor prezente in masa contribuie la modificarea caracteristicilor de substrat in sensul defavorabil organismelor patogene.

Procesele in cauza nu vor fi eficiente decit daca toata masa este expusa la temperaturi letale, fie simultan, fie succesiv. Va fi necesar sa se evite "buzunarele reci" (umede) atunci cind amestecarea se realizeaza. Cum pentru toate procedeele se face apel la microorganisme, nu este posibil sa se evite fenomenele de recolonizare prin germeni indezirabili care asigura tratarea cit mai omogena posibil.

Daca exista un risc de propagare a bolilor legate de utilizarea incorecta si fara tratare a namolurilor din statiile de epurare, compostarea trebuie sa-l reduca considerabil.

- **Eliminarea apei consecutiv cu aerarea si fenomenele de termogeneza**: Continutul de materii uscate in compostul maturat trebuie sa atinga 60 – 70 % pentru :
  - a asigura o perdere in greutate importanta din masa compostului.
  - a putea recicla compostului in scopul controlarii umiditatii initiale si limitarii consumului de agenti de structurare;
  - a impiedica orice dezvoltare de germeni patogeni.

Controlul acestor fenomene se dovedeste a fi o experienta foarte importanta pentru asigurarea unei bune compostari: reducerea consumului de agent de structurare, calitatea compostului., etc....

- **Valoarea agronomica a produsului obtinut**: aceasta valoare rezida din continutul in elemente fertilizante si in special materii humice si este legata de starea de maturitate a compostului. Testele rapide care determina maturitatea compostului sunt o mare utilitate, permitand de a limita la strictul necesar durata de compostare si de maturare si deci costul de operare, evitand problemele de toxicitate a compostului imatur. Pentru anumite utilizari, aceste teste sunt foarte importante: de exemplu, utilizarea compostului imatur in stratul cald al ciupercariilor. Determinarea valorii agronomice a compostului ridica un numar de probleme:
  - dificultati legate de analizele produsului solid (chimia analitica se adreseaza majoritar produsilor in solutie);
  - dificultatile de esantionare intr-o masa compacta care poate atinge mai multe tone ;
  - dificultatile privind determinarea analizelor necesar a fi utilizate.

Exigentele fata de compost variaza in functie de utilizarea prevazuta. Se convine asupra unei aproprieri de utilizatorii potentiali inainte de stabilirea filierei in scopul de a tine cont de nevoile utilizatorilor locali. Ceea ce inseamna, masurarea valorii agronomice a produsului final tinand cont de studiile de piata prealabile compostarii in scopul obtinerii unui produs satisfacator pentru utilizare. Totodata, este bine evident ca un anumit numar de analize trebuie sa se faca in toate cazurilor, caci ele sunt revelatoare asupra calitatii compostului:

- capacitatea de retentie a apei - exprimata in % din masa esantionului uscat (uscare la 105 °C);
- densitatea aparenta, exprimata in grame de materie uscata (SU) pe litru de esantion;
- continutul in saruri nutritive : $P2O_5$ – NTK – $K_2$ O;

- salinitatea ( conductivitate sau rezistivitate);
- pH, adesea caracteristic starii compostului;
- oligo-elemente: Mn, Fe,Zn, Cu, Co;
- elemente toxice : Ni,Pb,Cd,Cr,Hg;
- analiza "materiilor organice" pune numeroase probleme. Acest parametru nu corespunde unui element sau corp chimic putand face obiectul unei analize simple. Se vor gasi mai multe alternative: determinarea MVS, a continutului de carbon organic total (TOC), detrminarea celulozei, a acizilor humici, etc....

Mai mult, pe plan agronomic, esantioanele de diferite origini chiar daca dau acelasi rezultat la analizele fizico-chimice pot avea comportament diferit la aplicare pe camp. Din acest considerent metoda care trebuie sa fie retinuta este aceea a utilizatorului compostului si care sa-i permita compararea diferitele produse pe care le utilizeaza.

#### *4.4.5.5 Tehnicile dezvoltate*

Acest paragraf are ca obiect enumerarea diverselor tehnici dezvoltate in Franta. Tehnicile de compostare pot fi clasate astfel:

- **compostarea in bioreactor**: prima etapa a fermentarii are loc intr-o incinta inchisa (reactor), o aerare fortata permite o accelerare a primei faze a compostarii. Ea este urmata de o faza de maturare in vrac. Se gaseste inclusa in sistemele BAV si TRIGA.
- **compostarea in gramada (stiva)**: produsii compostarii sunt dispusi intr-o garmada aerata printr-o ventilatie naturala ( testata de CREATE) sau o aerare fortata (sistem Beltsville – Rutgers si Bioterra).
- **compostarea in brazda rasturnata**: amestecul compostului este dispus in linii numite " brazde". Intoarcerea efectuata de masini apropiate, permite redarea unei structuri poroase in gramada, relansarea aerarii naturale. Acestea sunt sistemele C400 si SCARABEE.
- **Compostarea asociata cu reintoarcerea si ventilarea fortata:** amestecul compostului aste supus reintoarcerii in interiorul reactorului longitudinal si unei aerari fortate prin ventilatie. Sistem SILODA.

## 4.4.6. STABILIZAREA AEROBA A NAMOLURILOR

### *4.4.6.1. Stabilizarea aeroba clasica*

Stabilizarea aerobica , ca si numele sau, se bazeaza pe fenomenele biologice esential aerobe. Este o aerare prelungita a namolului care este provocata pentru dezvoltarea microorganismelor de la perioada de sinteza a celulelor si de epuizare a substratului pana la realizarea autooxidarii lor. Este un mecanism de respiratie endogena. Materialul celular ($C_5H_7NO_2$) este transformat dupa relatia urmatoare:

$$C_5H_7NO_2 + 5O2 \ldots.> 5\ CO_2 + NH_3 + 2H_2O$$

Amoniul este apoi oxidat, ceea ce permite scrierea ecuatiei globale:

$$C_5H_7NO_2 + 7O_2 \ldots.> 5CO_2 + NO_3^- + H^{++}\ 3H_2O$$

Se constata o crestere importanta a pH-ului daca alcalinitatea (TAC) apei este insuficienta.

- **Factori predominanti:** Randamentul de distrugere a materiilor organice variaza foarte larg in functie de timp, temperatura, continutul in oxigen,....

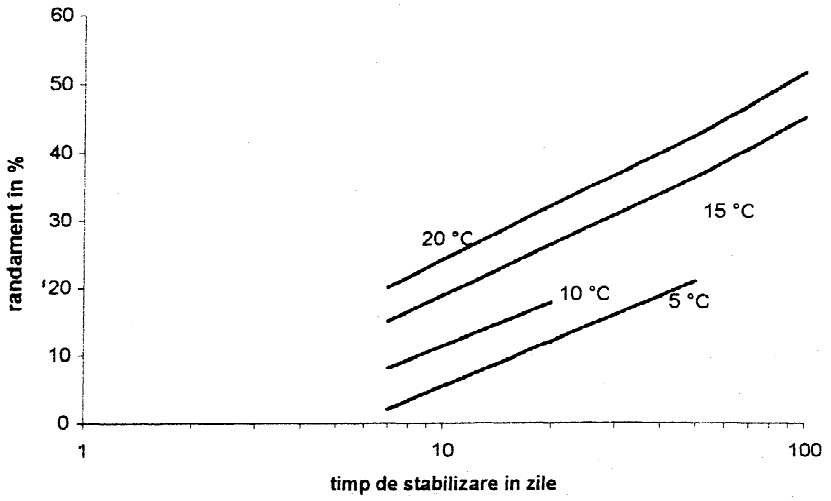



***Figura 4.4.6. Randamentul de stabilizare***

Randamentul (E) are forma de dreapta de tip : E% = p* Log t +q, cu : t: timpul de stabilizare, p si q constante dependente de namol si de conditiile de mediu.

Temperatura este pe timp rece un handicap pentru o buna stabilizare: pentru un timp de stabilizare de 20 zile la 5°C se obtine E = 10 %, pentru 20 ° C E = 35 % pentru un timp de stabilizare de 10 zile la 12 °C, trebuie 15 zile.

Al treilea factor, neneglijabil, este cantitatea de oxigen dizolvat in apa. Trebuie ca aerarea sa fie suficienta pentru a nu limita oxidarea materiilor organice. O concentratie de ordinul 2 mg/l este un optim de atins.

Se poate de asemenea vorbi si de varsta namolului. Acest factor permite de a realiza, daca este suficient, auto-oxidarea namolului in bazinele de aerare: acesta este cazul incarcarii masice de tipul aerare prelungita. Partea energetica necesara pentru realizarea acestei operatii este foarte importanta : 50% din consumul total al statiei.

- **Conceptia si dimensionarea**: stabilizarea aeroba este normal pusa in opera prin lucrari deschise in aer liber. Sistemele de aerare utilizate sunt: fie difuzorii de aer (VIBRAIR, de exemplu), fie aeratoarele de suprafata (ACTIROTOR). Acestea din urma pot provoca, *a la long*, o anumita distrugere mecanica a flocoanelor biologice conducand la o mai dificila deshidratare ulterioara; conduc, de asemenea, la mari pierderi energetice. Insuflarea de aer permite amestecarea namolului foarte concentrat, putand depasi 30 g/l. Stabilizatoarele (sau fermentatoarele) aerobe se compun din una sau mai multe celule. In ultimul caz, dispunerea celulelor in serie permite normal atingerea unui grad de stabilizare mai ridicat si mai omogen. Rata mineralizarii namolului depinde esential de tipul de stationare, de temperatura, la fel ca si de virsta namolului introdus in proces. In tarile reci, stabilizarea aeroba nu este deci recomandata in toate lunile daca nu se iau masuri speciale: izolarea si acoperirea reactorului, incalzirea reactorului eventual. In conditii climatice uzuale, reducerea continutului de materii organice in namol, obtinuta prin stabilizarea aeroba, este foarte sensibil inferioara celei atinse prin fermentare anaeroba. Tabelul de mai jos rezuma calitatile procedeului.

| Stabilizarea aeroba | |
|---|---|
| Produsii de degradare | $CO_2$, $H_2O$, $NO_3^-$ |
| Energia eliberata in mediu lichid de 1 g de materii organice eliminate | 20 kJ |
| Energia produsa sub forma de gaz pe g de materii organice eliminate | nula |
| Viteza de degradare | media |
| Reducerea finala a materiilor organice | redusa |
| $CBO_5$ supernatantului (filtrat) | 30 – 50 mg/l |
| Rezistenta la agentii inhibitori | buna |
| Posibilitatea stocarii de lunga durata | mediocra |
| Filtrabilitatea namolului. | mediocra |

***Tabel 4.4.7. Caracteristicile stabilizarii aerobe a namolului.***

Bazele de calcul urmatoare, date pentru o temperatura de 20°C, permit o abordare primara a dimensionarii :

- Timp de stationare (zile):
  - Namol activat mediu incarcat fara decantare primara : 12 la 18.
  - Namol primar + namol din pat bacterian sau + namol activat mediu incarcat : 15 – 20
- Volum in L/Loc: 40
- Incarcare in materii organice, in kg/m³ de stabilizator pe zi : 2
- Necesarul de oxigen, in kg/zi pe kg de materii organice prezente in stabilizator: 0,1

Coeficientul de transfer al oxigenului dizolvat este evident redus in raport cu cel existent in apa curata, datorita faptului ca lichidul are o mare concentratie. Totodata, conditiile de amestec minim sunt acelea care fixeaza puterea de aerare la instalare. Cu aeratoare cu ax vertical si viteza lenta, aceasta putere este de 30 – 40 Watt / m³ de bazin. Aportul de oxigen este realizat in general sincopat. In cazul insuflarii aerului, se prevede adesea, pentru aceleasi ratiuni, o putere de aerare corespunzatoare, de 5 – 6 m³/ h aer / m² de bazin. Aceste puteri sunt date pentru o concentratie a namolului de ~15 g/l aprox. Formele de stabilizatoare aerobe trebuie sa usureze baleajul hidraulic al radierului echipamentelor. Capacitatea de pompare a aeratoarelor trebuie sa fie ridicata datorita concentratiei namolului: se prevede pentru un aerator o suprafata de 40 W/m³ de bazin.

- **Conducerea unei instalatii**: pentru instalatii importante, ingrosarea prealabila a namolului usureaza conceptia si exploatarea postului de stabilizare aeroba. Permite o alimentare foarte regulata a stabilizatorului si usureaza automatizarea ansamblului unitatii. Din potriva, puterea agitatorului este in general mai ridicata. Daca ingrosarea este realizata in aceeasi incinta ca stabilizarea, este preferabil a dispune de doua unitati care lucreaza alternativ in faza de decantare (urmeaza amestecarea de fund si de suprafata) si in faza de aerare (precedata de alimentarea cu namol). Daca nu exista decit un bazin, aerarea prin insuflare este preferata; aeratoarele mecanice (flotante) nu sunt in efect operational decit pe plaja la nivel foarte restrins. Evacuarea supernatantului dupa decantare este adesea prevazuta la mai multe niveluri. Stabilizatorul poate juca astfel un anumit rol de stocare. Metoda de aerare trebuie sa fie adaptata la variatiile de nivel. Volumul lucrarilor este esential dependent de cadenta ridicarii namolului stabilizat, cea care ramane solutia dificil de aplicat in cazul utilizarii agricole direct a namolului. Se utilizeaza atunci stocarea statica separata, unde este dificil, in absenta aerarii, de a evita o certa reluare a fermentarii cu generare de mirosuri. Aceasta fermentare necontrolata este daunatoare filtrarii namolului. Situatia este mai rea daca aceast echipamant, situat in aval, are o functie de ingrosator, caci supernatantul, se reintoarce in capatul statiei, putind fi extrem de incarcata. In functie de puterea de tamponare a

apei si marimea timpilor de stationare, pH-ul namolului stabilizat poate cobori mai mult sau mai putin accentuat. Valorile net inferioare lui 6 pot fi constatate. Acest fenomen este legat de procesul de nitrificare. Aceasta coborare a pH-ului nu pare a inhiba procesul bacterian, dar este recomandat sa se verifice pH la alti timpi. Pe durata primei saptamani, sau chiar a primei luni de functionare, se constata frecvent o spumare importanta. Spuma, incarcata cu diferite materii, poate ajunge in ingrosator la 20 – 30 cm si este asociata mai multor fenomene: nitrificare – denitrificare, degradare insuficienta a materiei proteice sau tensioactive, concentrarea in lipide si prezenta bacteriilor filamentoase diverse. Concentrarea namolului favorizeaza formarea unei spume foarte compacte. In general, acest fenomen dezagreabil descreste la aducerea in regim a instalatiei, fiind bine prevazut modul de evacuare periodica a acestor spume flotante a caror concentratie in materii in suspensie poate fi foarte ridicata (superioara lui 10%). O crestere a eficacitatii necesita prelungirea timpului de stationare in bazin. Aceasta se obtine prin cresterea concentratiei namolului: dupa opriri de ordinul a 2 ore a aerarii, supernatantul limpede este retrimis in capatul statiei. Acesta operatie esentiala, poate fiautomatizata utilizand produsul program INCORPORER Excel.sheet.

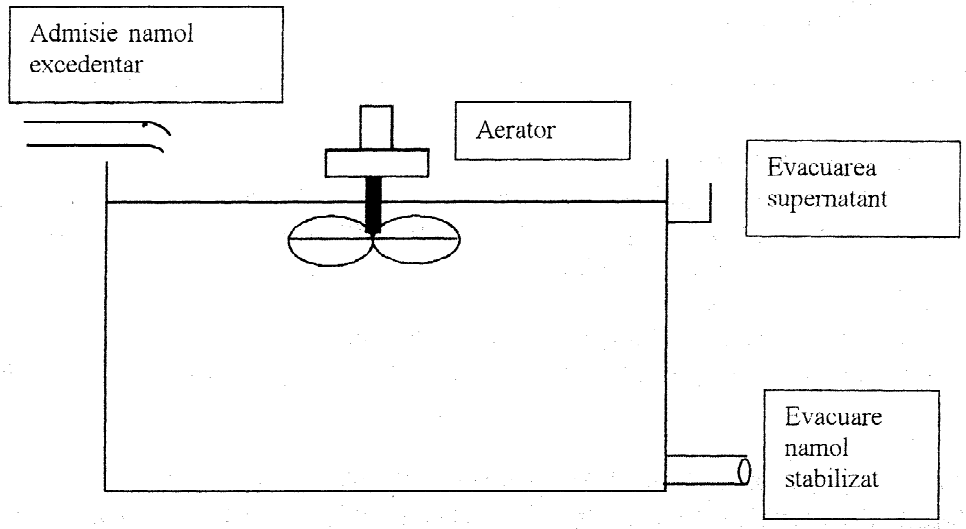



***Figura 4.4.9. Bazin de stabilizare.***

Alimentarea cotidiana a bazinului de stabilizare trebuie sa fie efectuata cu o periodicitate de cateva zile la functionare in regim. Reglarea furnizarii oxigenului trebuie sa fie functie de concentratia namolului prezenta in bazin. Aerarea trebuie sa fie suficienta pentru a nu limita oxidarea materiei organice. Concentratiile de ordinul a 2 mg/l oxigen dizolvat in apa sunt in general un optim urmarit. Returnarea supernatantului in bazinul de aerare trebuie sa asigure cresterea concentratiei namolului.

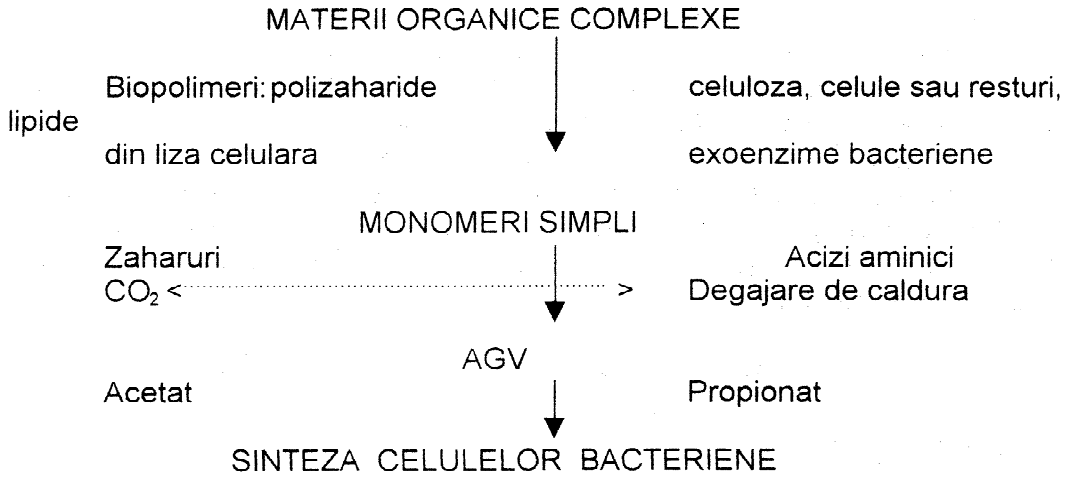
- **Eficacitatea**: eficacitatea stabilizarii aerobe este adesea relevata ca fiind indoielnica. O parte a acestor rezultate mediocre sunt influentate de o exploatare neoptimizata. Aceste bazine putin alimentate cu energie termica prin aportul de apa a carui temperatura coboara foarte rapid in perioada de iarna (frecvent pina la inghet). Din acest punct de vedere, utilizarea sistemelor cu insuflare de aer prezinta un anumit avantaj (aerul sub presiune reincalzeste apa). In cazul in care au fost utilizate pentru stabilizarea namolurilor primare sau mixte, bazinele de stabilizare aeroba nu sunt confirmate ca eficiente.
- **Avantaje - dezavantaje**

| Avantaje | Dezavantaje |
|---|---|
| - Costul investitiei redus in raport cu fermentarea anaeroba.<br>- Eficacitate suficienta (daca instalatia functioneaza corect).<br>- Putin sensibila la variatiile de debit, pH. aport punctual de toxicitate. | -Eficacitate nu intotdeuna obtinuta<br>- Costuri de exploatare ridicate (consum electric important: 400 kWh/T de materii in suspensie).<br>- Exploatare delicata.<br>- Slaba reducere a germenilor patogeni<br>$R^{dt}$ = 80 % |

***Tabel 4.4.8: Avantajele si dezavantajele stabilizarii aerobe.***

**4.4.6.2. Stabilizare aeroba termofila**

Termenul de stabilizare aeroba termofila este utilizat pentru a caracteriza stabilizarea aeroba cu limitarea pierderilor de caldura pentru a profita de caracterul exoterm al reactiilor de oxidare ale materiei organice si de a aduce temperatura namolului la 50 ° C. Aceasta degradare se efectueaza in trei faze:




***Schema 4.4.10: Fazele de stabilizare aeroba termofila.***

Daca un namol proaspat prezinta un potential (rH) de ordinul 0 mV, prin fermentare acesta ajunge la + 200 mV pentru un timp de stationare de 25 zile. Urmarirea degradarii compusilor constituenti ai namolului permite stabilirea fractiei mai dificil sau mai bine degradabile (tabel 4.4.9.). Apare ca acest procedeu prezinta performante interesante de cate ori are loc eliminarea proteinelor si lipidelor. Degradarea, intr-un asemenea digestor, a grasimilor rezultate din separatorul de grasimi, pretratate poate cu adevarat sa fie o perspectiva de studiat. Rezultatele obtinute pe celuloza pot fi incurajatoare, atunci cand se cunoaste rezistenta prezentata de aceste moleculele grosiere la digestie aeroba sau aneroba. In sfarsit, cu valori de 21 % ale randamentului de eliminare pe lignina, acest procedeu asigura o degradare corecta a acestui polimer heterogen foarte solubil in apa si dificil fermentabil.

| Parametri | Namol proaspat | | Namol stabilizat | | Eliminare % |
|---|---|---|---|---|---|
| | g/l | % MVS | g/l | % MVS | |
| Materii uscate | 41,9 | | | | 41 |
| Materii volatile in suspensie | | | 24.9 | | |
| Proteine | 31,5 | | 13,6 | | 57 |
| Lipide | 10.4 | 33 | 1,4 | 10 | 86,5 |
| Polizaharide | 5.8 | 18,4 | 0,2 | 1,5 | 97 |
| Celuloza | 0,4 | 1,3 | 0,25 | 1,8 | 38 |
| Hemiceluloza | 4.2 | 13,3 | 2 | 14,7 | 52 |
| Lignina | 5.9 | 18,7 | 4,2 | 30,9 | 29 |
| Fractie nedeterminata | 3.9 | 12,4 | 3,1 | 22,8 | 21 |
| | 0.9 | 2,9 | 2,45 | 18 | |

***Tabel 4.4.9: Compozitia materiilor volatile din suspensii a namolurilor proaspete si stabilizate.***

Daca se compara performantele oferite de stabilizarea aeroba termofila cu cele ale procedeului conventional (tab. 4.4.10.), se obtin rezultate semnificative privind posibilitatii oferite de aceasta tehnica. Fermentarea aeroba termofila permite obtinerea reducerii materiilor volatile din suspensii, deci o buna mineralizare a namolului. Principala incidenta se remarca la nivelul tratamentului de deshidratare. Namolurile care au fost supuse acestui tratament sunt mai usor deshidratabile. Rezultate analoge au fost publicate de KELLY (1990) si TRAN (1990) fara ca nici o explicatie definitiva sa fi fost gasita. Procentajele ridicate ale compusilor fibrosi in namolul tratat (68% materie organica) este probabil principala ratiune de crestere a gradului de deshidratare a namolului. Efectele sunt duble: un mai mic consum de polimer si un volum restrans de namol la evacuare. Este de mentionat ca puterea aerarii intretine fenomenele de spumare din reactor. Pentru a elimina acest inconvenient este necesar sa se instaleze un dispozitiv de distrugere a spumei in partea superioara a reactorului.

| Parametri | Fermentarea anaeroba conventionala | | | Fermentare aeroba termofila | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura ($^0$C) | 21 | | | 43 | | |
| Timp de sejur ( zi) | 25 | | | 25 | | |
| | Intrare | Iesire | %Eliminare | Intrare | Iesire | % Eliminare |
| Materii in suspensie ( g/l) | 38,2 | 36,2 | 5 | 41.9 | 24.9 | 40.6 |
| Materii volatile in suspenie ( g/l) | 29,8 | 25,9 | 15 | 31,5 | 13,6 | 56,6 |

***Tabel 4.4.10: Compararea performantelor unui procedeu traditional si cu stabilizarea aeroba termofila.***

Optimizarea volumului unui digestor aerob termofil este dificila. Trebuie ca urmare sa se concilieze interactiunile urmatoare, adesea antagonice:

- cresterea volumului reactorului antreneaza si cresterea timpului de punere in contact, la fel ca pierderea de caldura prin iradiere si prin evaporare,
- o temperatura ridicata induce o cinetica de reactie mai rapida, dar contrar la o putere de aerare mai ridicata pentru a tine cont de solubilitatea mai redusa a oxigenului,
- un consum energetic mai ridicat este favorabil oxigenarii dar cauzeaza pierderi de caldura mai mari.

Stabilizatoarele aeroba suporta destul de rau variatiile mari ale incarcarii, sau tot mai putin, prezentand variatii de temperatura dupa incarcare. In cazul statiilor cu incarcare sezoniera foarte variabila trebuie sa se functioneze mai mut timp la incarcare redusa, existand interesul de a prevedea mai multe unitati. O estimare rapida a cresterii temperaturii T a reactorului poate fi facuta plecand de la relatiile:

**T (°C) = 2,5 CCO ( g/l)** sau **T (°C) = 3,5 MO (materii organice)( g/l)**

unde: T = ecartul de temperatura intre namolul stabilizat si namolul intrat.
CCO = CCO eliminat in reactor.
MO = MO (materii organice) eliminate din rector.

In climat temperat, timpul de stationare de 4 – 6 zile poate permite atingerea unei temperaturi de ordinul a 50°C in reactor si o eliminare de 40 % a materiilor organice din namolul care prezinta o concentratie initiala in materii in suspensie de 50 g/l (din care 35 g/l de MO). Cu cat timpul de stationare este mai scurt, cu atat pierderile calorice legate de evacuarea a namolului tratat devin mai preponderente. O reincalzire a namolului brut pe baza namolului stabilizat in schimbatorul de caldura in contracurent este de vizat. In instalatiile de digestie aeroba termofila, dispozitivele particulare trebuie sa fie adoptate pentru reducerea producerii de spuma si emanarii ocazionale de mirosuri neplacute. Spumele formate in reactor sunt extrem de concentrate, datorita concentrarii namolului in materii in suspensie in reactor (pana la 20 % - 30 %); ele pot adesea sa constituie, la nivelul lichiduui, un strat flotant compact prezentand un efect de izolant favorabil in cazul reactoarelor deschise. Productia de mirosuri dezagreabile este legata de temperatura din reactor (emisia vaporilor); aceste mirosuri sunt de asemenea mai deranjante daca introducerea namolurilor brute este prost repartizata in timp; ele sunt evident exacerbate daca capacitatea de oxigenare este limitata. Exploatarile inchise, echipate cu aeratoare de mari dimensiuni, sunt recomandate, castigul energetic al stabilizarii aerobe termofile este atunci redus in raport cu stabilizarea aeroba conventionala. Namolul care iese din digestorul aerob termofil care functioneaza la o temperatura de 60 °C prezinta un continut bacterian inferior celui al digestorului anaerob mezofil. Ouale de Ascaris sunt dificil de detectat si virusii sunt normal absenti. Datorita acestui avantaj particular al fermentarii aerobe termofile pe plan igienic, punerea sa in opera a fost adesea vizata la sfirsitul pasteurizarii. Incercari de durata au aratat ca o " stabilizare aeroba termofila de una la doua zile la 60° C urmata de o fermentare aneroba mezofila dimensionata pentru 80 % din cantitatea de MO continute in namolurile brute" permite dispunerea si stocarea in conditii de siguranta a namolului destinat pentru a fi folosit in agricultura pe pasuni. Aceasta modalitate permite in mod normal sa se evite un aport caloric exterior sistemului pentru a asigura metanizarea namolului. Totodata, instalatia de metanizare trebuie sa comporte normal un echipament de preincalzire a namolurilor (securitate si perioada de demarare).Un post-ingrosator de namol este cateodata constatat. Compostarea este un procedeu aerob care conduce la cresterea temperaturii namolului, dar este pus in lucru pe produsi solizi si poate fi aplicata pe namol deshidratat. Permite o stabilizare si o " igienizare"a namolului.

## 4.4.7. STABILIZAREA ANAEROBA A NAMOLURILOR

### *4.4.7.1. Teoria fermentarii anaerobe*

Fermentarea anaeroba este un procedeu biologic ce permite o degradare avansata a materiilor organice prin fermentare bacteriana producatoare de metan, intr-o incinta inchisa si in absenta aerului.

- **Degradarea materiilor organice**: Fermentarea primeste materii organice provenite din namoluri primare rezultate dupa decantarea primara si limpezire, eventual ingrosate. Aceste materii organice sunt deci produsi cu proprietati particulare. Compusii de baza vor fi biopolimerii precum proteine, hidrati de carbon si lipide. Intr-o prima etapa, substantele particulare vor fi hidrolizate (solubilizate) in scopul de a fi absorbite de microorganisme ca substrat, aceasta fiind faza de lichefiere. Enzimele extracelulare (prin actiune externa celulelor) realizeaza aceasta operatie. Aceasta lichefiere conduce la formarea acizilor liberi, zaharidelor si acizilor grasi. Acestia sunt deci nutrienti pe de o parte pentru microorganisme fermentative si, pe de alta parte, pentru microorganisme oxidante anaerobe. Alti compusi formati intervin in masuri diverse, asemenea cu acetatii, hidrogenul, acizi grasi cu lant molecular scurt. Compusii produsi de catre aceasta lichefiere sunt in continuare descompusi in acetati si hidrogen apoi utilizati de doua grupe de de microorganisme pentru a forma biogaz ($CO_2$, $CH_4$) in cursul unei faze de gazeificare: fermentarea acetatilor, oxidarea hidrogenului. In rezumat se disting deci sase faze in acest procedeu:

1 – hidroliza biopolimerilor
    1 A – hidroliza proteinelor
    1 B – hidroliza hidratilor de carbon
    1 C – hidroliza lipidelor
2 - fermentarea acizilor liberi si zaharidelor
3 – oxidarea aneroba a acizilor grasi si a alcoolilor
4 – oxidarea anaeroba a produsilor intermediari
5 – descompunerea acetatilor
6 – oxidarea hidrogenului la metan (?).

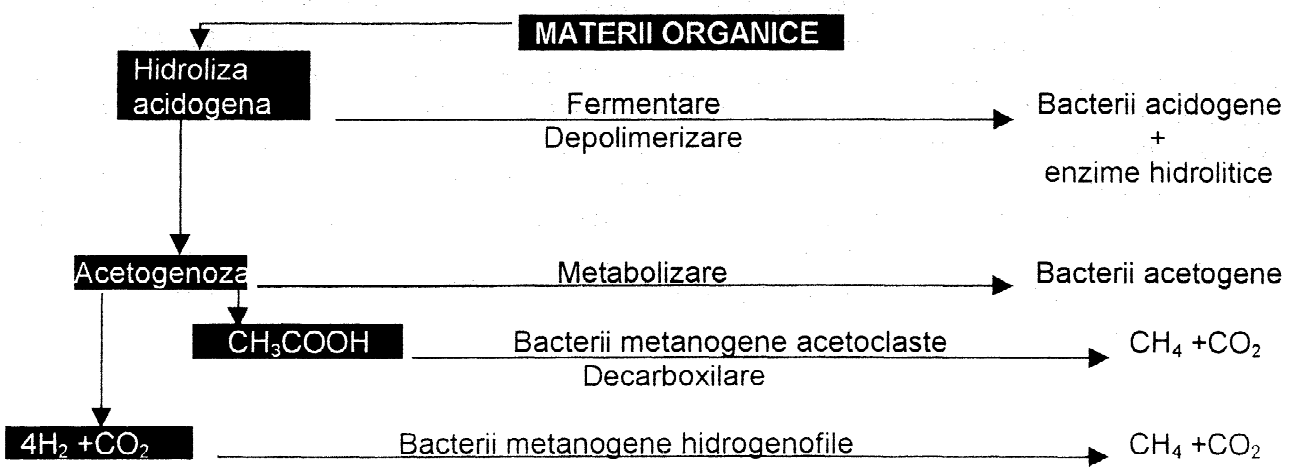



*Figura 4.4.11. Fermentarea anaeroba*

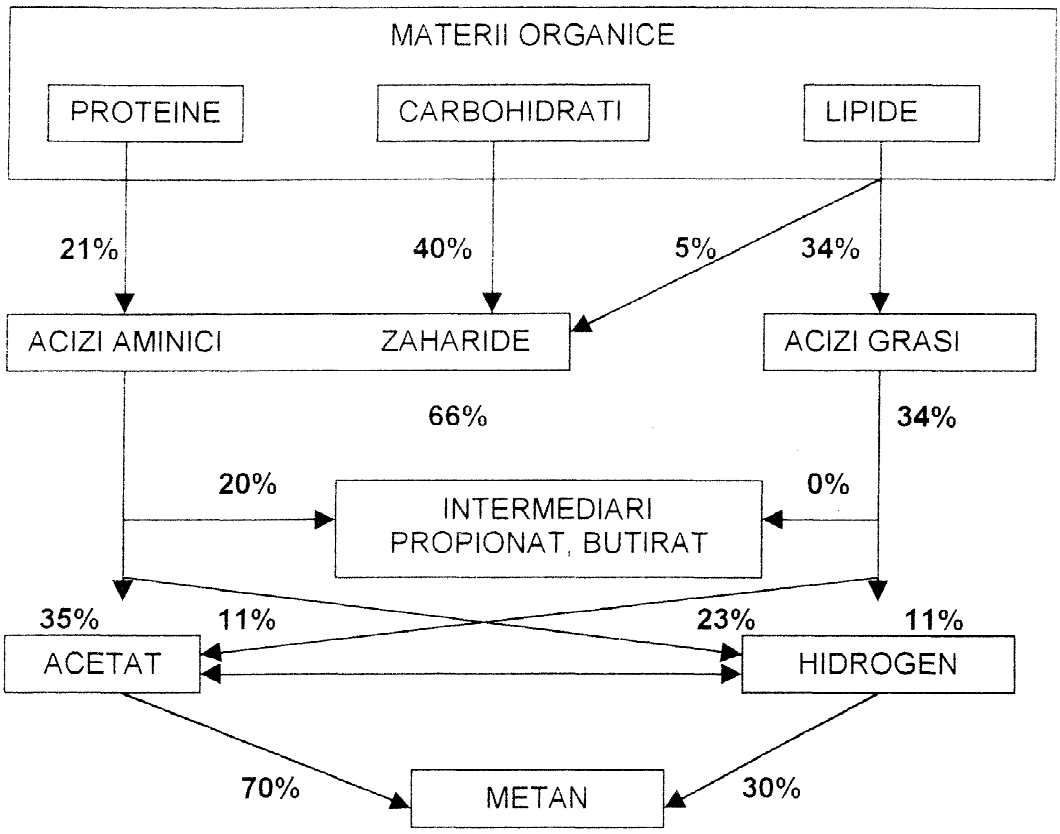



*Figura 4.4.12. Fazele productiei de metan*

- **Hidroliza**: Bacteriile nu pot absorbi direct substantele solide ca substrat, in celulele lor. Procesul pus in joc, datorat enzimelor, este extrem de complex. Depinde in mod intim de temperatura, pH si intensitatea amestecului. Pentru valori acide ale pH-ului, viteza hidrolizei descreste caci lipidele nu mai pot hidroliza. Bacteriile posibile sunt foarte diverse: mezofile sau termofile, strict anaerobe sau facultativ anaerobe, cu timpi de degradare scurti.

- **Fermentarea**: Zaharidele si acizii aminici sunt integral descompusi prin fermentare. Aceasta faza este foarte rapida si completa. Se constata deci, pe ansamblul procedeelor, cresterea sensibila a concentratiilor lor. Acest fenomen nu este decat putin sensibil la valori reduse ale pH-ului. in cursul descompunerii acizilor aminici, amoniacul este eliberat si reactioneaza cu gazul carbonic si formeaza carbonat de amoniu. Exista deci o capacitate teoretica de neutralizare a acizilor formati.

- **Oxidarea anaeroba**: Bacteriile care descompun acizii grasi prin oxidare anaeroba elibereaza putina energie si se dezvolta foarte lent ceea ce necesita un timp de contact foarte lung. In cursul aceastei etape, oxigenul produs trebuie sa fie utilizat de alte bacterii.

- **Oxidarea produsilor intermediari**: Descompunerea butiratului si a propionatului prezinta o cinetica foarte instabila, ceeace poate induce probleme de disfunctionalitate a digestorului.

- **Descompunerea acetatului:** aceasta descompunere genereaza o mare parte a metanului format in cursul digestarii ( 70%). Se regasesc esentialmente 2 grupe de bacterii:
  - intr-un sistem de incarcare redusa cu timpi de stationare lungi (>5 zile) se dezvolta

*Methanotrix*. Aceste bacterii pot utiliza substratul (acetat) pina la concentratii reziduale este foarte mici.

- in sistemele de mare incarcare, ( ts<10 zile) se dezvolta in principal *Methanosarcina* dar care utilizeaza mai putin bine substratul.

In fermentarea anaeroba clasica va trebui deci sa se conteze pe *Methanotrix* (*Methanotrix sohngenii*) care este mai sensibila la variatiile de pH ( pH de inhibitie < 6,8) si prezinta o activitate maxima la pH = 7,4- 7,8. Aceste micro-organisme sunt foarte sensibile la temperaturi scazute. In raport cu temperatura ideala ( 35° C), un soc de 2 – 3 °C antreneaza o reducere a activitatii lor cu aproape 50%.

- **Oxidarea hidrogenului**: In jur de 30 % din metanul format provine din oxidarea hidrogenului. Aceasta oxidare este puternic dependenta de pH (valoarea optima 7,0); la pH = 6 are loc o activitate reziduala foarte slaba. Bacteriile susceptibile de a efectua aceasta oxidare sunt: *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanococcus*, *Methanosarcina*; acestea sunt strict anaerobe.

### *4.4.7.2 Productia de gaz*

In procedeele anaerobe, CCO-ul introdus prin namolul proaspat se va regasi aproape integral la finele fermentarii. Concret, acesta semnifica ca fractia de CCO distrus se va regasi sub forma de gaz (biogaz). Se poate deci estima productia de gaz la plecand de la reducerea CCO. Mai mult, compozitia initiala a namolului (lipide, hidrati de carbon, proteine) permite sa se calculeze compozitia biogazului (raport $CH_4/CO_2$).

Tabelul 4.4.11 indica valorile aproximative ale compozitiei biogazului.

| COMPUSI ORGANICI | % $CH_4$ | % $CO_2$ |
|---|---|---|
| Biomasa | 60 | 40 |
| Lipide | 68 – 75 | 32 – 25 |
| Hidrati de carbon | 50 | 50 |
| Proteine | 55 - 71 | 45 – 29 |

***Tabel 4.4.11:Compozitia biogazului ( % $CO_2$ si $CH_4$) in functie de componentele namolului.***

In rezumat, se constata ca hidratii de carbon genereaza un gaz bogat in $CO_2$ care va avea o putere calorica redusa (PCI) si care va arde rau. Din contra, proteinele si adesea lipidele induc un gaz care arde bine si are o putere calorica mare. Din namol proaspat clasic se obtine un gaz de fermentare ( biogaz ) a carui compozitie medie in $CH_4$ este de 6 –70 %.

### 4.4.7.3. Calitatea gazului

Gazul format ($CH_4$ si $CO_2$) prezinta, ca produse ale diferitelor reactii care au loc, numeroase impuritati cum ar fi hidrogen, hidrogen sulfurat, urme de azot.

| Gaz | % medie |
|---|---|
| $CH_4$ | 55 - 75 |
| $CO_2$ | 25 - 40 |
| $N_2$ | 0 – 7 |
| $H_2$ | 1 - 5 |
| $H_2S$ | 0,1 – 0,5 |

***Tabel 4.4.12: Compozitia medie a biogazului.***

## 4.4.7.4. Cantitatea de gaz produsa

Fermentarea anaeroba a namolului conduce la formarea a numerosi metaboliti gazosi, expresie cea mai uzuala fiind cea care se raporteaza la materiile volatile introduse (MVS).Volumul de gaz produs, obisnuit observat (in functionare normala a fermentarii), se situeaza intr-un domeniu de 900 – 1000 NL de gaz pe kg de MVS distruse.

| Compozitie | Productie de $CH_4$, NL /kg MVS |
|---|---|
| Hidrati de carbon | 420 - 470 |
| Lipide | 1000 |
| Proteine | 450 - 550 |

***Tabel 4.4.13: Productia de gaz (in NL) /kg de compus fermentat.***

### *4.4.7.5 Rezultatele fermentarii*

Se observa o reducere 45 – 50 % a continutului de MVS ori 30% a MS introduse, ceea ce reduce destul instalatia de deshidratare. Daca decantorul primar este generalizat pe statiile de epurare, aceste procentaje de reducere pot atinge 55 – 58 %.

- **Productia de gaz**: Este un criteriu simplu, cel mai sigur, de apreciere al functionarii fermentarii. O fermentare stabilizata conduce la producerea unui gaz care contine esential metan ( aprox. 65 %) si gaz carbonic $CO_2$ ( aprox. 35%), cu mici cantitati de hidrogen, azot, etilena si alte hidrocarburi, oxigen si hidrogen sulfurat ($H_2S$) . Acest din urma compus, chiar in cantitate redusa este principalul responsabil de eventuala corodare a instalatiei. La inceperea fermentarii, continutul de $CO_2$ al gazului este net superior situatiei normale (acelasi fenomen se constata atunci cand fermentatorului ajunge in conditii acide). Graficul 4.4.6 da evolutia randamentului fermentarii- gazeificarii (litru de gaz / kg de MVS introdus) in functie de temperatura si de durata fermentarii. Cu cat temperatura este mai ridicata, cu atat cantitatea de gaz produs creste, dar puterea sa calorica are tendinta de scadere. Puterea calorica inferioara (PCI) a gazului de fermentare este cuprinsa intre 5300 – 6000 kcal/Nm³. Randamentul de gazeificare are tendinta de a creste cu cresterea continutului de materii organice prezente in namolul proaspat.

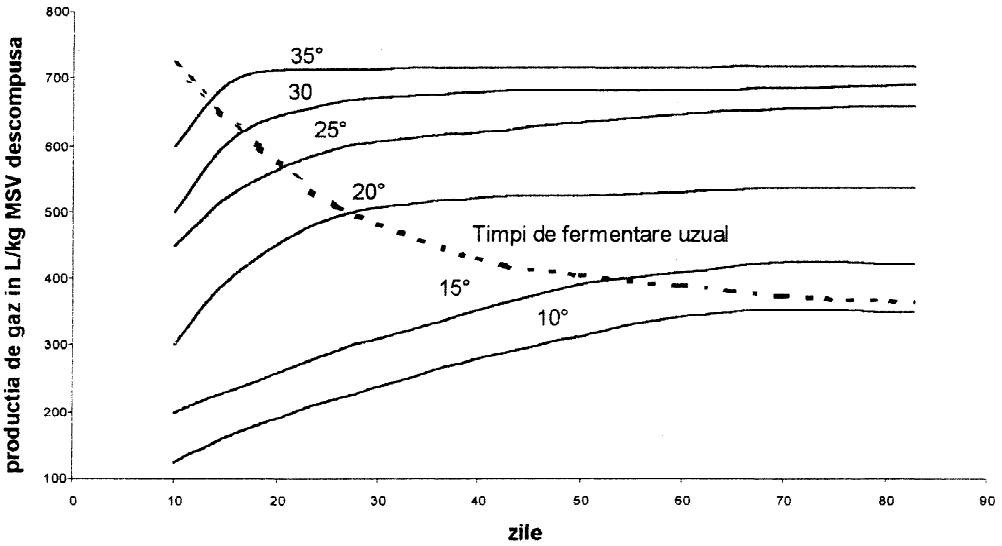



***Figura 4.4.7: Influenta temperaturii asupra productiei de gaz.***

- **Caracteristicile namolului fermentat**: Namolurile proaspete din efluentii orasenesti au o culoare gri sau galbuie; contin materii fecale, grasimi, hartie, ramasite de legume, etc... si sunt urat mirositoare. Namolul, a carui fermentare este suficienta, are o culoare neagra (datorata sulfurii de fier ce provine din reducerea sulfului organic si sulfatilor) si miros de gudron. Practic, nu se mai pot distinge constituentii initiali (cu exceptia parului si anumitor boabe sau seminte de legume). Marea parte a germenilor patogeni este eliminata. Viscozitatea namolului este foarte redusa si drenabilitatea naturala imbunatatita. Ca urmare, materiile coloidale fine raman prezentate in cantitate importanta.

Tabelul 4.4.14 de mai jos schematizeaza evolutia compozitiei materiei uscate din namol dupa o fermentare totala:

| | Namol proaspat | Namol fermentat |
|---|---|---|
| Substante extractibile in eter (materii grase) | 24,5% | 8% |
| Substante solubile in apa (zaharuri, acizi aminici sau organici) | 10% | 5,5% |
| Substante solubile in alcool (rasini, alcaloizi) | 2,5% | 1,5% |
| Celuloza, hemiceluloza | 7% | 2% |
| Lignina | 6% | 8,5% |
| Proteina | 27% | 20% |
| Cenusa | 23% | 55% |

***Tabel 4.4.14: Evolutia compusilor majori in cursul fermentarii***

O descompunere in elemente, din considerente agronomice, poate fi stabilita aproximativ dupa cum urmeaza:

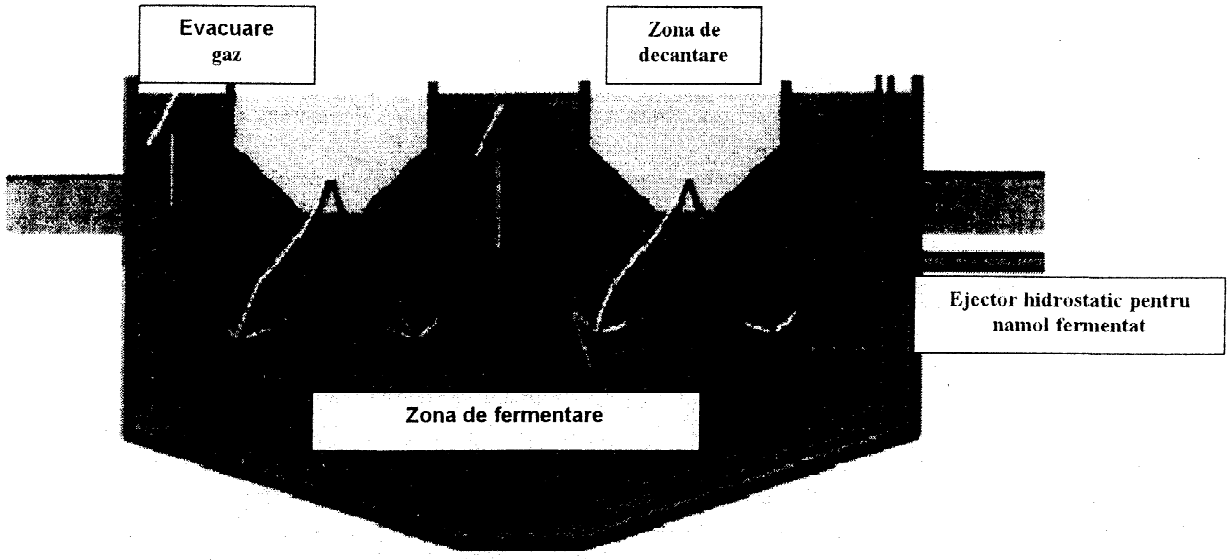
| | |
|---|---|
| Materii organice | 40 – 55% MS |
| $P_2 O_5$ | 1 – 2,5 % MS |
| N | 1,5 – 3 % MS |
| $K_2 O$ | 0,2 – 0,5 % MS |

***Tabel 4.4.15: Compozitia namolurilor fermentate.***

Datorita importantei evacuarilor industriale, va trebui luat in calcul continutul de metale grele, si in particular de zinc,cupru, cadmiu si crom.

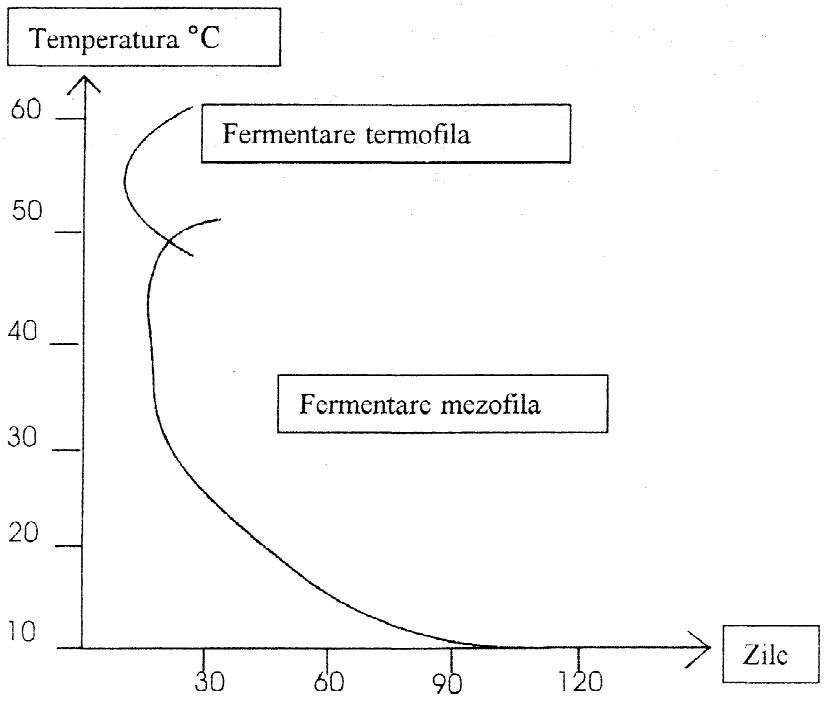
### *4.4.7.6 Diferitele tipuri de fermentare*

- **Fose IMHOFF (sau EMSCHER)**: acesta este cel mai vechi tip de fermentator cunoscut. Este o fosa cu 2 etaje combinand un decantor la partea superioara si un fermentator in partea inferioara. Foarte utilizate pentru epurarea apelor uzate pentru mici eglomerari, nu mai sunt practic mai utilizate datorita:
    1. generalizarii aerarii prelungite si lagunelor;
    2. timpi de stationare foarte lungi care sunt necesari ( >90zile).




*Schema 4.4.13 : Fosa IMHOFF*

- **Fermentarea mezofila si fermentarea termofila:** doua mari clase de bacterii metanice exista, a caror plaja de temperatura de dezvoltare optima este sensibil diferita. Fermentarea termofila permite reducerea timpului de stationare, dar avantajul sau principal rezida intr-o mai buna structura a namolului fermentat, mai usor de deshidratat, cu particule de dimensiuni mai mari.



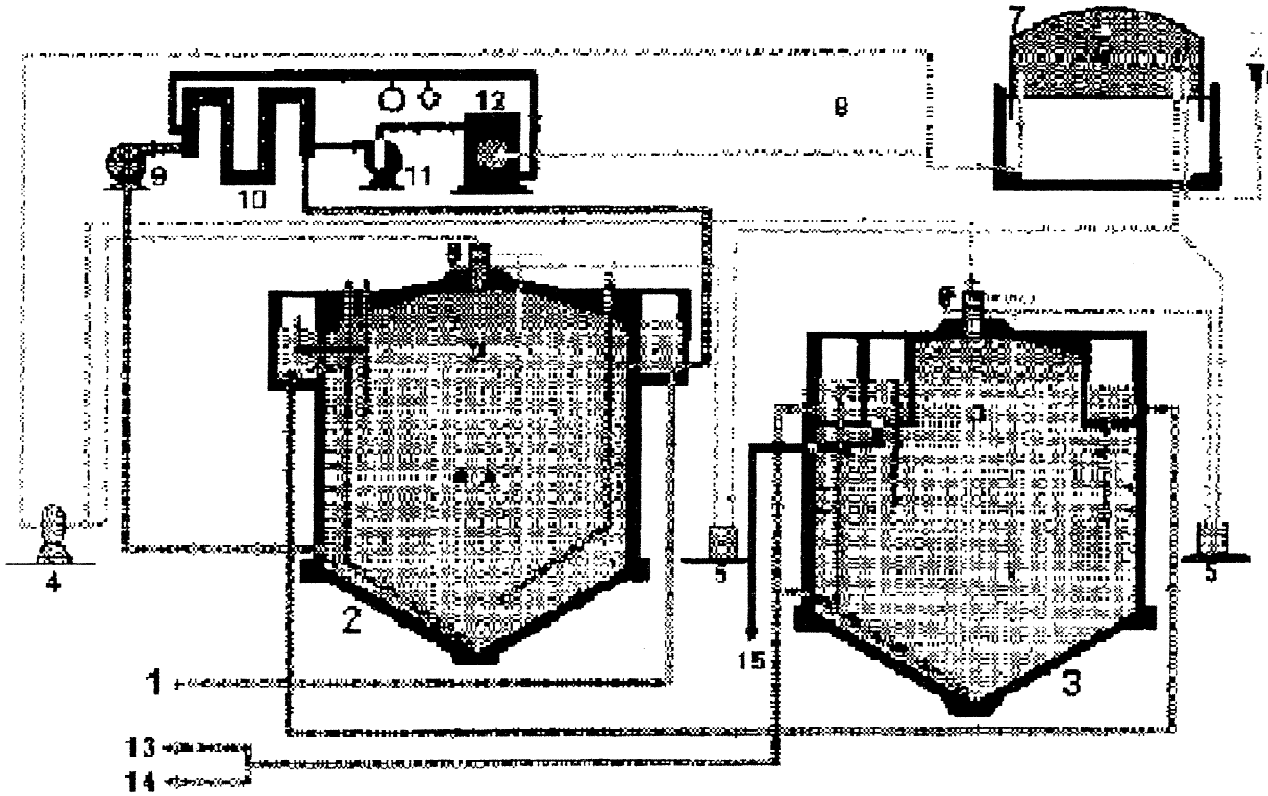

*Grafic 4.4.8: Influenta temperaturii asupra duratei fermentarii.*

Prin urmare, daca reducerea materiilor volatile este mai rapida, reducerea continutului de acizi volatili din namol este asemanatoare. Inconvenientul principal rezida in consumurile de caldura mai mari si o mai mare sensibilitate la modificarile de temperatura si prezenta toxicelor.
Pentru aceste ratiuni, fermentarea mezofila a fost si este, in continuare, procedeul de fermentare mai utilizat si aici se va analiza acest tip de fermentare. Prin urmare se va nota ca fermentarea termofila este tot atit de mult utilizata in C.E.I.

In fermentatorul de mare incarcare, nici un efect ingrosare nu este urmarit toate dispozitivele adoptate avand scopul asigurarii unei viteze de degradare maxima a materiei organice si a unei gazeificari intense. Temperatura de functionare se situeaza in jurul lui 35 °C, amestecul continutului cuvei si namolului proaspat si fermentat este energic. Sunt posibil de atins incarcari care pot depasi 3 kg MVS /$m^3$.zi sau 4 kg de MS si de reducere a timpilor de fermentare la 10 zile. Cu o amestecare extrem de intensa, este posibil de a functiona la incarcarea de 6 kgMVS /$m^3$.zi. Fermentarea la mare incarcare nu este sistematic sinonima cu fermentarea in doua trepte. In fermentatoarele asa zise cu doua trepte, digestoarelel primar cu amestecare si regulat incalzite asigura functionarea fermentarii propriu-zise si digestoarele secundare au ca principale functiuni :

- de a asigura o anumita ingrosare a namolului
- de a termina fermentarea particulelor care, din considerente generate de legile staticii, au stationat in digestorul primar un timp inferior timpului de stationare mediu
- de a facilita evacuarea materiilor flotante
- de a permite stocarea intermediara.

Tendinta moderna este de reducere din ce in ce mai mult a importantei digestoarelor secundare in raport cu digestoarele primare, doarece ingrosarea obtinuta in treapta secundara este foarte redusa. Prin urmare, ingrosarea namolurilor fermentate este foarte lunga, intotdeauna la cald, prin gazul rezidual care se produce. Pe de alta parte, preaplinul evacueaza incarcarea si aceasta poate jena exploatarea bazinelor de aerare. Din contra, este mult mai interesant de a ingrosa namolul proaspat inainte de fermentare caci acesta ingrosare este mult mai usoara si permite, prin cresterea concentratiei, cresterea sensibila a timpului de stationare in digestor pentru o incarcare volumica data ( in kg MVS/$m^3$zi.).



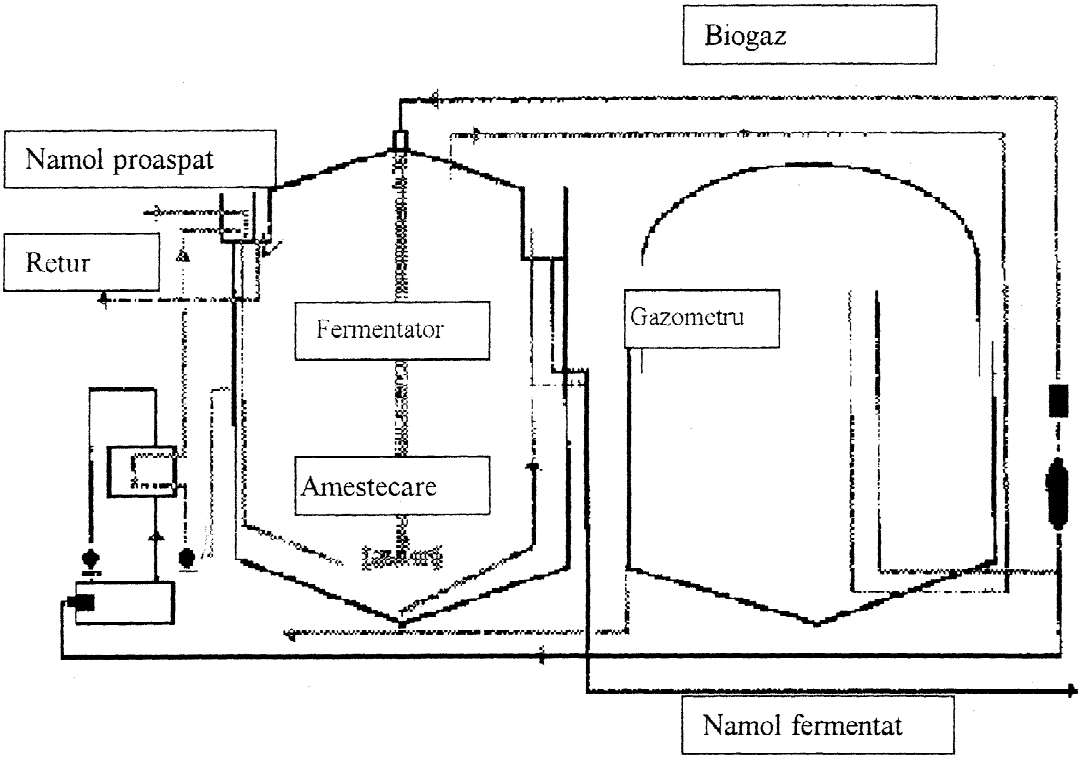

| | | |
|---|---|---|
| Admisie namol proaspa | 6 – Sifon | 11 – Pompa de apa cal |
| Fermentator primar | 7 – Gazometru | 12 – Incalzitor |
| Fermentator secundar | 8 – La incalzire si compresoare | 13 – La tratarea finala |
| Compresor de gaz | 9 – Pompa de recirculare namol | 14 – La lagunare |
| Vas de purja | 10 – Schimbator de caldura | 15 – Supernatant event |

***Schema 4.4.15: Schema fermentarii in doua trepte cu amestecare cu gazul.***

- **Fermentarea incalzita si neincalzita**: Primele aplicatii ale fermentarii au fost acelea ale fosei IMHOFF sau foselor dublu etajate care sunt regasite la predecantarea apei brute si fermentarea namolurilor. Temperatura de fermentare este sensibila egala cu cea a apei. Dar, activitatea bacteriilor metanice este considerabil influentata de temperatura. Timpii de stationare necesari sunt direct dependenti de aceasta. Pe de alta parte, sub o anumita temperatura (vecina cu 8 –10 °C), fermentarea metanica este practic stopata. Din aceasta cauza, instalatiile de fermentare neincalzite care sunt practic abandonate in Franta caci ele necesita timpi de stationare foarte lungi ( de ordinul a 100 de zile) pentru a prezenta o stabilitate in functionare suficienta; ele nu sunt inca puse in opera decat pentru statii mici de epurare. Absenta dispozitivelor de incalzire corecta si neputinta in fata socurilor de temperatura sunt explicatii majore a esecurilor intilnite pentru instalatiile de fermentare anaerobe.

- **Fermentarea de medie sau de inalta incarcare**: In fermentarea de incarcare medie, se cauta sa se realizeze in aceiasi cuva fermentarea pentru namolul fermentat. Datorita acestui fapt continutul digestorului nu este amestecat in intregime si temperatura de functionare este adesea inferioara valorii de 35 °C, uzual cuprinsa intre 25 – 30 °C, cu scopul de a nu provoaca o foarte puternica degajare a gazului in masa namolului in curs de ingrosare la baza utilajului. Instalatia este echipata cu dispozitive permanente:
  - reincalzirea namolului
  - amestecul moderat al namolului proaspat cu namolul in curs de fermentare
  - eliminarea "capacului" constituit din spuma ingrosate, format la partea superioara de catre grasimi, fibre si alte materiale de mica densitate.

La adaugarea namolului proaspat, un prea-plin relativ putin incarcat este gegajat de digestor cu ajutorul unui sistem cu priza telescopica care permite prelevarea in zona mai favorabil situata, in general in "banda de apa", zona intermediara situata intre o anumita cantitate de namol flotant si namol greu, in curs de fermentare. In functie de temperatura de functionare si dispozitivele de amestecare adoptate, fermentatoarele de medie incarcare sunt dimensionate pentru o incarcare cuprinsa intre 0,8 si 1,2 kgMVS/m$^3$zi si un timp de stationare de 30 – 40 zile. Dar, utilizarea maxima a unei instalatii de fermentare este obtinuta prin functionare la incarcari mari.

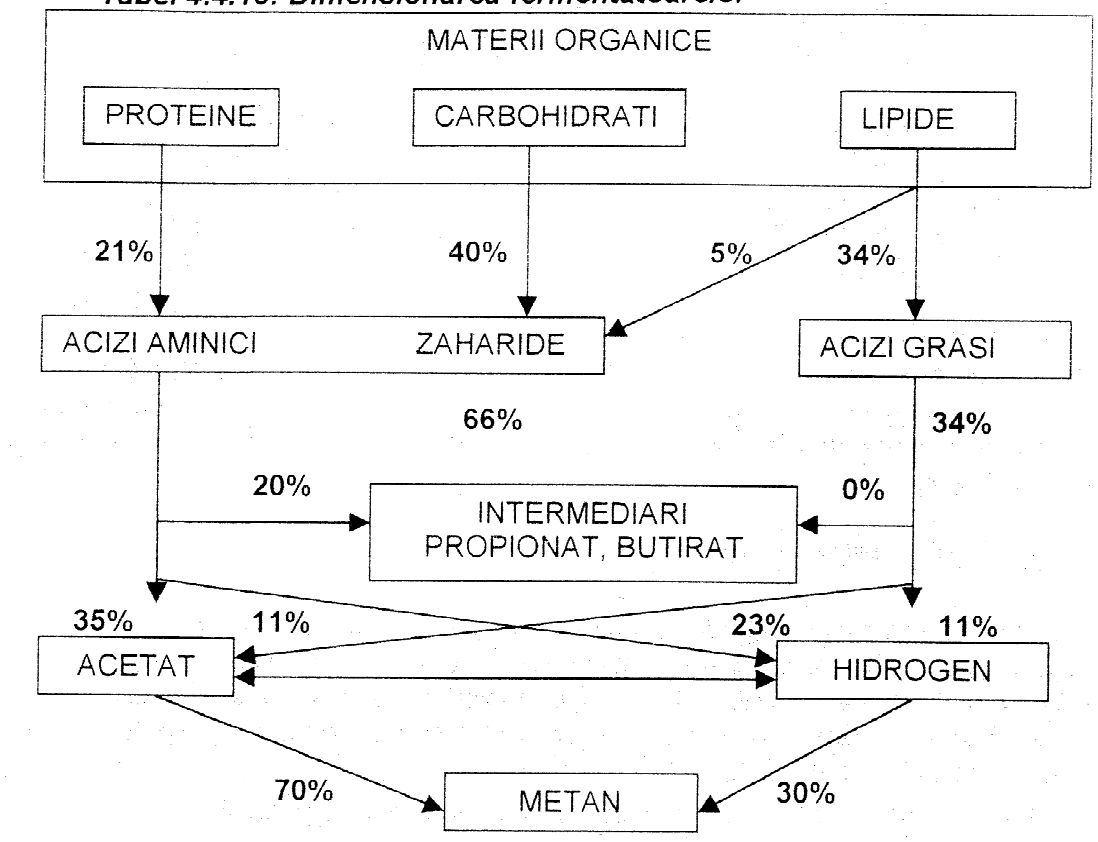



***Schema 4.4.14: Fermentator de medie incarcare***

Tabel 4.4.15 indica datele de baza ale dimensionarii diferitelor digestoare:

| | Fermentare primara | | Fermentare secundara | Temperatura |
|---|---|---|---|---|
| | MVS ($kg/m^3zi$) | Ts (zi ) | T s (zi) | ($^0C$) |
| Medie incarcare | 0,8 – 1,2 | 30 - 40 | - | 25 |
| Mare incarcare (treapta 1) | 1,5 – 2 | 20 – 25 | - | - |
| Mare incarcare (treapta 2) | 2 - 3 | 12 – 16 | 3 - 4 | 30 |

***Tabel 4.4.15: Dimensionarea fermentatoarelor***



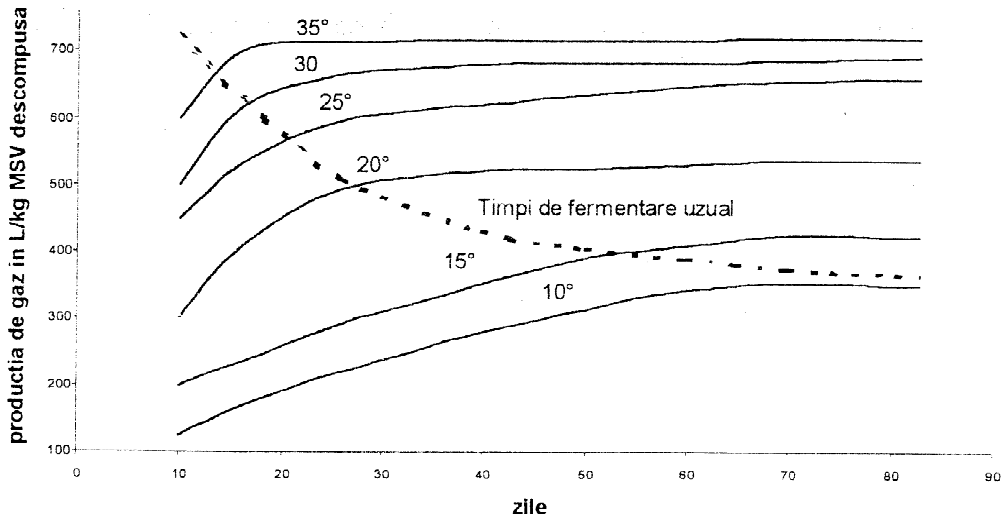




***Figura 4.4.7: Influenta temperaturii asupra productiei de gaz.***

к содержанию

# Recomandări privind exploatarea şi întreţinerea pentru diferitori tipuri de pompe.

1. Exploatarea pompelor instalate în staţiile de pompare trebuie să fie efectuată conform Instrucţiunii de exploatare şi întreţinere.

2. Instrucţiunile de exploatare şi întreţinere pentru utilajele respective trebuie să fie păstrate în totdeauna în apropierea pompelor sau într-un loc special rezervat, accesibil în permanenţă pentru personalul de exploatare.

3. Pentru a preveni avariile sau accidentele grave în timpul punerii în funcţiune a pompei se vor respecta următoarele:

- punerea în funcţiune a pompei se va face numai de către personalul calificat şi şcolarizat;
- instrucţiunile privind securitatea muncii vor fi respectate în permanenţă;
- orice persoană care exploatează pompele trebuie să primească, să citească şi să înţeleagă Instrucţiunea de exploatare şi întreţinere. Aceasta se va confirma printr-o semnătură în lista operatorilor pompelor;
- înainte de a pune în funcţiune, pompa se vor verifica toate dispozitivele de siguranţă şi sistemele de oprire de avarie;
- reglările electrice şi mecanice vor fi executate numai de specialişti calificaţi şi autorizaţi;
- pompa poate fi utilizată numai în condiţii de lucru specificate.

4. Înainte de introducerea pompelor în lichidul pompat se vor verifica următoarele:

- ghidarea cablului trebuie să fie fără bucle, uşor întins;
- bazinul pompelor trebuie să fie curăţat;
- sistemul de conducte de aspiraţie şi de refulare trebuie să fie curăţit iar toate vanele necesare pentru pompare urmează a fi deschise;
- carcasa pompelor trebuie să fie inundată, adică umplută complet cu lichid fără urme de aer;

- toate accesoriile, sistemul de conducte și sistemul de suspendare trebuie să fie fixate bine;

- sistemele de comandă a nivelului și de protecție împotriva mersului pe uscat urmează a fi verificate. Înainte de punere a pompii în funcțiune, se va efectua o probă de izolație a cablurilor electrice și bobinajului și o verificare a nivelului de umplire cu ulei. Uleiul trebuie să ajunge pînă la margina inferioară a golului de umplere cu ulei pentru pompele submersibile, ori în conformitate cu indicațiile a pașaportului sau a manualului de exploatare;

- sensul de rotație a arborelui pompei se va verifica conform manualului de exploatare.

-

Se interzice introducerea mînilor în gura de aspirație sau de refulare în timpul funcționării pompei!

5.Înainte de pune în funcțiune pompa, se vor verifica următoarele elemente:

- tensiunea de funcționare a motorului electric. Abaterea admisibilă: ± 5 % din tensiunea nominală;

- frecvența curentului electric. Abaterea admisibilă: ± 2 % din frecvența nominală;

- curentul absorbit. Abaterea admisibilă între faze este de max. 5 %;

- diferența de tensiune dintre faze - max. 1 %;

- numărul de porniri și opriri a pompelor pe oră trebuie să fie nu mai mult de o singură dată -pentru nivelul minim de ape uzate în bazin și nu mai mult de 15 ori- pentru nivelul maxim;

6. Pompele, sistemele de conducte tehnologice și accesorii trebuie să fie supuse regulat inspecției și întreținerii adecvate. Limita de timp pentru întreținerea lor este stabilită de către producător și este valabilă pentru condițiile obișnuite de exploatare. Instrucțiunile trebuie să fie respectate strict și precis. În perioada de exploatare a pompelor pot fi executate numai lucrările de reparație și întreținere, stabilite de producător.

7.Pe parcursul exploatării pompelor se vor folosi numai piese originale de la producător și lubrifianții recomandați.

8. Pompa poate funcționa pe uscat numai timp de max. 10 secunde pentru a verifica sensul de rotație. Proba de funcționare a pompei se va executa conform instrucțiunilor de exploatare.

9.Se recomandă de a efectua o revizie generală a pompei în termen de o dată în fiecare trei ani, dacă pompa este exploatată în condiții normale, și la fiecare 1,5 ani- în cazul exploatării pompei în condiții nefavorabile (mediu puternic abraziv, coroziv etc.).

10. Reviziile generale pot fi efectuate numai de către producător sau de un atelier de servicii autorizat.

11.Intervalele de întreținere pentru pompele submersibile, de pildă, tip FA, constituie:

- **lunar:** verificarea curentului absorbit și a tensiunii; verificarea releelor de declanșare a termistorilor și a sensorilor de umiditate;
- **la fiecare 6 luni:** rezistența de izolație a cablurilor de alimentare cu energie electrică, controlul vizual al suporturilor cablurilor de alimentare, precum și dispozitivelor de suspendare și de ridicat;
- **anual:** controlul funcționării dispozitivelor de siguranță și de comandă; controlul nivelul și calitatea etc. uleiului; schimbarea uleiului, dacă este necesar.

12. Dacă pompa a fost deconectată de către un dispozitiv de protecție, ea nu poate fi pornită din nou pînă cînd defecțiunea nu a fost remediată. Dispozitivele defectate trebuie să fie înlocuite imediat.

к содержанию

# EXTRAS
## din Registrul de Stat al mijloacelor de măsurare al Republicii Moldova
**(извлечение из Государственного реестра средств измерений Республики Молдова)**

Перевод

**Ультразвуковые и электромагнитные приборы измерения расхода и количество природных и сточных вод в трубопроводах и открытых каналах, включенные в Государственный реестр приборов учета Республики Молдова**

| Тип прибора | Завод-фирма изготовитель | Фирма импортер приборов | Назначение прибора | Краткая техническая характеристика прибора | Номер регистрации в Госреестре |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **ДРК-3** датчики расхода воды кореляционные | ЗАО «Флоукор» Москва | Технический центр «Мультимер-энерго» А.О. Кишинэу ул.Академическая,3/2 тел./факс - 737415 | Корреляционный датчик расхода воды ДРК-3 предназначен для измерений расхода питьевых, технических и сточных вод в полностью заполненных трубопроводах. Содержание взвешенных веществ - 50 % (500 гр.на литр) | Прибор устанавливается в трубопроводе. Диаметр: от 80 до 4000 мм с врезными датчиками, давление до 25 кг/см$^2$ | 0292:2002 |
| **ЭХО-Р-01** | Фирма «Сигнур» Москва | Технический центр «Мультимер-энерго» А.О. Кишинэу ул.Академическая,3/2 тел./факс - 737415 | Расходомеры с интегратором, акустические. Предназначены для измерения объемного расхода (количества) жидкости, в т.ч. сточных вод, в открытых каналах шириной до 4 м и глубиной до 3 м, оборудованных стандартными измерительными лотками, и в безнапорных трубопроводах диаметром от 0,1 м до 3,0 м с целью учета, в т.ч. коммерческого в системе канализации | Прибор состоит из первичного акустического преобразователя (АП-11, АП-13). Предел допустимой основной погрешности ± 3,0 %. Длина линии связи не > 100 м | Регистрация в стадии оформления (письмо «Молдовастандарт» № 16-15-2/25 от 27.07.98г.) |
| **УРСВ-010М** | «VZLIOT» Санкт-Петербург | LTD „Converter" Кишинэу | Расходомер-счетчик ультразвуковой для измерения объемного расхода и объема холодной и горячей воды в напорных металлических и пластмассовых трубопроводах в различных условиях эксплуатации. Датчики накладные или врезные | Диаметр 10-4200 мм – врезные; диаметр 50-4200 мм – накладные | 007497 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| **УРСВ-010** | «VZLIOT» Санкт-Петербург | LTD „Converter" Кишинэу | Расходомер-счетчик ультразвуковой для измерения объемного расхода и объема холодной и горячей воды в напорных металлических и пластмассовых трубопроводах | Применяется без потерь давления в трубопроводе | 001796 |
| **УЗРС** | МПО Вычислительной техники Минск | FCP „Meta" SRL, Кишинэу ул.Академическая,3/2 тел./факс – 737444 | Расходомеры-счетчики ультразвуковые для измерения и отображения значения среднего расхода и объема питьевой и технической воды, а также стоков и воды в системе отопления в напорных трубопроводах, при наличии в воде газовых включений, механических примесей и других включений нежидкообразного состояния не более 3 % от объема, для формирования телеметрического аналогового сигнала о значении среднего расхода воды | Диаметр: 50-1400 мм Скорость: – 0,1-10 м/с | 003496 |
| **РСВУ-1400** | НПООО «Белсимет» Минск | „Parvent-Mota" SRL Кишинэу ул.Академическая,3/2 тел./факс - 737444 | Расходомеры-счетчики воды ультразвуковые для среднего расхода и объема питьевой и технической воды, а также стоков и воды в системе теплоснабжения в напорных трубопроводах, диаметром условного прохода (Ду) от 50 до 1400 мм, при наличии в воде газовых включений, механических примесей и других включений нежидкообразного состояния не более 3 % от объема, для формирования стандартного телеметрического аналогового сигнала 0-5 МА или h-20МА о значении среднего расхода воды | | 007697 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| **ULTRA FLAWII** | KAMSTRUPA/S Danemarca | Фирма „Technotest" Кишинэу ул.М.Еминеску,66 тел./факс - 226160 | Ультразвуковой расходомер, счетчик воды | | 009397 |
| **PT-868** | GE Panametrics Urlandia | Фирма „Technotest" Кишинэу ул.М.Еминеску,66 тел./факс - 226160 | Портативные расходомеры-счетчики для измерения от сверхчистой воды до сложного многофазового потока. Портативные ультразвуковые системы, полностью укомплектованы дополнительными принадлежностями и аксессуарами, позволяющие решать большинство задач измерения расхода | Внешний диаметр: 12,7-5000 мм (накладные датчики) | В стадии оформления сертификата |
| **DF-868** | | | Ультразвуковой стационарный расходомер жидкости (воды и стоков). Прибор DF-868 реализует две современные технологии измерения расхода – времяимпульсный и зондирующий | Стационарное исполнение с накладными или стационарными датчиками ∅ 1-5000 мм (стационарные датчики). Скорость: 0-12,2 м/с | В стадии оформления сертификата |
| **MAGFLO** | A/S DANFOSS Danemarca | S.A."Imtehcom" Кишинэу ул.Фередеулуй,4 тел./факс – 270049; 279073 | Расходомер-счетчик электромагнитный для применения в химической, пищевой промышленности, в сфере водопользования, для суммирования потоков, измерения, текущих расходов, контроля пропорций при смешивании жидкостей, контроля за поддержанием заданных объемов | Диаметр - 15-2000 мм Скорость - 0-10 м/с | 014699 |
| **SONOFLO SONO 4100, 3300** | | | Расходомер-счетчик ультразвуковой для измерения величины объемного расхода, общего объема, величины массового расхода, общей массы, скорости распространения звука в измеренной среде. Работает в жидкостях с включением небольшого количества газа и твердых веществ | | 014499 |
| **SONOKIT** | | | | | 014599 |

к содержанию

# Учет сточных вод в Санкт-Петербурге

Увеличение стоимости очистки воды, усиление мер по охране окружающей среды, появление новых современных средств измерений привело к потребности измерения объема сточных вод.

Правительство РФ в программах по реформированию жилищно-коммунального хозяйства уделяет большое внимание проблемам водоотведения. За последние 5 лет вышли Постановления: № 1054 от 19.12.96 г. "О порядке разработки и утверждения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объектов" и № 167 от 12.02.99 г. "Об утверждении Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в РФ", с 1997 года введен в действие СанПиН 2.1.4.559-96 "Питьевая вода". В 2000 году вышло Распоряжение Администрации Санкт-Петербурга "Об утверждении Правил пользования системами коммунальной канализации Санкт-Петербурга и его территориальных единиц". В соответствии с этими Правилами количество сброшенных стоков определяется абонентом в соответствии с фактическим сбросом по показаниям средств измерений.

Сточная вода от абонентов в систему коллекторов поступает в напорном или в безнапорном режимах. Задача учета сточной воды в напорных водоводах практически решена. Приборы, как правило, устанавливаются на внутренней КНС, обеспечивающей сбор и перекачку сточной воды.

Вопросы организации узла учета сточной воды в безнапорном режиме сброса требуют дополнительного изучения. Особенностями этого режима являются не полностью заполненные трубы и низкая скорость потока. Как утверждают П.В. Лобачев и О.Д. Лойцкер в статье "Измерение расхода жидкости в системах водоотведения" (ВСТ № 11, 2000 г.): "Расход и объем сточных вод в открытых незаглубленных каналах измеряются, как правило, методом переменного уровня, когда мерой расхода является определяемый уровень сточных вод, в выбранном измерительном сечении". К ним относятся водосливы с истечением жидкости через порог, имеющий разный профиль щели, а также лотки Вентури и Паршалла, в которых организуется местное сужение потока. размеры каналов, применяемых в методе переменного уровня, стандартизованы, полуэмпирическим методом получены формулы, связывающие через водослив с уровнем в верхнем бьефе. При современном уровне техники удалось разработать бесконтактные акустические уровнемеры с функцией вычисления расхода и объема сточных вод в открытых каналах. Расход вычисляется косвенным методом через измеренный уровень по функции "расход-уровень".

Методы измерения сточных вод регламентированы рядом нормативных документов, утвержденных Госстандартом РФ. К ним относятся:

- МИ 2220-96 "Рекомендация. ГСИ. расход сточной жидкости в безнапорных трубопроводах. Методика выполнения измерений";
- МИ 2406-97 "Рекомендация. ГСИ. расход жидкости в безнапорных каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков".

В настоящее время в Госреестре СИ имеются средства измерений расхода и количества сточной воды, как для напорного так и безнапорного режимов. При напорном течении расход сточной воды может измеряться приборами учета, предназначенными для сред с содержанием воздуха, механических и химических компонентов. Наиболее приемлемыми являются электромагнитные и ультразвуковые средства измерений. Перечень применяемых средств измерений и их краткие технические характеристики приведены в "Каталоге-справочнике средств измерений расхода и количества воды в системах коммунального водоснабжения и водоотведения", выпущенном Центром измерения расхода воды ГУП "Водоканал СПб" в 2000 году.

**Исходя из технико-стоимостных характеристик, наиболее целесообразно применять для целей учета сточной воды в напорном режиме:**

**Для трубопроводов диаметром до 150 мм включительно - электромагнитные расходомеры-счетчики:**

**- МР-400, ЗАО "Взлет", г. Санкт-Петербург,**

**- ИПРЭ-1М, АООТ "АПЗ", г. Арзамас,**

**- "Magflo" с самоочищающимися электродами, "Danfoss", Дания,**

**- "Promag-30", "Endress + Hauzer", Германия ,**

**- VA 2301 - VA2304, "Aswega", Эстония ,**

**- " Ecoflux ", " Krohne ", Германия.**

**Для трубопроводов диаметром 200 мм и более - ультразвуковые расходомеры-счетчики:**

**- УРСВ 010М, ЗАО "Взлет", г. Санкт-Петербург,**

**- ДРК-С, фирмы "Флоукор", г. Москва,**

**- "Sonoflo", фирмы "Danfoss", Дания,**

**- "UFM 500" и "UFM 400", фирмы "Krohne", Германия,**

**- XMT 868, фирмы "Panametrics".**

**Для проведения предпроектных работ, контрольных измерений и наладочных работ применяются переносные расходомеры-счетчики РТ 868 фирмы Панаметрикс и "ВЗЛЕТ ПР".**

**Расход жидкости при безнапорном течении сточной воды измеряется методом измерения уровня жидкости с индивидуальной калибровкой выбранного участка трубопровода, канала, лотка и т.д. для получения зависимости "уровень - расход"**.

На сегодняшний день для этих целей Госстандартом России разрешены е к применению:

**- расходомеры-счетчики ЭХО-Р-01, фирмы "Сигнур", г. Москва, применяемые для не полностью заполненных трубопроводов по методике МИ 2220-96 и для стандартных водосливов и лотков по методике МИ 2406-97,**

**- уровнемеры-счетчики "Prosonic T", фирмы "Endress + Hauzer", Германия. Они предназначены для работы по методике МИ 2220-96 и МИ 2406-97.**

**- измерительное устройство для измерения уровня жидкостей "ОСМ III", фирмы "MILLTRONICS", Канада.**

Для решения задачи измерения сточных вод, поступающих в систему коллекторов, ГУП "Водоканал СПб" разработал "Программу создания системы учета сточной воды в Санкт-Петербурге" и совместно с Невско-Ладожским Бассейновым водным управлением "Программу проектирования, установки и ввода в эксплуатацию узлов учета сточной воды, сбрасываемой в зоне деятельности НЛБВУ". В рамках этих программ ГУП "Водоканал СПб" проводит следующие организационные мероприятия: анализ состояния средств измерений и узлов учета объектов водоотведения, разработку нормативной, правовой, технической и регламентной документации по совершенствованию системы учета сточных вод в Санкт-Петербурге, разработку методик расчетного определения объемов сбрасываемых сточных вод с учетом специфики водохозяйственной деятельности, развивает специализированные предприятия по сервисному обслуживанию при эксплуатации средств измерений расхода и количества сточных вод (ремонт, поверка, испытания), организует выполнения работ по определению фактического водоотведения: промышленных предприятий города, организаций, учреждений и населения города и анализа информации об очистке и отведении сточных вод с целью оперативного ведения баланса по зонам и городу в целом для выбора оптимально экономического режима работы.

После проведения организационных работ, планируется проведение технических мероприятий: создание технической базы для обеспечения единства измерений в системе водоотведения, организация надзора за состоянием узлов учета сточных вод, выбор моделей средств измерений, эксплуатационные испытания, приобретение комплекса мобильных (переносных) средств измерений для калибровки и контроля работоспособности узлов учета сточных вод, демонтаж которых с мест эксплуатации крайне затруднен и внедрение в практику работы станций водоотведения и абонентов контроля за состоянием узлов учета с помощью мобильных средств калибровки и контроля.

к содержанию

Группа Т 86.3

ГОССТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора ВНИИР
Кемиров М.С.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# РАСХОД ЖИДКОСТИ В БЕЗНАПОРНЫХ КАНАЛАХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ СТАНДАРТНЫХ ВОДОСЛИВОВ И ЛОТКОВ

**МИ 2406-97**

*Дата введения 15.05.97 г.*

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА Государственным научным центром РФ НИИ ВОДГЕО и акционерным обществом "ИРВИС"

РАЗРАБОТЧИКИ
П.В. Лобачев канд. техн. наук, В.И. Мясников канд. техн. наук, О.Д. Лойцкер канд. техн. наук

2. УТВЕРЖДЕНА Всероссийским научно-исследовательским институтом расходометрии (ВНИИР)

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 15.05.97 г.

4. ВЗАМЕН МИ 2122-90

Настоящая рекомендация распространяется на расход жидкости, измеряемый в открытых каналах систем водоснабжения и канализации, и устанавливает методику выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков.

Рекомендация предназначена для применения в организациях и предприятиях, осуществляющих проектирование, изготовление, монтаж, эксплуатацию и метрологическое обслуживание расходомеров со стандартными водосливами и лотками в системах водоснабжения и канализации.

Рекомендация соответствует международным стандартам ИСО 1438-80, ИСО 4359-83, ИСО 4360-84, ИСО 4374-82, ИСО 8333-85.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 В рекомендации изложены требования к расходомерам со стандартными водосливами и

лотками, нормированные значения расчетных коэффициентов и множителей. Положения настоящей методики обеспечивают возможность применения стандартных водосливов и лотков без их индивидуальной градуировки.

1.2 Расходомеры со стандартными водосливами и лотками предназначены для измерения расхода и объема (количества) воды и сточной жидкости в системах водоснабжения и канализации, а также в пунктах контроля загрязненности поверхностных вод.

1.3 Условные обозначения величин, встречающихся в рекомендации, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

**Условные обозначения основных величин**

| Величина | Условное обозначение | Единица величины |
|---|---|---|
| Объемный расход (общее обозначение) | Q | $м^3/с$ ($м^3/ч$) |
| Наибольший измеряемый расход | $Q_{max}$ | То же |
| Наименьший измеряемый расход | $Q_{min}$ | " |
| Средний измеряемый расход | $Q_{ср}$ | " |
| Верхний предел измерений расходомера | $Q_{п}$ | " |
| Напор жидкости над порогом водослива или дном лотка | h | м |
| Наибольший напор (соответствующий $Q_{max}$) | $h_{max}$ | То же |
| Напор, соответствующий $Q_{ср}$ | $h_{ср}$ | " |
| Верхний предел измерений уровнемера | $h_{п}$ | " |
| Перепад уровня в бьефах водослива или лотка | $\Delta h$ | " |
| Наибольший перепад уровня в бьефах водослива или лотка | $\Delta h_{max}$ | " |
| Допустимое превышение отметок стенки (дамбы) канала над максимальным уровнем жидкости | $\Delta_{доп}$ | " |
| Уровень жидкости в верхнем бьефе водослива или лотка | $h_{в.б.}$ | м |
| Уровень жидкости в нижнем бьефе водослива или лотка, измеренный от плоскости дна отводящего канала | $h_{н.б.}$ | То же |
| Напор воды в нижнем бьефе над порогом водослива или дном лотка | $h_{н}$ | " |
| Относительное затопление | $\eta=h_{н}/h$ | - |
| Предельное относительное затопление при свободном истечении | $\eta_{пр}$ | - |
| Числовые множители в уравнениях расхода | $E_0$; E | - |
| Площадь поперечного сечения потока в подводящем канале | $A_{\omega}$ | $м^2$ |
| Угол наклона боковых стенок или граней водослива или лотка | $\alpha$ | ...° |
| Ширина канала по дну перед водосливом или лотком | B | м |
| Ширина порога водослива или горловины лотка | b | То же |
| Ускорение свободного падения | g | $м/с^2$ |
| Число Фруда ( $V/\sqrt{gh}$ ) | Fr | - |
| Обобщённый коэффициент расхода | $C_o$ | - |
| Коэффициент расхода | $C_D$ | - |
| Коэффициент, учитывающий влияние скорости в подводящем канале | $C_v$ | - |
| Коэффициент формы | $C_f$ | - |
| Высота порога водослива или лотка | P | м |
| Длина порога водослива или горловины лотка (вдоль оси канала) | *l* | То же |
| Диаметр отверстия соединительной трубы успокоительного устройства | d | То же |

Примечание. Редко встречающиеся обозначения указаны в тексте рекомендации.

## 2. НОРМЫ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Методика выполнения измерений обеспечивает выполнение измерений расхода с относительной погрешностью, не превышающей ±5% от верхнего предела измерений расходомеров со стандартными водосливами или лотками.

2.2 Водосливы и лотки должны использоваться только в режиме свободного (незатопленного) истечения жидкости, при котором изменение уровня в нижнем бьефе не влияет на определяемый расход жидкости, т.е. значение относительного затопления $\eta$ не

превышает предельных значений $\eta_{пр}$.

2.3. Погрешность измерений расхода при помощи стандартных водосливов и лотков характеризуется совокупностью составляющих погрешности, обусловленных неточностью определения каждого из параметров, входящих в расчётные уравнения расхода.

При определении погрешности измерений расхода жидкости допускается не учитывать (ввиду их незначительности) составляющие погрешности, обусловленные влиянием температуры измеряемой среды, если она находится в пределах от 0 до 25°С, а также отклонением от расчётного значения ускорения свободного падения в зависимости от широтного и высотного расположения объекта.

Допускается не учитывать случайную составляющую погрешности измерений уровня жидкости, вызванную пульсациями её поверхности, если при использовании успокоительных устройств амплитуда пульсаций поверхности не превышает половины основной абсолютной погрешности применяемого средства измерений уровня.

## 3. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

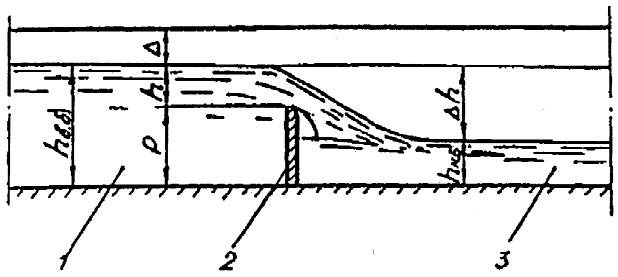
3.1 Методы измерений расхода и объёма жидкости при помощи водосливов и лотков относятся к косвенным методам. Расход жидкости при незатопленном (свободном) истечении однозначно связан с напором относительно горизонтальной плоскости порога водослива или дна лотка.

3.2 Схемы движения жидкости через водосливы и лотки показаны на рис. 1. В общем случае уравнение расхода при истечении жидкости через водослив или лоток имеет вид

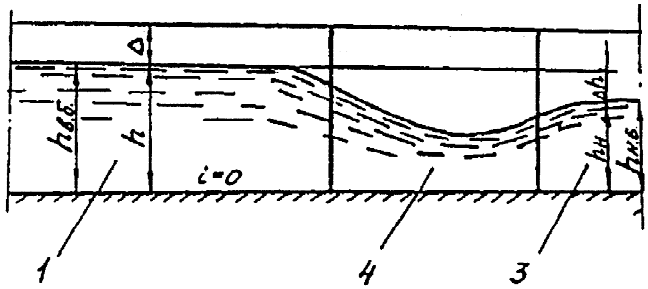
$$Q=E_0 \cdot A_\omega \sqrt{2gh} \qquad (1)$$

СХЕМА ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ВОДОСЛИВЫ И ЛОТКИ

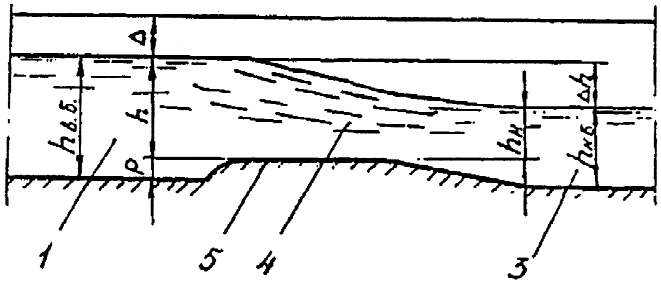
*а*




*б*




*в*




а - водослив с тонкой стенкой ; б - лоток с боковым сжатием ; в - лоток или водослив с

широким порогом; 1 - подводящий участок канала (верхний бьеф); 2 - стенка водослива ; 3 - отводящий участок канала (нижний бьеф); 4 - горловина лотка; 5 - порог

Рис. 1

Площадь поперечного сечения потока $A_\omega$ в отверстии (горловине) водослива или лотка зависит от ширины порога или горловины и от напора, поэтому уравнение (1) представляют в виде

$$Q=E_0 \cdot C_0\sqrt{2g} \cdot b \cdot h^n. \quad (2)$$

Числовой множитель $E_0$ и показатель степени n зависят от формы отверстия водослива или горловины лотка.

3.3. С целью упрощения вычисления значений расхода для водослива или лотка конкретного типа применяют расчётные формулы, в которых значения всех постоянных величин ($\sqrt{2}$, $\sqrt{g}$ и т.п.) объединены в одном числовом множителе E:

$$Q = E \cdot C_0 \cdot b \cdot h^n \quad (3)$$

3.4. Обобщенный коэффициент расхода $C_0$ характеризует отклонение действительных значений расхода от вычисленных по аналитическим уравнениям. Учитывая, что это отклонение зависит от различных факторов, например, от скорости в подводящем канале, конструкции водослива или лотка, формы поперечного сечения отверстия и т.п., обобщённый коэффициент расхода представляют в виде произведения отдельных коэффициентов:

$$C_0 = C_D \cdot C_v \cdot C_f$$

Коэффициент $C_D$ учитывает влияние сил трения и соотношение размеров водослива или лотка. Значение $C_D$ может быть постоянным или зависеть от изменения уровня жидкости. Коэффициент скорости подхода $C_v$ учитывает влияние скорости подхода жидкости к водосливу или лотку. Для водослива с донным сжатием, т.е. с порогом $C_v$ = f (h/P), для лотка только с боковым сжатием $C_v$ = f (b/B), для водослива и лотка с донным и боковым сжатием $C_v$ = f (b/B, h/P). Коэффициент формы $C_f$ вводят для учёта формы только водосливов трапецеидального сечения.

3.5. При измерениях расхода жидкости с температурой больше 25°С в уравнение (3) вводят поправочный множитель $K_т$.

**Значения поправочного множителя $K_т$**

| Температура жидкости, °С | Значение поправочного множителя $K_т$ |
|---|---|
| 26 | 0,998 |
| 28 | 0,998 |
| 30 | 0,997 |
| 32 | 0,997 |
| 36 | 0,997 |
| 40 | 0,996 |
| 50 | 0994 |

3.6. При изменениях расхода жидкости, протекающей через водослив с тонкой стенкой, учитывают влияние сил вязкости и поверхностного натяжения. С этой целью в уравнение (2) вместо h вводят $(h + K_h)$, а вместо b вводят $(b + K_b)$. Поправки $K_h$ и $K_b$ зависят от типа водослива, размеров порога водослива и значения напора (разд. 4).

## 4. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

4.1. В состав средств измерений расхода входят: стандартные водосливы и лотки (табл. 2), уровнемеры и вспомогательные устройства (успокоительные колодцы, соединительные линии, измерительные преобразователи, самопишущие или интегрирующие преобразователи и др.).

4.1.1. Конструкция водослива или лотка и способ их установки на объекте должны обеспечивать возможность периодического осмотра и поверки с целью установления соответствия требованиям настоящей рекомендации.

4.1.2. Конструкцию и размеры водослива или лотка рассчитывают, исходя из стандартных значений верхних пределов измерений уровнемера и номинальных значений шкал расходомера по ГОСТ-18140-84. Допускается использовать приборы со шкалами в относительных единицах (процентах).

4.1.3. Входная (обращённая к верхнему бьефу) плоскость водослива должна быть перпендикулярна к осевой плоскости подводящего канала. Отклонение от перпендикулярности не должна превышать 5°.

Плоскость водослива должна быть вертикальной. Отклонение от вертикальности не должно превышать 3°.

4.1.4. Смещение осевой плоскости горловины лотка или отверстия водослива относительно осевой плоскости подводящего канала не должна превышать: 5 мм при ширине подводящего канала B<0,5 м; 10 мм при B=0,5-1,5 м; 25 мм при B>1,5 м.

4.1.5. Отклонение боковых стенок горловины лотка или граней водослива от вертикали не должно превышать ±1°.

4.1.6. Отклонение углов наклона граней порогов водосливов и лотков от нормируемых значений не должно превышать ±1°.

4.1.7. Дно горловины и входного раструба лотка или гребень водослива должны быть горизонтальными. Отклонение от средней отметки горизонтальной плоскости не должно превышать 3 мм на 1 м длины (или ширины) горловины лотка и 2 мм на 1 м ширины отверстия водослива.

Таблица 2

**Основные технические характеристики стандартных водосливов и лотков**

| Наименование водослива или лотка | Допустимые значения напора, м | | Допустимые значения ширины порога или горловины, м | | Условия свободного (незатопленного) истечения | Максимальное значение Fr в подводящем канале |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $h_{min}$ | $h_{max}$ | $b_{min}$ | $b_{max}$ | | |
| ВОДОСЛИВЫ С ТОНКОЙ СТЕНКОЙ | | | | | | |
| Треугольный | 0,05 | 0,40 | - | - | $\Delta h \geq h+0,05$ м | 0,45 |
| Прямоугольный | 0,03 | 1,00 | 0,15 | 3,00 | $\Delta h \geq h+0,05$ м | 0,50 |
| Трапецеидальный | 0,05 | 1,00 | 0,25 | 3,00 | $\Delta h \geq h+0,05$ м | 0,45 |
| ВОДОСЛИВЫ С ШИРОКИМ ПОРОГОМ | | | | | | |
| Треугольного профиля | 0,06 | 3,0P | 0,30 | 6,00 | $\eta \leq 0,75$ | 0,60 |
| Треугольного профиля с треугольным (V-образным) вырезом | 0,10 | 3,0P | 0,50 | 10,00 | $\eta \leq 0,75$ | 0,60 |
| Прямоугольного профиля с закруглённой входной кромкой | 0,06 | 0,80 | 0,30 | 3,00 | По п. 4.9.6. | 0,60 |
| Трапецеидального профиля | 0,06 | 1,00 | 0,30 | 3,00 | $\eta \leq 0,75$ | 0,60 |
| РАСХОДОМЕРНЫЕ ЛОТКИ | | | | | | |
| Лотки критической глубины (Вентури) прямоугольного сечения: | | | | | | |
| а) с боковым сжатием | 0,10 | 2,00 | 0,15 | 3,00 | $\eta \leq 0,75$ | 0,60 |
| б) с порогом (донным сжатием) | 0,06 | 2,00 | 0,15 | 5,00 | $\eta \leq 0,75$ | 0,60 |
| Лотки Паршалла | 0,10 | 1,8 | 0,15 | 15,2 | по п. 4.11.5. | 0,60 |

4.1.8. Неровность (волнистость) обращённой к подводящему каналу плоскости водослива с тонкой стенкой, характеризуемая высотой волны, не должна превышать 0,005 B, при этом длина волны должна превышать её высоту не менее чем в 50 раз.

4.1.9. Отклонение действительного размера "b" от расчетного или погрешность измерений этого размера не должны превышать 0,2%. Если фактический размер "b" отличается от расчетного более, чем на 0,2%, то верхний предел расходомера и промежуточные значения его

градуировочной характеристики следует определять по расчётной формуле расхода, подставляя в него фактическое (измеренное) значение "b".

Требования к точности воспроизведения или измерений других размеров изложены в соответствующих пунктах, относящихся к конкретным водосливам и лоткам.

4.1.10. Конструкция водослива или лотка должна предусматривать возможность установки первичных преобразователей уровнемера (буйков, пневмометрических трубок и т.п.) в успокоительных колодцах, сосудах или нишах, соединённых с подводящим каналом или проточной частью сужающих устройств при помощи отверстий, щели в стенке или соединительной трубы.

4.1.11. Размеры успокоительных устройств (рис. 2) должны обеспечивать уменьшение колебаний уровня жидкости до значения, не превышающего половины допускаемой абсолютной погрешности уровнемера.

Минимальные размеры успокоительного устройства выбирают исходя из условия, чтобы площадь его поперечного сечения (в горизонтальной плоскости) превышала не менее, чем в десять раз суммарную площадь отверстий или щели, соединяющих устройство с потоком.

4.1.12. Диаметр отверстия, соединяющего поток с успокоительным устройством, должен удовлетворять условию

$$d \le 0,01\sqrt{A_{\omega min}}, \qquad (4)$$

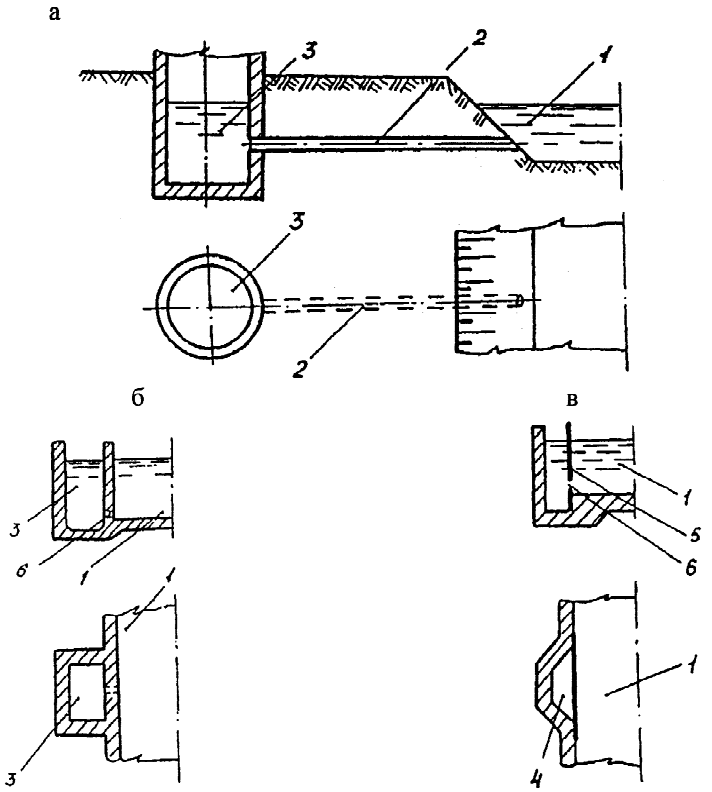
где $A_{\omega\,min}$ - минимальная площадь сечения подводящего канала, $м^2$.

Одновременно соблюдают условия:

для чистых жидкостей $5 \le d \le 20$ мм;

для загрязнённых жидкостей, суспензий и эмульсий $10 \le d \le 50$ мм. Обращённая к потоку кромка отверстия или щели должна быть гладкой и не выступать за плоскость боковой стенки канала.

## УСПОКОИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ВОДОСЛИВОВ И ЛОТКОВ




а - отдельно стоящий успокоительный колодец; б - совмещённый успокоительный колодец; в - успокоительная ниша; 1 - канал; 2 - соединительная труба; 3 - успокоительный колодец; 4 - успокоительная ниша; 5 - разделительная пластина; 6 - соединительное отверстие.

Рис. 2

4.2. Требования к прилегающим участкам канала.

4.2.1. Водослив или лоток устанавливают на прямолинейных участках каналов, устойчивых к размыву, заилению и зарастанию. Длина прямолинейного подводящего участка канала должна быть не менее:

6 B - для водосливов,

5 B - для лотков.

Допускаемое отклонение от прямолинейности подводящего участка по оси канала не должно быть более 3°.

4.2.2. Допускаемое отклонение от расчётных (проектных) значений размеров подводящего участка канала или погрешность их измерений не должны превышать ±5%.

4.2.3. При установке водослива или лотка после поворотов, регулирующих сооружений и других местных сопротивлений при измерениях расхода жидкости, не несущей плавающих и волокнистых включений, можно в целях повышения точности измерений применять решетки, сетки и другие струенаправляющие устройства. Расстояние от таких устройств до водослива или лотка должно быть не менее 10 b.

4.2.4. В случае образования в подводящем участке стоячей волны, например, при сопряжении участков канала с различными уклонами, расстояние от плоскости водослива или горловины лотка до стоячей волны должно быть не менее 10 $h_{max}$.

4.2.5. На подводящем участке канала перед лотком или водосливом не должно быть отложений наносов слоем более 0,01 $h_{ср}$.

4.2.6. Длину прямолинейных участков отводящего канала не лимитируют. Уклон или перепад уровня на отводящем участке канала должны обеспечивать заданный режим свободного истечения через водослив или лоток вне зависимости от наличия поворотов или других местных сопротивлений.

4.3. Треугольный водослив с тонкой стенкой.

4.3.1. Треугольные водосливы с тонкой стенкой (водосливы с треугольным вырезом в тонкой стенке) предназначены для измерений расхода жидкости, содержащей не более 0,5 кг/м$^3$ взвешенных нерастворимых частиц. Такие водосливы рекомендуется применять при больших колебаниях расхода измеряемой жидкости и лабораторных исследованиях.

4.3.2. Треугольный вырез водослива (рис. 3) может быть выполнен с центральным углом $\alpha$ от 20 до 100°. Рекомендуется применение водослива с $\alpha = 90°$.

Отклонение действительного значения центрального угла от нормированного или расчётного не должно превышать 2°, а погрешность измерений этого угла должна быть не более ±10'.

4.3.3. Кромка водослива, обращённая к подводящему каналу (верхнему бьефу), должна быть острой. Ширина торца кромки водослива должна составлять e = (1 - 3) мм.

Чистота обработки поверхностей граней водослива должна соответствовать указанной на рис. 3. При монтаже водослива биссектриса его центрального угла должна соответствовать вертикали с отклонением не более ±1°.

4.3.4. Основное уравнение расхода через треугольный водослив с тонкой стенкой имеет вид:

$$Q = \frac{8}{15}\sqrt{2}\cdot C_0\sqrt{g}\ \mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}h_e^{5/2} \qquad (5)$$

или

$$Q = E\cdot C_0\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}h_e^{5/2}, \qquad (6)$$

где $h_e$ - приведённый напор над вершиной центрального угла в створе измерений уровня, м.

4.3.5. Расчётные формулы расхода через треугольный водослив с тонкой стенкой:

при измерениях в м$^3$/с

$$Q = 2{,}361C_0\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}h_e^{5/2}, \qquad (7)$$

при измерениях в м$^3$/ч

$$Q = 8500 C_0 \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} h_e^{5/2}, \qquad (8)$$

4.3.6. Коэффициент расхода $C_0$ зависит от значения центрального угла $\alpha$ и соотношений высоты порога P, ширины подводящего канала B и напора h, т.е.

$$C_0 = f\left(\frac{h}{P}, \frac{P}{B}, \alpha\right).$$

Для $\frac{P}{B} \le 0{,}2$ и $\frac{h}{P} \le 0{,}4$ значения $C_0$ принимают постоянными:

| $\alpha$... | 20° | 40° | 60° | 90° | 100° |
|---|---|---|---|---|---|
| $C_0$... | 0,5930 | 0,5815 | 0,5770 | 0,5784 | 0,5810 |

Зависимость $C_0$ от значений $\frac{P}{B}$ и $\frac{h}{P}$ для водослива с $\alpha$ = 90° приведена в табл. 1 приложения.

4.3.7. Приведённый напор $h_e$ определяют по формуле

$$h_e = h + K_h \qquad (9)$$

ТРЕУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С ТОНКОЙ СТЕНКОЙ

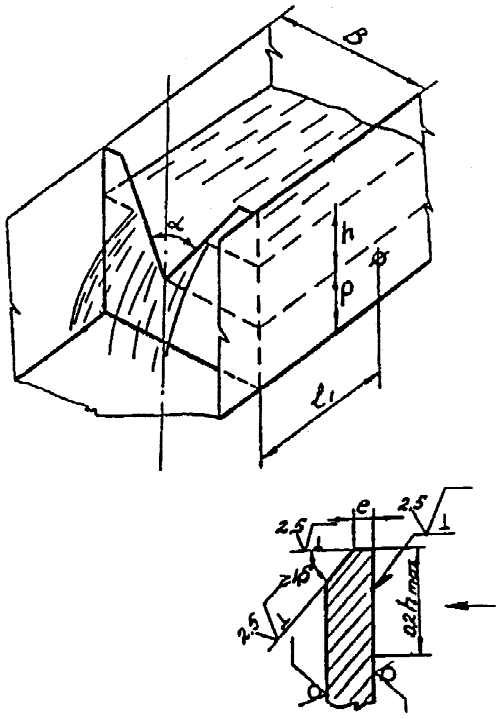



Рис. 3

Значения поправки $K_h$ принимают в зависимости от центрального угла водослива:

| $\alpha$... | 20° | 40° | 60° | 80-100° |
|---|---|---|---|---|
| $K_h$, мм... | 2,9 | 1,7 | 1,2 | 0,8 |

4.3.8. Минимальное значение h, ниже которого может возникнуть явление "прилипания струи", равно 0,05 м. Максимальное значение $h_{max}$ для водослива с углом $\alpha \ge 90°$ должно быть не более 0,4 м; для водослива с углом $\alpha < 90°$ - не более 0,3 м.

4.3.9. Расстояние от стенки водослива до створа измерений напора $l_1 \cong 4\ h_{max}$.

4.4. Прямоугольный водослив с тонкой стенкой.

4.4.1. Прямоугольные водосливы с тонкой стенкой предназначены для измерения расхода жидкости, содержащей не более 0,5 кг/м$^3$ твёрдых взвешенных частиц. Нормированы водосливы без бокового сжатия (b = B) и с боковым сжатием (b < B) (рис. 4).

4.4.2. Для водослива без бокового сжатия необходимо обеспечивать подвод воздуха под струю. Для этого уровень воды нижнего бьефа должен быть ниже гребня водослива минимум на 0,05 м, а в стенках отводящего канала необходимо предусмотреть отверстия диаметром не менее 20 мм, примыкающие с низовой стороны к плоскости порога и расположенные на 25 мм ниже гребня водослива. Отверстия должны быть соединены с атмосферой подводящей трубкой диаметром не менее 20 мм.

4.4.3. Кромка водослива, обращённая к подводящему каналу (верхнему бьефу), должна быть острой. Чистота обработки поверхности граней водослива должна соответствовать указанной на рис. 4. Ширина торца кромки водослива должна составлять e = (1 - 4) мм.

Отклонения углов, образованных боковыми гранями и порогом водослива, от нормируемого значения не должны превышать ±1°.

4.4.4. Основные размеры прямоугольных водосливов с тонкой стенкой должны удовлетворять следующим требованиям:

при b = B (водослив без бокового сжатия)

h/p≤l,5; $h_{min}$ = 0,03 м; $P_{min}$=0,1 м; b≥0,2 м;

при b < B (водослив с боковым сжатием)

h/p ≤ 2,5; $h_{min}$ = 0,03 м; $P_{min}$ = 0,1 м; b ≥ 0,15 м; $\frac{B-b}{2} \geq 0{,}1$ м.

4.4.5. Уравнение расхода для прямоугольного водослива с тонкой стенкой в общем случае имеет вид:

$$Q = \frac{2}{3}\sqrt{2} \cdot C_0 \cdot b_e \sqrt{g} \cdot h_e^{3/2}, \qquad (10)$$

где $b_e = b + K_b$ - приведённая ширина выреза водослива, м;

$h_e = h + K_h$ - приведённый напор, м.

Поправку $K_b$ вводят при b < 0,3 м.

Поправку $K_h$ вводят при h < 0,1 м.

4.4.6. Значения поправки $K_b$ для воды при температуре (5-25)°С принимают в зависимости от соотношения $\frac{b}{B}$:

| $\frac{b}{B}$ | $K_b$, мм | $\frac{b}{B}$ | $K_b$, мм |
|---|---|---|---|
| 0,3 | 2,5 | 0,8 | 4,2 |
| 0,4 | 2,7 | 0,9 | 3,5 |
| 0,6 | 3,6 | 1,0 | -0,9 |

Поправку $K_h$ принимают равной 1 мм.

4.4.7. Расчётные формулы расхода для прямоугольного водослива с тонкой стенкой:

при измерениях в м$^3$/с

$$Q = 2{,}953 C_0 \cdot b_e \cdot h_e^{3/2}, \qquad (11)$$

при измерениях в м$^3$/ч

$$Q = 10630 C_0 \cdot b_e \cdot h_e^{3/2}. \qquad (12)$$

4.4.8. Коэффициент расхода $C_0$ вычисляют по формуле

$$C_0 = a + a' \frac{h}{P}, \qquad (13)$$

где a, a' - поправочные множители.

Значения a и a' приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Значения a и a' для вычисления коэффициента расхода $C_0$ прямоугольного водослива с тонкой стенкой**

| b/B | a | a' | b/B | a | a' |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,0000 | 0,6020 | 0,0750 | 0,5000 | 0,5920 | 0,0120 |
| 0,9500 | 0,6000 | 0,0700 | 0,4500 | 0,5915 | 0,0090 |
| 0,9000 | 0,5980 | 0,0640 | 0,4000 | 0,5910 | 0,0060 |
| 0,8500 | 0,5970 | 0,0550 | 0,3500 | 0,5900 | 0,0040 |
| 0,8000 | 0,5960 | 0,0450 | 0,3000 | 0,5895 | 0,0020 |
| 0,7500 | 0,5950 | 0,0370 | 0,2500 | 0,5890 | 0,0000 |
| 0,7000 | 0,5940 | 0,0300 | 0,2000 | 0,5880 | -0,0020 |
| 0,6500 | 0,5935 | 0,0250 | 0,1500 | 0,5875 | -0,0020 |
| 0,6000 | 0,5930 | 0,0180 | 0,1000 | 0,5870 | -0,0020 |
| 0,5500 | 0,5925 | 0,0150 | 0,0500 | 0,5870 | -0,0023 |

Значения a и a' при шаге соотношений b/B, меньше указанного в табл. 3, определяют линейной интерполяцией.

ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С ТОНКОЙ СТЕНКОЙ

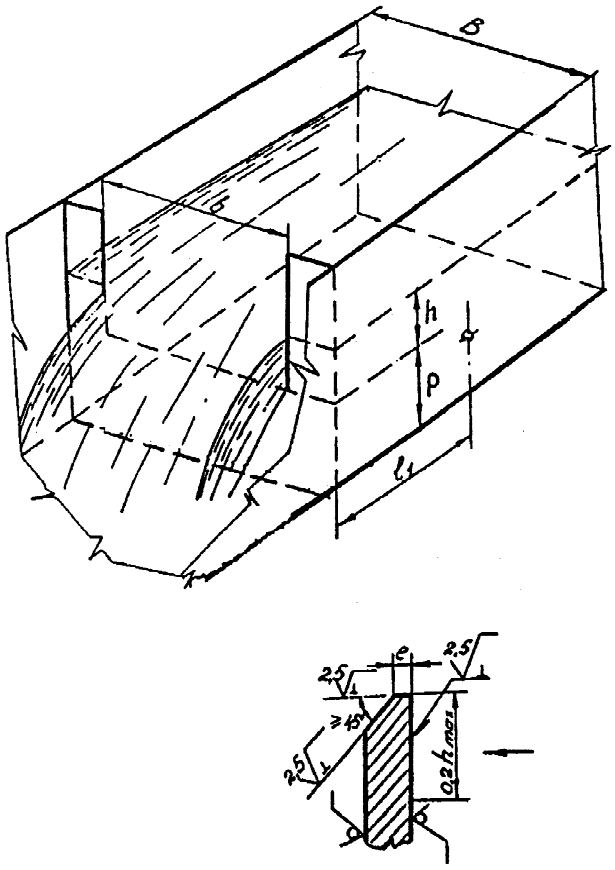



Рис. 4

4.4.9. Расстояние от гребня водослива до створа измерений напора должно составлять $l_1 = 4\ h_{max}$.

4.5. Трапецеидальные водосливы с тонкой стенкой.

4.5.1. Трапецеидальные водосливы с тонкой стенкой предназначены для измерений расхода жидкости, содержащей не более 0,5 кг/м$^3$ твёрдых взвешенных частиц, в каналах с

трапецеидальным поперечным сечением (рис. 5).

4.5.2. Требования к кромке водослива, обращённой к верхнему бьефу подводящего канала, аналогичны указанным для прямоугольных водосливов. Нормированы водосливы, у которых tg $\alpha = 0{,}25$ и tg $\alpha = 1{,}00$. Отклонения углов, образованных боковыми гранями и порогом водослива, от нормированных значений не должны превышать ± 2°, а погрешность их измерений - не более 15'.

4.5.3. Основные размеры трапецеидальных водосливов должны удовлетворять следующим условиям:

$$P \geq 0{,}3 \text{ м}; \; b \leq 3{,}0 \text{ м}; \; 0{,}1\, b \leq h_{max} \leq 0{,}35\, b; \; \frac{B-b}{2} \geq 0{,}2 \text{ м}; \; h_{min} = 0{,}05 \text{ м}.$$

4.5.4. Уравнение расхода для трапецеидального водослива с тонкой стенкой в общем случае имеет вид:

$$Q = C_D C_f [b + 0{,}8(tg\alpha)\, h] \sqrt{2g} h^{3/2} \qquad (14)$$

4.5.5. Расчётные формулы расхода для трапецеидального водослива:

для водослива с $tg\alpha = 0{,}25$ при измерениях в $м^3/с$

$$Q = 1{,}86\, b \cdot h^{3/2}; \qquad (15)$$

при измерениях в $м^3/ч$

$$Q = 6696\, b \cdot h^{3/2} \qquad (16)$$

Для водослива с $tg\alpha = 1{,}00$ в формулы (15) и (16) вводят коэффициент формы $C_f$, вычисляемый по формуле

$$C_f = \frac{b+h}{b+0{,}25h} \qquad (17)$$

4.5.6. Расстояние створа измерений уровня от стенки водослива $l_1 \cong 3\, h_{max}$.

4.6. Водослив с порогом треугольного профиля.

4.6.1. Водосливы с порогом треугольного профиля применяют в относительно широких каналах ($\frac{h}{B} \leq 0{,}5$ ) для измерений расхода жидкости, не содержащей тяжёлых и влекомых наносов, например, крупного песка, гальки, окалины и т.п.

ТРАПЕЦЕИДАЛЬНЫЙ ВОДОСЛИВ С ТОНКОЙ СТЕНКОЙ

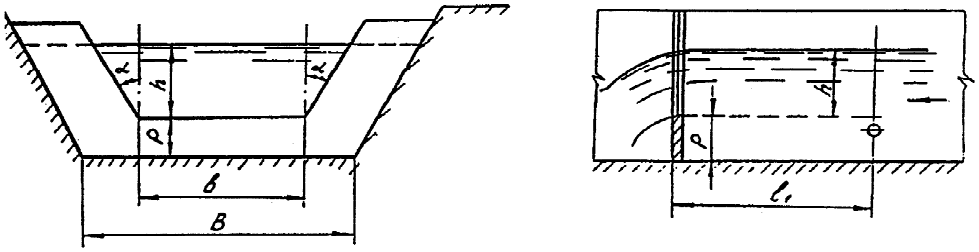



Рис. 5

4.6.2. Соотношения основных размеров водослива с порогом треугольного профиля приведены на рис. 6.

Если по условиям установки водослива потери напора не лимитированы, то длину водослива допускается уменьшить до 3 $h_{max}$ (в том числе до $h_{max}$ с верховой стороны гребня и до 2 $h_{max}$ с низовой). При этом верховую и низовую грани водослива допускается сопрягать с дном канала вертикальными уступами (см. рис. 6).

4.6.3. Основные размеры водослива с порогом треугольного профиля должны удовлетворять соотношениям: $P_{min} = 0{,}1$ м; $b_{min} = 0{,}3$ м; $\frac{h}{P} \leq 3$; $\frac{b}{h} \geq 2$; $h_{min} \geq 0{,}03$ м - для порогов, покрытых

металлом или пластиком; $h_{min} \geq 0,06$ м - для бетонных поверхностей порога.

4.6.4. Гребень водослива должен быть прямолинейным и горизонтальным. Плоскости верховой и низовой граней водослива должны быть ровными и гладкими.

4.6.5. Уравнение расхода для водослива с порогом треугольного профиля имеет вид

$$Q=\frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}}C_D C_v b\sqrt{g}h^{3/2}. \quad (18)$$

Коэффициент $C_D = 1,163$ при $h \geq 0,15$ м.

При $h < 0,15$ м

$$C_D = 1,163\,(1-\frac{0,0003}{h})^{3/2}.$$

Значения коэффициента $C_v=f(C_D \cdot \frac{h}{h+P})$ приведены в табл. 2 приложения.

4.6.6. Расчётные формулы расхода для водослива с порогом треугольного профиля при $h \geq 0,15$ м:

при измерениях в $м^3/с$

$$Q = 1,982C_v\, b \cdot h^{3/2}; \quad (19)$$

при измерениях в $м^3/ч$

$$Q = 7137C_v \cdot b \cdot h^{3/2}. \quad (20)$$

4.7. Водослив с порогом треугольного профиля с продольным треугольным (V - образным) вырезом

4.7.1. Водослив с порогом треугольного профиля с продольным (V - образным) вырезом устанавливают в русле прямоугольного сечения для измерений расхода воды в каналах и естественных водотоках с $h/B \leq 0,5$ при больших диапазонах изменения расхода ($Q_{max}/Q_{min} \geq 50$).

ВОДОСЛИВ С ПОРОГОМ ТРЕУГОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

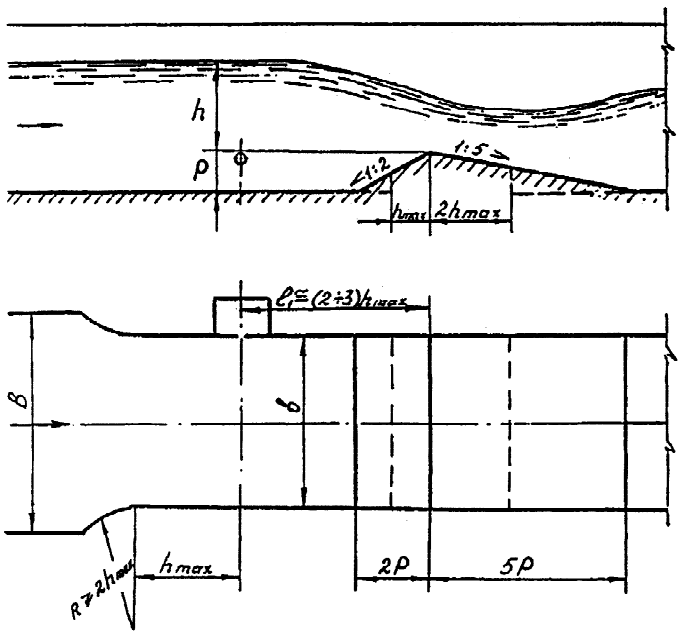



Рис. 6

Содержание взвешенных нерастворимых веществ не должно превышать транспортирующей способности канала в створе установки водослива.

4.7.2. Размеры водослива (рис. 7) должны удовлетворять следующим условиям: $\Delta P/P_1 \leq 2,5$; $b \geq 0,5$ м; $P_{1min} = 0,15$ м; $\Delta P = b/2m_b$, где $m_b$ - коэффициент поперечного уклона откосов выреза в

гребне порога, $m_b$ = 10 или 20 в зависимости от диапазона изменения расхода воды и ширины канала.

4.7.3. Уравнение расхода через порог треугольного профиля с продольным треугольным вырезом имеет вид

$$Q = 0{,}8\sqrt{g}C_v \cdot C_f \cdot C_D \cdot m_b h^{5/2}. \quad (21)$$

4.7.4. Расчётные формулы расхода:
при измерениях в $м^3/с$

$$Q = 2{,}505C_v \cdot C_f \cdot C_D \cdot m_b \cdot h^{5/2}; \quad (22)$$

при измерениях в $м^3/ч$

$$Q = 9019{,}6C_v \cdot C_f \cdot C_D m_b \cdot h^{5/2}. \quad (23)$$

При $h/\Delta P > 1{,}0$ для $m_b$ = 10 коэффициент $C_D$ = 0,620 и для $m_b$ = 20 коэффициент $C_D$ = 0,625; при $h/\Delta P \le 1{,}0$ для $m_b$ = 10 коэффициент $C_D$ = 0,615 и для $m_b$ = 20 коэффициент $C_D$ = 0,620.

При $h \le \Delta P$ коэффициент $C_f$ = 1,0; при $h > \Delta P$

$$C_f = 1{,}0 - (1{,}0 - \Delta P/h)^{5/2}.$$

Значения коэффициента $C_v$ принимают из табл. 2 приложения.

4.7.5. Расстояние от гребня водослива до створа измерений $10\Delta P \le l_1 \ge 2h_{max}$.

4.8. Водослив с порогом трапецеидального профиля

4.8.1. Водослив с порогом трапецеидального профиля может иметь трапецеидальное или прямоугольное поперечное сечение (рис. 8). Водосливы предназначены для измерений расхода в каналах при содержании в жидкости твёрдых нерастворимых частиц не более 1 $кг/м^3$.

4.8.2. Размеры и конструкция водослива с порогом трапецеидального профиля должны удовлетворять следующим условиям: $b \ge 0{,}3$ м; $b/P \ge 2$; $P \ge 0{,}15$ м; $h/P \le 1{,}3$; $\alpha$ = 45° или 0°; $l_1 = (3 \div 4)h_{max}$; $l = 0{,}8P$.

4.8.3. Уравнение расхода водослива с порогом трапецеидального профиля имеет вид

$$Q = C_v \cdot C_D \cdot C_f \cdot B_n \sqrt{g}h^{3/2}. \quad (24)$$

Значения $C_v$ принимают по табл. 2 приложения.

ВОДОСЛИВ С ПОРОГОМ ТРЕУГОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ С ПРОДОЛЬНЫМ ТРЕУГОЛЬНЫМ (V - ОБРАЗНЫМ) ВЫРЕЗОМ

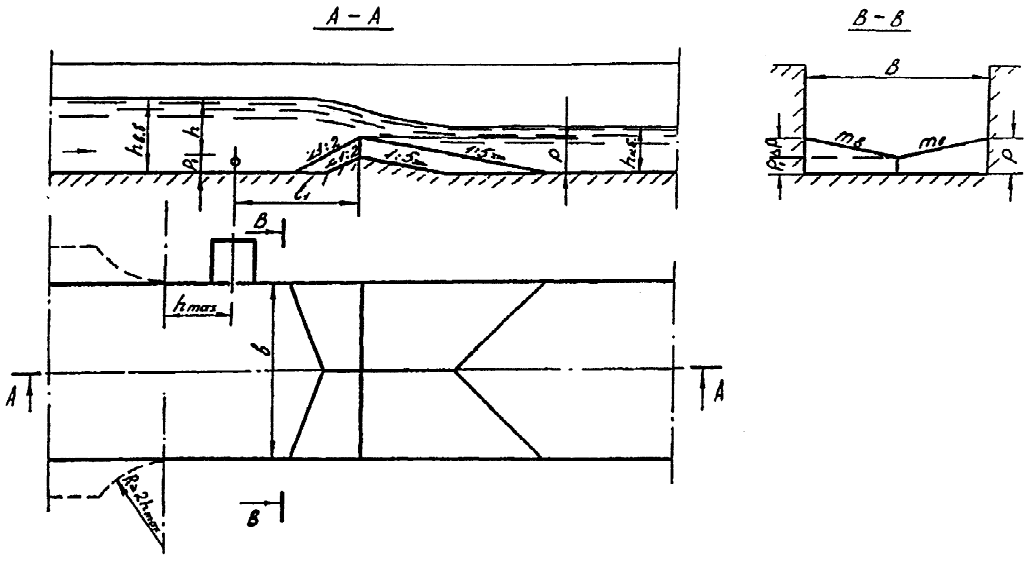
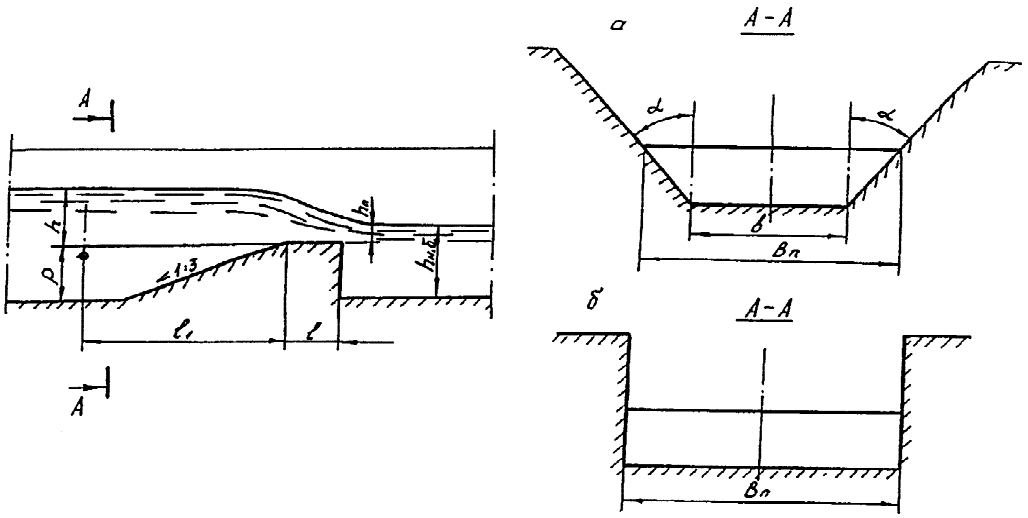



Рис. 7

ВОДОСЛИВ С ПОРОГОМ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ




а - в каналах трапецеидального поперечного сечения
б - в каналах прямоугольного поперечного сечения

Рис. 8

Для порогов прямоугольного поперечного сечения (см. рис. 8б) $C_D = (0{,}523 + 0{,}0707\ h/P)$; для порогов трапецеидального поперечного сечения (см. рис. 8а) $C_D = (0{,}523 + 0{,}056\ h/P)$.

Для порогов прямоугольного поперечного сечения $C_f = 1$; для порогов трапецеидального поперечного сечения

$$C_f = 1 + \frac{h\,tg\alpha}{B_п}$$

4.8.4. Расчётные формулы расхода:
при измерениях в $м^3/с$

$$Q = 3{,}132 C_v \cdot C_D \cdot C_f \cdot B_п \cdot h^{3/2}; \qquad (25)$$

при измерениях в $м^3/ч$

$$Q = 11275 C_v \cdot C_D \cdot C_f \cdot B_п \cdot h^{3/2}. \qquad (26)$$

4.9. Водослив с порогом прямоугольного профиля с закруглённой входной кромкой

4.9.1. Водосливы с порогом прямоугольного профиля с закруглённой входной кромкой предназначены для измерений расхода жидкости, не содержащей влекомых и крупных взвешенных наносов. Порог водослива (рис. 9) должен иметь горизонтальную, прямоугольную в плане поверхность длиной $l \geq 1{,}75\ h_{max}$, шириной b, равной ширине подводящего канала. Поверхность водослива сопрягается с верховой гранью дугой окружности радиусом $R_р \geq 0{,}2\ h_{max}$. Низовую грань водослива допускается выполнять вертикально или наклонно (угол наклона не нормируется).

4.9.2. Общая длина порога с учётом радиуса закругления должна удовлетворять условию $h_{стр} \geq l_р \geq 1{,}95\ h_{max}$. Требования к подводящему каналу аналогичны водосливу с порогом треугольного профиля.

4.9.3. Допускаемые соотношения нормируемых размеров водослива и параметров потока: $h/P \leq 1{,}5$; $h/l_р < 0{,}6$; $P \geq 0{,}15$ м; $b \geq 0{,}3$ м; $h_{min} = 0{,}06$ м или $0{,}03\ l_р$; $l_1 = (3 \div 4)\ h_{max}$.

4.9.4. Основное уравнение расхода для водослива с порогом прямоугольного профиля имеет вид

$$Q = \frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}} C_v \cdot C_D \cdot \sqrt{g} \cdot b \cdot h^{3/2}. \qquad (27)$$

Расчётные формулы имеют вид:
при измерениях расхода в $м^3/с$

$$Q = 1{,}705C_v \cdot C_D \cdot b \cdot h^{3/2}, \quad (28)$$

при измерениях расхода в $м^3/ч$

$$Q = 6138C_v \cdot C_D \cdot b \cdot h^{3/2}. \quad (29)$$

## ВОДОСЛИВ С ПОРОГОМ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ С ЗАКРУГЛЁННОЙ ВХОДНОЙ КРОМКОЙ

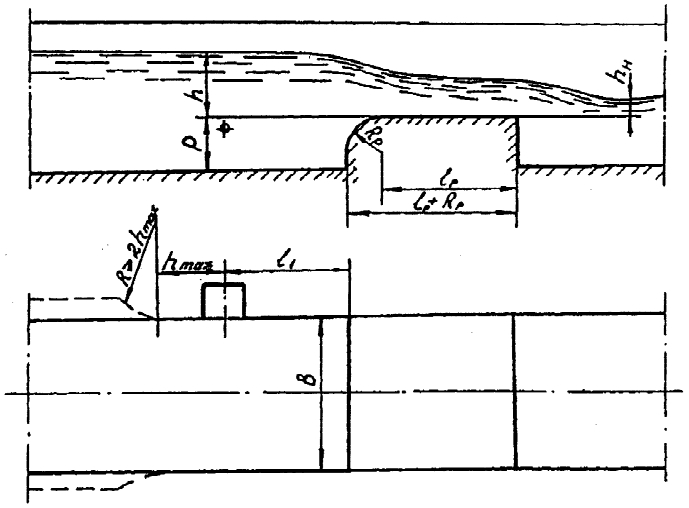



Рис. 9

В расчётных формулах в качестве действительного значения ширины порога b принимают наименьшее из измеренных значений ширин в сечениях, соответствующих ($R_p$ + 0,05) м; 0,33 $l_p$; 0,50 $l_p$ от входного торца порога.

4.9.5. Коэффициент расхода $C_D$ определяют по формуле

$$C_D = (1 - 0{,}006l_p/b) \cdot (1 - 0{,}003l_p/h)^{3/2} \quad (30)$$

или по табл. 3 приложения.

Коэффициент скорости подхода $C_v$ выбирают в зависимости от соотношения $C_D \cdot \frac{h}{h+P}$ по табл. 2 приложения.

4.9.6. Свободное истечение через водослив с порогом прямоугольного профиля обеспечивается при

$\eta \le 0{,}63$ для $h/P < 0{,}5$;
$\eta \le 0{,}75$ для $h/P = (0{,}5 \div 1{,}0)$;
$\eta \le 0{,}80$ для $h/P > 1{,}0$.

4.10. Лотки критической глубины с горловиной прямоугольного поперечного сечения (лотки Вентури)

4.10.1. Лотки критической глубины с горловиной прямоугольного поперечного сечения (лотки Вентури) предназначены для измерений расхода жидкости в естественных водотоках и каналах произвольной формы, преимущественно прямоугольного сечения. Рекомендуется применять лотки двух типов: с боковым сжатием при горизонтальном дне (без порога) (рис. 10а) и без бокового сжатия с донным порогом (рис. 10б). Лотки первого типа рекомендуются для измерений расхода взвесенесущих жидкостей.

4.10.2. Конструкция и размеры лотков критической глубины должны удовлетворять следующим условиям:

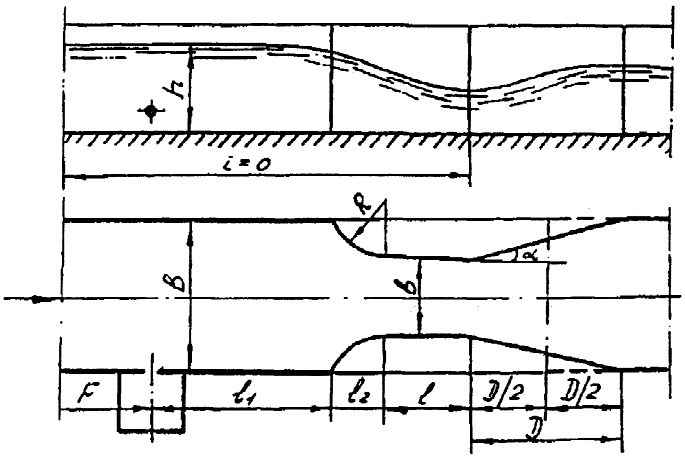
подводящий участок канала должен быть прямолинейным на расстоянии $F \ge 6\ h_{max}$ (см. рис.

10). Сопряжение горловины лотка с подводящим участком выполняют в виде криволинейного конфузора с вертикальными стенками, очерченными по радиусу R = 2 (B - b) длиной $l_2$ = 1,32 (B - b). Расстояние от начала конфузора до отверстия или щели в стенке подводящего участка канала для сообщения с успокоительным устройством должно составлять $l_1 \cong 3\ h_{max}$.

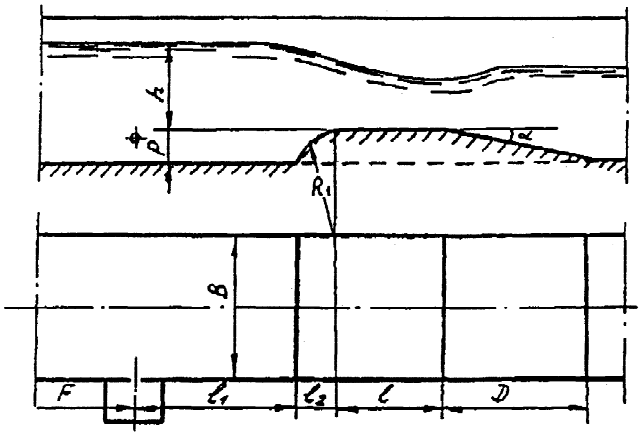
Горловина лотка с горизонтальным дном и вертикальными параллельными стенками должна иметь длину $l$ = (1,5 ÷ 2,0) $h_{max}$. Для лотка с донным сжатием должны соблюдаться условия: P ≥ 0,15 м; $R_1$ = 4P. Выходной участок длиной D = 3 (B - b) должен иметь вертикальные расходящиеся стенки. Если потери напора при истечении из лотка не лимитированы, допускается уменьшение длины выходного участка D вдвое при сохранении тангенса угла расширения стенок в плане не более 1: 6.

СХЕМЫ ЛОТКОВ ВЕНТУРИ

а




б




а - с боковым сжатием потока;
б - с порогом без бокового сжатия потока

Рис. 10

4.10.3. Ширина горловины лотка b ≥ 0,1 м. Ширина подводящего участка канала B ≤ 5,0 м. Максимальный напор над дном горловины не должен быть более 2,0 м или 3 b.

4.10.4. Расход через лоток Вентури в общем случае определяют по уравнению

$$Q = \frac{2\sqrt{2}}{3\sqrt{3}} C_v \cdot C_D \sqrt{g} \cdot b \cdot h^{3/2}. \qquad (31)$$

4.10.5. Расчётные формулы расхода:
при измерениях в $м^3/с$

$$Q = 1{,}705 C_v \cdot C_D \cdot b \cdot h^{3/2}, \quad (32)$$

при измерениях в $м^3/ч$

$$Q = 6138 C_v \cdot C_D \cdot b \cdot h^{3/2}. \quad (33)$$

Действительное значение ширины горловины лотка при расчётах принимают согласно указаниям в п. 4.9.4.

4.10.6. Коэффициент расхода $C_D$ определяют по формуле (30) или по табл. 3 приложения.

4.11. Лотки Паршалла

4.11.1. Лотки Паршалла предназначены для измерения расхода жидкости в каналах прямоугольного поперечного сечения. Их можно также применять для измерений расхода в каналах трапецеидального сечения и в естественных водотоках.

4.11.2. Схема лотка Паршалла приведена на рис. 11. В отличие от лотков Вентури лотки Паршалла различной пропускной способности не являются геометрически подобными и их гидравлические характеристики были экспериментально получены для определенных нормализованных типоразмеров.

В табл. 4 приведены размеры нормализованных лотков Паршалла. Этими размерами следует руководствоваться при использовании лотков Паршалла.

4.11.3. При сопряжении с подводящими каналами, ширина которых отличается от размера $B_1$, в табл. 4, следует применять сопряжения. Форма сопрягающих элементов в плане зависит от соотношения $L_1/b$. При $L_1/b \geq 4{,}4$ можно использовать любую форму, при $L_1/b$ от 4,4 до 2,4 можно применять прямолинейные стенки с утлом наклона 45°, при $L_1/b$ от 2,4 до 1,14 рекомендуется использовать закруглённые в плане стенки с радиусом закругления $R = 2 (B_к - B_1)$ (см. рис. 11).

ЛОТОК ПАРШАЛЛА

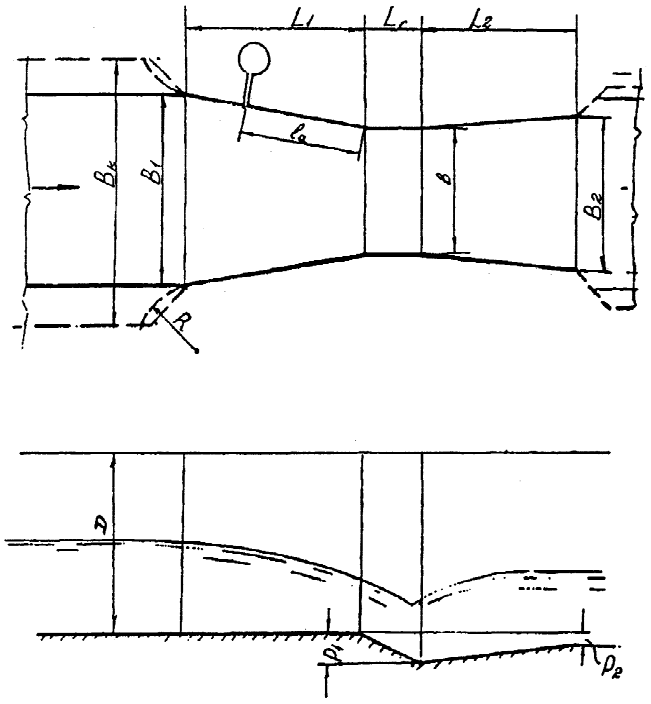



Рис. 11

Если ширина подводящего канала $B_к < B_1$, то сопряжение при $B_1 - B_к = 0{,}3$ м для лотков NN 1-10 и $B_1 - B_к = 0{,}6$ м для лотков NN 11-21, следует осуществлять при помощи прямолинейных в плане стенок с уклоном $m_п$ 1:15. При $B_1 - B_к$ больше указанных пределов следует рассмотреть возможность применения лотка Паршалла другого типоразмера.

В таблице 4 указаны также минимальные значения длины $L_2$ выходной секции и её ширины $B_2$. В зависимости от ширины отводящего канала их можно увеличивать до необходимого по

местным условиям значения, сохраняя указанный тангенс наклона к оси (1:6). Высоту стенок D лотков Паршалла следует принимать исходя из местных условий, но не менее

$$D = h_{max} - 0{,}2 \text{ м}$$

4.11.4. Расход через лоток Паршалла в общем случае определяют по уравнению

$$Q = C_0 b h^n. \quad (34)$$

Расчётные формулы расхода:
при измерениях в $м^3/с$

$$Q = C_0 b h^n, \quad (35)$$

при измерениях в $м^3/ч$

$$Q = 3600 C_0 b h^n. \quad (36)$$

Значения коэффициента $C_0$, степени n, а также пределы измерений лотков Паршалла приведены в табл. 5.

4.11.5. Лотки Паршалла следует применять в режиме свободного (незатопленного) истечения. Значения предельного относительного затопления $\eta_п$ составляют: для лотков с шириной горловины b до 1,0 м (NN 1-7 табл. 4) $\eta_п = 0{,}6$, для лотков с b от 1,0 до 2,4 м (NN 8-13) $\eta_п = 0{,}7$, для лотков с $b > 2{,}4$ м (NN 14-21) $\eta_п = 0{,}8$.

4.12. Отклонения от размеров или их соотношений, не указанные в соответствующих пунктах раздела 4, можно считать допустимыми, если они не превышают 1,5% от нормированных значений размеров (соотношений).

Таблица 4

**Основные размеры лотков Паршалла**

| NN | Входная секция | | | Секция горловины | | | Выходная секция | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_1$ | $l_a$ | $B_1$ | b | $L_г$ | $P_1$ | $L_2$ | $B_2$ | $P_2$ |
| 1 | 0,610 | 0,415 | 0,40 | 0,152 | 0,305 | 0,115 | 0,61 | 0,39 | 0,08 |
| 2 | 1,325 | 0,900 | 0,78 | 0,25 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 0,55 | 0,08 |
| 3 | 1,450 | 0,920 | 0,84 | 0,30 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 0,60 | 0,08 |
| 4 | 1,450 | 0,987 | 1,08 | 0,50 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 0,80 | 0,08 |
| 5 | 1,530 | 1,020 | 1,20 | 0,60 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 0,90 | 0,08 |
| 6 | 1,575 | 1,074 | 1,38 | 0,75 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 1,05 | 0,08 |
| 7 | 1,650 | 1,121 | 1,56 | 0,90 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 1,20 | 0,08 |
| 8 | 1,705 | 1,161 | 1,68 | 1,00 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 1,30 | 0,08 |
| 9 | 1,800 | 1,227 | 1,92 | 1,20 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 1,50 | 0,08 |
| 10 | 1,950 | 1,329 | 2,28 | 1,50 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 1,80 | 0,08 |
| 11 | 2,100 | 1,427 | 2,64 | 1,80 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 2,10 | 0,08 |
| 12 | 2,250 | 1,534 | 3,00 | 2,10 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 2,40 | 0,08 |
| 13 | 2,400 | 1,636 | 3,36 | 2,40 | 0,60 | 0,23 | 0,92 | 2,70 | 0,08 |
| 14 | 4,27 | 1,83 | 4,76 | 3,05 | 0,91 | 0,343 | 1,83 | 3,66 | 0,152 |
| 15 | 4,88 | 2,03 | 5,61 | 3,56 | 0,91 | 0,343 | 2,44 | 4,47 | 0,152 |
| 16 | 7,62 | 2,34 | 7,62 | 4,57 | 1,22 | 0,457 | 3,05 | 3,59 | 0,229 |
| 17 | 9,14 | 2,84 | 9,14 | 6,10 | 1,83 | 0,686 | 3,66 | 7,32 | 0,305 |
| 18 | 10,67 | 3,35 | 10,67 | 7,62 | 1,83 | 0,686 | 3,96 | 8,94 | 0,305 |
| 19 | 12,31 | 3,86 | 12,31 | 9,14 | 1,83 | 0,686 | 4,27 | 10,57 | 0,305 |
| 20 | 15,48 | 4,88 | 15,48 | 12,19 | 1,83 | 0,686 | 4,88 | 13,82 | 0,305 |
| 21 | 18,53 | 5,89 | 18,53 | 15,24 | 1,83 | 0,686 | 6,10 | 17,27 | 0,305 |

Таблица 5

**Основные характеристики лотков Паршалла**

| NN | Ширина горловины b, м | Значения коэффициента $C_0$ | Значения степени уравнений расхода n | Измеряемые расходы $м^3/с$ | | Максимальные значения верхних пределов измерений напора $h_п$ м |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Мин. $Q_{min}$ | Макс. $Q_{max}$ | |
| 1 | 0,152 | 2,192 | 1,494 | 0,004 | 0,06 | 0,3 |
| 2 | 0,25 | 2,243 | 1,513 | 0,008 | 0,16 | 0,45 |
| 3 | 0,30 | 2,263 | 1,521 | 0,034 | 0,4 | 0,75 |
| 4 | 0,50 | 2,318 | 1,541 | 0,05 | 0,63 | 0,75 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,60 | 2,338 | 1,548 | 0,07 | 0,85 | 0,75 |
| 6 | 0,75 | 2,363 | 1,557 | 0,09 | 1,10 | 0,75 |
| 7 | 0,90 | 2,386 | 1,565 | 0,12 | 1,25 | 0,75 |
| 8 | 1,00 | 2,397 | 1,569 | 0,135 | 1,5 | 0,80 |
| 9 | 1,20 | 2,420 | 1,577 | 0,18 | 2,0 | 0,80 |
| 10 | 1,50 | 2,445 | 1,586 | 0,24 | 2,5 | 0,80 |
| 11 | 1,80 | 2,467 | 1,593 | 0,29 | 3,0 | 0,80 |
| 12 | 2,10 | 2,483 | 1,599 | 0,336 | 3,6 | 0,80 |
| 13 | 2,40 | 2,486 | 1,60 | 0,45 | 4,5 | 0,85 |
| 14 | 3,05 | 2,457 | 1,60 | 0,45 | 8,28 | 1,07 |
| 15 | 3,56 | 2,431 | 1,60 | 0,45 | 14,68 | 1,37 |
| 16 | 4,57 | 2,405 | 1,60 | 0,45 | 25,04 | 1,67 |
| 17 | 6,10 | 2,379 | 1,60 | 0,45 | 37,07 | 1,83 |
| 18 | 7,62 | 2,363 | 1,60 | 0,45 | 47,16 | 1,83 |
| 19 | 9,14 | 2,352 | 1,60 | 0,60 | 74,7 | 1,83 |
| 20 | 12,19 | 2,339 | 1,60 | 0,60 | 74,7 | 1,83 |
| 21 | 15,24 | 2,331 | 1,60 | 0,75 | 93,0 | 1,83 |

Приведенные в таблице значения коэффициентов расхода $C_0$ и показателей степени n можно использовать, если отклонение фактической ширины горловины лотка от указанной в таблице не превышает ± 5%.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К УСТАНОВКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

5.1. Расходомеры со стандартными водосливами и лотками допускается комплектовать буйковыми, ёмкостными, тензометрическими, акустическими уровнемерами, дифманометрами - уровнемерами, а также штриховыми мерами (уровнемерными рейками). Выбор конкретных средств измерений уровня зависит от условий измерений и допускаемой погрешности расходомера.

5.2. Средства измерений уровня должны удовлетворять:

буйковые уровнемеры и уровнемеры общепромышленного назначения - ГОСТ 15983-81;

дифманометры - уровнемеры - ГОСТ 18140-84;

акустические уровнемеры, уровнемеры с погружными датчиками, а также штриховые меры длины - техническим условиям на данные виды средств измерений.

5.3. Допускается применять игольчатые рейки с нониусом, крючковые рейки, пьезометрические трубки со шкалой и другие средства, прошедшие испытания в установленном порядке.

5.4. На объектах, не имеющих источников внешнего энергоснабжения, при необходимости обеспечения непрерывного (систематического) контроля следует применять механические и электронные (с автономным питанием) приборы.

5.5. Градуировку шкал приборов проводят в единицах расхода ($м^3/с$, $м^3/ч$), а также в процентах от верхнего предела измерений по расходу. Допускается градуировка уровнемеров в единицах длины (м, мм).

5.6. Средства измерений уровня, входящие в систему централизованного контроля и управления, должны иметь стандартный токовый, частотный или кодовый выходной сигнал.

5.7. Уровнемеры или их чувствительные элементы (буйки, пневмометрические трубки) устанавливают в успокоительных колодцах, нишах и сосудах, удовлетворяющих требованиям п. 4.1.11.

5.8. Требования к установке акустических уровнемеров (расходомеров)

5.8.1. Акустические уровнемеры следует применять в основном при измерении расхода нефтесодержащих и других промышленных сточных вод, содержащих вещества, налипающие на первичные преобразователи уровнемеров (буйки, трубки, стержни), т.к. они являются бесконтактными приборами и не имеют элементов, соприкасающихся со сточной жидкостью.

В ряде случаев акустические уровнемеры можно применять и при измерении расхода городских сточных вод.

5.8.2. Акустические преобразователи уровнемеров следует располагать, как правило, в уровнемерных колодцах (см. рис. 12А). Если размеры колодца менее 0,7х0,7 м, то для установки преобразователя устраивают специальные приспособления, конструкции которых приводятся в эксплуатационной документации на уровнемер. Допускается установка акустических преобразователей непосредственно над поверхностью жидкости в подводящем участке лотка

или водослива (см. рис. 12Б), но в этих случаях необходимо предусмотреть меры по предотвращению обмерзания и отложения инея в нижней части преобразователя.

Расстояние $H_н$ от нижней части (плоскости отсчёта) акустического преобразователя до максимального уровня жидкости в канале (колодце) зависит от конструкции преобразователя. Как правило, $H_н = 1{,}0 \div 0{,}5$ м.

5.8.3. Передающие преобразователи акустических уровнемеров следует располагать в отапливаемых помещениях (будках, шкафах). Расстояние от первичного преобразователя до передающего преобразователя зависит от конструкции уровнемера. Как правило, оно не должно превышать 50-70 м.

5.9. Требования к установке дифманометров - уровнемеров

5.9.1. Дифманометры - уровнемеры устанавливают, как правило, по схеме пневмометрических (барботажных) уровнемеров (рис. 13) или по схеме "под уровень" (рис. 14).

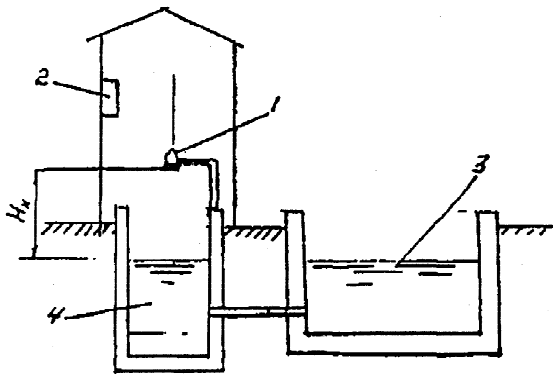
5.9.2. Пневмометрические (барботажные) уровнемеры могут быть с централизованным (рис. 13а) или автономным (рис. 13б) источником сжатого воздуха. В качестве централизованного источника сжатого воздуха используются, например, сеть подачи воздуха в аэротенки или промышленные сети сжатого воздуха. В качестве автономных источников можно применять микрокомпрессоры, а также баллоны с сжатым воздухом или инертным газом.

5.9.3. Соединительные линии дифманометров - уровнемеров с пневмометрическими трубками должны быть выполнены из труб внутренним диаметром 8-10 мм и уложены с уклоном не менее 0,01 (подъём от трубки к дифманометру). Длина соединительных линий не должна превышать 100 м.

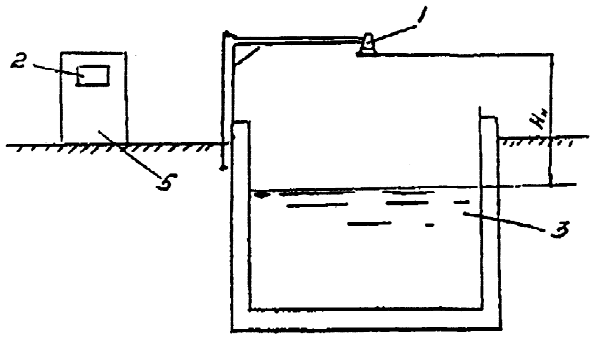
5.9.4. Пневмометрическую трубку устанавливают так, чтобы плоскость нижнего обреза её совпадала с плоскостью гребня водослива или дна лотка.

СХЕМА УСТАНОВКИ АКУСТИЧЕСКОГО УРОВНЕМЕРА

А



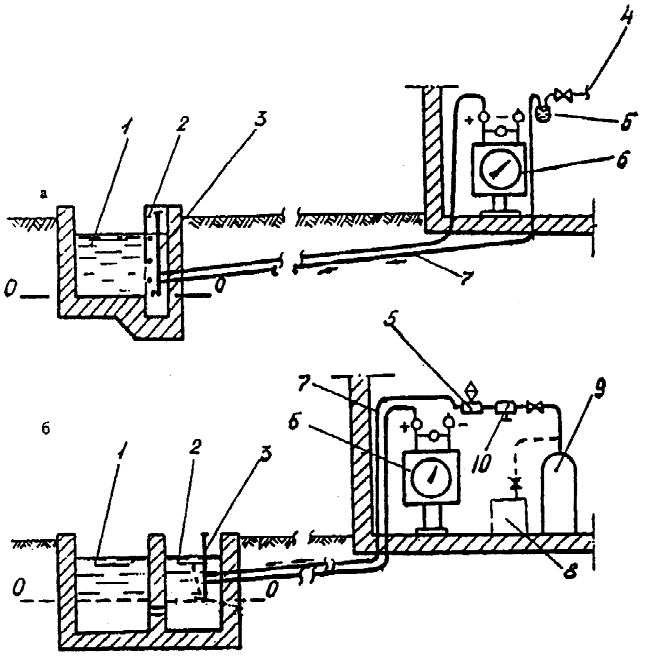

Б




1 - акустический преобразователь, 2 - передающий преобразователь, 3 - канал, 4 - уровнемерный колодец, 5 - приборный шкаф.

Рис. 12

СХЕМЫ УСТАНОВКИ ПНЕВМОМЕТРИЧЕСКИХ УРОВНЕМЕРОВ




а - с подачей воздуха из централизованного источника,
б - с автономным источником сжатого воздуха.
1 - измерительный лоток или водослив; 2 - успокоительное устройство; 3 - пневмометрическая трубка; 4 - от источника сжатого воздуха; 5 - устройство для контроля расхода воздуха; 6 - дифманометр; 7 - трубка подачи воздуха; 8 - микрокомпрессор (вариант); 9 - баллон со сжатым воздухом; 10 - редуктор.

Рис. 13

5.9.5. Расход воздуха, подаваемого в соединительную линию, должен быть не более 0,5 $см^3/с$. Давление воздуха должно превышать давление в плоскости отсчёта на 500 Па (50 $кгс/м^2$) при максимальном уровне в успокоительном колодце (нише). Для дифманометров- уровнемеров, работающих при температуре ниже минус 5°С, воздух, подаваемый в соединительную линию, должен быть осушен при помощи силикагеля или иным способом.

5.9.6. При использовании централизованного источника сжатого воздуха на соединительной линии (до дифманометра) следует устанавливать регулятор воздуха (или регулирующие вентили) и ротаметр или контрольный стаканчик (пузырьковый расходомер) для индикации расхода воздуха. При использовании баллона с сжатым воздухом, кроме того, следует предусмотреть редуктор.

При использовании микрокомпрессора достаточно, как правило, установить контрольный стаканчик и вентиль или кран.

5.9.7. Установку дифманометра "под уровень" используют в случаях, когда канал с лотком или водосливом проходит в насыпи или вблизи лотка или водослива имеется подвальное или заглубленное помещение, например, насосная станция (рис. 14).

5.9.8. Соединительные линии дифманометров, установленных "под уровень", выполняют из трубок внутренним диаметром не менее 20 мм.

Уклон соединительных линий должен быть не менее 1:10 с подъёмом от успокоительного колодца (ниши, сосуда) к дифманометру. Длина соединительной линии не должна превышать 30 м.

5.9.9. При измерениях расхода загрязненной жидкости на соединительной линии перед дифманометром устанавливают отстойный сосуд и приспособление для промывки линий чистой водой.

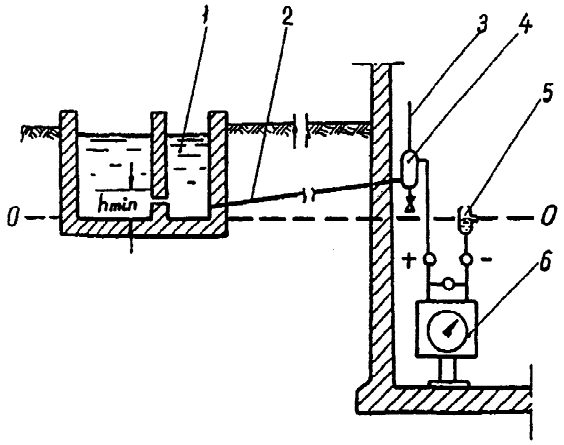
5.9.10. Уравнительный сосуд, подключенный к полости низкого давления дифманометра, устанавливают так, чтобы жидкость в нём была на уровне плоскости отсчёта измерительного устройства (на уровне дна горловины лотка или порога водослива).

Возле дифманометра необходимо установить репер (марку) для проверки этого уровня.

5.10. Требования к установке уровнемеров с погружными датчиками.

5.10.1. Погружные датчики, например, с тензочувствительной мембраной, следует устанавливать так, чтобы плоскость отсчёта уровня совпадала с горизонтальной плоскостью на уровне порога водослива или дна лотка.

СХЕМА УСТАНОВКИ ДИФМАНОМЕТРА "ПОД УРОВЕНЬ"




1 - успокоительный колодец
2 - соединительная линия
3 - контрольная трубка
4 - отстойный сосуд
5 - уравнительный сосуд
6 - дифманометр

Рис. 14

5.10.2. Погружные датчики уровня соединяют с блоком питания и измерительным преобразователем линией связи. Наибольшее расстояние от датчика до измерительного преобразователя зависит от сопротивления линий связи.

5.10.3. При измерениях уровня загрязнённых жидкостей, например, неочищенных сточных вод погружной датчик должен быть снабжен защитным блоком, предохраняющим чувствительный элемент датчика от соприкосновения с измеряемой жидкостью.

5.11. Указания по обработке выходного сигнала уровнемера и получения значений суммарного расхода (объёма) жидкости

5.11.1. Выходные сигналы современных уровнемеров пропорциональны, как правило, уровню жидкости. Для получения значений расхода и объёма измеряемой жидкости применяют несколько способов.

5.11.2. При наличии вторичного самопишущего прибора применяют равномерные процентные шкалы (диаграммы), 100% которых соответствуют верхнему пределу измерения уровнемера. При обработке диаграмм пользуются градуировочными таблицами, составленными для данного расходомера (с учётом параметров водослива или лотка). Таким способом получают достоверные данные о расходе и объёме жидкости, но этот способ достаточно трудоёмок, а его достоверность зависит от квалификации лиц, обрабатывающих диаграммы.

5.11.3. При необходимости получения сигнала пропорционального расходу в схеме расходомера необходимо предусмотреть нелинейный преобразователь, настройку которого следует проводить, используя градуировочные таблицы данного расходомера. При наличии нелинейного преобразователя в схему расходомера следует включать сумматор для получения значений объёма жидкости за определённый отрезок времени.

5.11.4. При наличии на объектах водоснабжения или канализации ПЭВМ в схеме расходомера необходимо предусмотреть установку АЦП (аналого-цифрового преобразователя) и линию связи к ПЭВМ.

## 6. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ

6.1. Измерения расхода жидкости при помощи водосливов и лотков должны проводить исполнители, имеющие образование не ниже среднего специального, изучившие настоящую рекомендацию, инструкции по эксплуатации средств измерений, перечисленных в разд. 5.

6.2. При оборудовании водосливов или лотков средствами измерений уровня жидкости, входящими в состав автоматизированного или дистанционного контроля и управления и требующими наличия источников электроэнергии, исполнители, выполняющие измерения, должны проходить специальный курс подготовки по обслуживанию этих приборов.

6.3. Исполнители, проводящие обработку и учёт результатов измерений, должны быть обучены технологии расчётов и обращению с индивидуальной вычислительной техникой.

6.4. К выполнению измерений расхода жидкости допускают лиц, прошедших инструктаж по технике безопасности, при условии выполнения п.п. 6.1.-6.3.

## 7. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Условия выполнения измерений

7.1.1. Конструкцию водослива или лотка выбирают с учётом:

максимального и минимального расхода жидкости в канале или водотоке;

максимальной скорости потока на участке размещения расходомера;

формы и размеров участка канала или водотока, конструкции облицовки или крепления русла;

максимального и минимального уровней жидкости;

режима движения взвешенных и донных (влекомых) механических примесей;

наличия в канале или водотоке плавающего мусора или льда, влияющих на показания расходомера.

В каналах и водотоках, несущих взвешенные и донные примеси, применяют сужающие устройства без порогов.

В водотоках, где возможно появление льда и плавающего мусора, рекомендуется применять водослив или лоток с порогом, но с минимальным боковым сжатием потока, например, водосливы с порогом треугольного и прямоугольного профиля и др. С целью сокращения материалоёмкости и объёмов строительно-монтажных работ подбирают тип водослива или лотка, соответствующий форме сечения канала или водотока. Например, в каналах прямоугольной формы предусматривают размещение водослива с порогом треугольного и прямоугольного профиля, лотка критической глубины и т.п., а в каналах трапецеидального сечения - водослив трапецеидальной формы, порог трапецеидального профиля и т.п. В каналах и водотоках с малыми уклонами, где нет возможности создать достаточные перепады уровня жидкости в бьефах, применяют лотки критической глубины. При больших диапазонах измерений расхода, при проведении лабораторных исследований рекомендуется применять треугольный водослив с тонкой стенкой.

7.1.2. Средства измерений уровня жидкости выбирают, исходя из расчётных значений максимального напора, допускаемых требований к классу точности уровнемеров, наличия источников электроснабжения на участке размещения расходомера, а также принимая во внимание возможные способы сбора и обработки результатов измерений.

Например, на каналах и водотоках, расположенных вдали от линий электропередач и источников сжатого воздуха, рекомендуется применять простейшие механические уровнемеры или приборы с автономным питанием. В системах автоматического и дистанционного управления и контроля на энергообеспеченных объектах применяют средства измерений с унифицированным выходным сигналом, например, ёмкостные, акустические и электромеханические уровнемеры и т.п.

7.2. Методика расчёта водослива и лотка

7.2.1. Методика расчёта водослива или лотка зависит от назначения и условий эксплуатации расходомера. Основной задачей расчёта является подбор оптимальных размеров водослива или лотка, обеспечивающих соблюдение допускаемых условий их применения, проведение измерений в рабочем диапазоне измерений расхода при заданной форме, уклоне и габаритах подводящего и отводящего участков канала или водотока. Различают два основных случая расчёта расходомеров: для проектируемых каналов и сооружений и для существующих каналов, водотоков и сооружений.

7.2.2. Верхний предел измерений расходомера с водосливом и лотком, как правило,

назначают исходя из заданного максимального расхода и принимают (в $м^3/с$ или $м^3/ч$) ближайшим большим к нему из ряда верхних пределов измерений по ГОСТ 18140-84: 1,00; 1,25; 1,60; 2,00; 2,50; 3,20; 4,00; 5,00; 6,30; $8,00 \cdot 10^n$, где n - любое целое положительное или отрицательное число. Например, при n = -1 ряд будет иметь вид: 0,100; 0,125; 0,160... $м^3/с$.

Верхние пределы измерений расходомеров с водосливом или лотком без бокового сжатия, например, при водосливе с широким порогом прямоугольного или треугольного профиля, можно принимать равными округленным значениям максимальных расходов.

7.2.3. Максимальный напор на водосливе или лотке устанавливают в результате гидравлического расчёта канала или водотока. Необходимый перепад уровня в верхнем и нижнем бьефах для проектируемых каналов достигается конструктивно, путём создания перепада на дне канала или большего уклона отводящего участка.

На действующих каналах и сооружениях максимальный допустимый напор на предполагаемом участке размещения расходомера определяют из соотношений:

для лотка, не имеющего порога,

$$h_{max} \le h_{стр} - \Delta_{доп}, \tag{39}$$

для водослива или лотка с порогами (водослив с тонкой стенкой с треугольным профилем порога и т.п.)

$$h_{max} + P \le h_{стр} - \Delta_{доп}. \tag{40}$$

Для каналов с расходом до 1 $м^3/с$ допустимое превышение $\Delta_{доп}$ = 0,10 м; для каналов с расходом от 1 до 10 $м^3/с$ $\Delta_{доп}$ = 0,20 м.

Проверяют также влияние повышения уровня на подтопление сооружений и снижение их пропускной способности в верхнем бьефе канала.

7.2.4. Высоту порогов водослива или лотка определяют подбором, исходя из формулы (40) и допускаемых соотношений между высотой порога и уровнем жидкости в верхнем и нижнем бьефах, установленных в разд. 4 для конкретных видов водослива и лотка.

7.2.5. Значения верхних пределов измерений уровнемеров выбирают по ГОСТ 18140-84 из ряда: 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2000 мм, принимая их ближайшими большими к значениям максимально допустимых напоров $h_{max}$.

7.2.6. Ширину отверстия водослива с тонкой стенкой или ширину горловины измерительного лотка вычисляют, пользуясь расчётными формулами, подставив в них вместо напора h значение принятого верхнего предела измерений. Например, для водослива с прямоугольным вырезом в тонкой стенке

$$b = \frac{Q_n}{2{,}953 C_0 h_n^{3/2}}; \tag{41}$$

для водослива с треугольным вырезом в тонкой стенке

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{Q_n}{2{,}361 C_0 h_n^{5/2}}; \tag{42}$$

для трапецеидального водослива с тонкой стенкой

$$b = \frac{Q_n - 0{,}8 C_0 \operatorname{tg}\alpha \sqrt{2g} \cdot h_n^{5/2}}{C_0 \sqrt{2g} h_n^{3/2}}. \tag{43}$$

Для большинства водосливов и лотков коэффициент расхода $C_0$ непостоянен во всём диапазоне измерений и зависит от напора h. В этих случаях в формулах для определения ширины отверстия водослива или горловины лотка значение коэффициента расхода $C_0$ принимают соответствующим среднему значению уровня $h_{ср}$ или среднему значению расхода $Q_{ср}$.

7.2.7. Для водосливов и лотков без бокового сжатия, устанавливаемых в каналах прямоугольного или трапецеидального сечения (водослив с порогом треугольного или прямоугольного профиля и т.п.) значение верхнего предела измерений расхода $Q_{пр}$,

соответствующее верхнему пределу измерений уровнемера $h_п$, вычисляют, подставляя в расчётные формулы вместо h значение $h_п$. Это значение расхода принимают за 100% шкалы расходомера.

7.2.8. При проверке соответствия полученных значений основных параметров водослива или лотка их нормированным значениям или соотношениям, например, $\frac{h_{max}}{b}$, $\frac{h_{max}}{P}$ и т.д., в расчётные формулы (см. разд. 4) подставляют расчётные значения $Q_{max}$, $h_{max}$, а не верхние пределы измерений.

7.2.9. Проверку соответствия максимальной скорости потока в верхнем бьефе допустимым значениям для выбранного типа сужающего устройства проводят, исходя из условия

$$Fr \le Fr_{доп}. \tag{44}$$

Значение числа Фруда Fr, соответствующее максимальному расходу, определяют по формулам:

для прямоугольной формы сечения подводящего канала при установке лотка

$$Fr=\frac{Q_{max}}{B\sqrt{g}h_{max}^{3/2}}; \tag{45}$$

для прямоугольной формы сечения подводящего канала при установке водослива и лотка с порогом

$$Fr=\frac{Q_{max}}{B\sqrt{g}(h_{max}+P)^{3/2}}; \tag{46}$$

для трапецеидальной формы сечения подводящего канала с утлом откоса стенок $\alpha_к$ при установке водослива и лотка с порогом

$$Fr=\frac{Q_{max}}{[b+tg\alpha_к(h_{max}+P)]\sqrt{g}(h_{max}+P)^{3/2}} \tag{47}$$

7.2.10. В случае несоблюдения допускаемых условий применения выбранного типа водослива или лотка по показателям, установленным в п.п. 7.2.2, 7.2.6, 7.2.7, предусматривают:

увеличение высоты порога (в случае необходимости и одновременное повышение отметок стенок канала на подводящем участке);

увеличение ширины отверстия водослива или горловины лотка;

изменение уклона дна на подводящем участке канала с целью создания перепада дна в нижнем бьефе сужающего устройства;

расширение подводящего участка канала с целью уменьшения подходной скорости потока и т.п.

7.2.11. С учётом мероприятий, указанных в п. 7.2.10, повторяют расчёт расходомера и окончательно выбирают размеры сжатого сечения и высоту порога. При этом путём подстановки в расчётную формулу расхода вычисленного значения b и принятого значения $h_{пр}$ проверяют соответствие расхода Q принятому значению $Q_{пр}$. Если расхождение превысит 0,5 %, то уточняют коэффициент расхода, корректируют значение b и повторяют проверку расчёта.

## 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Значение погрешности измерений расхода жидкости при помощи водослива или лотка в случае применения показывающих приборов определяют по формуле

$$\delta_Q = K_t[\delta_c^2+\delta_b^2+\delta_\alpha^2+(n\delta_h)^2+(n\delta_V)^2]^{1/2}, \tag{48}$$

где $\delta_Q$ - приведённая погрешность измерений расхода жидкости, выраженная в процентах от верхнего предела измерений;

$K_t$ - коэффициент, учитывающий взаимную корреляцию неисключённых систематических

составляющих погрешности и принимаемый равным 1,1 по ГОСТ 8.207-76 при доверительной вероятности P = 0,95;

$\delta_c$ - относительная погрешность определения коэффициента расхода или составляющих его сомножителей $C_v \cdot C_D$, %;

$\delta_b$ - относительная погрешность измерений ширины порога водослива или горловины лотка, %;

$\delta_\alpha$ - относительная погрешность измерений угла наклона боковых стенок (граней) водослива или лотка в сжатом сечении, %;

$\delta_h$ - приведённая погрешность измерений уровня жидкости, %;

$\delta_V$ - приведённая погрешность привязки начала шкалы уровнемера к отметке порога водослива или горловины лотка, %;

n - показатель степени при значении напора в уравнении расхода.

8.2. В качестве относительной погрешности определения коэффициента расхода $\delta_c$ приняты верхние пределы неисключённой систематической погрешности, установленные при испытаниях водослива и лотка на образцовых (эталонных) расходомерных установках.

Значения случайных составляющих погрешности определения коэффициентов расхода по сравнению с систематическими составляющими пренебрежимо малы.

8.3. Значения относительной погрешности определения коэффициента расхода для конкретных водосливов или лотков приведены в табл. 6

Таблица 6

| Наименование водослива и лотка | Относительная погрешность определения коэффициента расхода $\delta_c$, % |
|---|---|
| Треугольный водослив с тонкой стенкой | 1,0 |
| Прямоугольный водослив с тонкой стенкой | 1,5 при h/P<l,0<br>2,0 при h/P=1,0÷l,5<br>2,5 при h/P>1,5 |
| Трапецеидальный водослив с тонкой стенкой | 2,5 |
| Водослив с широким порогом треугольного профиля | 10 $C_v$ - 9 |
| Водослив с широким порогом треугольного профиля с треугольным вырезом | 2,3 при $m_b$ = 10<br>2,8 при $m_b$ = 20 |
| Водослив с широким порогом прямоугольного профиля с закруглённой входной кромкой | 2,0 (21 - 20 $C_D$) |
| Водослив с широким порогом трапецеидального профиля | 2,5 |
| Лотки критической глубины (Вентури) для каналов прямоугольного сечения | 1+20 ($C_v$ - $C_D$) |
| Лотки Паршалла | 2,5 |

8.4. В случае, если погрешность $\delta_c$ является функцией $C_v$, $C_D$, то при расчётах погрешности измерений расхода принимают значения $C_v$ и $C_D$ для водослива и лотка, соответствующими верхним пределам измерений расхода.

8.5. Значения относительных погрешностей измерений ширины порога или горловины $\delta_b$, а также угла наклона боковых стенок или граней $\delta_\alpha$ устанавливаются при первичной и периодических поверках водослива или лотка. По результатам не менее чем пятикратных измерений, значения $\delta_b$ и $\delta_\alpha$ не должны превышать 0,2%.

8.6. В качестве приведённой погрешности измерений уровня жидкости $\delta_h$ принимают основную приведённую погрешность средств измерений уровня, указанную в эксплуатационной документации на прибор. В случае, если паспортная погрешность прибора нормирована значением основной абсолютной погрешности $\Delta$ (м), то приведённую погрешность определяют по формуле

$$\delta_h = \frac{\Delta}{h_{max}} \cdot 100\%. \qquad (49)$$

8.7. Значение $\delta_V$ определяют по формуле

$$\delta_V = \frac{\nabla_s}{h_{max}} \cdot 100\%, \qquad (50)$$

где $\nabla_s$ - абсолютная погрешность привязки начала шкалы (нуля) уровнемера к отметке порога водослива или дна лотка, м.

8.7.1. В случае привязки шкалы уровнемера при помощи нивелира 1 или 2 классов точности и нивелирной рейки с миллиметровыми делениями, значение $\nabla_s$ принимают равным 0,0005 м, при помощи нивелира 3 класса точности - 0,002 м.

8.8. Значение приведённой погрешности измерений расхода жидкости при помощи водослива и лотка в случае применения самопишущих приборов определяют по формуле

$$\delta_Q = K_t[\delta_c^2 + \delta_b^2 + \delta_\alpha^2 + (n\delta_h)^2 + (n\delta_\nabla)^2 + \delta_д^2 + (n\delta_п)^2]^{1/2}, \qquad (51)$$

где $\delta_д$ - относительная погрешность хода диаграммы, принимаемая из эксплуатационной документации на самопишущий прибор, %;

$\delta_п$ - относительная погрешность обработки диаграммы самопишущего прибора, %. В качестве $\delta_п$ допускается принимать основную относительную погрешность планиметра, используемого при обработке диаграммы.

8.9. Значение относительной погрешности измерений объёма (количества) жидкости при использовании интегрирующего прибора (счётчика) определяют по формуле

$$\delta_W = K_t[\delta_c^2 + \delta_b^2 + \delta_\alpha^2 + (n\delta_h)^2 + (n\delta_\nabla)^2 + \delta_{ин}^2]^{1/2} \cdot \frac{Q_{max}}{Q_{ср}}, \qquad (52)$$

где $\delta_{ин}$ - основная относительная погрешность интегрирующего прибора (счетчика), принимаемая из эксплуатационной документации на прибор, %.

8.9.1. Среднее значение расхода жидкости $Q_{ср}$ определяют путём деления разности показаний счётчика в начале и конце периода измерений (в $м^3$) на продолжительность времени измерений в секундах или в часах.

## 9. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

9.1. Изложенная ниже методика поверки распространяется на расходомеры со стандартными водосливами и лотками.

9.2. Межповерочный интервал для водосливов и лотков - 3 года, для средств измерений уровня - согласно эксплуатационной документации на конкретные средства измерений, но не менее одного года.

9.3. Операции и средства поверки.

При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в табл. 7.

Таблица 7

| Наименование операции | Номер пункта | Средства поверки и их технические характеристики | Обязательность проведения при: | |
|---|---|---|---|---|
| | | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Внешний осмотр | 9.6.1<br>9.6.3 | - | Да | Да |
| Определение геометрических размеров водослива (лотка) | 9.6.4<br>9.6.10 | Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-89, линейка измерительная по ГОСТ 427-75, нутромер по ГОСТ 868-82, угломер | Да | Нет |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Определение волнистости и отклонения от плоскости поверхностей водослива или лотка | 9.6.12 | Линейка локальная поверочная по ГОСТ 8026-75 | Да | Да |
| Проверка горизонтальности и определение заданного угла наклона поверхности водослива или лотка | 9.6.13 | Нивелир по ГОСТ 10528-90. Рейка нивелирная, линейка с миллиметровыми делениями по ГОСТ 427-75 | Да | Нет |
| Определение геометрических размеров участков канала, прилегающих к водосливу или лотку | 9.6.15 | Рулетка измерительная, отвес геодезический по ГОСТ 10529-86, а также средства поверки по п. 9.6.13 | Да | Нет |
| Определение положения нуля (начала шкалы) уровнемера | 9.6.18 | Средства поверки по п. 9.6.13 | Да | Да |

Примечание: Кроме указанных в графе 3 средств измерений допускается применять аналогичные средства, допущенные к применению органами Госстандарта РФ.

9.4. Требования к квалификации поверителей.

К проведению поверки и обработке результатов измерений допускаются лица с образованием не ниже среднего технического, изучившие настоящую рекомендацию, техническое описание, инструкции по эксплуатации уровнемеров и других приборов, входящих в состав расходомера, имеющие практический навык и свидетельства о праве проведения поверки.

9.5. Условия поверки и подготовка к ней

9.5.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха не ниже 0°С;
- отсутствие атмосферных осадков.

Условия поверки уровнемеров - по нормативным документам на конкретный тип уровнемера.

9.5.2. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверка технического состояния средств поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на приборы конкретного типа;
- проверка успокоительного устройства и соединительной трубы (отверстия) в соответствии с п.п. 4.1.11 и 4.1.12;
- проверка соответствия граничным условиям применения водослива или лотка согласно разд. 2 и 4 (табл. 2);
- проверка правильности гидравлического расчёта по п. 7.2.

Поверку производят при отсутствии воды в канале, кроме операций, связанных с контролем герметичности сопряжений водослива или лотка с дном и стенками канала. Условия подтопления и допускаемого режима подходной скорости поверяют при наличии воды в канале. В случаях, когда по условиям эксплуатации сооружений, прекратить поток жидкости в канале невозможно, поверку геометрических размеров водослива или лотка допускается проводить при минимальных расходах с использованием, кроме табельных средств, специальных приспособлений, конструкция которых должна быть согласована с местными органами Госстандарта РФ.

9.5.3. Проверку соответствия допускаемому значению числа Фруда перед водосливом или лотком проводят расчётным способом по п. 7.2.9.

9.5.4. Проверку условий незатопленного истечения жидкости через водослив или лоток проводят в следующем порядке:

для водосливов с тонкой стенкой условия незатопленного истечения проверяют при $Q \geq 0{,}75\ Q_{max}$ сравнением измеряемых значений отметки порога водослива и уровня воды в нижнем бьефе. Уровень воды в нижнем бьефе измеряют в сечении за гидравлическим прыжком. Режим истечения считают незатопленным, если соотношение измеренных величин удовлетворяет условиям, указанным в табл. 2;

для других водосливов (кроме водосливов с тонкой стенкой) и лотков условия незатопленного истечения проверяют при двух значениях расхода, примерно соответствующих максимальному и минимальному, с помощью нивелира и нивелирной рейки. Уровень воды измеряется в верхнем бьефе - в сечении, соответствующем створу измерений напора, и в

нижнем бьефе за гидравлическим прыжком. По результатам измерений определяют значение относительного затопления $\eta = h_н/h$ (см. рис. 1). Если это значение равно или менее указанного в табл. 2 или в разд. 4, то истечение считают незатопленным.

9.5.5. Проверку герметичности водосливов с порогом проводят визуально, при этом контролируют выклинивание жидкости в нижнем бьефе при наполнении канала в верхнем бьефе до отметки порога.

9.6. Проведение поверки

9.6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие расходомера требованиям комплектности, маркировке, внешнему виду, а также отсутствие дефектов герметизирующей изоляции, покрытий и облицовки, отсутствие коррозии и деформаций водосливов или лотка, влияющих на их метрологические характеристики.

9.6.2. Результаты внешнего осмотра сопоставляют с требованиями технических условий и рабочими чертежами на конкретные виды расходомеров; при внешнем осмотре перед периодической поверкой - с данными технического паспорта расходомера.

9.6.3. При внешнем осмотре перед периодической поверкой на месте эксплуатации дополнительно устанавливают отсутствие отложений, наносов и мусора у водослива или лотка и в успокоительном устройстве, а также отсутствие дефектов облицовки и зарастания на подводящем участке канала.

9.6.4. Измерения каждого линейного или углового размера водослива или лотка проводят не менее трёх раз. За расчётную величину принимают среднее арифметическое значение измеренного размера.

9.6.5. Размеры ширины порога водослива или горловины лотка измеряют линейкой, рулеткой, штангенциркулем или нутромером в следующих сечениях:

в горизонтальной плоскости для всех видов водосливов и лотков - на уровнях дна горловины или гребня, 0,5 $h_{max}$ и $h_{max}$;

в вертикальной плоскости:

для водосливов с тонкой стенкой и с порогом треугольного профиля - в плоскости гребня водослива;

для водосливов с порогом прямоугольного профиля - в начале (на расстоянии $R_p$ + 0,05 м от торца), на расстоянии 1/3 и 1/2 от начала порога и в конце порога;

для водосливов с порогом трапецеидального профиля - в начале и конце горизонтальной части порога;

для лотков - в начале горловины, на расстоянии 1/3 и 1/2 длины и в конце горловины.

В каждом из указанных вертикальных сечений в качестве среднего значения "b" следует принимать среднее арифметическое из измеренных размеров. За расчётное значение "b" следует принимать наименьшее из средних значений "b" по сечениям.

9.6.6. Продольные размеры лотков, в том числе горловин, диффузоров и конфузоров, измеряют на уровне поверхности жидкости, соответствующем среднему расходу.

9.6.7. Правильность выреза водосливов с тонкой стенкой проверяют при помощи стальных угольников или шаблонов, изготовленных с необходимой точностью (см. п.п. 4.3.2, 4.4.3, 4.5.2).

9.6.8. Углы конусности и радиусы кривизны боковых стенок лотков измеряют на высоте 0,05 м от дна или по условиям п. 9.6.6 при помощи рулетки и предельных шаблонов.

Радиус закругления входной грани порога прямоугольного профиля измеряют при помощи предельных шаблонов и рулетки в трёх сечениях по оси порога и у боковых стенок.

9.6.9. Контроль соблюдения заданной формы кромки водослива с тонкой стенкой проводят при помощи предельных шаблонов или штангенциркуля не менее, чем в трёх точках для каждой грани.

9.6.10. Высоту порога водослива или лотка определяют линейкой или при помощи нивелира и нивелирных реек как превышение средней отметки порога над средней отметкой дна подводящего участка канала, измеренных по трём точкам у основания и по ширине порога. Отклонение от вертикали элементов лотка или водослива проверяют при помощи угольника, угломера или отвеса в трёх сечениях: на входе в лоток, в начале и конце горловины или порога водослива; у водосливов с тонкой стенкой - у стенок и по оси подводящего канала. Симметричность расположения водослива или лотка относительно оси подводящего участка канала определяют по дну или по верху при помощи рулетки или линейки.

9.6.11. За расчётные следует принимать средние значения измеренных размеров, кроме указанных в п.п. 4.9.4, 4.10.5, 4.11.4.

9.6.12. Волнистость и отклонение от плоскостности поверхностей водослива и лотка проверяют в тех случаях, когда они нормированы и определяют при помощи щупа как значение максимального зазора между лекальной линейкой и контролируемой поверхностью не менее

чем в трёх произвольных сечениях, имеющих визуально наибольшие дефекты, для каждой плоскости и в одном сечении - для торцевых граней водослива с тонкой стенкой.

9.6.13. Горизонтальность или уклон поверхностей водослива или лотка определяют при помощи нивелира и нивелирных реек с одной стоянки в следующих точках:

горизонтальность порога водослива с тонкой стенкой или треугольного профиля - у боковых стенок и по оси порога;

горизонтальность дна горловины, порога лотка или водослива с порогом прямоугольного профиля - в трёх сечениях: в начале и конце горловины лотка или порога и посредине между этими сечениями, в трёх точках в каждом сечении;

заданный уклон поверхностей водослива и лотка - в начале и конце соответствующих поверхностей.

9.6.14. Длину прямолинейных подводящих и отводящих участков канала определяют измерительной рулеткой по оси канала. Элементы поперечного сечения подводящего участка канала (ширину по дну, углы наклона боковых стенок) определяют в двух сечениях - в начале и конце участка канала нормированной длины.

9.6.15. Уклон дна подводящих участков канала определяют при помощи нивелира и нивелирной рейки в точках, расположенных по оси канала, в трёх сечениях для каждого участка - в начале участка, его конце и посредине между этими сечениями.

9.6.16. Отклонение от прямолинейности подводящего участка канала и отклонение от перпендикулярности оси канала к плоскости порога определяют при помощи теодолита и вешек или при помощи простейших средств контроля (угольники, шнуры или струны и т.п.).

9.6.17. Опробование и поверку уровнемера проводят независимо от других составных частей расходомера согласно эксплуатационной документации на уровнемер.

9.6.18. Привязку нуля уровнемера к плоскости отсчёта уровня - порогу водослива или дну горловины лотка, проводят при помощи нивелира и нивелирной рейки с миллиметровыми делениями. При этом разность отметок нуля уровнемера и порога водослива или дна горловины лотка не должна превышать 0,2% от верхнего предела измерений уровня. Отметка порога водослива или дна горловины лотка должна быть определена как среднее арифметическое значение результатов измерений в точках, указанных в п. 9.6.13.

9.6.19. Проверку положения нуля (начала шкалы) уровнемера проводят в зависимости от типа применяемого уровнемера и условий эксплуатации расходомера. Если возможно прекращение подачи жидкости и опорожнение канала до уровня порога водослива или дна лотка, то проверку нуля уровнемера проводят при этом уровне. Если подачу жидкости прекратить невозможно, то проверку нуля (начала шкалы) уровнемера проводят одним из косвенных (имитационных) методов. Выбор метода зависит от типа уровнемера. Например, при использовании дифманометра - уровнемера проверяют нуль по ГОСТ 18140-84, а затем при помощи нивелира и нивелирной рейки с миллиметровой шкалой определяют отметку верха пневмометрической трубки и, зная ее длину, вычисляют отметку низа трубки и сравнивают её с отметкой дна лотка или порога водослива, определённой по п. 9.6.18.

При использовании штриховых мер отметку начала шкалы определяют прямым нивелированием верха штриховой меры.

9.7. Оформление результатов поверки

9.7.1. Положительные результаты поверки расходомеров оформляют в соответствии с ПР 50.2.006-94:

при первичной поверке - внесением соответствующей записи в паспорт расходомера, удостоверенной поверительным клеймом по ПР 50.2.007-94;

при периодической поверке - выдачей свидетельства о поверке.

9.7.2. При отрицательных результатах поверки расходомер запрещают к применению и в паспорт вносят запись о непригодности расходомера.

9.7.3. Если в результате поверки выявлено несоответствие соотношений размеров водослива или лотка, нормированным в разделе 4 соотношениям, то допускается проведение градуировки расходомера на основе экспериментального определения градуировочной характеристики водослива или лотка.

Определение градуировочной характеристики следует проводить по утверждённой методике используя, например, для измерений расхода способ "скорость-площадь" по МИ 1759-87.

По результатам градуировки составляется паспорт расходомера, в который вносят все необходимые для эксплуатации технические характеристики расходомера, в том числе и межповерочный интервал.

Периодические поверки таких расходомеров проводят в соответствии с ПР 50.2.006-94.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**
Обязательное

## ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЁТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ (РАСХОДА) СТАНДАРТНЫХ ВОДОСЛИВОВ И ЛОТКОВ

Таблица 1

**Значения коэффициента расхода $C_0$ для водосливов с треугольным вырезом в тонкой стенке при $\alpha = 90°$**

| h/P | Значение $C_0$ при P/B | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 0,1 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 |
| 0,2 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,579 |
| 0,3 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,579 | 0,580 | 0,580 | 0,581 | 0,582 |
| 0,4 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,579 | 0,581 | 0,583 | 0,585 | 0,587 | 0,591 |
| 0,5 | 0,578 | 0,578 | 0,578 | 0,579 | 0,582 | 0,584 | 0,588 | 0,593 | 0,611 | - |
| 0,6 | 0,578 | 0,578 | 0,579 | 0,581 | 0,585 | 0,590 | 0,595 | - | - | - |
| 0,7 | 0,578 | 0,578 | 0,580 | 0,584 | 0,589 | 0,596 | - | - | - | - |
| 0,8 | 0,577 | 0,579 | 0,582 | 0,587 | 0,595 | 0,605 | - | - | - | - |
| 0,9 | 0,577 | 0,579 | 0,584 | 0,593 | 0,601 | - | - | - | - | - |
| 1,0 | 0,576 | 0,580 | 0,587 | 0,598 | 0,610 | - | - | - | - | - |
| 1,1 | 0,576 | 0,581 | 0,590 | 0,604 | - | - | - | - | - | - |
| 1,2 | 0,576 | 0,583 | 0,593 | 0,611 | - | - | - | - | - | - |
| 1,3 | 0,576 | 0,585 | 0,597 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,4 | 0,576 | 0,587 | 0,600 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,5 | 0,577 | 0,589 | 0,604 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,6 | 0,578 | 0,592 | 0,608 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,7 | 0,578 | 0,595 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,8 | 0,578 | 0,598 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1,9 | 0,579 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2,0 | 0,580 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Таблица 2

**Значения коэффициента скорости подхода жидкости $C_v$ для водосливов с широким порогом**

| $C_D \frac{b \cdot h}{A_w}$ | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,0 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,001 | 1,001 | 1,002 | 1,002 | 1,003 | 1,003 |
| 0,1 | 1,004 | 1,004 | 1,005 | 1,005 | 1,006 | 1,006 | 1,007 | 1,007 | 1,008 | 1,009 |
| 0,2 | 1,010 | 1,011 | 1,012 | 1,012 | 1,013 | 1,014 | 1,015 | 1,016 | 1,018 | 1,019 |
| 0,3 | 1,021 | 1,022 | 1,024 | 1,025 | 1,027 | 1,029 | 1,031 | 1,033 | 1,035 | 1,037 |
| 0,4 | 1,039 | 1,041 | 1,043 | 1,045 | 1,048 | 1,050 | 1,053 | 1,056 | 1,059 | 1,061 |
| 0,5 | 1,063 | 1,066 | 1,070 | 1,073 | 1,076 | 1,079 | 1,082 | 1,086 | 1,090 | 1,093 |
| 0,6 | 1,097 | 1,101 | 1,106 | 1,110 | 1,115 | 1,120 | 1,125 | 1,130 | 1,136 | 1,141 |
| 0,7 | 1,147 | 1,152 | 1,158 | 1,165 | 1,172 | 1,179 | 1,187 | 1,195 | 1,203 | 1,211 |

Примечание. Для подводящих каналов прямоугольного сечения вместо $C_D \frac{b \cdot h}{A_w}$ следует принимать $C_D \frac{h}{h+P}$

Таблица 3

**Значения коэффициента расхода $C_D$ для лотков критической глубины прямоугольного сечения (лотков Вентури)**

| *l*/b | Значения $C_D$ при h/*l* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,45 | 0,40 |
| 0,2 | 0,9924 | 0,9919 | 0,9913 | 0,9906 | 0,9898 | 0,9888 | 0,9876 |
| 0,4 | 0,9912 | 0,9907 | 0,9901 | 0,9894 | 0,9886 | 0,9876 | 0,9864 |
| 0,6 | 0,9900 | 0,9895 | 0,9889 | 0,9883 | 0,9875 | 0,9865 | 0,9852 |
| 0,8 | 0,9888 | 0,9883 | 0,9878 | 0,9871 | 0,9863 | 0,9853 | 0,9840 |
| 1,0 | 0,9876 | 0,9872 | 0,9866 | 0,9859 | 0,9851 | 0,9841 | 0,9829 |
| 1,2 | 0,9865 | 0,9860 | 0,9854 | 0,9847 | 0,9839 | 0,9829 | 0,9817 |
| 1,4 | 0,9853 | 0,9848 | 0,9842 | 0,9835 | 0,9827 | 0,9818 | 0,9805 |
| 1,6 | 0,9841 | 0,9836 | 0,9831 | 0,9824 | 0,9816 | 0,9806 | 0,9793 |
| 1,8 | 0,9829 | 0,9824 | 0,9819 | 0,9812 | 0,9804 | 0,9794 | 0,9782 |
| 2,0 | 0,9818 | 0,9813 | 0,9807 | 0,9800 | 0,9792 | 0,9782 | 0,9770 |
| 2,2 | 0,9806 | 0,9801 | 0,9795 | 0,9789 | 0,9781 | 0,9771 | 0,9758 |
| 2,4 | 0,9794 | 0,9787 | 0,9784 | 0,9777 | 0,9769 | 0,9759 | 0,9747 |
| 2,6 | 0,9783 | 0,9778 | 0,9772 | 0,9765 | 0,9757 | 0,9748 | 0,9735 |
| 2,8 | 0,9771 | 0,9766 | 0,9761 | 0,9754 | 0,9746 | 0,9736 | 0,9724 |
| 3,0 | 0,9759 | 0,9755 | 0,9749 | 0,9762 | 0,9734 | 0,9724 | 0,9712 |
| 3,2 | 0,9748 | 0,9743 | 0,9733 | 0,9731 | 0,9723 | 0,9713 | 0,9701 |
| 3,4 | 0,9736 | 0,9731 | 0,9726 | 0,9719 | 0,9711 | 0,9701 | 0,9689 |
| 3,6 | 0,9725 | 0,9720 | 0,9714 | 0,9708 | 0,9700 | 0,9690 | 0,9678 |
| 3,8 | 0,9718 | 0,9708 | 0,9703 | 0,9696 | 0,9688 | 0,9678 | 0,9666 |
| 4,0 | 0,9702 | 0,9697 | 0,9691 | 0,9685 | 0,9677 | 0,9667 | 0,9655 |
| 4,2 | 0,9690 | 0,9685 | 0,9680 | 0,9673 | 0,9665 | 0,9656 | 0,9643 |
| 4,4 | 0,9679 | 0,9674 | 0,9668 | 0,9662 | 0,9654 | 0,9644 | 0,9632 |
| 4,6 | 0,9667 | 0,9663 | 0,9657 | 0,9650 | 0,9642 | 0,9633 | 0,9621 |
| 4,8 | 0,9656 | 0,9651 | 0,9646 | 0,9639 | 0,9631 | 0,9621 | 0,9609 |
| 5,0 | 0,9645 | 0,9640 | 0,9634 | 0,9628 | 0,9620 | 0,9610 | 0,9593 |

Таблица 3
(продолжение)

**Значение коэффициента расхода $C_D$ для лотков критической глубины прямоугольного сечения (лотков Вентури)**

| *l*/b | Значения $C_D$ при h/*l* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,35 | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,10 | 0,05 |
| 0,2 | 0,9860 | 0,9839 | 0,9809 | 0,9764 | 0,9690 | 0,9542 | 0,9103 |
| 0,4 | 0,9848 | 0,9827 | 0,9797 | 0,9752 | 0,9678 | 0,9530 | 0,9092 |
| 0,6 | 0,9836 | 0,9815 | 0,9785 | 0,9741 | 0,9667 | 0,9519 | 0,9081 |
| 0,8 | 0,9825 | 0,9803 | 0,9774 | 0,9729 | 0,9655 | 0,9502 | 0,9070 |
| 1,0 | 0,9813 | 0,9792 | 0,9762 | 0,9717 | 0,9644 | 0,9496 | 0,9059 |
| 1,2 | 0,9801 | 0,9780 | 0,9750 | 0,9706 | 0,9632 | 0,9485 | 0,9048 |
| 1,4 | 0,9789 | 0,9768 | 0,9739 | 0,9694 | 0,9620 | 0,9474 | 0,9038 |
| 1,6 | 0,9778 | 0,9757 | 0,9727 | 0,9683 | 0,9609 | 0,9462 | 0,9027 |
| 1,8 | 0,9766 | 0,9745 | 0,9715 | 0,9671 | 0,9598 | 0,9451 | 0,9016 |
| 2,0 | 0,9754 | 0,9733 | 0,9704 | 0,9660 | 0,9586 | 0,9440 | 0,9005 |
| 2,2 | 0,9743 | 0,9722 | 0,9692 | 0,9648 | 0,9575 | 0,9429 | 0,8995 |
| 2,4 | 0,9731 | 0,9710 | 0,9681 | 0,9637 | 0,9563 | 0,9417 | 0,8984 |
| 2,6 | 0,9720 | 0,9699 | 0,9669 | 0,9625 | 0,9552 | 0,9406 | 0,8973 |
| 2,8 | 0,9708 | 0,9687 | 0,9658 | 0,9614 | 0,9541 | 0,9395 | 0,8963 |
| 3,0 | 0,9696 | 0,9676 | 0,9646 | 0,9602 | 0,9529 | 0,9384 | 0,8952 |
| 3,2 | 0,9685 | 0,9664 | 0,9635 | 0,9591 | 0,9518 | 0,9373 | 0,8941 |
| 3,4 | 0,9673 | 0,9653 | 0,9623 | 0,9580 | 0,9507 | 0,9362 | 0,8931 |
| 3,6 | 0,9662 | 0,9641 | 0,9612 | 0,9568 | 0,9495 | 0,9350 | 0,8920 |
| 3,8 | 0,9651 | 0,9630 | 0,9601 | 0,9557 | 0,9484 | 0,9339 | 0,8909 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4,0 | 0,9639 | 0,9618 | 0,9589 | 0,9546 | 0,9473 | 0,9328 | 0,8899 |
| 4,2 | 0,9628 | 0,9607 | 0,9578 | 0,9534 | 0,9462 | 0,9317 | 0,8888 |
| 4,4 | 0,9616 | 0,9596 | 0,9566 | 0,9523 | 0,9451 | 0,9306 | 0,8878 |
| 4,6 | 0,9605 | 0,9584 | 0,9555 | 0,9512 | 0,9439 | 0,9295 | 0,8867 |
| 4,8 | 0,9594 | 0,9573 | 0,9544 | 0,9500 | 0,9428 | 0,9284 | 0,8857 |
| 5,0 | 0,9583 | 0,9562 | 0,9533 | 0,9490 | 0,9418 | 0,9274 | 0,8847 |

Таблица 4

**Значения коэффициента скорости подхода жидкости $C_v$ для лотков критической глубины**

| $f_{AW}$ | Значение $C_v$ при $\frac{h}{h+P}$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 0,10 | 1,002 | 1,002 | 1,001 | 1,001 | 1,001 | 1,001 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 0,15 | 1,005 | 1,004 | 1,003 | 1,003 | 1,002 | 1,001 | 1,001 | 1,001 | 1,000 |
| 0,20 | 1,009 | 1,007 | 1,006 | 1,004 | 1,003 | 1,002 | 1,001 | 1,001 | 1,000 |
| 0,25 | 1,014 | 1,012 | 1,009 | 1,007 | 1,005 | 1,004 | 1,002 | 1,001 | 1,001 |
| 0,30 | 1,021 | 1,017 | 1,013 | 1,010 | 1,007 | 1,005 | 1,003 | 1,002 | 1,001 |
| 0,35 | 1,029 | 1,023 | 1,018 | 1,014 | 1,010 | 1,007 | 1,004 | 1,003 | 1,001 |
| 0,40 | 1,039 | 1,031 | 1,024 | 1,018 | 1,013 | 1,010 | 1,006 | 1,003 | 1,001 |
| 0,45 | 1,050 | 1,040 | 1,031 | 1,023 | 1,017 | 1,012 | 1,007 | 1,004 | 1,002 |
| 0,50 | 1,064 | 1,050 | 1,039 | 1,029 | 1,021 | 1,014 | 1,010 | 1,005 | 1,002 |
| 0,55 | 1,079 | 1,062 | 1,048 | 1,036 | 1,026 | 1,018 | 1,011 | 1,006 | 1,003 |
| 0,60 | 1,098 | 1,076 | 1,058 | 1,043 | 1,031 | 1,021 | 1,013 | 1,007 | 1,003 |
| 0,65 | 1,120 | 1,092 | 1,070 | 1,050 | 1,037 | 1,025 | 1,016 | 1,009 | 1,004 |
| 0,70 | 1,147 | 1,111 | 1,083 | 1,061 | 1,043 | 1,029 | 1,018 | 1,010 | 1,004 |
| 0,75 | - | 1,133 | 1,098 | 1,071 | 1,050 | 1,034 | 1,021 | 1,012 | 1,005 |
| 0,80 | - | - | 1,116 | 1,083 | 1,058 | 1,039 | 1,024 | 1,013 | 1,006 |
| 0,85 | - | - | 1,136 | 1,096 | 1,066 | 1,044 | 1,027 | 1,015 | 1,007 |
| 0,90 | - | - | - | 1,111 | 1,076 | 1,050 | 1,031 | 1,017 | 1,007 |
| 0,95 | - | - | - | 1,128 | 1,086 | 1,056 | 1,035 | 1,019 | 1,008 |
| 1,00 | - | - | - | 1,147 | 1,098 | 1,064 | 1,039 | 1,021 | 1,009 |

Примечание. Для прямоугольных лотков (лотков Вентури) $f_{AW} = C_D \frac{b}{B}$.

к содержанию

# Инструкция Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 16 февраля 1994 г.

По состоянию на 12 октября 2006 года

## ИНСТРУКЦИЯ
## ПО ОТБОРУ ПРОБ ДЛЯ АНАЛИЗА СТОЧНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Утверждено: первый заместитель Председателя Государственного комитета Республики Беларусь по экологии 16.02.1994

Инструкция устанавливает требования к методам отбора **сточных** и поверхностных **вод, предназначенных для анализа.**

### 1. Определения задач пробоотбора

1.1. Отобранная проба должна с наиболее возможной полнотой представлять основные показатели химического состава сточных вод в данный момент или за определенный промежуток времени. Способы отбора, консервирования и хранения проб должны гарантировать неизменность химического состава в интервале между отбором проб и их анализом.

1.2. Программа отбора проб (место отбора, его продолжительность, периодичность, способ отбора, обработки и подготовки, перечень контролируемых параметров) определяется поставленными задачами.

1.3. Основные задачи отбора проб сточных и поверхностных вод:

1.3.1. государственный контроль качества сточных и поверхностных вод;

1.3.2. первичный учет сброса сточных вод для государственной статистической отчетности;

1.3.3. контроль процесса очистки сточных вод.

### 2. Место отбора пробы

2.1. Место отбора пробы выбирается в зависимости от цели контроля, характера выпуска сточных вод, а также на основании схемы размещения и взаимодействия объектов контроля с учетом их особенностей.

2.2. К местам отбора проб должен быть свободный доступ. При отборе проб сточных вод с помощью автоматических пробоотборников доступ к ним посторонних лиц должен быть исключен.

2.3. Пробы сточных вод следует отбирать в турбулентных, хорошо перемешанных потоках на прямолинейных участках водоотводящих устройств вне зон действия подпора.

2.4. Отбор проб для определения взвешенных веществ производят только после перемешивания потока, а если это невозможно, то отбирают серию проб по всему сечению потока.

2.5. Если нет возможности обеспечить турбулентное перемешивание жидкости, следует производить отбор в нескольких местах по сечению потока и составлять среднюю пробу.

2.6. При сборе сточных вод в водные объекты через глубинные выпуски отбор проб следует проводить в последнем колодце вне зон действия подпора. Если сточные воды поступают в водоем через водосливное устройство, то проба отбирается непосредственно из падающей струи.

2.7. Место отбора сточных вод, отводимых в водный объект, выбирается у выпуска сточных вод в водный объект.

2.8. Для оценки влияния сточных вод на открытые водотоки на последних выбирают два контрольных створа, выше и ниже сброса стоков. Один из них располагают на расстоянии до 500 м и выше источника загрязнения, вне зоны его влияния. При этом следует

учитывать, чтобы на данном участке не имелось других источников загрязнения (выпусков сточных вод, притоков, сбросов с мелиоративных систем и т.д.). Второй - в месте полного смешивания сточных вод с водами водотока, но не далее 500 м ниже источника загрязнения.

Пробу отбирают пробоотборником на глубине 0,3-0,5 м от поверхности, а в зимний период - у нижней кромки льда. Не допускается отбор проб стоячей воды, в изгибах, глухих рукавах и т.п.

На небольших водотоках пробы отбираются на середине водотока. На реках шириной 20 и более метров у обоих берегов и на середине реки.

При отборе проб на водоемах (озера, водохранилища, пруды) устанавливается не менее трех створов.

Один совмещают со створом сброса сточных вод, второй - на расстоянии 0,5 км от места сброса и третий - вне зоны влияния источника загрязнения.

Пробы отбираются пробоотборником на глубине 0,3-0,5 м от поверхности, а зимой - у нижней кромки льда.

При глубине озер более 3 м дополнительно отбираются пробы у дна (0,5 м).

2.9. Отбор проб должны производить квалифицированные специалисты, прошедшие соответствующий инструктаж.

2.10. Места отбора проб должны быть стационарно оборудованы водопользователями и обеспечивать безопасный отбор проб в любое время года.

## 3. Виды проб

Различают простую и смешанную пробы. Виды отбираемой пробы определяются целями исследования.

3.1. Простая проба характеризует состав воды в данный момент в данном месте. Ее получают однократным отбором требуемого количества воды.

3.2. Смешанную пробу получают, сливая простые пробы, взятые в одном и том же месте через определенные промежутки времени или отобранные одновременно в различных местах обследуемого объекта. Эта проба должна характеризовать средний состав воды исследуемого объекта или средний состав за определенный период времени (за час, смену, день и т.д.). Смешанную пробу следует отбирать за период не более суток. Смешанную пробу нельзя применять для определения компонентов и характеристик воды, легко подвергающихся изменению (растворенные газы, pH и т.д.). Эти определения делают в каждой пробе отдельно. Смешанную пробу нельзя составлять и в том случае, если характер воды изменяется во времени (отдельные составляющие пробы вступают во взаимодействие, изменяется их физическое состояние).

При проведении серии анализов различают среднесменную, среднесуточную и среднепропорциональную смешанные пробы.

3.3. Среднесменная или среднесуточная проба готовится смешением равных по объему проб, отработанных через равные промежутки времени. Средняя проба тем точнее, чем меньше интервалы между отдельно взятыми составляющими ее пробами.

3.4. Среднепропорциональная проба готовится смешением объемов воды, пропорциональных величине расхода, отработанных через равные промежутки времени.

## 4. Время и частота отбора проб

4.1. Время и частоту отбора проб устанавливают в соответствии с задачей контроля и с учетом режима расхода и состава сточных вод данного производства.

4.2. Контрольный отбор проб следует производить не реже одного раза в квартал, если значения показателей состава и свойств воды в

заданном месте отбора стабильны во времени и находятся в пределах установленных и нормированных значений.

4.3. В случае выхода значения контролируемого показателя или группы показателей за пределы установленных значений частоту отбора увеличивают для выяснения причин.

4.4. В период происшедших в результате аварии, паводка, ремонта т.п. изменений состава или свойств воды контролируемого объекта производят учащенный отбор проб в установленных местах (один раз в день в течение недели в водотоках) с соответствующей корректировкой частоты отбора после стабилизации значений контролируемых показателей (2 раза в месяц до первоначальной стабилизации контролируемых показателей).

4.5. Время и частоту отбора проб для мест регулярного отбора периодически корректируют с учетом получаемых результатов, а также данных о возможных или происшедших изменениях в объекте контроля.

## 5. Устройства и способы отбора проб

5.1. Устройства для отбора проб ручного или автоматического действия должны удовлетворять требованиям:

5.1.1. Материалы пробоотборного устройства, контактирующие с отбираемой пробой, не должны искажать ее состава и свойств.

5.1.2. Стационарное оборудование в местах отбора, пробоотборные коммуникации должны быть либо проточными, постоянного действия без запорной арматуры, либо должна быть возможность их очистки.

5.1.3. Для отбора проб из систем под давлением или разряжением используют устройства, уравнивающие давление или разряжение с сосудом, куда производят отбор пробы.

5.2. Объем пробы должен превышать не менее чем в три раза необходимый для одного определения требуемого числа показателей.

5.2.1. В местах, оборудованных стационарными пробоотборными коммуникациями, отбор проб должен производиться непосредственно в сосуд для хранения и транспортировки проб.

5.2.2. Отбор проб для определения взвешенных веществ, показателей БПК и ХПК должен производиться в отдельные сосуды



однократным наполнением без перелива.

5.2.3. Пробу природных вод с намеченной глубины отбирают с помощью специальных устройств - батометров. В большинстве случаев допускается отбор проб воды прямо в бутыль. Пробы стоячих вод отбираются различными модификациями пробоотборников. После каждого отбора проб пробоотборник необходимо тщательно вымыть струей чистой воды; в этих целях можно применять моющие средства.

5.2.4. Особенности способов отбора проб для определения конкретных показателей должны быть изложены в соответствующих методиках.

## 6. Посуда для хранения проб

6.1. Для хранения проб следует применять сосуды из стекла или полиэтилена с притертыми или плотно навинчивающимися крышками. Допускается также применение корковых и резиновых пробок, если исследуемая проба не содержит ртути, серебра, озона, органических веществ и не требуется определения БПК и ХПК.



6.2. Стеклянную посуду моют и обезвреживают хромовой смесью, тщательно отмывают от кислоты и пропаривают. Полиэтиленовую посуду споласкивают ацетоном, соляной кислотой (1:1), (допускаются синтетические моющие средства), несколько раз ополаскивают водопроводной водой, а затем дистиллированной водой.

6.3. Отбор проб для определения БПК и ХПК производится только



в стеклянную посуду, а нефтепродуктов - согласно ГОСТу 17.1.4.01-80.

6.4. Перед отбором проб посуду, в которую ее набирают, надо 2-3 раза ополоснуть анализируемой водой. Пробу воды для определения нефтепродуктов надо отбирать в отдельную проградуированную посуду, не ополаскивая ее исследуемой водой. Для определения содержания нефтепродуктов отбирают обычно 1 л воды в отдельную посуду. Для определения микроколичеств нефтепродуктов отбирают 2-3 л и более. Для анализа используют весь объем отобранной жидкости, тщательно перенося в делительную воронку адсорбированные на стенках посуды нефтепродукты (хлороформом, эфиром, четыреххлористым углеродом).

6.5. Корковые пробки следует предварительно прокипятить в дистиллированной воде, а резиновые - в 5-процентном р-ре соляной кислоты в течение 20-30 мин, а затем - в 20-процентном р-ре едкого натрия, после чего тщательно прополаскивают дистиллированной водой.

6.6. Посуда, в которую производится отбор проб, должна быть промаркирована способом, исключающим возможность ее нарушения. Надписи лучше делать нестирающейся краской. Номера следует записывать в акт отбора проб.

## 7. Регистрация, хранение, консервация и транспортировка проб

7.1. Для каждого обследуемого выпуска, где производят отбор проб, составляется документ - акт отбора проб (приложение 1).

7.2. Акт отбора проб должен быть подписан представителем, уполномоченным на то руководством проверяемого объекта.

В случае невозможности вызова представителя водопользователя (выходные дни, аварийные ситуации и т.п.), неявки представителя по каким-либо причинам или отказа от подписи об этом делается соответствующая запись в акте отбора, которая заверяется подписью свидетеля.

7.3. Хранение проб сточных вод допускается лишь в том случае, если анализ не может быть произведен сразу после их отбора или, в крайнем случае, через 12 часов. При этом необходимо строго соблюдать допустимые сроки хранения.

7.4. Для продления срока сохранности воды в том состоянии, в котором она находилась в момент взятия пробы, ее необходимо законсервировать (приложение 2).

7.5. Если определяемые в пробе компоненты не могут быть законсервированы одним и тем же способом, то такие пробы отбирают в отдельные бутылки и проводят соответствующую для каждого из определений консервацию.

7.6. Транспортировка проб сточных вод осуществляется любым видом транспорта, обеспечивающим сохранность проб и их быструю доставку, кроме общественного.

7.7. Транспортировка должна быть организована таким путем, чтобы исключить перегрев и переохлаждение пробы.

## 8. Техника безопасности при отборе проб

8.1. К работе по отбору проб для химического анализа допускаются лица не моложе 18 лет, усвоившие правила техники безопасности и производственной санитарии и успешно сдавшие экзамены квалификационной комиссии.

8.2. В связи с тем, что сточные воды могут содержать токсичные или воспламеняющиеся вещества и могут представлять опасность микробиологического или вирусного характера, при их отборе необходимо соблюдать особую осторожность, используя резиновые перчатки, респиратор, резиновые сапоги. После отбора проб необходимо тщательно вымыть руки с мылом и протереть спиртом.

8.3. Отбор радиоактивных и горячих сточных вод и проб из систем, находящихся под давлением, требует специального оборудования

и спецодежды.

8.4. При взятии проб из больших емкостей (отстойники, накопители, усреднители) необходимо надевать спасательные жилеты и использовать страховочные канаты.

8.5. При проведении постоянных отборов проб воды место их отбора должно обеспечивать безопасный отбор проб в любое время года.

8.6. Лица, привлекаемые к отбору проб воды, обеспечиваются надувными спасательными жилетами, должны уметь грести, плавать, оказывать первую помощь при несчастных случаях, периодически проходить инструктаж по технике безопасности.

8.7. Отбор проб поверхностных и сточных вод должны производить не менее двух человек.

Приложение 1

"___"_____ 199__ г. _____
(место составления)

Акт отбора проб сточных и поверхностных вод

Предприятие, организация (водный объект) _____

Вид сточных вод _____

Дата отбора проб _____

Особые метеоусловия во время отбора проб _____
(дождь, снег и др.)

Место отбора проб, время, объем, номер и вид отобранной пробы _____

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Пробы отобрал _____
(фамилия, имя, отчество, должность, подпись

представителя органов Минприроды)

При отборе присутствовали:

| (И.О.Фамилия, должность) | (подпись) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

Примечание. Акт отбора проб должен быть подписан представителем, уполномоченным на то руководством проверяемого объекта. В случае невозможности вызова представителя водопользователя (выходные дни, аварийные ситуации и т.п.), неявки

представителя водопользователя по каким-либо причинам или отказа от подписи об этом делается соответствующая запись в акте отбора, которая заверяется подписью свидетеля.

Приложение 2

Способы консервации проб

| Компоненты или свойство | Указание о консервации, сроки определения после отбора проб |
|---|---|
| 1 | 2 |
| **Азот общий** | **См. ниже "Общее содержание азота"** |
| Азот органический | -"- |
| Алюминий | Пробы отбирают в бутыли, промытые кислотой:<br>а) определение проводят по возможности не позже, чем через 2 ч;<br>б) прибавляют 5 мл HCl (соляной к-ты) на 1 л пробы (в случае надобности) |
| **Аммиак и анионы аммония** | **а) определение проводят сразу же;<br>б) пробу хранят при 3-4°С;<br>в) прибавляют 1 мл $H_2SO_4$ (серной к-ты) на 1 л пробы;<br>г) прибавляют 2-4 мл $CHCl_3$ (хлороформа) на 1 л пробы** |
| **Анионные СПАВ** | **Прибавляют 2-4 мл $CHCl_3$ (хлороформа) на 1 л пробы** |
| Бораты | Обычно пробу не консервируют, их собирают в полиэтиленовые бутыли или в бутыли из стекла, из которого бор не выщелачивается |
| **БПК (биологическое потребление кислорода)** | **Нельзя консервировать. Пробу хранят при 2-4°С, обрабатывают не позднее чем через 24 ч** |
| **Взвешенные вещества** | **Пробы не консервируют; определение следует проводить не позднее чем через 1 сутки** |
| Вкус | Не консервируют. Определение не позднее чем через 2 ч |
| **Водородные ионы** | **См. ниже "Кислотность"** |
| **Гидроксильные ионы** | **См. ниже "Кислотность", "Щелочность"** |
| Гуминовые в-ва | Не консервируют. Определение не позже чем через 3 суток. |

| | |
|---|---|
| Двуокись углерода | См. ниже "Кислотность", "Щелочность" |
| Двуокись хлора | Не консервируют. Определение надо проводить сразу же |
| **Железо** | **Общее содержание железа: прибавляют 25 мл азотной к-ты ($HNO_3$) на 1 л пробы**<br>**Различают формы железа: прибавляют 25 мл раствора ацетата натрия (68 г $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ в 500 мл $H_2O$) и 25 мл раствора уксусной к-ты (1666,7 мл $CH_3COOH$ в расчете на 100-процентную в 500 мл $H_2O$) на 1 л пробы.**<br>**При взятии пробы следует избегать соприкосновения воды с воздухом. Внимание! Возможна адсорбция железа стенками сосуда** |
| Жесткость | Не консервируют. См ниже "Кальций", "Магний" |
| Жирные кислоты | Не консервируют. Определение надо проводить как можно раньше в день отбора проб |
| **Жиры** | **См. ниже "Экстрагируемые в-ва"** |
| Запах | Не консервируют. Определение проводят не позднее чем через 2 ч, в крайнем случае не позднее конца дня отбора; некоторые запахи надо устанавливать на месте (запах хлорофенолов и т.п.) |
| Иодное число | Не консервируют. Определение надо проводить в тот же день, лучше всего сразу |
| Кадмий | Пробы собирают в чистые стеклянные или полиэтиленовые бутыли и прибавляют 5 мл концентрированной $HNO_3$ (азотной кислоты) на 1 л пробы.<br>Внимание! Возможна адсорбция кадмия стенками бутыли |
| Калий | Не консервируют. Пробы собирают в полиэтиленовые сосуды или бутыли из стекла, из которого калий не выщелачивается |
| Кальций | Не консервируют |
| Карбонаты и двуокись углерода | См. ниже "Кислотность", "Щелочность" |
| **Катионо-активные синтетические моющие в-ва** | **См. ниже "Анионоактивные синтетические моющие в-ва"** |
| **Кислород** | **Не консервируют. Собирают в "кислородные" склянки, при этом лучше использовать специальную насадку. К пробе сразу прибавляют соответствующие реактивы** |
| **Кислотность** | **Не консервируют:** |

| | |
|---|---|
| | **а) определение проводят сразу же на месте;**<br><br>**б) отбор пробы проводят при помощи специальной насадки (как при определении кислорода), сосуд заполняют водой доверху, чтобы не оставалось пузырьков воздуха; при транспортировке предохраняют пробу от нагревания и определения производят не позднее чем через 1 сутки** |
| Крахмал | См. ниже "Сахар", "Крахмал" |
| Лигнинсульфоновые кислоты, танин | Не консервируют. Определение производят не позднее чем через 72 ч после взятия пробы |
| Магний, марганец | Пробы не консервируют:<br>а) определение проводят сразу после взятия пробы;<br>б) прибавляют 5 мл $HNO_3$ (концентрированной к-ты азотной) на 1 л пробы. Внимание! Может произойти осаждение гидроокиси марганца, ее последующее окисление и адсорбция стенками сосуда |
| **Масла** | **См. ниже "Экстрагируемые в-ва"** |
| Медь | а) прибавляют 5 мл $HNO_3$ (концентрированной азотной к-ты) на 1 л пробы;<br>б) прибавляют 5-10 мл HCl (1:1) на 1 л пробы.<br>Внимание! Возможна адсорбция меди стенками сосуда |
| **Минеральные масла** | **См. ниже "Экстрагируемые в-ва"** |
| Мышьяк | Прибавляют 5 мл HCl (концентрированной соляной к-ты) на 1 л пробы.<br>а) определение проводят не позднее чем через 2 часа после отбора пробы;<br>б) биологические процессы прекращают прибавлением 2 мл $CHCl_3$ на 1 л пробы |
| Мутность | а) определение проводят в тот же день или сохраняют пробу в темном месте и проводят определение не позднее чем через 1 сутки;<br>б) прибавляют 2-4 мл $CHCl_3$ (хлороформ) на 1 л пробы<br>(перед началом анализа пробу надо взболтать) |
| Натрий | Пробу надо отбирать в полиэтиленовые бутыли или в бутыли из стекла, из которого натрий не выщелачивается |
| **Неионогенные синтетические моющие в-ва** | **См. выше "Анионоактивные синтетические моющие в-ва"** |
| Никель | Прибавляют 5 мл $HNO_3$ (азотной к-ты) на 1 л пробы<br>(нельзя консервировать при наличии цианидов) |

| | |
|---|---|
| **Нитраты** | **Определение проводят в день взятия пробы. Пробы хранят при 3-4°С** |
| **Нитриты** | **-"-** |
| **Общее содержание** | **а) прибавляют 1 мл $H_2SO_4$ (концентрированной серной к-ты) на 1 л пробы, определение проводят не позднее чем через 1 сутки;**<br>**б) прибавляют 2-4 мл $CHCl_3$ (хлороформ) на 1 л пробы** |
| **Общее содержание фосфора** | **Внимание! Возможна адсорбция фосфатов стенками бутыли. Не консервируют** |
| Озон | Не консервируют. Определение надо проводить сразу же (стойкость озона в пробе повышается при охлаждении пробы и понижении pH) |
| Общее содержание примесей | Не консервируют. Хранят при температуре 3-4°С. Определение проводят не позднее чем через 3 дня |
| **Окисляемость** | а) по Кубелю: прибавляют 2 мл $H_2SO_4$ (1:2 серной к-ты) на 100 мл пробы. При определении надо учитывать количество прибавленной к-ты;<br>**б) окисление бихроматом: прибавляют 1 мл концентрированной $H_2SO_4$ (серной к-ты) на 1 л пробы;**<br>**в) пробу хранят при 3-4°С и определение проводят не позже чем через 1 сутки** |
| Органический углерод | а) пробу анализируют в тот же день;<br>б) прибавляют 1 мл $H_2SO_4$ (концентрированной серной к-ты) на 1 л пробы |
| **pH** | **См. выше "Кислотность"** |
| Плотность | Не консервируют |
| Прозрачность | Не консервируют. Определение проводят сразу же после отбора |
| Светопропускание | См. ниже "Фосфаты" |
| Растворенные в-ва | Не консервируют. Определение проводят не позже чем через 1 сутки |
| Роданиды | Не консервируют. Определение проводят не позже чем через 1 сутки |
| Сахар и крахмал | Определение проводят не позже чем через сутки |
| Свинец | а) прибавляют 3 мл $HNO_3$ (концентрированной азотной |

| | |
|---|---|
| | к-ты) на 1 л пробы;<br>б) прибавляют 2 мл $CH_3COOH$ (в пересчете на 100%) на л пробы |
| Серебро | Прибавляют 5 мл $HNO_3$ (концентрированной к-ты) на 1 л пробы. Внимание! Возможна адсорбция серебра стенками бутыли |
| **Сероводород** | **См. ниже "Сульфиды"** |
| Силикаты | Пробы собирают в полиэтиленовые бутыли; прибавляют 1 мл $H_2SO_4$ (1:3) на 1 л пробы |
| **Смола** | **См. ниже "Экстрагируемые в-ва"** |
| Соленость | Не консервируют. Некарбонатная соленость определяется не позднее чем через 3 суток. См. "Кислотность", "Щелочность" |
| **Сульфаты** | **Не консервируют** |
| **Сульфиды** | **Пробы собирают в отдельные бутыли, лучше с насадкой (как для определения кислорода):<br>а) прибавляют 10 мл 10-процентного раствора ацетата кадмия или цинка на 1 л пробы;<br>б) пробы не консервируют (сточные неочищенные фенольные воды). Растворенные сульфиды: определение надо проводить как можно раньше после отбора пробы, не консервируя ее** |
| **Сульфиты** | **а) определение проводят как можно раньше после отбора пробы;<br>б) пробы отбирают в отдельные бутыли, в которые предварительно вводят 0,2 мл 20-процентного раствора NaOH и 2 мл глицерина в 100 мл пробы** |
| **Температура** | **Измерение проводят сразу** |
| Углеводороды ароматические | Не консервируют. Пробу сохраняют в холодном месте и анализируют не позже чем через 1 сутки |
| Удельная электро- | Не консервируют. Измерения надо проводить не позже чем через суткипроводность |
| **Фенолы** | **а) если содержание фенолов превышает 100 мг/л, определение надо проводить, не консервируя пробы, не позже чем через 5 суток;<br>б) пробы, содержащие менее 100 мг/л фенолов, можно консервировать добавлением 4 г NaOH на 1 л пробы; в) пробы, содержащие не менее 0,05 мг/л фенолов, надо анализировать сразу** |
| **Фосфаты** | **а) определение проводят как можно раньше после отбора пробы;<br>б) прибавляют 4 мл $CHCl_3$ на 1 л пробы и определение проводят в тот же день. Пробу нельзя консервировать кислотой** |
| Фториды | Не консервируют. Пробу отбирают в полиэтиленовые бутыли, которые перед этим не были использованы для хранения в них проб с высоким содержанием фторидов |

| | |
|---|---|
| **Хлор "активный"** | **Не консервируют. Пробы отбирают в отдельные бутыли из темного стекла, предохраняя от действия солнечных лучей и сотрясений. К анализу приступают сразу же после отбора пробы** |
| **Хлориды** | **Не консервируют. В исключительных случаях прибавляют 2-4 мл $CHCl_3$ (хлороформа) на 1 л пробы, чтобы подавить биохимические процессы** |
| **ХПК (химическое потребление кислорода)** | **Не консервируют. Пробы хранят при 3-4°С. К анализу приступают не позднее чем через 24 часа после отбора пробы. В исключительных случаях прибавляют 1 мл концентрированной серной кислоты на 1 л пробы и проводят определение биохроматным методом** |
| Хром<br>а) определение общего содержания хрома | Консервируют. Прибавляют 5 мл концентрированной азотной кислоты ($HNO_3$) на 1 л пробы |
| б) раздельное определение хрома (III) и хрома (IV) | Не консервируют. Возможна адсорбция хрома стенками бутыли. К анализу приступают как можно раньше в день отбора пробы |
| Цветность | Учитывая возможность биохимических процессов, сейчас же после отбора следует внести по 2 мл $CHCl_3$ на 1 л пробы. К определению приступают как можно раньше в день отбора пробы |
| Цианиды | Пробы, содержащие цианиды, нельзя консервировать кислотой:<br>а) определение проводят сразу;<br>б) доводят значение pH пробы добавлением щелочи, по крайней мере, до 11 и сохраняют пробу при 3-4°С |
| Цинк | Консервируют. Прибавляют 1 мл концентрированной $H_2SO_4$ (серной к-ты) на 1 л пробы (нельзя консервировать пробы при наличии в них цианидов) |
| **Щелочность** | **Не консервируют:**<br>**а) определение проводят сразу;**<br>**б) бутыль заполняют пробой доверху и приступают к анализу не позднее чем через 1 сутки** |
| **Экстрагирующие в-ва** | **Пробу надо собирать в широкогорлую банку, в особенности при определении жиров и смолистых веществ. Определение следует проводить как можно раньше. При определении минеральных масел и жиров пробу консервируют добавлением 5 мл $H_2SO_4$ (серной кислоты 1:1) на 1 л пробы. Для консервации нельзя использовать хлороформ** |

к содержанию

**Извлечение из Методических указаний по расчету количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов МДК3-01.2001, утвержденных приказом ГОССТРОЯ РФ от 06.04.2001 г. №75 . Рекомендуется включать соответствующие положения в договоры на услуги канализации.**

5.2.5. Анализ проб сточных вод абонента осуществляет лаборатория организации ВКХ или любая другая лаборатория (организация), аккредитованная на техническую компетентность и независимость в области анализа сточных вод по правилам, установленным Госстандартом России (в дальнейшем - аналитическая лаборатория), которая несет ответственность за сохранность проб (с момента регистрации доставленных опечатанных проб), качество проведения аналитических измерений, оформление результатов анализа и соблюдение правил техники безопасности.

5.2.6. Работы по контролю состава и свойств сточных вод абонентов осуществляются в соответствии с порядком, утвержденным органами местного самоуправления (для субъектов Российской Федерации - органами исполнительной власти), а при отсутствии вышеуказанного порядка - в соответствии с ГОСТ Р 51592-00, аттестованными методиками выполнения измерений и иными нормативными документами.

5.3. Производство работ по отбору проб

5.3.1. Местом отбора проб сточных вод абонента при плановом контроле состава и свойств сточных вод является контрольный колодец в системе канализации населенного пункта или иное место отбора проб сточных вод на выпуске абонента, определенное по согласованию абонента и организации ВКХ и позволяющее учесть влияние сточных вод субабонентов.

5.3.2. Отбор проб сточных вод абонента производится в любое время суток без предварительного извещения абонента.

5.3.3. В случае наличия у абонента автоматических пробоотборников при отборе проб для контроля состава и свойств сточных вод необходимо руководствоваться инструкцией по пользованию этими пробоотборниками. Следует удостовериться, что данный пробоотборник имеет соответствующий сертификат или свидетельство на использование для отбора проб сточных вод на контролируемые показатели загрязнения.

При отсутствии у абонента автоматических пробоотборников для контроля состава и свойств сточных вод абонента отбирается точечная (разовая) контрольная проба посредством отбора количества сточных вод, необходимого для производства химанализа.

5.3.4. Для отбора проб сточных вод применяют сосуды, которые должны обеспечивать сохранность химического состава исследуемой воды, а также исключать дополнительное загрязнение отобранной воды.

5.3.5. Объем отобранных проб должен быть достаточным для проведения необходимых аналитических измерений по контролируемым показателям загрязнения вод.

5.3.6. Пробу следует отбирать на прямолинейных участках водоотводящих устройств, из лотка канализационного колодца или падающей струи.

5.3.7. По результатам работ по отбору проб на месте составляется акт отбора проб (приложение 10). При невозможности отбора проб сточных вод из-за сброса загрязняющих веществ, запрещенных к сбросу в систему канализации населенного пункта, на месте составляется протокол обнаружения сброса загрязняющих веществ, запрещенных к сбросу в систему канализации (приложение 9). Протокол и акт должны быть подписаны представителями организации ВКХ и абонента с указанием должности и фамилии. Вторые экземпляры протокола и акта остаются у абонента.

При несогласии абонента с содержанием протокола и/или акта абонент обязан подписать их с указанием своих возражений по предъявленным претензиям. При отказе абонента от подписания этих документов они вступают в силу в одностороннем порядке с отметкой "от подписи отказался".

5.3.8. В случае проведения параллельного* отбора проб сточных вод факт параллельного отбора фиксируется в акте. Абонент предварительно оплачивает затраты организации ВКХ, связанные с параллельным отбором проб, по прейскуранту, утвержденному организацией ВКХ.

---

* Параллельным отбором проб следует считать отбор пробы сточных вод, произведенный одним пробоотборным устройством с дальнейшим разделением пробы для хранения и анализа в посуду организации ВКХ и абонента.

5.4. Производство работ по хранению и доставке отобранных проб

5.4.1. Посуда, в которой производится хранение и транспортировка проб, должна быть промаркирована способом, исключающим возможность нарушения маркировки.

Факт подготовки и передачи лабораторией чистой посуды для отбора проб регистрируется в специальном журнале. Ответственность за подготовку посуды несет лаборатория.

Отбор и хранение проб для выполнения измерений БПК, ХПК, ртути, нефтепродуктов, жиров, фенолов, углеводородов и других органических веществ, растворенных газов производится только в стеклянную посуду.

5.4.2. В акте отбора проб должно быть указано:

- наименование, код места отбора проб;

- дата и время начала и окончания отбора проб;

- номер (шифр) бутыли (тары);

- перечень контролируемых показателей загрязняющих веществ в воде;

- принятые меры по сохранности отобранных проб;

- должность, фамилия и подпись ответственного лица организации ВКХ и абонента, участвовавших в отборе проб;

- название лаборатории.

5.4.3. Время доставки проб в лабораторию указывается в акте отбора проб либо в специальном журнале регистрации приема проб сточных вод.

5.4.4. При хранении проб сточных вод необходимо строго соблюдать допустимые сроки хранения*, указанные в аттестованных методиках выполнения измерений, а при отсутствии таких сведений в методиках - указанные в ГОСТе Р 51592-2000.

---

* Без специального консервирования проб время их хранения зависит от температуры окружающей среды и составляет от 2-х часов при 20 °С до 24-х часов при 4 °С. Не допускается перегрев и переохлаждение проб, т.е. хранение проб более 0,5 часа при температуре ниже -15 °С и выше +30 °С.

5.4.5. В случае параллельного отбора проб сточной воды обязательно отражается также характеристика посуды для хранения проб, примененной абонентом.

Ответственность за подготовку и чистоту посуды для хранения и доставки проб, емкости для перемешивания пробы и перемешивающего устройства, предоставляемых абонентом при параллельном отборе проб, несет лаборатория, привлекаемая абонентом для химанализа "параллельной" пробы.

5.4.6. Организацией ВКХ и абонентом (в случае параллельного отбора проб) должны быть обеспечены условия сохранности проб при доставке их в лабораторию любым доступным способом (в том числе путем опечатывания и/или опломбирования проб).

5.4.7. Доставка проб сточных вод осуществляется любым разрешенным видом транспорта, обеспечивающим сохранность проб. Доставка должна быть организована таким образом, чтобы исключить перегрев пробы. Рекомендуется применять устройства, обеспечивающие хранение проб при температуре 2-5 °С.

5.5. Проведение аналитических работ

5.5.1. Аналитическая лаборатория производит учет (регистрацию) доставленных опечатанных проб.

С этого момента ответственность за сохранность проб и качество проведения аналитических измерений несет лаборатория.

5.5.2. Аналитическая лаборатория проводит необходимые работы в соответствии с нормативными документами и методиками выполнения измерений (МВИ) состава и свойств сточных вод. Определение содержания ионов металлов производится путем перевода их из натуральной пробы в растворимые формы.

5.6. Оформление результатов анализа

5.6.1. Результаты анализа выдаются на бланке аналитической лаборатории (организации), выполнившей аналитические измерения состава и свойств проб сточных вод за подписью руководителя лаборатории (организации) с указанием:

- названия и юридического адреса лаборатории (организации);

- даты и времени доставки проб и выдачи результатов анализа;

- наименования (кода) контролируемого объекта и номера акта отбора проб;

- перечня анализируемых показателей;

- измеренных значений этих показателей.

5.6.2. При оформлении протокола результатов анализа проб сточных вод (приложение 11) лаборатория производит округление значений этих результатов в соответствии с нормативными документами.

5.6.3. В случае если в протоколе результатов анализа лабораторией представлены данные по анализируемым показателям, значения которых меньше нижнего предела измерения применяемой методики анализа ($<C_н$), при дальнейшем уведомлении абонента о результатах анализа организация ВКХ такой результат анализа принимает за "ноль" (отсутствие).

5.7. Разрешение споров по результатам анализа

Если результаты анализов проб с учетом метрологических характеристик методик анализа расходятся, за истинное значение принимаются результаты, полученные в независимой аттестованной и (или) аккредитованной организации (лаборатории).

В случае если обе лаборатории аттестованы и (или) аккредитованы, то абонент вправе обратиться в орган по аккредитации, который на основании соответствующей проверки результатов анализов этих лабораторий принимает окончательное решение по рассматриваемому вопросу.

Приложение 1

Примерная форма

Наименование абонента, системы канализации_____

N и дата договора абонента с организацией ВКХ
на прием сточных вод и загрязняющих веществ, код _____

Данные по субабонентам систем канализации
_____
(заполняется абонентом)

Согласовано:
от организации ВКХ
_____ _____ _____
(должность) (подпись) (ФИО)
N _____ _____
(номер согласования) (Дата)

МП

| N п/п | Наименование, адрес | Примечание |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | |

к содержанию

# Справка
# О порядке проведения количественного химического анализа сточных вод в г. Москве.

## 1. Разграничение сфер деятельности Госсанэпиднадзора и органов по охране окружающей среды.

В соответствии с Законом РФ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и Законом РФ "Об охране окружающей природной среды" в 1993 г. было разработано "Положение о взаимодействии и разграничении функций Госсанэпиднадзора РФ и Минприроды РФ, их органов и учреждений на местах". Согласно этому Положению "органы санэпиднадзора имеют исключительное право на установление требований и норм, направленных на предупреждение вредного воздействия окружающей природной среды на здоровье населения. Санитарное законодательство имеет приоритет в области государственного управления и контроля окружающей природной среды в селитебных зонах, зонах рекреации, местах водопользования и других местах обитания людей".

В отношении сточных вод это означает, что Госсанэпиднадзор должен контролировать только те сбросы, которые попадают непосредственно в источники водопользования, питьевого или хозяйственно-бытового назначения (статья 6.11.5 СанПиН 2.1.5.980-00 от 01.01.2001 - прим. юридической службы ЗАО "Экологика"), а соответствующие предприятия являются спецводопользователями. Таких предприятий в Москве считанные единицы. Все остальные предприятия сбрасывают свои стоки либо в сеть Мосводостока, либо Мосводоканала. Соответственно контроль за этими сточными водами, согласно Распоряжению Мэра г. Москвы № 521-РМ от 25 мая 2001 г., ведется владельцами систем коммунального водоотведения (т.е. Мосводостоком и Мосводоканалом) путем проведения контрольных анализов и инспекционных проверок. При этом нормативы сбросов загрязняющих веществ для абонентов определяются предприятиями водопроводно-коммунального хозяйства на основании рассчитанных или/и утвержденных в установленном порядке предельно-допустимых сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. Т.о., сточная вода, поступающая в системы коммунального водоотведения рассматривается как источник загрязнения окружающей природной среды, не воздействующий непосредственно на здоровье населения и никак не попадет в сферу деятельности Департамента санэпиднадзора Минздрава РФ.

## 2. Проведение контрольных анализов.

Отбор проб сточных вод и анализ их качественного и количественного состава осуществляется предприятиями-абонентами силами ведомственных или сторонних химических лабораторий. Сторонние лаборатории должны получить разрешение (лицензия) на выполнение анализов в Аналитической инспекции Москомприроды (Департамента природопользования и охраны окружающей среды). Непременным условием получения лицензии является аккредитация соответствующей лаборатории. Что же касается ведомственных лабораторий, то они тоже должны быть аккредитованы, иначе результаты их анализов будут считаться недостоверными.

## 3. Аккредитование лаборатории.

Все аналитические лаборатории делятся на 2 группы. Ко второй группе принадлежат лаборатории госслужб (СЭС, Центральная инспекция аналитического контроля МПР и т.п.). к первой группе принадлежат все остальные лаборатории. Существует несколько систем аккредитации: ГОСТ-Р, САЛ, СОВАСК, СЭС и т.д. Все они, в принципе, являются равноправными. Однако следует обращать внимание на область аккредитации соответствующей лаборатории. Например, в области аккредитации лаборатории системы Госсанэпиднадзора может отсутствовать в перечне объектов количественного химического анализа "сточная вода" и "очищенная сточная вода" (это не их специфика). В этом случае результаты количественного химического анализа, полученные в такой лаборатории, не считаются достоверными. Кроме того, в области аккредитации обязательно указываются для каждого компонента диапазон определяемых концентраций. Нужно, чтобы нижняя граница этого диапазона была не выше соответствующего норматива. Для сточной воды в г. Москве в качестве таких нормативов применяются ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. В то же время Госсанэпиднадзор руководствуется:

1. гигиеническими нормативами содержания вредных веществ в питьевой воде
2. ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначенияЭти нормативы существенно более мягкие, чем ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Соответственно, и в области аккредитации лаборатории СЭС значение нижнего диапазона определяемых концентраций того или иного компонента может оказаться выше ПДК рыбохозяйственных водоемов. Это является достаточным основанием для того, что отвергнуть услуги такой лаборатории.
   Если какая-либо лаборатория претендует на выполнение количественных химических анализов (КХА) сточных вод, то она должна быть лицензирована и зарегистрирована в Государственном реестре (номер типа: РОСС RU. 0001.511709 - номер регистрации ООО НИФ "Витахим"). Кроме того, нужно обратить внимание на протокол анализа, предоставляемый этой лабораторией. Если результаты анализа приводятся без указаний погрешности, то это является прямым нарушением требований Государственной системы выполнения измерений, а также результаты не могут быть признаны достоверными. Именно этим очень часто грешат лаборатории СЭС.
   **4. Методики выполнения КХА для сточной воды.**
   Любая методика КХА сточной воды должна отвечать следующим требованиям:
   -в области применения должно быть указано, что методика предназначена для выполнения КХА проб сточных или очищенных сточных вод. По этой причине не могут применять ГОСТы на питьевую воду, а также большинство выпускаемых Минздравом МУ и МУК, т.к. в них речь идет, как правило, о питьевой воде;
   -методика должна быть метрологически аттестована. Это означает, что должно быть свидетельство о метрологической аккредитации, выданное учреждением, имеющим на это право. Такими организациями являются: Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии и сертификации (ВНИИМС), Уральский научно-исследовательский институт метрологии (УНИИМС), Центр исследования и контроля качества воды (ЦИКВ - г. С-Петербург), Гидрохимический институт федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ЗАО "РОСА"(г.Москва).
   -в методике обязательно должны быть указаны характеристики погрешности и значения нормативов оперативного контроля. В самом крайнем случае должна быть указана хотя бы одна из составляющих погрешности, либо общая погрешность. Если нет и этого, то методика не может применяться и ссылки на нее не допускаются. По этим причинам нельзя применять методики из сборника Ю.Ю. Лурье "Аналитическая химия промышленных сточных вод", большинство методик из сборников "Унифицированные методы исследования качества воды (СЭВ)", ISO и EPA.

К использованию при анализе сточной и очищенной сточной воды могут быть рекомендованы методики со следующими шифрами (в порядке убывания предпочтения):

- Природоохранные нормативные документы федеральные (ПНД Ф 14...из Госреестра методик количественного химического анализа-КХА);
- Руководящие документы-РД 204... (НПО "Росводоканал");
- Руководящие документы-РД 52.24... (федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды);
- Руководящие документы-РД 33... (Роскомвод);
- Методики государственного унитарного предприятия Центр исследования и контроля воды-ЦВ ... (ГУП "ЦИКВ" г. С-Петербург);
- Отдельные методики серии ISO и из сборника "Унифицированные методы исследования качества воды (СЭВ) при условии наличия хотя бы одной метрологической характеристики.

к содержанию

Таблица 15. **Расчет основных параметров работы очистных сооружений**

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| 1 | Среднесуточный приток сточных вод: $Q_{ср}=Q/m$ | $Q_{ср}$ — среднесуточный приток сточных вод, м³/сут; $Q$ — приток сточных вод за месяц, м³; $m$ — число дней в месяце |
| 1 | Коэффициент суточной неравномерности поступления сточных вод: $K_{сут}=Q_{макс}/Q_{ср}$ | $K_{сут}$ — коэффициент суточной неравномерности; $Q_{макс}$ — максимальный суточный приток сточных вод в течение месяца, м³/сут |
| 1 | Коэффициент часовой неравномерности поступления сточных вод: $K_{час}=q_{макс}/q_{ср}$; $q_{ср}=Q_{макс}/24$ | $K_{час}$ — коэффициент часовой неравномерности; $q_{макс}$ — максимальный часовой приток в сутки с максимальным поступлением сточных вод, м³/ч; $Q_{макс}$ — максимальный суточный приток, м³/сут; $q_{ср}$ — средний часовой приток в сутки с максимальным поступлением сточных вод, м³/ч; |
| 1 | Общий коэффициент неравномерности притока сточных вод: $K_{общ}=K_{сут}\cdot K_{ч}$ | $K_{общ}$ — общий коэффициент, неравномерности; $K_{сут}$ — коэффициент суточной неравномерности; $K_{ч}$ — коэффициент часовой неравномерности |
| 3—13, 15—19 | Число работающих решеток (песколовок, отстойников и др.): $n=m_{р}/m_{ч}$ | $n$ — число работающих решеток (песколовок и др.); $m_{р}$ — число часов работы всех решеток (песколовок и др.) за месяц; $m_{ч}$ — число часов в месяце |
| 4, 7 | Интенсивность аэрации: $I=D_{ч}/\omega$; $D_{ч}=D_{м}/m_{ч}$; $\omega=\omega_1 n_1+\omega_2 n_2$ | $I$ — интенсивность аэрации, м³/м²/ч; $D_{ч}$ — часовой расход воздуха на все песколовки (аэротенки), м³; $\omega$ — общая площадь водного зеркала работающих песколовок (аэротенков), м²; $D_{м}$ — расход воздуха на все песколовки (аэротенки) за месяц, м³; |

*Продолжение табл. 15*

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| | | $m_{ч}$ — число часов в месяце; $\omega_1$; $\omega_2$ — площадь водного зеркала одной песколовки (аэротенка), м²; $n_1$; $n_2$ — число работающих песколовок (аэротенков) |
| 4, 7 | Интенсивность аэрации (при однотипных сооружениях одного размера): $I=D_1/\omega_1$; $D_1=D_{м}/m_{р}$ | $I$ — интенсивность аэрации, м³/м²/ч; $Д_1$ — часовой расход воздуха на одну песколовку (аэротенк), м³/ч; $Д_{м}$ — расход воздуха на все песколовки (аэротенки) за месяц, м³; $\omega_1$ — площадь водного зеркала одной песколовки (аэротенка), м²; $m_{р}$ — число часов работы всех песколовок (аэротенков) в месяц |
| 6, 8, 12, 19 | Время пребывания сточных вод в отстойниках: $t=W/q$; $W=W_1 n_1+W_2 n_2$; $q=Q/m_{ч}$ | $t$ — время пребывания сточных вод, ч; $W$ — объем зоны отстаивания всех работающих отстойников, м³; $q$ — часовой расход сточных вод на все отстойники, м³/ч; $W_1$; $W_2$ — объем зоны отстаивания одного отстойника, м³; $n_1$; $n_2$ — число работающих отстойников; $Q$ — приток сточных вод на все отстойники за месяц, м³ $m_{ч}$ — число часов в месяце |
| 6, 8, 12, 19 | Время пребывания сточных вод в отстойниках (при однотипных сооружениях одного размера): $t=W_1/q_1$; $q_1=Q/m_{р}$ | $t$ — время пребывания сточных вод в отстойниках, ч; $W_1$ — объем зоны отстаивания одного отстойника, м³; $q_1$ — часовой расход сточных вод на один отстойник, м³/ч; $m_{р}$ — число часов работы всех отстойников в месяц; $Q$ — приток сточных вод на все отстойники за месяц, м³ |

*Продолжение табл. 15*

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| 7 | Период аэрации сточных вод:<br>$t=W/q$;<br>$W=W_{1a}(n_a+W_{1p}n_p)$;<br>$q=Q/m_ч$ | $t$ — период аэрации, ч;<br>$W$ — объем аэротенков и регенераторов, м³;<br>$W_{1a}$ — объем одного аэротенка, м³;<br>$n_a$ — число работающих аэротенков;<br>$W_{1p}$ — объем одного регенератора, м³;<br>$n_p$ — число работающих регенераторов;<br>$q$ — часовой расход сточных вод на все аэротенки;<br>$Q$ — приток сточных вод за месяц, м²;<br>$m_p$ — число часов в месяце |
| 7 | Средняя доза ила:<br>$d_{ср}=d_{аэр}W_a+d_{рег}W_p/W$;<br>$W=W_a+W_p$;<br>$W_a=W_{1a}n_a$;<br>$W_p=W_{1p}n_p$ | $d_{ср}$ — средняя доза в сооружениях, г/л;<br>$d_{аэр}$ — доза ила в аэротенках, г/л;<br>$d_{рег}$ — доза ила в регенераторах, г/л;<br>$W_a$ — объем работающих аэротенков, м³;<br>$W_p$ — объем работающих регенераторов, м³;<br>$W$ — общий объем работающих аэротенков и регенераторов, м³ |
| 7 | Средняя доза ила (при одинаковом объеме всех аэротенков и регенераторов:<br>$(d_{ср}=$<br>$=(d_{аэр}n_a+d_{рег}n_p)/n_a+n_p$ | $d_{ср}$ — средняя доза ила в сооружениях, г/л;<br>$n_a$ — число работающих аэротенков; |
| 7 | Расход воздуха на 1 кг снятой БПК$_5$:<br>$Д_{БПК}=Д_c1000/Q_{ср}\times$<br>$\times(L_a-L_t)$;<br>$Д_c=Д_м/m$;<br>$Q_{ср}=Q/m$<br>или<br>$Д_{БПК}=Д_м1000/Q\times$<br>$\times(L_a-L_t)$ | $Д_{БПК}$ — расход воздуха на 1 кг снятой БПК$_5$, м³;<br>$Д_c$ — суточный расход воздуха, м³;<br>$Q_{ср}$ — средне-суточный приток сточных вод, м³;<br>$L_a$ — БПК$_5$ сточных вод, поступающих в аэротенки, г/м²;<br>$L_t$ — БПК$_5$ очищенных сточных вод, г/см²;<br>$Д_м$ — расход воздуха на все аэротенки за месяц;<br>$m$ — число дней в месяце;<br>$Q$ — приток сточных вод за месяц, м³ |

*Продолжение табл. 15*

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| 7 | Расход воздуха на 1 м³ сточной воды:<br>$Д=Д_м/Q$ | $Д$ — расход воздуха на 1 м³ сточной воды, м³;<br>$Д_м$ — расход воздуха на все аэротенки за месяц, м³;<br>$Q$ — приток сточных вод на все аэротенки за месяц, м³ |
| 7 | Нагрузка на 1 м³ аэротенка по БПК$_5$,<br>$N=Q_{ср}L_aW$ | $N$ — нагрузка на 1 м³ аэротенка по БПК$_5$, г/сут;<br>$Q_{ср}$ — средне-суточный приток сточных вод;<br>$L_a$ — БПК$_5$ поступающих в аэротенки сточных вод, г/м³;<br>$W$ — общий объем работающих аэротенков и регенераторов |
| 7 | Нагрузка на 1 г беззольного сухого вещества ила:<br>$N_a=N/d_{ср}(1-S_л)$ | $N_a$ — нагрузка на 1 г беззольного сухого вещества активного ила, г;<br>$N$ — нагрузка на 1 м³ аэротенка по БПК$_5$, г/сут;<br>$d_{ср}$ — средняя доза ила в сооружениях, г/л;<br>$S_л$ — зольность ила в долях единицы (например, зольность 25% $S_л$=0,25) |
| 7 | Нагрузка на 1 м³ аэротенка и на 1 г беззольного сухого вещества ила по взвешенным веществам подсчитывается по формулам, приведенным выше.<br>Вместо БПК$_5$, поступающих в аэротенки сточных вод, подставляется содержание взвешенных веществ | |
| 7 | Расход электроэнергии на 1 кг снятой БПК$_5$ (кВт·ч) подсчитывается по формуле расхода воздуха. Вместо расхода воздуха подставляется расход электроэнергии, кВт·ч | |

*Продолжение табл. 15*

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| 11 | Скорость фильтрования: $U_ф = Q_ф/(m_р f)$ | $U_ф$ — скорость фильтрования, м/ч; $Q_ф$ — количество поданной на фильтры воды (фильтрата) за месяц, м³; $m_р$ — число часов работы всех фильтров в месяц; $f$ — площадь одного фильтра, м² |
| 11 | Интенсивность промывки: $I_{пр} = Q_{пр}/(m_{пр} f 3600)$ | $I_{пр}$ — интенсивность промывки, л/с/м²; $Q_{пр}$ — количество промывной воды за месяц, л; $m_{пр}$ — число часов промывки в месяц; $f$ — площадь одного фильтра, м²; |
| 1 | Время одной промывки: $t_{пр} = m_{пр} 60/n_{пр}$ | $t_{пр}$ — время одной промывки, мин $m_{пр}$ — число часов промывки в месяц |
| 11 | Фильтроцикл $t_ф = m_р/n_{пр}$ | $t_ф$ — фильтроцикл, ч; $m_р$ — число часов работы всех фильтров за месяц; $n_{пр}$ — число промывок в месяц |
| 11 | Доза хлора: $d_х = Q_х/Q$ | $d_х$ — доза хлора, мг/л; $Q_х$ — расход хлора за месяц, мг $Q$ — количество прохлорированной сточной воды, л |
| 13 | Количество беззольного сухого вещества осадка: $Q_{без} = q_0(100-P_0) \times \times (1-S_0)/100$ | $Q_{без}$ — беззольное сухое вещество осадка, т; $q_0$ — количество загружаемого в метантенки осадка за месяц, м³; $P_0$ — влажность загружаемого осадка, %; $S_0$ — зольность загружаемого осадка в долях единицы |
| 13 | Количество беззольного сухого вещества ила: $И_{без} = q_и(100-P_и) \times \times (1-S_и)/100$ | $И_{без}$ — беззольное сухое вещество ила, т; $q_и$ — количество загружаемого в метантенки ила за месяц, м³; $P_и$ — влажность загружаемого ила, %; $S_и$ — зольность загружаемого ила в долях единицы |

*Продолжение табл. 15*

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| 13 | Доза загружаемого осадка: $d = (q_0 + q_и)100/(mW)$; $W = W_1 n_1$ | $d$ — суточная доза загружаемого в метантенки осадка, %; $q_0$ — количество загружаемого осадка за месяц, м³; $q_и$ — количество загружаемого ила за месяц, м³; $m$ — число дней в месяце; $W$ — объем работающих метантенков, м³; $W_1$ — объем одного метантенка, м³; $n_1$ — число работающих метантенков |
| 13 | Доза загружаемого осадка по беззольному веществу: $d_б = (Q_{без} + И_{без})100/(mW)$ | $d_б$ — доза загружаемого осадка по беззольному веществу кг/м³; $Q_{без}$ — количество беззольного сухого вещества осадка за месяц, т; $И_{без}$ — количество беззольного сухого вещества ила за месяц, т; $m$ — число дней в месяце; $W$ — объем работающих метантенков, м³ |
| 13 | Количество газа, полученного на 1 кг беззольного сухого вещества осадка: $Г_б = Г/[(Q_{без} + И_{без})\ 1000]$ | $Г_б$ — выход газа с 1 кг беззольного сухого вещества осадка, м³; $Г$ — количество полученного газа за месяц, м³; $Q_{без}$; $И_{без}$ — см. выше |
| 13 | Процент сбраживания по газу: $y = Г\gamma_г 100/[(Q_{без} + + И_{без})\ 1000]$ | $y$ — процент сбраживания по газу; $Г$ — количество полученного газа за месяц, м³; $\gamma_г$ — средняя плотность газа, кг/м³; $Q_{без}$; $И_{без}$ — см. выше |
| 13 | Процент переработанного беззольного сухого вещества осадка: $У_б = Q_{без.сб}100/(Q_{без} + И_{без})$; $Q_{без.сб} = Q_{сб}(100-P_{сб})(1-S_{сб})/100$; $Q_{сб} = q_0 + q_и$ | $У_б$ — процент переработанного беззольного сухого вещества в осадке; $Q_{без.сб}$ — количество беззольного сухого вещества сброженного осадка за месяц, т; |

к содержанию

*Продолжение табл. 15*

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| | | $Q_{сб}$ — количество выгруженного из метантенков осадка (сброженного) за месяц, м³;<br>$P_{сб}$ — влажность выгруженного осадка, %;<br>$S_{сб}$ — зольность выгруженного осадка, %;<br>$q_о$ — количество загружаемого осадка за месяц, м³;<br>$q_и$ — количество загружаемого ила за месяц, м³;<br>$Q_{без}$; $И_{без}$ — см. выше |
| 13 | Расход пара на 1 м³ загруженного осадка:<br>$q_{пар}=Q_{пар}/(q_о+q_и)$ | $q_{пар}$ — расход пара на 1 м³ загруженного осадка, кг;<br>$Q_{пар}$ — расход пара за месяц, кг;<br>$q_о$; $q_и$ — см. выше |
| 15 | Время пребывания смеси в уплотнителях сброженного осадка определяется по формулам для отстойников<br>Вместо зоны отстаивания отстойников в формулы подставляют полный гидравлический объем уплотнителей, вместо расхода сточных вод—количество смеси поступающего осадка и промывной воды | |
| 16 | Количество сухого вещества осадка, поступившего на вакуум-фильтры:<br>$Q_{св}=q_{ос}(100-P_у/100$ | $Q_{св}$ — количество сухого вещества осадка за месяц, т;<br>$q_{ос}$ — количество осадка, поданного на вакуум-фильтры за месяц, м³;<br>$P_у$ — влажность осадка, поданного на вакуум-фильтры, % |
| 16 | Производительность вакуум-фильтров по сухому веществу:<br>$П_ф=Q_{св}1000/(m_р f)$ | $П_ф$ — производительность вакуум-фильтров по сухому веществу, кг/м²/ч;<br>$m_р$ — число часов работы всех вакуум-фильтров за месяц;<br>$f$ — площадь фильтрации одного вакуум-фильтра, м² |

*Продолжение табл. 15*

| Номер формы | Показатель и расчетная формула | Условное обозначение |
|---|---|---|
| 16 | Расход (доза) хлорного железа:<br>$d=A100/Q_{св}$;<br>$A=q_{х.ж}a/100$<br>или<br>$d=q_{х.ж}a/Q_{св}$ | $d$ — доза хлорного железа, % на сухое вещество осадка;<br>$A$ — содержание хлорного железа, т;<br>$Q_{св}$ — количество сухого вещества, поступившего на вакуум-фильтры осадка, т;<br>$q_{х.ж}$ — количество израсходованного хлорного железа за месяц, т;<br>$a$ — активность хлорного железа (содержание $FeCl_3$), % |
| 16 | Расход (доза) извести, %, на сухое вещество осадка определяется по формулам для хлорного железа<br>Вместо хлорного железа подставляют количество израсходованной извести, вместо активности хлорного железа—активность извести, считая на CaO | |
| 17 | Количество термически высушенного осадка:<br>$q_{сух}=q_м-W_{вл}$;<br>$W_{вл}-q_м(p_н-p_к)/(100-p_к)$ | $q_{сух}$ — количество термически высушенного осадка, т;<br>$q_м$ — количество механически обезвоженного осадка, поданного в барабанные сушилки за месяц, т;<br>$W_{вл}$ — количество испаряемой в сушилке влаги, т;<br>$P_н$ — влажность механически обезвоженного осадка, %;<br>$P_к$ — влажность термически высушенного осадка, % |
| 17 | Количество термически высушенного осадка:<br>$W_т=q_{сух}/\gamma$ | $W_т$ — количество термически высушенного осадка, м³;<br>$q_{сух}$ — количество термически высушенного осадка, т;<br>$\gamma$ — средняя плотность термически высушенного осадка |
| 17 | Количество сухого вещества механически обезвоженного осадка:<br>$q_{св}=q_м(100-P_н)/100$ | $q_{св}$ — количество сухого вещества механически обезвоженного осадка, т;<br>$q_м$ — количество механически обезвоженного осадка, м³;<br>$P_н$ — влажность механически обезвоженного осадка, % |