

Данный файл представлен исключительно в ознакомительных целях.

Уважаемый читатель!

Если вы скопируете данный файл,

Вы должны незамедлительно удалить его сразу после ознакомления с содержанием.

Копируя и сохраняя его Вы принимаете на себя всю ответственность, согласно действующему международному законодательству .

Все авторские права на данный файл сохраняются за правообладателем.

Любое коммерческое и иное использование кроме предварительного ознакомления запрещено.

Публикация данного документа не преследует никакой коммерческой выгоды. Но такие документы способствуют быстрейшему профессиональному и духовному росту читателей и являются рекламой бумажных изданий таких документов.

Е. М. КИГЕЛЬ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ



«БУДІВЕЛЬНИК»

6С9.3
К38

УДК 628. 32

Эксплуатация канализационных очистных сооружений. Кигель Е. М. Киев, «Будівельник», 1978, 144 с.

В книге изложена техника выполнения работ по эксплуатации сооружений механической, биохимической очистки, доочистки и обеззараживания сточных вод и обработки осадков.

Изложены материалы по организации и ведению технологического контроля очистки в пусковой период и при постоянной эксплуатации канализационных очистных сооружений.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занятых эксплуатацией канализационных станций. Она может быть рекомендована наладчикам канализационных очистных сооружений и работникам органов Государственного водного и санитарного надзора.

Ил. 24. Табл. 11. Список лит.: 38 назв.

Рецензент *инж. В. С. Париков*
Редакция литературы по коммунальному хозяйству
Зав. редакцией *инж. О. Т. Кушка*

Ефим Меерович Кигель

Эксплуатация канализационных очистных сооружений

Редактор *Г. П. Бойко*
Обложка художника *Т. Ф. Полийчука*
Художественный редактор *Н. Г. Аникина*
Технический редактор *О. Г. Шутьженко*
Корректор *Л. А. Булгац*

ИБ № 588.

Сдано в набор 18. 08. 77. Подп. в печ. 20. 03. 78. БФ 10716.
Формат 60×90^{1/16}. Бумага типогр. № 1. Лнт. гарн. Выс. печ.
Усл. печ. л. 9. Уч.-изд. л. 9,82. Тираж 17000 экз. Заказ 7—2062.
Цена 55 коп.

Издательство «Будівельник», 252601, Киев-3, ГСП, Владимирская, 24.

Киевская фабрика печатной рекламы РПО «Полиграфкнига»
Госкомиздата УССР, Киев-67, Выборгская, 84.

К $\frac{30210-002}{M203(04)-78}$ 104-78

© Издательство «Будівельник», 1978

ПРЕДПУСКОВОЙ ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Состав подразделений и их функции

Задачей эксплуатации канализационных очистных сооружений является обеспечение качества очистки сточных вод и обработки осадков до пределов, предусмотренных проектом очистной станции и устанавливаемых СНиП II-32-74 и соответствующими нормативными документами [14].

Технологическая схема очистной станции предусматривает состав подразделений эксплуатационного персонала таким образом, чтобы специализация их соответствовала основным линиям технологической схемы. Так, учитывая, что коммунальные и в большинстве промышленные очистные сооружения проектируются с технологией механо-биохимической очистки сточных вод и обработки осадков, в состав эксплуатационных подразделений должны входить отдельные специалисты, группы или цехи (в зависимости от производительности очистных станций): подразделения механической и биохимической очистки, обработки осадков, доочистки сточных вод, ремонтные службы и т. д. Следует отметить, что производительность очистных станций определяет не только виды подразделений и их количество, но и специализацию. На станциях малой производительности необходимо стремиться к совмещению специальностей отдельными работниками, а на станциях большой производительности, наоборот, важна узкая специализация работников ввиду сложности технологических процессов, оборудования и многообразия операций по управлению ими.

На крупных городских очистных станциях, а также на очистных сооружениях промышленных узлов необходима диспетчеризация работы отдельных технологических подразделений. В обязанности диспетчерской службы входят комплексное решение технологических задач станции в целом, оптимальная регулировка параметров процессов очистки сточных вод во взаимосвязи с процессами обработки осадков и доочистки. Особое значение диспетчерская служба приобретает при повторном использовании очищенной сточной жидкости в промышленности или сельском хозяйстве либо тогда, когда очистная станция входит в комплекс бессточных систем водопользования.

С учетом более широкого применения новых комбинированных сооружений малой и средней производительности для опре-

деления состава эксплуатационных подразделений рекомендуется разделить коммунальные очистные станции канализации на следующие категории:

локальные, состоящие из комплексных очистных установок заводского или местного изготовления и предназначенные для очистки сточных вод отдельных объектов, санаториев, баз отдыха, небольших поселков, больниц, каких-либо временных жилых образований, железнодорожных узлов и т. д., производительностью до $400 \text{ м}^3/\text{сут}$;

малые, состоящие из сооружений биохимической очистки сточных вод канализированных поселков и городов с процессом полного окисления [6], производительностью $700\text{—}7000 \text{ м}^3/\text{сут}$;

средние, состоящие из сооружений механо-биологической очистки сточных вод городов, производительностью $10\text{—}100$ тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$;

крупные, состоящие из сооружений механо-биологической очистки и физико-химической доочистки сточных вод городов или промузлов, производительностью $130\text{—}280$ тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$;

региональные, состоящие из таких же сооружений, как и крупные, предназначенные для очистки сточных вод городов с населением более 1 млн. жителей, районов с объединением канализационных систем нескольких городов, промышленных узлов, производительностью более 500 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$.

В случае, если производительность очистной станции окажется в промежутке между рекомендованными категориями, эту станцию следует отнести к категории ближайшей с большей производительностью.

Локальные очистные установки должны быть максимально автоматизированы с целью сведения к минимуму численности эксплуатационного персонала. Это обусловливается тем, что технологическая схема компактных очистных установок (например, типов БИО, КУ или УКО) [17, 18, 24] состоит из минимума технологических элементов: емкостного блока биохимической очистки, небольших иловых площадок, устройства для обеззараживания. Установки работают в непрерывном режиме с технологической модификацией процесса, позволяющей самопроизвольно компенсировать колебания расходов и концентрации загрязнений поступающих сточных вод. Эксплуатация сводится к наблюдению (1—2 раза в смену) за состоянием агрегатов и узлов и обслуживанию хлораторной установки. Поэтому в связи с малым объемом работ количество персонала может ограничиваться 2—3 работниками, освоившими смежные специальности оператора, слесаря и др. Руководящий персонал для таких установок не выделяется. С их обязанностями может справиться, например, хозяйственный работник, энергетик или сантехник канализируемого объекта. В ночное время достаточно системы сигнализации.

Малые очистные станции в технологическом отношении подобны локальным установкам, однако блоки биохимической очистки

могут состоять из нескольких конструктивно-технологических элементов, что обуславливает соответствующий состав эксплуатационных групп. Например, комплекс решеток, песколовок, насосных станций перекачек ила и др. требует отдельных специалистов. На малых очистных станциях практически повсеместно будут применяться хлораторные на жидком хлоре, поэтому для их эксплуатации также потребуются отдельные специалисты на двух-трехсменную работу.

Средние очистные станции должны иметь группы с конкретной специализацией, но для руководства этими группами потребуются мастера с высшим или средним специальным образованием.

Крупные и региональные очистные станции могут иметь одинаковую структуру, но, в отличие от средних станций, их подразделения именуется цехами и характеризуются различной численностью операторов и других вспомогательных работников в зависимости от производительности станций. Основным отличием крупных и региональных станций с точки зрения структуры их эксплуатационного штата является диспетчеризация, а также наличие отделов вспомогательных служб: главного механика, главного энергетика, планово-производственного отдела (на региональных станциях) и специалистов по технике безопасности.

Отдельного рассмотрения заслуживает система лабораторно-технологического контроля на очистных станциях канализации в зависимости от их категории.

На локальных очистных установках простейшие анализы, характеризующие состояние работы сооружений по органолептическим и физическим показателям, должен уметь выполнять оператор. Периодически согласно действующим рекомендациям и нормативно-техническим документам [10, 11] органы санитарного и водного надзора по взаимному согласованию должны выполнять полные и сокращенные анализы на установках, выдавать рекомендации по корректировке и оценивать работу установок. Результаты анализов и рекомендации передаются лицу, ответственному за установку, а копии их полностью заносятся оператором в лабораторный журнал.

На малых станциях необходим свой специализированный персонал в количестве 2—3 человек, из которых один является старшим и ответственным за химико-технологический контроль и один — лаборантом-проботборщиком.

На средних очистных станциях организуется химико-технологическая лаборатория, которой руководит инженер или техник-химик. В состав лаборатории должны также входить биолог и лаборант. Общее количество сотрудников может составлять 4—5 человек.

На крупных станциях химико-технологической лабораторией должен руководить химик-аналитик с высшим образованием, кроме того, должны быть биохимики (бактериологи), гидробиолог, техники-химики и лаборанты.

На региональных очистных станциях рекомендуется вводить в структуру подразделений отдел главного технолога, в состав которого, кроме химико-биологической лаборатории, войдут группы или специалисты технологического контроля в отдельных цехах. Лабораторию КИП и автоматики целесообразно ввести в подразделение главного энергетика.

Таким образом, структура эксплуатационных подразделений очистных станций канализации в пусковой период может быть определена в зависимости от категории станции в конкретный момент (табл. 1). При увеличении производительности очистных сооружений изменяется категория станции, что ведет к изменению структуры эксплуатационного состава.

Таблица 1. Рекомендуемый состав эксплуатационных подразделений на очистных станциях канализации

Технологическое назначение подразделений	Виды подразделений по категориям на очистных станциях				
	локальных	малых	средних	крупных	региональных
Насосные станции перекачки сточных вод	—	Группа	Группа	Цех	Цех
Механическая очистка (решетка, песколовка, первичные отстойники)	—	—	»	»	»
Биологическая очистка (аэротенки, биофильтры, вторичные отстойники)	Оператор	Группа	»	»	»
Доочистка и обеззараживание сточных вод	—	»	»	»	»
Обработка осадков и илов	—	»	»	»	»
Лабораторно-технологический контроль	—	»	ХТЛ	ХТЛ	ОГТ
Вспомогательные службы и управление	В составе канализуемого объекта	Старший оператор (мастер), дежурный электрик	Старший мастер, ОГМ, мастера, хозяйств	Администрация, ОГМ, ОГЭ, ОК, ОС, диспетчер	Администрация, ОГМ, ОГЭ, ППО, ОК, ОС, диспетчер, ОГТ

Примечание. Обозначения отделов и подразделений: ХТЛ — химико-технологическая лаборатория; ОГМ — отдел главного механика; ОГЭ — отдел главного энергетика; ППО — планово-производственный отдел; ОК — отдел кадров; ОС — отдел снабжения; ОГТ — отдел главного технолога.

Специализированные группы и цехи выполняют виды работ, связанные со всеми узлами и линиями технологических комплексов, включая вспомогательные. Предопределить все детали эксплуатационных операций заранее трудно, но в инструкциях необходимо коснуться следующих основных узлов технологических комплексов для региональных станций:

цех механической очистки — обслуживает решетки, песколовки и первичные отстойники, а также преаэраторы, если они есть в схеме станции;

цех биохимической очистки — обслуживает аэротенки и вторичные отстойники, воздухоподводящую станцию, насосные станции перекачки возвратного ила, каналы и коммуникации, обслуживающие указанные сооружения;

цех обработки осадков — обеспечивает нормальную работу илоуплотнителей, метантенков, установок по механическому обезвоживанию осадка, иловых площадок и прудов, насосных станций, каналов и коммуникаций, связывающих эти сооружения;

цех доочистки и обеззараживания сточных вод — обслуживает биопруды, фильтры, реагентное хозяйство и системы промывки, хлораторные, контактные резервуары и все соответствующие коммуникации;

отдел главного механика — обслуживает и ремонтирует механизмы и оборудование всего комплекса очистных сооружений. Ему же подчиняется строительная группа, а на региональных очистных сооружениях — строительный участок или цех;

отдел главного энергетика — обслуживает и ремонтирует энергетическое хозяйство, а также обеспечивает ремонт КИП и автоматики;

служба лабораторно-технологического контроля — выполняет все необходимые виды химических, бактериологических и гидробиологических анализов, замеры расходов сточных вод, илов и осадков, проверяет работу системы контрольно-измерительных приборов, автоматики и регулирования и с помощью диспетчера управляет работой подразделений по выполнению технологических регламентов эксплуатации соответствующих сооружений.

Численность эксплуатационного персонала и квалификационные требования

Существующие ведомственные нормативы численности эксплуатационного персонала очистных сооружений канализации [12] охватывают только малые (частично), средние и крупные станции, то есть неполные три из пяти рекомендуемых категорий. С некоторыми допущениями эти нормативы можно считать пригодными и для всего диапазона производительности малых очистных станций. В табл. 2 приведены рекомендации МЖКХ УССР, упомянутые выше.

Т а б л и ц а 2. Численность эксплуатационного персонала на очистных станциях канализации, рекомендованная для городов УССР [12]

Наименование профессии	Количество человек в смену при производительности, тыс. м ³ /сут						
	1—5	6—10	11—25	26—50	51—100	101—200	Свыше 200
	Станции						
	малые		средние				крупные
Операторы на решетках с ручной очисткой	0,66	0,66	1	1	—	—	—
То же, с механической очисткой	0,66	0,66	0,66	0,66	1	1	1
Операторы на песколловках и жироловках с ручным удалением осадка или пены	0,33	0,66	1	1	1,5	2	2
То же, с гидроэлеваторами	—	0,33	1	1	1	1	1
Оператор на двухъярусных отстойниках	0,66	0,66	1	—	—	—	—
То же, на первичных горизонтальных и радиальных отстойниках со скребками	—	0,66	1	1	1	2	2
То же, на горизонтальных и вертикальных отстойниках с гидростатическим удалением осадка	0,66	0,66	1	1	—	—	—
Операторы на вторичных радиальных отстойниках	0,66	0,66	1	1	1	1	1,5
То же, на вторичных вертикальных отстойниках	0,66	0,66	1	1	—	—	—
Операторы на биологических фильтрах	0,66	0,66	1	1	—	—	—
Операторы на аэротенках различных типов	—	1	1	1,5	1,5	2	2
Машинисты воздуходувной станции	—	1	1	1	1,5	2	2
Аппаратчики хлораторной установки	0,66	0,66	0,66	1	1	1	1
Операторы на контактных резервуарах	—	0,33	0,33	0,5	0,5	1	1
Операторы на илоуплотнителях	—	0,33	0,66	0,66	1	1	1
Операторы на метантенках	—	—	1	1	1	2	2
Машинисты котельной на твердом и жидком топливе	—	—	1	1	1	1,5	2
То же, на газе	—	—	2	2	2	2	2
Оператор на иловых и песковых площадках	—	0,33	0,33	0,33	0,5	1	1
Машинисты станции перекачек	—	0,66	1	1	1	1	1
Операторы пульты дистанционного управления на автоматизированных очистных сооружениях	—	—	—	1	1	1	1

Наименование профессии	Количество человек в смену при производительности, тыс. м ³ /сут						
	1—5	6—10	11—25	26—50	51—100	101—200	Свыше 200
	Станции						
	малые		средние				крупные
Машинист станции рециркуляции активного ила	—	—	1	1	1	1	1
Слесарь-ремонтник	—	0,33	0,33	0,66	1	1,5	2
Электромонтер по обслуживанию электрооборудования	—	0,33	0,66	0,66	1	2	3
Подсобный рабочий по сушке спецодежды и обслуживанию душевой	—	1	1	1	1	1	1
То же, по вывозке песка и уборке механизированной станции очистки	—	1	1	2	3	4	6
То же, немеханизированной	—	2	3	4	6	8	8
То же, по обслуживанию полей фильтрации	—	—	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1
Водители автомашии	—	1	1	1	1	1	1
Экскаваторщик	—	0,5	0,5	1	1	1	1
Оператор биологических прудов	—	1	1	1	1	1	1

Примечание. 0,33, 0,66 означает совмещение смежных профессий.

Для локальных очистных станций (установок) [17, 24] рекомендуется принимать штат, состоящий из 1—2 операторов соответственно в диапазонах производительности 25—100 и 200—400 м³/сут, а также одного электрослесаря на 0,5 одной смены при односменной работе, то есть совмещающего работу на очистной установке с другими обязанностями на объекте канализования.

Штатные расписания для эксплуатационных служб региональных очистных станций, как правило, составляются и утверждают индивидуально для каждого конкретного случая с учетом характера объектов канализования и комплексного решения вопросов водопользования, поэтому рекомендации общего характера были бы нецелесообразными.

Приведенная таблица численности эксплуатационного персонала характеризует также общие основания для выбора численности и специальностей работников. В конкретных случаях эти рекомендации могут и должны учитывать реальные условия.

По нормативам МЖКХ УССР [12] численность работников лабораторий определяется в зависимости от количества проведенных анализов. При количестве анализов 3500 в месяц требу-

ется один лаборант, а при отборе 60 проб в смену — один пробоотборщик.

Количество анализов в период пусковых работ значительно увеличивается по сравнению с нормальной эксплуатацией очистных сооружений, так как приходится брать пробы не только после каждого этапа (стадии) очистки, но и после каждого сооружения. Учитывая, что в пусковой период на очистных станциях имеется собственный персонал в лаборатории и присутствуют специалисты наладочных организаций, увеличенное количество анализов производят совместно все специалисты.

Численность вспомогательного персонала определяется в зависимости от площади сооружений и норм выработки.

Число уборщиц определяется из расчета 800 м² помещений на 1 работницу, а для уборки территорий очистных станций — 3 тыс. м² в областных центрах и 4 тыс. м² в остальных городах.

Для одного плотника норма определяется площадью поверхности кровель зданий, а также материалом покрытий (табл. 3).

Таблица 3. Нормы на одного плотника на очистных сооружениях канализации

Материал кровли	Норма, м ² , при производительности станций, тыс. м ³ /сут		
	до 200	200—500	более 500
Кровельная сталь:			
черная	7 800	8 850	9 400
оцинкованная	8 800	9 900	10 600
Рубероид, толь и др.	6 100	7 000	7 800
Черепица, шифер и др.	12 000	13 000	14 000

В табл. 4 приведены данные о количестве рабочих, определяемом в зависимости от площади полов, рассчитываемой на одного рабочего.

Таблица 4. Норма на одного рабочего при площади полов, м²

Виды работ	Плотники, столяры	Штукатуры	Каменщики
Каменные	15 000	19 000	26 000
Панельные	18 000	22 000	—
Деревянные	8 000	17 000	—
Прочие	11 500	15 000	—
Вентиляционные каналы	—	—	50

Число рабочих, необходимых для капитального ремонта зданий и оборудования, определяется дополнительно по объему и трудоемкости работ на основании «Типовых норм времени на

ремонтно-механические работы в мастерских ПУВКХ Украинской ССР», утвержденных МКХ УССР и согласованных с Республиканским комитетом профсоюза рабочих местной промышленности и коммунально-бытовых предприятий в 1970 г.

ПОДГОТОВКА СООРУЖЕНИЙ К ПРИЕМКЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Проверка технического состояния сооружений перед пуском в эксплуатацию

Эксплуатация очистных канализационных сооружений начинается до момента их фактического пуска. К концу строительных работ эксплуатационный штат должен быть укомплектован. Передается сооружение под наладку при прямом участии всего персонала. Пусконаладочные работы практически осуществляет эксплуатационный персонал под техническим руководством специалистов наладочной организации. Следовательно, эксплуатационники, как и наладчики, должны быть ознакомлены с объемом, характером и последовательностью пусконаладочных работ.

Первым этапом пусковых мероприятий на очистных станциях является обследование построенных сооружений и оценка по пригодности к пуску. Затем производят проверку геометрических размеров сооружений путем обмеров и контрольной нивелировки технологических коммуникаций и паспортизация технологических линий и всего комплекса станции. После гидравлических испытаний осуществляют опробование агрегатов и отдельных технологических линий и согласно технологическим регламентам на отладку технологических процессов.

Проверка технического состояния сооружений (обследование) заключается прежде всего в контроле за соблюдением проектной технологической схемы сооружений и оборудования и качества строительно-монтажных работ. При этом особое внимание нужно обратить на важные требования, невыполнение которых может существенно повлиять на успех технологической наладки.

Приемные камеры, каналы, лотки и распределительные чаши должны быть укомплектованы шиберами, плотно прилегающими в своих гнездах и поддающимися в то же время легкому ручному управлению. Шиберы должны изготавливаться из металла с антикоррозионным покрытием. Если в проекте были предусмотрены деревянные шиберы, рекомендуется еще до окончания строительных работ заменить их металлическими. Шиберы, имеющие электрический привод, дублируемый ручным, до опробования двигателей нужно проверить на работоспособность ручного привода. В процессе обследования наладчики должны заранее наметить шиберы и водосливы, которые можно будет использовать

при наладке в качестве расходомерных устройств. По указанию наладчиков следует заблаговременно оборудовать их рейками и сигнализаторами величины открытия. Необходимо проверить, чтобы обоймы шиберов были достаточно прочно и плотно заделаны в железобетонные конструкции сооружений.

Грабельные решетки, транспортеры, дробилки и другое оборудование грабельных (зданий решеток) проверяют на комплектность и антикоррозионные покрытия. Решетки-дробилки (типы РД, РРД, КРД, ВРД) следует проверить относительно соблюдения проектных конфигураций и чистоты поверхностей каналов, ячеек и прямков.

В песколовках необходимо обратить внимание на оборудование (пескоскребы, гидроэлеваторы и др.). В частности, важное значение имеет соосность сопел, всасывающих труб и гидроэлеваторов, а также наличие устройств для их прочистки. Песковые бункера должны иметь затворы, которые располагаются на высоте, удобной для управления ими, и подъезды для автотранспорта. На песковых площадках проверяют качество выполнения дренажей и крупность фракций засыпных материалов.

Эффективность работы первичных вертикальных отстойников зависит от качества монтажа центральной трубы, отражательного зонта и лотков для сбора осветленной воды. Нарушения соосности зонта и центральной трубы, а также несоблюдение их взаимного расположения по вертикали, перекосы зонта относительно горизонтальной плоскости и некачественное состояние поверхности водосливов сборного лотка даже при соблюдении основных геометрических размеров отстойника могут обусловить невозможность достижения проектного эффекта осветления сточных вод за счет повышенной струйности.

Эффективность работы первичных радиальных и горизонтальных отстойников зависит от качества впускных и выпускных устройств, а также механизмов для удаления выпавшего осадка. В частности, следует проверить, чтобы закладные части рельсовых путей илоскребов позволили смещение рельсов при температурной деформации. Только после этого допускается заделка закладных частей битумом (рекомендуются марки БН-2 или БН-3). Проверяется также возможность и обеспечение материалом для загрузки бункера илоскреба балластом с целью предотвращения скольжения колес в зимнее время. Цилиндрический кожух на впускном устройстве радиальных отстойников должен иметь необходимое количество подвесных тяг. Крепят их так, чтобы можно было регулировать положение кожуха.

При обследовании биологических фильтров обращается внимание на крупность загрузки и ее распределение по высоте фильтрующего слоя и в плане ячеек. В биофильтрах с пластмассовой загрузкой важное значение имеют целостность загрузочных блоков и их крепление в теле загрузки. В биофильтрах с загрузкой из блочного пеностекла необходимо проверить, не использовались

ли блоки с оплывшими краями и поверхностями. Блоки пеностекла должны иметь ноздреватую, ячеистую поверхность с просверленными отверстиями (с вертикальной осью). Укладка блоков должна перекрывать отверстия в слоях не более чем наполовину. Особенное внимание следует уделить системам распределения воды на ячейки биофильтров.

Объекты проверки технического состояния при обследовании аэротенков могут быть самыми различными ввиду большого разнообразия типов этих сооружений.

При монтаже компактных установок заводского изготовления с системами пневматического аэрирования (КУ, БИО) нужно проконтролировать горизонтальность установки аэраторов. Шиберы между зонами аэрации и отстаивания должны легко двигаться и четко фиксироваться, а эрлифты (в установках типа КУ) монтироваться строго вертикально.

Установки заводского изготовления с механической аэрацией (типы УКО и КУ) поставляются заводами в разобранном виде, но с детальной инструкцией по монтажу аэраторов.

Общими требованиями, предъявляемыми к компактным установкам заводского изготовления при обследовании их готовности к пуску, являются: хорошее состояние антикоррозионного покрытия всех поверхностей (особенно наружных, к которым при монтаже в котлованах впредь доступа не будет); транспортная упаковка аэрационного оборудования и комплектность хлораторных устройств; отсутствие деформаций корпуса, элементов каркаса и ограждений; наличие ограждений вращающихся частей и переходных мостиков; качество бетонного основания под резервуарами установок; наличие ручного насоса, электронагревателей и теплоизоляции в хлораторных устройствах на установках типа УКО [24, 25]; комплектность запасными частями, резервными аэраторами и погружными насосами (если они предусмотрены в спецификации); комплектность документации (паспорт, инструкция по монтажу и эксплуатации) и акты контрольной сборки на заводе-изготовителе.

Следует отметить, что если поставщиком компактных установок на стройплощадку является заказчик, то передача установок подрядной организации под монтаж оформляется актом.

Строительство очистных сооружений с компактными установками заводского изготовления допускается только на основании проекта привязки, в котором должны быть предусмотрены устройства для удаления ила, обработки избыточного ила, сброса или доочистки очищенных сточных вод и подъездные дороги. При обследовании установок необходимо проверить, согласован ли такой проект с соответствующими инспектирующими организациями.

Аэрационные установки местного изготовления локального назначения (производительность до $400 \text{ м}^3/\text{сут}$) очень просты в устройстве, и обследование их не требует значительного времени

и усилий. Главным требованием к ним является герметичность, так как железобетонные аэротенки малой производительности сооружаются зачастую неспециализированными строительно-монтажными организациями или хозяйственным способом и в практике в таких случаях редко учитывается то, что эти сооружения являются гидротехническими.

В циркуляционных окислительных каналах (ЦОК) необходимо проверить качество заделки стыков между панелями стенок (откосов) и днища и плотность поверхностной стяжки. Это же относится и к аэроокислителям радиального типа (АРТ). Однако эти сооружения имеют ряд особенностей, обусловленных их конструкцией. В АРТ применяются роторные аэраторы АР-1 с цепной передачей, которая будет работоспособной и долговечной только в случае качественного выполнения ее монтажа. Плоскость, в которой находятся ведущая и ведомая звездочки, должна быть строго вертикальной. Устройство для натяжения цепи должно работать плавно и иметь доступ с мостика аэратора. Его регулярно смазывают и снабжают запасными деталями. Муфты аэраторов должны вращаться от руки, иметь запасные пальцы и ограждения. Следует проверить крепление лопаток к валу ротора: планки с приваренными лопатками крепят к валу шпильками, которые плотно завинчивают, так как при срыве хотя бы одной планки появляется дебаланс и весь аэратор выходит из строя. Вторичные отстойники существенно влияют на эффективность биохимической очистки сточных вод, а в АРТ особенно, так как они работают хотя и в эффективном, но сложном гидравлическом режиме: тип отстойника — вертикальный с периферийным впуском и осветлением иловой смеси в поршневом псевдооживленном слое активного ила. Такая схема работает с очень высоким эффектом осветления, если нет эксцентриситета между осями корпуса отстойной камеры АРТ и внутренней цилиндрической перегородки и если стенки этой перегородки строго вертикальны, а плоскость окружности нижнего ее края строго горизонтальна. Следует тщательно осмотреть лоток для впуска иловой смеси из камеры аэрации в отстойную камеру, расположенный в кольцевом пространстве между стенкой корпуса отстойной камеры и внутренней цилиндрической перегородкой. Отверстия в лотке должны очищаться от строительного мусора, не допускаются также наплывы раствора в них. В последующем при контрольной нивелировке обеспечивается строго горизонтальное положение этого лотка, а также радиальных лотков для сбора осветленной воды.

Малогобаритные аэротенки с пневматической аэрацией, изменяющиеся по типовым проектам ЦНИИЭП инженерного оборудования, как и другие аналогичные установки, нужно проверить прежде всего на герметичность корпуса и качество внутренних поверхностей. Трубчатые аэраторы (горизонтальные перфорированные или вертикальные, открытые снизу) должны быть

надежно укреплены и иметь хорошее антикоррозионное покрытие. Проверяют качество изготовления и монтажа эрлифтов, служащих для транспортировки возвратного ила.

В коридорных аэротенках главным образом должны быть проверены системы подачи и распределения воздуха, а именно: воздушные стояки, водовоздушные (продувочные) трубы, фильтровые каналы и аэраторы.

Фильтровые пластины выпускаются неодинаковой производительности, и сопротивление их зависит от крупности фракций зерен в пластине, степени их уплотнения, количества замкнутых пар и ряда других факторов. Укладка пластин в фильтровые каналы без сортировки влечет за собой неравномерное распределение воздуха по каналам, а также в отдельных их точках. Следовательно, перед укладкой фильтровых пластин их нужно калибровать и сортировать по производительности и сопротивлению.

Отсортированные и испытанные фильтровые пластины рекомендуются укладывать в каналах в следующем порядке: первый сорт [8] — в первом коридоре аэротенка или регенераторе; второй — в последующих коридорах; третий — в подающих и отводящих каналах для барботажа.

Укладку фильтровых каналов следует производить после окончания всех строительных работ в аэротенках, осмотра и очистки каналов. Фильтровые каналы должны быть уложены на подготовленное основание с уклоном 0,001 в сторону водовоздушных трубок. Правильность укладки контролируют нивелиром и фиксируют в журнале производства работ, что необходимо проверять при осмотре.

Особенно тщательно выполняют заделку в фильтровом канале воздухоподводящих стояков и водовоздушных трубок. В этих местах два смежных звена должны быть смонтированы строго по уровню.

Стыки сборных фильтровых каналов замоноличивают бетоном марки 200—300 на расширяющемся цементе или склеивают эпоксидной смолой.

Водовоздушные трубы заделывают в фильтровые каналы с загибом концов под углом 90°, которые должны быть на дне фильтрового канала (рис. 1).

Крепление фильтровых пластин можно произвести на цементном растворе или путем склеивания эпоксидными смолами. По всей длине канала рекомендуется приварить к замкнутым частям уголки, как показано на рис. 2.

Более надежным и экономичным является склеивание фильтровых пластин и каналов эпоксидными смолами, так как этим увеличивается живое сечение пластины и соответственно ее пропускная способность на 10—11%.

Контактно-стабилизационные аэротенки оборудованы механическими турбинными аэротенками, и это определяет характер

обследования. Прежде всего проверяют качество монтажа валов аэраторов: оси валов должны быть строго вертикальными, а валы легко вращаться от руки и быть покрытыми антикоррозийной краской. Трубы для выпуска иловой смеси из бассейнов контакта во вторичные отстойники должны иметь вертикальный участок (в бассейне контакта), оканчивающийся воронкой, причем уровень водослива воронки устраивают выше уровня дисков верхних турбинок аэраторов на 0,3 м.

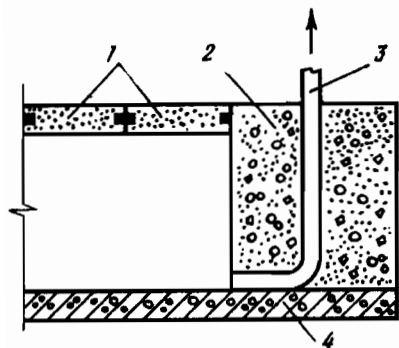


Рис. 1. Заделка водовоздушных труб в фильтросные каналы:

1 — фильтросные пластины; 2 — бетонная тумба; 3 — водовоздушная трубка; 4 — фильтросный канал.

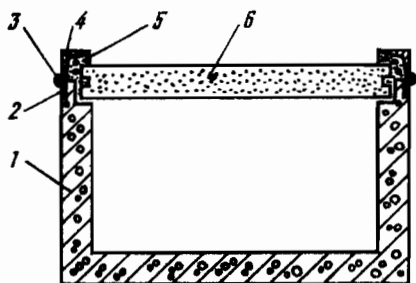


Рис. 2. Рекомендуемое крепление фильтросных пластин в каналах с помощью уголков:

1 — фильтросный канал; 2 — закладная деталь; 3 — сварной шов; 4 — уголок; 5 — заделка цементным раствором; 6 — фильтросная пластина.

Аэротенки-осветлители работают успешно в том случае, если соблюдены условия образования в зонах осветления устойчивого псевдооживленного слоя активного ила. Для этого должно быть обеспечено высокое качество строительных работ вообще и, в частности, особое внимание следует уделить проверке качества выполнения зуба и размерам щели между перегородкой, разделяющей зоны аэрации и осветления, и дном. Отклонения в размере щели от проектного значения допускаются не более ± 2 мм. Кроме этого, проверке подлежит работа шиберов (дресселей) в верхней части перегородок. Если в аэротенках-осветлителях применены фильтросные пластины, требования к их состоянию такие же, как и в коридорных аэротенках. Если применены диффузоры, перфорированные трубки или другие виды трубчатых аэраторов, то они должны быть установлены строго горизонтально.

Вторичные отстойники применяются, как правило, вертикального или радиального типов. Конструктивно вторичные вертикальные отстойники мало отличаются от вертикальных первичных. Поэтому к ним должны быть соблюдены те же требования. Вторичные радиальные отстойники существенно отличаются от первичных, и прежде всего тем, что они оборудованы илососами,

а не илоскребами и не имеют жируловителей. При обследовании проверяют состояние клапанов илососов, наличие всех штурвалов этих клапанов и работу токоприемников — взаимное положение щеток, колец или пальцев, а также захватывают ли илососы всю площадь днища отстойника. Нужно убедиться в отсутствии вибраций, шума, стука при работе редукторов приводов, илососов, и нет ли утечки масла.

В хлораторных главным отступлением от проекта и технических требований, встречающимся в практике, является произвольная замена материалов. Баки для хлорной извести должны быть из железобетона или дерева с обязательным оштукатуриванием изнутри раствором на кислотоупорном цементе, а трубопроводы хлорной воды — из винилпластовых или резиновых трубок (шлангов), вся арматура — пластмассовая, мембраны в поплавковых дозаторах — свинцовые. Следует учесть, что применение материалов, неустойчивых к агрессивному действию хлора, хлорной извести и хлорной воды, является причиной очень быстрого вывода из строя хлораторных установок. Особое внимание при осмотре помещений хлораторных установок нужно обратить на наличие и надежное функционирование систем вентиляции. В хлораторных с жидким хлором обязательно наличие манометров. Так как манометры применяются обычно серийные из коррозионно неустойчивых материалов, необходимо подсоединять их только через масляный затвор-камеру с мембраной, заполненную трансформаторным маслом. В местах хранения бочек с хлором устраивают навес, предотвращающий нагревание их на солнце.

2585
Сооружения для обработки осадков сточных вод разнообразны: от простых, как двухъярусные отстойники и осветлители-перегниватели, до сложных, относимых к категории химико-технологических объектов, как цехи механического обезвоживания, термосушки, вакуум-сушки, сжигания и т. д. Часть этих сооружений применяется по типовым проектам (двухъярусные отстойники, осветлители-перегниватели, метантенки, цехи механического обезвоживания и термосушки), другие — по экспериментальным (сушка во встречных струях, вакуум-сушка). Новые экспериментальные сооружения больше, чем традиционные типовые, обеспечены специальной методической технической литературой, необходимой для их успешного широкого внедрения [27, 28], так как инструкции и рекомендации по применению новой техники обусловлены СНиП I-1-74. Наиболее характерно проявляется это в сооружениях по обработке осадков.

При проверке состояния двухъярусных отстойников следует осмотреть щели в нижней части желобов; обнаруженные места сужений за счет наплывов раствора или технического брака строительства должны быть доведены до проектных размеров. Проверяется также чистота нижних концов иловых труб, наличие прочисток, а также состояние шиберов и другой запорной арматуры.

У осветлителей-перегнивателей проверяют положение оси впускной трубы осветлителя относительно оси камеры флокуляции, которые должны совпадать, а также положение других деталей, аналогичных деталям устройства вертикальных и двухъярусных отстойников.

В метантенках прежде всего следует обратить внимание на их герметичность, наличие предохранительных клапанов, а также на перемешивающие устройства. Если для перемешивания применены гидроэлеваторы, то требования, предъявляемые к их состоянию, аналогичны требованиям, предъявляемым к состоянию гидроэлеваторов песколовок. Если установлены механические мешалки, то к ним предъявляются следующие требования: полное соблюдение линейных размеров (по 7-му классу точности); необходимая чистота поверхностей; наличие антикоррозионной защиты вала в трущихся местах, например под лигнофолевым подшипником; надежность крепления и вертикальная фиксация циркуляционной трубы (с отклонением не более 3°); соосность мешалки и циркуляционной трубы (с отклонением не более 1 мм); надежность крепления корпуса мешалки к крышке газового колпака метантенка; фиксация неподвижности деталей резьбовых соединений и их антикоррозионная защита. В метантенке проверяют вероятность появления искр ввиду возможности задевания стальных вращающихся частей в неподвижные детали конструкций; появление искр в среде метана приведет к катастрофе.

При обследовании цехов механического обезвоживания осадков необходимо: проверить целостность фильтрующей ткани вакуум-фильтров, равномерность ее прилегания к барабанам, состояние рабочих граней и кромок ножей, отделяющих кек; осмотреть реагентное хозяйство, причем проверить, соответствуют ли проекту материалы трубопроводов и арматуры, тип, марка и исполнение насосов для перекачки и дозирования реагентов (извести и хлорного железа), а также состояние защиты от воздействия реагентов внутренних поверхностей баков.

При обследовании сооружений для доочистки сточных вод физико-химическими методами (осветлителями, фильтрами) к ним предъявляются требования, как и к аналогичным водопроводным сооружениям (СНиП II-31-74).

Проверка геометрических характеристик и технологических параметров сооружений

Этот этап является последним в подготовительном периоде перед началом технологической наладки. Участие в нем эксплуатационного персонала совместно с наладчиками обязательно.

Проверка геометрических характеристик сооружений включает проверку их геометрических размеров и расположения на местности в плане и по вертикальным отметкам. Эта работа мо-

жет быть совмещена с составлением исполнительной документации подрядной организацией, поэтому в контрольных обмерах, съемке и нивелировке желательно одновременное участие представителей заказчика, подрядчика, наладчика и эксплуатационного персонала. Одновременно эксплуатационники должны участвовать в проверочных расчетах технологических параметров сооружений, выполняемых наладчиками.

Основной задачей проверки геометрических размеров сооружений является подтверждение их соответствия или несоответствия проекту с целью своевременного устранения дефектов строительно-монтажных работ. Важнейшее значение имеет проверка качества монтажа оборудования и коммуникаций с точки зрения их привязки к сооружению. В ходе проверки геометрических размеров следует учесть особенности отдельных видов сооружений, отмеченные в практике пусконаладочных работ [8].

В первичных вертикальных отстойниках проверяют размеры узла впуска сточных вод: диаметр воронки и нижней части центральной трубы должен составлять 1,35 диаметра трубы, а диаметр отражательного зонта — 1,3 диаметра воронки, верхняя кромка жиросборника должна превышать уровень жидкости на 5 см; отклонения уровня гребней водосливов от уровня жидкости допускаются не более чем на ± 1 мм. Иловые трубы должны быть выведены к дну иловой камеры так, чтобы расстояние от них до наиболее удаленной части стен составляло 30—40 см, а конец трубы имел бы срез в вертикальной плоскости.

В радиальных отстойниках проверяется детально форма рельсов илоскреба: путем прикладывания стальной линейки не менее чем в десяти местах как хорды окружности определяют отклонения кромок рельсов от горизонтальной плоскости, которые не должны превышать 0,5 мм на каждые 2 м длины рельса внутреннего и 5—10 мм — внешнего пути. Верхняя кромка кожуха в узле впуска сточных вод (при центральном впуске) должна быть выше поверхности жидкости на 50 мм.

В биологических фильтрах производят измерения высоты слоев каждой фракции загрузки согласно СНиП II-32-74 для соблюдения процентного отношения фракций различной крупности. Особенно тщательно нужно измерить расстояния от нижнего края колокола и выпускаемой трубки дна дозирующего бачка и от верхней кромки сифона до крышки. Соблюдение этих размеров, а также герметичность всех трубок сифона и правильная работа сальников регулятора напора являются необходимым условием функционирования системы дозирования сточных вод на биофильтры. Следует также проверить расположение спринклерных оросителей: при площади орошения 6—12 м² для спринклерных насадок диаметром соответственно 19—25 мм (свободный напор 1,3—1,5 м) расстояния между спринклерами принимают соответственно в пределах 2,5—3,5 м. Отклонения уровня расположения

спринклерных головок от горизонтальной плоскости расчетного уровня должны быть не более ± 2 мм.

Во вторичных радиальных отстойниках измеряют положение деталей илососа. Допускаются такие отклонения отметок: верхнего фланца центральной опоры от проектной — не более ± 2 —3 мм, причем с увеличением диаметра отстойника этот допуск уменьшается; оси центральной опоры от вертикального положения — не более 0,5 мм на длине 1 м, а от геометрической оси отстойника — не более 10 мм; осей илоприемных труб от горизонтального положения — не более 1 мм на 1 м длины и от радиуса отстойника вдоль оси труб — не более 10 мм в периферийной точке. Отклонения осей всех видов оборудования с вертикальными осями вращения от вертикального положения — не более чем на 30 угловых минут.

Сущность проверки геометрического расположения и я сооружений состоит в контрольной съемке их плановой привязки и контрольной нивелировке. Второй вид работ имеет важнейшее значение, поскольку какие-либо отклонения в отметках высотной схемы сооружений практически исключают возможность их функционирования.

В объем работ по проверке геометрического расположения сооружений входят следующие операции: подготовка технической документации для контрольных замеров и нивелировки; нахождение реперов, марок и других геодезических знаков, достаточных для четвертого класса нивелировки; установка временных реперов путем проложения двойного нивелировочного хода длиной не более 1 км от постоянных реперов; контрольная съемка и нивелировка по диктующим отметкам, устанавливаемым наладочной организацией [8]; составление исполнительной документации по результатам контрольной съемки и нивелировки; определение отклонений от проекта и выдача списка отклонений подрядной организации и представителям технического надзора заказчика и авторского надзора проектной организации, которая должна принять окончательное решение о необходимости исправления тех или иных отклонений от проекта*.

В ходе выполнения работ по контрольной нивелировке рекомендуется принять к сведению особенности, отмеченные в практике.

Наиболее тщательно нужно проверять отметки всех водосливов и переливных устройств на сооружениях и аэраторов в аэротенках.

При нивелировке днищ радиальных отстойников рекомендуется разбить створы, проходящие через центр, и наметить точки нивелировки через 2 м в створах, но так, чтобы расстояние между точками, находящимися в смежных створах, было тоже не менее

* Исполнительные чертежи со всеми внесенными изменениями должны быть изготовлены подрядчиком, согласованы с проектной организацией и выданы заказчику в качестве приложения к акту Государственной комиссии.

2 м. Количество точек нивелировки днищ радиальных отстойников можно ориентировочно определить как половину произведения количества диаметральных створов и величины диаметра отстойника. Число створов, рекомендуемое для отстойников диаметром 24, 28, 33 и 40 м, соответственно 4, 5, 6 и 8. Например, для отстойника диаметром 40 м количество точек составит $0,5 \cdot 8 \cdot 40 = 160$, где 8 — число створов.

На переливных гребнях водосливов точки нивелировки рекомендуется располагать через 1 м, а на фильтросных каналах — через 2 м.

Проверка технологических параметров сооружений заключается в поверочных расчетах основных величин, определяющих технологические процессы, на основании фактических значений концентраций, загрязнений, расхода и режима поступления сточных вод. Замеры производят несколько раз в предпусковой период, причем необходимо дублировать их в одни и те же дни недели и выбрать несколько характерных дней, например, понедельник, четверг и один из выходных, чтобы получить информацию о состоянии сточных вод в рабочие и выходные дни. Пробы отбираются среднесуточные и среднесменные. В обоих видах проб делается полный анализ согласно стандартной методике [11], кроме того, необходимо определить кинетику хода БПК и осаждения взвешенных веществ. Кинетика БПК определяется путем измерения на 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20 и 30-е сутки в соответственно инкубированных пробах, взятых из общей пробы в день ее отбора. По кривой хода биохимического потребления кислорода можно определить БПК_{полн}, по которому в дальнейшем будут проведены все расчеты процессов биохимической очистки, а также коэффициент скорости биохимического потребления кислорода

$$k = 2,303 \frac{1}{t_2 - t_1} \lg \frac{\text{БПК}_{\text{полн}} - \text{БПК}_{t_1}}{\text{БПК}_{\text{полн}} - \text{БПК}_{t_2}} \text{ сут}^{-1}, \quad (1)$$

где t_1 и t_2 индексы, означают порядковый номер суток, прошедших с начала инкубации проб. Например, при $\text{БПК}_5 = 200 \text{ г/м}^3$, $\text{БПК}_{10} = 230 \text{ г/м}^3$ и $\text{БПК}_{\text{полн}} = 280 \text{ г/м}^3$

$$k = 2,303 \frac{1}{10 - 5} \lg \frac{280 - 200}{280 - 230} = 0,094 \text{ сут}^{-1}.$$

БПК_{полн} определяется как предел подъема кривой хода БПК (плато). Коэффициент скорости биохимического потребления кислорода не входит в расчетные формулы СНиП, но используется в расчетах некоторых модификаций процессов биохимической очистки, не описываемых СНиП II-32-74, однако применяющихся в новых экспериментальных проектах аэрационных сооружений [25]. Значение этого коэффициента рекомендуется определить по нескольким парам значений БПК на кривой и затем рассчитать среднее арифметическое.

Для поверочных расчетов необходимого расхода воздуха при пневматической аэрации согласно СНиП II-32-74 нужно знать

коэффициент n_2 , учитывающий отношение скорости переноса кислорода в иловой смеси к скорости переноса его в чистой воде. Этот коэффициент равен 0,85 для бытовых вод в зависимости от относительной величины полосы аэрирования при наличии в сточной жидкости поверхностно-активных веществ. В других случаях (промстоки, трубчатые аэраторы и т. д.) этот коэффициент определяют экспериментально. Однако в пусковой период на очистных станциях еще нет активного ила и определить коэффициент n_2 на реальной иловой смеси невозможно. Поэтому рекомендуется определить его ориентировочно с использованием активного ила из других действующих аэротенков, адаптировав его к сточной жидкости конкретной станции, или вырастить ил в реальных условиях на проточной лабораторной модели. Хотя эта работа довольно громоздка и длительна, она необходима, так как, если коэффициент n_2 принят неправильно, возможна ошибка в расчете расхода воздуха в 1,5—2 раза. Величина n_2 рассчитывается как отношение окислительной способности ОС [9] в пробах иловой смеси и водопроводной воды при аэрировании проб в посуде одинаковой формы и емкости на магнитных мешалках с одинаковой интенсивностью перемешивания (лучше на одной и той же мешалке). В процессе аэрирования определяют значения концентрации растворенного кислорода (желательно с помощью кислородомеров, так как отбор проб для определения методом Винклера нарушает условия аэрирования). Затем строят кривые насыщения и по ним рассчитывают значения ОС [9].

Для поверочного расчета первичных отстойников необходимо определить (в тех же среднесуточных и среднесменных пробах) кинетику осаждения взвеси в цилиндре высотой 500 мм, то есть седиментационную кривую, являющуюся функцией эффекта осаждения от времени. При заданном эффекте осаждения взвешенных веществ по седиментационной кривой находят время осаждения, которое входит в качестве исходного параметра в расчетные формулы СНиП II-32-74.

Целью поверочных расчетов является определение пропускной способности сооружений при заданном качестве очистки сточных вод и обработки осадков. Поэтому в расчетах нужно определить время обработки сточных вод и осадков в соответствующих сооружениях и технологических линиях, а также количество затрачиваемых для этой цели пара, электроэнергии, топлива и подачу воздуха.

Все технологические расчеты следует выполнять по СНиП II-32-74 и с использованием специальной литературы [9].

Состав и функции рабочих комиссий по приемке сооружений

Рабочие комиссии, подготовляющие материалы для Государственной приемочной комиссии, назначаются приказом руководителя производственного управления водопроводно-канализаци-

онного хозяйства (ПУВКХ) или другого предприятия. В приказе также указываются состав комиссии и продолжительность ее работы.

В состав комиссии должны входить председатель (от ПУВКХ или другой эксплуатирующей организации) и представители технадзора, генерального подрядчика, субподрядной организации, проектировщиков, технической инспекции профсоюза, органов государственного надзора и наладочной организации.

Работы по наладке оборудования и по очистке сточных вод осуществляют за счет основной деятельности по особой смете на ввод объекта в эксплуатацию, поэтому акт рабочей комиссии может быть основанием для финансирования пусконаладочных работ.

В состав работ рабочей комиссии входит подготовка к приемке в эксплуатацию комплекса сооружений и оборудования, а также испытание сооружений и комплексное опробование оборудования.

Рабочие комиссии до представления объекта заказчиком Государственной приемочной комиссии должны выполнить следующие виды работ:

проверить соответствие выполненных работ проектной документации, а также акты на скрытые работы по строительству сооружений и готовности фундаментов к установке оборудования;

проверить документы об установке оборудования на фундаментах, испытании оборудования на плотность, опробования оборудования вхолостую и под нагрузкой в соответствии со СНиП III-31-74;

при отсутствии указанных выше актов комиссия должна произвести проверку проведенных монтажной организацией индивидуальных опробований и испытаний смонтированного оборудования и принять его для комплексного опробования по акту. После акта комплексного опробования оборудования оно считается принятым в эксплуатацию;

осмотреть и проверить отдельные конструкции и узлы сооружений, оборудования и коммуникации и принять их для представления Государственной приемочной комиссии. Электроподстанции, котельную, коммуникации и другое вспомогательное хозяйство по мере готовности принять в эксплуатацию после комплексного их опробования.

Согласно СНиП III-31-74 при отсутствии указаний о характере и продолжительности комплексного опробования эти параметры устанавливаются рабочей комиссией и, как правило, не должны превышать 72 ч нормальной работы на эксплуатационном режиме.

Канализационное технологическое оборудование требует комплексного опробования в зависимости от производительности сооружений (табл. 5).

Таблица 5. Перечень канализационного оборудования, требующего комплексного опробования перед сдачей в эксплуатацию

Наименование сооружения	Перечень оборудования, подлежащего комплексному опробованию	Количество часов опробования при производительности, тыс. м ³ /сут				
		до 10	11—25	26—50	51—100	более 100
Канализационные насосные станции с горизонтальными насосами	Решетки, транспортеры, дробилки, основные насосы, насосы для подачи технической воды на гидроуплотнение сальников	24	32	46	—	—
То же, оборудованные вертикальными насосами большой производительности	То же и дополнительно маслохозяйство, маслонасосы и насосы для подачи воды на промывку рабочих колес основного насоса	24	32	56	72	72
Здания решеток на очистных сооружениях	Решетки, транспортеры, питатели, дробилки, насосы для подачи технической воды на дробилки, вентиляционное оборудование	24	32	40	48	56
Системы аэрирования	Нагнетатели, фильтры, воздуходвигательное хозяйство для циркуляции технической воды, маслохозяйство и маслоподача для охлаждения подшипников, противопожарное устройство, механические аэраторы	56	64	72	72	72
Метантенки	Инжекторы, гидроэлеваторы, мешалки, насосы и вентиляционное оборудование	24	32	40	48	56
Газгольдеры	Два и более газгольдеров, распределительные устройства, системы подачи воды и тепла, клапаны и другое вспомогательное хозяйство	56	56	64	72	72

Для выполнения работ по комплексному опробованию оборудования целесообразно иметь рабочие бригады или отдельных специалистов в соответствующих подразделениях, которые должны действовать только совместно с наладчиками. Для разрешения спорных вопросов относительно степени готовности оборудования к работе рационально в состав рабочей комиссии в случае необходимости включить специализированные подкомиссии по проверке готовности отдельных сооружений, технологических узлов и смонтированного оборудования. Порядок работы подкомиссий определяется председателем рабочей комиссии. Материа-

лы о результатах работы рассматриваются и утверждаются актом рабочей комиссии.

Генеральный подрядчик обязан представить рабочей комиссии исполнительную документацию и список субподрядных организаций, участвовавших в выполнении строительно-монтажных работ.

По строительно-монтажным работам генподрядчик представляет акты:

об осадках зданий, сооружений, фундаментов под оборудование и документы о результатах проведенных испытаний строительных материалов;

приемки скрытых работ;

испытания внутренних и наружных систем коммуникаций (водоснабжения, канализации, теплофикации и т. д.);

испытания электроустановок, телефонных устройств, КИП и автоматики, сигнализации и т. д.;

испытания устройств, обеспечивающих взрывобезопасность и грозозащиту.

По монтажу оборудования должны быть представлены акты:

на скрытые монтажные и сварочные работы;

о снятии пломб с оборудования;

испытания систем смазки гидро- и пневмоуправления;

испытания арматуры и емкостей на плотность и прочность;

испытания оборудования вхолостую и под нагрузкой.

В необходимых случаях при отсутствии каких-либо актов на скрытые работы эксплуатационный персонал имеет право за счет средств заказчика проверять состояние скрытых работ или производить дополнительное испытание отдельных узлов и агрегатов.

Акты приемки рабочей комиссией являются свидетельством окончания подготовительного периода перед началом технологической наладки очистных сооружений и приемкой в эксплуатацию.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ В ПЕРИОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАЛАДКИ

ПОДГОТОВКА СООРУЖЕНИЙ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАЛАДКЕ

Маркировка оборудования и коммуникаций

Наиболее важным этапом в квалифицированной подготовке эксплуатационного персонала очистных станций канализации является период технологической наладки сооружений, когда выявляются наиболее характерные неполадки, проверяется соответствие проектных параметров фактическим условиям и осуществляется вовлечение персонала в его технологические функции.

Ознакомление эксплуатационников со всеми деталями технологических схем, узлов и элементов очистных сооружений начинается с сопоставления технологических регламентов, разработанных наладчиками, и натуральных объектов эксплуатации. Для этой цели в регламентах вычерчиваются схемы коммуникаций каждого сооружения и станции в целом. Чертежи выполняются цветной тушью или фломастерами с представлением всех условных обозначений и маркировки. Эти чертежи в составе регламентов помещаются на специальных стендах на местах нахождения и работы эксплуатационного персонала. Такими же цветами красок (с такой же маркировкой и условными обозначениями) рекомендуется окрашивать все технологические трубопроводы, арматуру и вспомогательные устройства.

На технологических схемах комплексов и сооружений основные потоки нужно располагать так, чтобы движение их было слева направо. Экспликацию сооружений рекомендуется делать римскими цифрами, трубопроводов, лотков и каналов — арабскими, задвижек шиберов, клапанов — арабскими цифрами с буквой, обозначающей вид арматуры, например, 3-4 Ш-6 — задвижка № 4, шибер № 6 и т. д. На чертежах стрелками желательно указывать направления потоков, причем располагать стрелки рекомендуется на трубах вблизи арматуры. Это облегчит персоналу проверку положения арматуры с направленным движением среды, например вентиляей. При нумерации арматуры следует начинать с входа потоков, например, под номером Ш-1 обозначить шибер на выходе потока сточных вод из камеры гашения напора, под номером 3-1 — задвижку на всасывающей линии в насосной станции и т. д.

На трубопроводах, окрашенных в условные цвета, также стрелками указывают направления потоков, а на задвижках и шиберах рекомендуется дублировать маркировку в виде надписей трудносмываемой краской и табличек (бирок) из мягкого металла с выбитым на ней номером.

ГОСТ 14202-69 предусматривает условную окраску некоторых основных технологических трубопроводов, причем ввиду их большого разнообразия рекомендуется, кроме основного цвета опознавательной окраски, пользоваться добавочными цветовыми кольцами. На схемах, вычерчиваемых в составе технологических регламентов, кольца обозначают штрихами соответствующего цвета, перпендикулярными линии трубопровода.

Условная окраска трубопроводов с учетом обозначений, рекомендуемых ГОСТ 14202-69, приведена в табл. 6.

Все надписи на трубопроводах, арматуре и оборудовании выполняются шрифтом согласно ГОСТ 10807-74 цветом, контрастирующим с цветом основной окраски, например, на зеленом, черном и коричневом фоне — белым цветом, на синем, желтом, оранжевом — черным и т. д.

Ширина дополнительных колец и расстояния между ними на

Таблица 6. Рекомендуемая условная окраска трубопроводов очистных канализационных сооружений

Назначение среды	Цвет опознавательной краски	Цвет колец
Сточная жидкость, напорный трубопровод	Серый	—
То же, всасывающий	То же	Черный
Активный ил, возвратный	Коричневый	Зеленый
То же, избыточный	То же	Синий
Пульпа из песколовок	»	Черный
Осадок сырой	Черный	—
То же, сброженный	То же	Светло-серый
Техническая вода	Зеленый	Красный
Питьевая вода	То же	—
Противопожарный водопровод	Темно-красный	—
Воздухопроводы	Синий	—
Паропроводы	Светло-красный	—
Хлоропроводы (жидкий хлор)	Желтый	—
Хлорная вода	То же	—
Раствор хлорного железа	Оранжевый	—
Раствор извести	Фиолетовый	—
Масло чистое	Коричневый	—
То же, отработанное	То же	Белый

условной окраске трубопроводов рекомендуются в зависимости от диаметра трубопровода, мм:

Диаметр трубопровода	До 80	80—160	160—300	Более 300
Расстояние между кольцами	2000	3000	4000	6000
Ширина кольца	40	50	70	100

В цветовой отделке помещений желательно учитывать преобладание оттенков окраски технологических трубопроводов, но выполнять ее нужно только при согласовании с архитектором проекта очистной станции.

Составление и оформление технологических регламентов

Технологический регламент — это краткое изложение сущности технологического процесса, протекающего в сооружении, и перечень значений параметров этого процесса, в пределах которых должно работать сооружение или весь технологический комплекс. Технологические регламенты должны составляться наладочной организацией после выполнения поверочных расчетов на основании обследования сооружений и анализов сточной жидкости.

Эксплуатационный персонал обязан ознакомиться с технологическими регламентами, получить дополнительный профессио-

нальный инструктаж или пройти производственное обучение. Затем осуществляется проверка знаний работников системы эксплуатации с соответствующей их аттестацией. На предприятиях, работающих по новой системе экономического стимулирования труда, такой комплекс мероприятий необходим для установления должностных окладов и методов стимулирования.

Объем и глубина изложения материалов в технологических регламентах определяются производительностью станции и сложностью технологической схемы, но во всех случаях необходимо осветить принципы технологического процесса и роль в нем отдельных сооружений и оборудования. В целом технологические регламенты должны содержать следующую информацию.

Решетки предназначены для задержания и измельчения грубых фракций загрязнений сточной жидкости. Загрязнения, задержанные на прутьях решеток, можно снимать вручную (на локальных очистных установках), механизированными граблями или специальными устройствами, если применены решетки-дробилки. Снятые отбросы соответственно закапываются в грунт, направляются транспортерами на дробилку или измельчаются специальным механизмом. Таким образом, в комплексах решеток следует выделить три технологические стадии: задержание, удаление и измельчение крупных фракций загрязнений.

Комплексы песколовков предназначены для задержания минеральных грубых взвешенных загрязнений с удельным весом, близким к $1,6 \text{ г/см}^3$, и гидравлической крупностью 18—24 мм/с. Выделение этих примесей производится за счет их осаждения как наиболее тяжелой части взвешенных загрязнений. Осевшую взвесь, преимущественно состоящую из песка, направляют гидроэлеваторами на песковые площадки для сушки и дальнейшого вывоза. Существуют механизмы, выполняющие функции песковых площадок за счет отмыва песка в поле центробежных сил, а также бункера, в которых осадок из песколовков накапливается, обезвоживается и затем вывозится. Таким образом, в комплексах песколовков следует выделить три технологических элемента (стадии): отделение взвеси, транспортировку и обработку осадка.

Первичные отстойники в технологическом отношении подобны песколовкам, но образуют упрощенные комплексы (задержание взвеси, транспортировка). Обработка этой взвеси уже является отдельной технологией (обработка осадков). В первичных отстойниках путем осаждения грубодисперсных примесей задерживаются взвешенные вещества со средней гидравлической крупностью 1—3 мм/с (для загрязнений бытовых сточных вод). В комплексы первичных отстойников, кроме самих отстойников, входят также насосные станции перекачки сырого осадка на дальнейшую обработку.

В случае необходимости на станциях могут предусматриваться усреднители, предназначенные для выравнивания концентраций загрязнений поступающих сточных вод. В этих сооружениях

применяют системы механической или пневматической аэрации только как средство перемешивания сточных вод.

Преаэраторы, биокоагуляторы и осветлители применяются для интенсификации процессов первичного отстаивания при повышенных концентрациях взвешенных загрязнений сточной жидкости. Интенсификация осуществляется путем применения коагулянтов. В преаэраторах и биокоагуляторах роль коагулянта играет активный ил, в осветлителях — химические реагенты. Следует учитывать, что активный ил, применяемый как коагулянт, все-таки является совокупностью биологических объектов — клеток, которые живут и потребляют питание, в частности биогенные элементы сточной жидкости. Поэтому в технологических регламентах должны быть приведены краткие расчеты баланса биогенных веществ с целью соблюдения условий нормальной работы аэротенков и биофильтров согласно СНиП II-32-74 (п. 7.2, табл. 25).

Сооружения биохимической очистки сточных вод предназначены для удаления растворенных, коллоидных и взвешенных органических веществ загрязнений, поступающих на эти сооружения. Сущность процесса биохимического окисления загрязнений заключается в потреблении их как питания жизнедеятельными микробными клетками — аэробами, т. е. функционирующими только при наличии в жидкости растворенного кислорода, который играет в данном случае роль акцептора. Кислород потребляется микроорганизмами в процессе их дыхания и расходуется в клетках на ферментативное окисление питательных веществ (ассимиляцию) и собственные нужды клеток (эндогенное дыхание). Продуктами процесса биохимического окисления являются углекислота (окисленный углерод органических загрязнений), вода, инертная масса, экзотермическая энергия и новые клетки микроорганизмов активного ила, выросшие на основе благоприятного снабжения питанием и кислородом в результате размножения. Знание такого баланса веществ в процессе биохимической очистки сточных вод дает возможность осознать необходимость соответствующего баланса потоков в реальных инженерных сооружениях, где он осуществляется.

В биофильтрах процесс происходит на поверхности грузочного материала в биопленке, насыщенной микроорганизмами, удерживающейся в силу адгезионных процессов и омываемой потоками воздуха (снизу) и сточной жидкости (сверху). Прирастающая пленка является формой, в которую перешли загрязнения. Когда толщина пленки превышает удерживающую способность материала загрузки, она отторгается. Избыточная минерализованная биопленка удаляется из потока очищенной жидкости во вторичных отстойниках, которые, таким образом, являются неотъемлемой составной частью комплекса биофильтра. Схема биофильтров с рециркуляцией — это частные случаи принципиальной схемы и не меняют технологии работы этих сооруже-

ний. В технологических регламентах схемы с рециркуляцией должны быть представлены только как средство снижения начальной концентрации загрязнений сточных вод (СНиП II-32-74).

В аэротенках процесс биохимического окисления загрязнений происходит в объеме иловой смеси, где контактируют загрязнения, клетки активного ила и кислород, растворенный в воде. В такой системе происходит разрушение органических молекул ферментами, выделяемыми микроорганизмами при контакте их с загрязнениями, и перенос более простых соединений в клетки, где они также под воздействием специальных ферментов превращаются (метаболизируются) в продукты процесса. Таким образом, загрязнения из сточной жидкости переходят в активный ил и частично удаляются в виде углекислоты и воды. После вторичного отстаивания в сточной жидкости загрязнений практически нет (вернее, они имеются в допустимых расчетом количествах), а активный ил должен быть возвращен в аэротенк, иначе процесс в рассматриваемом случае (для городских очистных станций) прекратится ввиду отсутствия одного из реагентов.

Избыточная часть активного ила, образованная за счет его прироста, то есть представляющая собой часть материи удаленных из воды загрязнений, должна быть удалена на сооружения по обработке осадков. Следовательно, в технологическом регламенте схемы аэротенков необходимо указать, что аэротенк, вторичный отстойник или часть аэротенка, выполняющая его функции в комбинированных аэрационных сооружениях, система рециркуляции возвратного и удаления избыточного активного ила, а также система аэрации являются единым технологическим комплексом, который рассматривается в эксплуатации только как один объект надзора и регулирования. Каждая из систем этого комплекса при регулировании может оказать прямое влияние на работу других систем и комплекса в целом.

В технологическом регламенте комплекса биохимической очистки сточных вод нужно привести количественные пределы и объяснить смысл основных технологических параметров. Главные технологические параметры эксплуатации сооружений совпадают с их основными расчетными параметрами [13].

Методы доочистки сточных вод определяются целью и степенью и обуславливаются производительностью станции. Если требуются полное удаление всех остаточных загрязнений (взвеси, растворенной органики, нитратов, фосфатов) и стабилизация минерального состава, применяется комплекс сооружений с физико-химическими процессами глубокого известкования, коагуляции, фильтрации, адсорбции и ионного обмена [29]. При этом происходят соответственно разрушение (деструкция) в щелочной среде остатков органических веществ, коагуляция продуктов этого распада и осаждение скоагулированной взвеси, задержание на фильтрах неоседающих частиц взвеси, адсорбция (на активированных углях) растворенных остатков органических веществ

и удаление минеральных солей ионообменными фильтрами. Если такая степень доочистки не требуется, применяются какие-либо части технологической последовательности. Например, удаление остаточных взвешенных веществ, то есть мелких хлопьев активного ила, выносящихся из вторичных отстойников, обеспечивает качество очищенной воды согласно требованиям органов рыбоохраны или санитарных органов для водоемов I и II категорий [14] (БПК до 3—5, взвешенных веществ до 3 г/м³). Это достигается доочисткой воды на микроситах и скорых фильтрах, причем при подаче на фильтры коагулянтов происходит удаление из воды фосфатов.

В типовых скорых фильтрах, применяемых для доочистки сточных вод, задержание полидисперсных частиц загрязнений на зернах загрузки происходит вследствие совокупности процессов адсорбции, гидравлического сопротивления (процеживания), электрокинетического взаимодействия и других физических процессов. Преобладание того или иного процесса проявляется при преобладании разной крупности частиц загрязнений. Поскольку применяемые фильтры для доочистки имеют многослойную загрузку, эти процессы протекают отдельно в пространстве. В технологических регламентах на эксплуатацию фильтров для доочистки сточных вод следует указать время, интенсивность и фильтроциклы промывки для каждого слоя. Осуществлять промывку фильтров рекомендуется только последовательно, так как в силу указанных причин сопротивление и грязеемкость слоев фильтрующей загрузки должны быть различными. Численные значения этих параметров определяются в результате технологической наладки и отражаются затем в регламенте.

Доочистка малых и средних количеств сточных вод производится в биологических прудах, где за счет деятельности одноклеточных водорослей, донного ила и высших водных растений удаляются нитраты, фосфаты, органические растворенные вещества и взвеси. Процессы доочистки сточных вод в прудах протекают очень интенсивно в летнее время и менее интенсивно зимой. Технологические регламенты эксплуатации биопрудов должны предусматривать изменение режимов аэрирования, если применены каскады прудов с аэрацией на первой ступени. Летом не следует расходовать непроизводительно электроэнергию, поскольку растения на свету выделяют кислород сами, а зимой необходимо предотвратить гибель микроорганизмов донного ила от дефицита кислорода.

Сбраживание осадков сточных вод осуществляется за счет биохимических процессов деструкции (разрушения) органических веществ. Только вид функционирующей микрофлоры определяет вид процесса сбраживания. Аэробное сбраживание в технологическом отношении подобно процессам биохимической очистки сточных вод активным илом с той лишь разницей, что в рассматриваемом случае выращивается специфичная автотроф-

ная микрофлора, потребляющая не только органическую массу сырого осадка, но и как питание клетки избыточного активного ила. В схеме отсутствует система рециркуляции возвратного ила, потому что при относительно длительном времени протекания процесса (малой скорости протока) скорость выноса рабочей биомассы уравнивается скоростью ее прироста аналогично процессу в биологических прудах. Анаэробное сбраживание осуществляется микроорганизмами — анаэробами, живущими в среде, лишенной свободного (растворенного) кислорода. Для эффективной деятельности таких микроорганизмов необходимы оптимальный и стабильный температурный режим и перемешивание. Поэтому в технологических регламентах на эксплуатацию двухъярусных отстойников и осветлителей-перегнивателей (сапрофильные сбраживатели) и особенно метантенков с режимами мезо- и термофильного или комбинированного сбраживания нужно четко изложить температурные режимы их эксплуатации.

Уплотнение и обезвоживание осадков после сбраживания регламентируются правилами эксплуатации соответствующего оборудования, изложенными в паспортно-инструктивных документах.

В регламенте на эксплуатацию хлораторных содержатся сведения о том, что доза хлора должна быть всегда оптимальной, а концентрация остаточного хлора — постоянной. Завышенные дозы хлора повлекут нерациональное расходование этого реагента и повлияют неблагоприятно на биологическое население водоема, в который сбрасываются сточные воды. Заниженные дозы хлора не обеспечат необходимого эффекта обеззараживания. Кроме того, при малых дозах хлор может оказать только раздражающее действие на бактерии и явиться даже временным стимулятором их активности.

Технологический регламент должен указывать не только расчетную величину дозы хлора согласно проекту или СНиП II-32-74 (3 г/м^3 после искусственной биохимической очистки), но и дать рекомендации по корректировке этой величины в зависимости от хлорпоглощаемости сточной жидкости [11]. В технологическом регламенте на хлораторных необходимо также указать методы регулирования подачи количества хлорной воды в зависимости от изменения расхода сточных вод в течение суток. Наиболее целесообразно осуществлять это автоматически по показаниям и сигналам измерения остаточного хлора. Но во всех случаях должны быть и рекомендации по регулировке вручную с использованием химических методов анализа. При стабильном суточном графике поступления сточных вод наладчики обязаны разработать соответствующий суточный график подачи хлорной воды.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКТОРОВ В ПЕРИОД ВЫРАЩИВАНИЯ АКТИВНОЙ МАССЫ

Сооружения с аэробной биомассой

Особенности эксплуатации биофильтров, аэротенков и аэробных стабилизаторов осадков и илов в период, когда производится наращивание биомассы, заключаются в строгом контроле за качеством и составом биоценоза, а также плавном регулировании нагрузок путем их повышения до расчетного значения.

Выращивание активной массы можно осуществить как с затравкой аналогичной микрофлоры (выращенной на такой же сточной жидкости), так и спонтанно (самопроизвольно).

В начальный период орошения загрузки биофильтра затравкой должно быть учтено время, необходимое на приспособление затравки к новым условиям его жизнедеятельности. Поэтому могут появляться организмы, относящиеся к альфа-мезосапробной и даже к полисапробной зонам по шкале Кальквитца-Марсона [14].

В связи с этим нужно воздержаться от резкого и быстрого повышения нагрузки и в течение 2—3 суток выдержать режим работы при 10%-ной нагрузке. По истечении этого периода неблагоприятные формы должны исчезать, биопленка сформируется и прикрепится к загрузке. Начнутся нитрификационные процессы. Если за 2—3 суток адаптационного периода нитрификационный процесс не нормализуется, следует продлить этот период.

При приспособлении биопленки режим подачи сточных вод на биофильтр должен быть периодическим: стоки подают с интервалом в 2—4 ч с тем, чтобы дать возможность биопленке минерализовать сорбированные органические вещества и регенерировать свои свойства. Постепенно в течение первых суток интервалы в подаче сточных вод должны сокращаться до 0,5—1 ч, и на вторые сутки подача уже должна быть непрерывной с суммарной суточной нагрузкой, составляющей 10% расчетной.

После появления биопленки постепенно повышают нагрузку на биофильтр. Выдерживать адаптационный период при 10% нагрузки более необходимого времени нерационально и даже вредно, так как при дефиците питания биопленка начнет самоокисляться и отторгаться от загрузки.

Повышение нагрузки нужно производить так, чтобы обеспечить прирост биопленки, но не нарушить нитрификационные процессы. Прирост контролируется по количеству выносящейся биопленки. Одновременно определяют азот нитритов и нитратов, зольность и показатели степени очистки. Гидробиологический контроль проводится регулярно. Состав биоценоза не должен меняться резко. Допускается уменьшение числа видов организмов при повышении нагрузки, но видовой состав должен отвечать условиям процесса нитрификации.

Практически срок повышения нагрузки до расчетного значения длится в течение одного месяца в летнее время. Повышение нагрузки следует осуществлять один раз в 2—3 суток на 5—8%.

В пусковой период возможны непредусмотренные перерывы в подаче сточных вод, связанные с регулировкой дозирующего бака и распределительной сети. В этих случаях после перерыва начинают работу с величины нагрузки, при которой начался перерыв. Если перерыв был длительный (7—10 суток и более), то нужно провести подробный анализ био пленки и при неудовлетворительных результатах повторить процесс пуска с самого начала.

Пуск биофильтра при отсутствии затравки производится путем выращивания био пленки на сточной жидкости. Для этого промытый биофильтр орошают в течение суток сточной жидкостью, после чего подачу стоков прекращают. Количество жидкости, необходимой для первичного орошения, принимается из расчета соотношения суточного расхода и объема загрузки 1 : 1.

После этого биофильтр выдерживается без подачи сточных вод до начала высыхания смоченных поверхностей загрузки. В результате биосорбционных процессов произойдет начальное хлопьеобразование (самокоагуляция) и прикрепление органической массы загрязнений к загрузочному материалу. Это явится основой для последующего роста био пленки. Сорбированная загрузкой органическая масса загрязнений явится питательной средой, а благоприятные аэробные условия будут способствовать росту и развитию аэробной микрофлоры.

Пуск в эксплуатацию аэротенков начинается с заполнения их технической, водопроводной или речной водой слоем толщиной 25—30 см над уровнем фильтросных пластин при одновременном продувании фильтросных каналов воздухом с расходом, составляющим 25% расчетного; производится регулирование распределения воздуха по секциям аэротенков и между отсеками фильтросных каналов.

Подавать воздух в аэротенк, не наполненный водой, нельзя вследствие возможного вытеснения фильтросных пластин из каналов. Заполнять аэротенк полностью водой без подачи воздуха также не рекомендуется.

При подаче воздуха в частично заполненный аэротенк все водовоздушные трубки должны быть открыты для выпуска жидкости, случайно попавшей в фильтросные каналы: когда из трубок начнет поступать воздух, водовоздушные вентили перекрывают.

При достижении равномерного распределения воздуха через фильтросные пластины продолжается постепенное заполнение аэротенка водой. Одновременно увеличивается количество подаваемого воздуха до расчетного и визуально проверяется равномерность распределения на поверхности жидкости пузырьков воздуха. Появление крупных пузырей указывает на разрушение

фильтросных пластин, неплотность соединения фильтросных каналов или мест заделки труб в каналы. В этом случае аэротенк опорожняют для устранения дефектов.

При остановке аэротенка подачу воздуха уменьшают постепенно по мере его опорожнения. В процессе строительства и укладки фильтросных пластин они часто засоряются со стороны канала вследствие загрязненности воздухопроводов, камер притока воздуха и фильтросных каналов. Поэтому перед пуском аэротенков нужно в течение 6 ч продуть воздухопроводы, отключив ответвления к фильтросным каналам, затем снять крайнюю фильтросную пластину у водовоздушного стояка и также в течение 6 ч продувать каналы.

Для выращивания активного ила можно воспользоваться готовым активным илом из аэротенков любой действующей станции, илом, высушенным при температуре 30° С, биологической пленкой, выносимой из биофильтров, или прудовым илом. Перед пуском в аэротенк ил из пруда или реки нужно предварительно освободить от тяжелых минеральных примесей (гальки, песка). Для этого его взбалтывают в воде, кратковременно отстаивают (8—10 мин) и сливают в аэротенк, где он аэрируется. После такой подготовки подается небольшое количество сточной жидкости, которое постепенно увеличивают по мере накопления активного ила. В этот период производят гидробиологический контроль за состоянием ила. Когда концентрация активного ила достигает 2—3 г/л и гидробиологический контроль отметит его хорошее состояние, аэротенк пускают на проток с нагрузкой 15—20% от расчетной для дальнейшего наращивания концентрации. Хороший активный ил должен иметь компактные хлопья средней крупности. В нем развиты коловратки, присутствуют оперкулярии.

При самопроизвольном выращивании илового запаса в аэротенках их наполняют сточной жидкостью (после опробования на чистой воде) и аэрируют в течение 3—5 суток. В это же время заполняют водой вторичный отстойник.

С момента появления признаков хлопьеобразования начинается постепенный пуск сточной жидкости на проток с регулярной перекачкой возвратного ила. Количество сточной жидкости определяют в соответствии с ростом концентрации активного ила, постепенно увеличивая нагрузку. Когда концентрация активного ила достигнет заданной величины, излишки сбрасывают.

При резком изменении химического состава поступающей на очистную станцию сточной жидкости, например в случае приема в канализацию новых видов производственных сточных вод, необходимо учитывать постепенное приспособление микроорганизмов активного ила к новому составу жидкости. На этот период постепенно сокращают нагрузку на аэротенк до нормы, все время ведя контрольные наблюдения. Регенерация ила в этом случае является обязательным условием.

При низкой концентрации загрязнений сточных вод может быть не обеспечен необходимый прирост ила в связи с нехваткой питательных веществ. Увеличение подачи питательных веществ можно осуществить за счет увеличения расхода сточных вод, но это, в свою очередь, приведет к гидравлической перегрузке аэротенка и вторичного отстойника и соответственно к потере ила за счет излишнего выноса.

ВНИИ ВОДГЕО [15] рекомендует подпитку бытовых сточных вод производить карболовой кислотой с дозой 5 г/м^3 . Это способствует увеличению прироста активного ила до 12%; при увеличении добавки карболовой кислоты до 25 г/м^3 прирост активного ила возрастает до 20%.

Как недостаток, так и избыток питания приводят к изменению физической характеристики ила, что проявляется в повышении его объемного показателя, причем более высокие показатели обусловлены скоплением в иле неокисленных органических веществ. Иловый индекс необходимо поддерживать на уровне не более $100 \text{ см}^3/\text{г}$.

Плохое отстаивание ила на вторичных отстойниках является следствием гидравлической перегрузки аэротенков и отстойников, а также недостаточного содержания растворенного кислорода, концентрацию которого следует поддерживать постоянно в пределах $2,5\text{—}4 \text{ мг/л}$.

После достижения нужных нагрузок на аэротенк и эффекта очистки можно считать период выращивания активного ила законченным. Дальнейшая обязанность персонала заключается в стабилизации работы всех технологических элементов сооружений биологической очистки и наблюдении за постепенным улучшением качества ила, связанным с вымыванием в проточном режиме остатков органических неразложившихся загрязнений, накопленных в процессе выращивания ила.

Данная методика пуска относится к аэротенкам-вытеснителям.

Аэротенки-смесители налаживаются точно так же, но особое внимание нужно уделить распределению воздуха по длине аэротенка, так как процесс окисления проходит по всей длине сооружения одновременно. Неравномерность распределения воздуха может привести к проскокам неокисленных загрязнений в концентрации, превышающей допустимую.

Пуск контактно-стабилизационных аэротенков состоит из тех же операций, что и на аэротенках обычного типа.

С увеличением нагрузки соответственно уменьшается и доводится до расчетного значения время аэрации ($T_k = 0,8\text{—}1 \text{ ч}$). Одновременно повышается концентрация ила в бассейне стабилизации до расчетной ($5\text{—}6 \text{ г/л}$) и увеличивается степень рециркуляции возвратного ила до получения концентрации активного ила в бассейне контакта $3\text{—}3,5 \text{ г/л}$.

Если время стабилизации велико, ил претерпевает самоокис-

ление и теряет свою начальную сорбционную способность. Если увеличить время контакта, увеличивается окисление растворенных веществ в бассейне контакта, а в бассейне стабилизации будет дефицит питательных веществ, что замедлит скорость ассимиляции органики из взвешенных и коллоидных загрязнений активным илом. В последнем случае процесс протекает как обычный, с регенерацией ила.

При контактно-стабилизационном процессе внимание следует сосредоточить на расчетных значениях времени контакта и стабилизации.

Так как процесс выращивания ила связан с пониженными нагрузками в начале процесса, контактно-стабилизационные аэротенки должны эксплуатироваться вначале в обычном режиме с регенерацией ила, а затем переводиться на режим контакта-стабилизации. Нарушение работы вторичных отстойников сказывается на качестве биохимической очистки, поэтому за их работой должен устанавливаться тщательный контроль, заключающийся в соблюдении заданных нагрузок, непрерывном удалении ила, наблюдении за уровнем осадка, его составом и концентрацией.

Причиной выноса ила из вторичных отстойников может быть превышение нагрузки для данной концентрации активного ила (массовой нагрузки) [8].

Активный ил, оседающий во вторичных отстойниках, характеризуется способностью агломерироваться, повышая тем самым гидравлическую крупность частиц, и проявляет качества коагулянта, сорбирующего взвешенные частицы, не вошедшие в хлопья ила в процессе очистки в аэротенках.

При пуске вторичных отстойников необходимо установить время осаждения и уплотнения активного ила, поступающего на отстойник, и проверить соответствие этих параметров расчетным данным. Когда качество ила достигнет нужных параметров, проверяется кинетика осаждения ила путем отбора проб в различных створах по глубине и в плане. Если эффект осаждения ила в различных точках в плане не будет одинаков, тогда проверяют, нет ли непредусмотренных вихрей, водоворотных зон или неравномерности распределения радиальных составляющих скоростей потоков жидкости. В случае обнаружения неблагоприятных гидродинамических явлений при впуске иловодяной смеси или на выпуске осветленной воды проверяется равномерность разлива жидкости через гребни выпускного лотка.

Пуск аэротенков-отстойников и аэротенков-осветлителей, как и других видов, должен начинаться с опробования аэрационного оборудования.

В комбинированных аэрационных сооружениях наиболее важным является правильное распределение воздуха по всей их длине, так как при различной интенсивности аэрации на разных участках или при наличии струйности, которая может появиться

в результате повреждения фильтросных пластин и мест их заделки, появятся круговоротные вертикальные потоки, ось вращения которых перпендикулярна продольной оси сооружения. Таким образом будет нарушена поперечная циркуляция возвратного активного ила между отстойной и аэрационной зонами.

Неправильное распределение воздуха может быть определено путем замеров расхода его на стояках, подающих воздух в фильтросные каналы, или путем прямого измерения вертикальных составляющих скоростей циркуляционного потока вдоль продольных стен.

Скорости потока вдоль продольных стен аэротенка-отстойника должны быть равномерными.

При обнаружении мест с повышенными или пониженными скоростями отмечают эти места и зону их распространения, затем опорожняют аэротенк и регулируют подачу воздуха. Регулирование подачи воздуха через дырчатые трубы осуществляется или заделкой отверстий, или сверлением новых. После регулирования расходов воздуха нужно определить равномерность циркуляционного потока между зонами аэрации и осветления. Для этой цели можно воспользоваться методом подкрашивания потока 5%-ным раствором флуоресцеина. Флуоресцеин впускается в зону осветления вблизи внутренней перегородки. Время, через которое флуоресцеин появится в аэрационной зоне, фиксируется. Величина этого времени должна быть одинакова по всей длине сооружения в сечениях, располагаемых для замеров через 1—1,5 м.

Если время одного оборота циркуляционного потока будет неодинаковым в различных сечениях сооружения, необходимо его опорожнить и проверить. Проверяют величину щели в нижней части перегородки, интенсивность аэрации в этих сечениях путем повторного наполнения и производства соответствующих замеров. Затем проводят повторное обследование соответствия геометрических размеров сооружения проекту. Особенностью пуска этих сооружений является момент формирования взвешенного слоя ила, после которого эффект очистки должен резко улучшиться.

Визуально момент образования взвешенного слоя может быть определен по качеству осветленной воды и отсутствию водоворотов и вихрей в отстойной зоне.

Завершением пуска и наладки аэротенка-отстойника и аэротенка-осветлителя считают момент, когда с ростом расхода сточных вод и достижением его проектного значения взвешенный слой расширится, но выноса ила сверх расчетной величины не произойдет, а концентрация активного ила в аэрационной зоне обеспечит расчетную нагрузку.

Количество подаваемых сточных вод должно составлять вначале около 10% расчетного расхода и постепенно увеличиваться, с тем чтобы активный ил в сооружении работал при весовой на-

грузке 0,5—0,7 г БПК₅/г ила в сутки. Эта нагрузка снижается по мере прироста ила, но увеличивать расход сточных вод нужно не пропорционально величине прироста ила, а с некоторым отставанием, чтобы не допустить гидравлических перегрузок.

Возраст ила в конце периода выращивания должен быть равным 2—5 суткам, а доза его в зоне отстаивания 5—6 г/л. При этих условиях образуется устойчивый слой взвешенного ила. Период его выращивания можно считать завершенным, после чего расход сточных вод можно сразу же довести до расчетного значения.

Увеличение выноса ила свидетельствует о неблагоприятном протекании процессов окисления и структуры потоков во взвешенном слое. В случае нарушения этих процессов следует провести анализ ила во взвешенном слое. Концентрация его во всем объеме слоя должна быть равномерной. При расширении взвешенного слоя, обеспечиваемом увеличением расхода сточных вод или интенсивностью аэрации, эта концентрация должна уменьшиться во всем объеме слоя также равномерно. Кроме этого, во всей массе взвешенного слоя должно содержаться растворенного кислорода 0,5—1,0 мг/л. При этом не должны всплывать пузырьки воздуха.

Завышенный вынос взвешенного ила показывает, что в отстойной зоне происходят следующие неблагоприятные явления:

завышена гидравлическая нагрузка, которая не должна превышать 2 м³ сточных вод на 1 м² поверхности взвешенного слоя в 1 ч;

завышена интенсивность аэрации;

недостаточно количество ила в отстойной зоне (низкая концентрация);

имеются проскоки пузырьков воздуха из аэрационной зоны.

Сооружения с анаэробной биомассой

Анаэробные биохимические процессы обработки загрязнений сточных вод налаживаются, как и аэробные, путем выращивания специфичной микрофлоры. Условия выращивания ее должны соответствовать параметрам, наиболее благоприятным для роста анаэробных бактерий конкретного вида. Это значит, что для роста сапрофитных микроорганизмов, характерных для процессов, происходящих в двухъярусных отстойниках и осветлителях-перегнвателях, главный параметр — время. Интенсифицировать процесс этого вида можно только за счет перемешивания бродящей массы и добавки затравки из аналогичного сооружения. Новые сооружения, пускаемые впервые, без затравки налаживаются летом около 5—6 месяцев в самопроизвольном режиме, поэтому рекомендуется по возможности применять метод с затравкой.

При добавке в двухъярусные отстойники сброженного осадка из действующих сооружений вначале заполняют иловую часть

затравкой зрелого осадка в небольшом количестве и добавляют сырой (50% объема). Когда исчезнет запах сероводорода и осадок приобретет черный цвет, а реакция среды будет слабощелочная, можно добавить сырой осадок в количестве 10—20% объема существующей смеси. Добавки повторяют несколько раз до тех пор, пока уровень созревшего осадка не достигнет отметки, расположенной на 1 м ниже щели желобов. После этого можно пускать на проток сточную жидкость.

Расход сточных вод, протекающих через двухъярусный отстойник, в период пуска, должен быть таким, чтобы количество осадка, выпадающего в желобах, составляло расчетную суточную дозу загрузки 2,5—3% от объема иловой камеры.

Период подготовки запаса зрелого осадка в летнее время составляет 1—2 месяца при условии, что затравка представляла собой осадок, перебродивший в течение 1—2 лет. Период полной зрелости сброженного осадка составляет приблизительно 3—4 месяца летом и 5—6 зимой, после чего его можно выпускать на иловые площадки.

Пуск в эксплуатацию осветлителей-перегнивателей принципиально мало отличается от пуска двухъярусных отстойников, но может быть осуществлен в более короткие сроки ввиду наличия системы побудительной циркуляции осадка (перемешивания бродящей массы).

Для интенсификации процессов осветления сточной жидкости в осветлителе-перегнивателе рекомендуется увеличить воздухонасыщаемость потока в центральной трубе, что дает возможность улучшить условия самокоагуляции взвешенных и коллоидных загрязнений. Для этого в центральной трубе осветлителя устраивают винтовые направляющие лопасти, которые придают падающей струе вращательного в плане движения, что приводит к увеличению количества засасываемого воздуха.

При пуске в эксплуатацию септической части осветлителя-перегнивателя насос для перемешивания бродящей массы должен работать не реже 2—3 раз в сутки с условием, что весь объем бродящего осадка за это время полностью пройдет через циркуляционную систему. В противном случае могут быть образованы зоны с повышенной уплотненностью осадка (влажностью до 92% и ниже), как это бывает в двухъярусных отстойниках, и брожение в этих зонах будет тормозиться. При недостаточной циркуляции может произойти также расслоение бродящей массы на зоны с различной влажностью, что отрицательно повлияет на состояние бактерий — сапрофитов, тем более что при влажности ниже 92% процесс брожения фактически прекращается. Поэтому режим работы циркуляционного насоса определяют экспериментально при наладке в каждом конкретном случае путем сопоставления величины суточной цикличности его работы с распределением влажности осадка по глубине сооружения перед очередным включением насоса. Для этой цели в начальный период эксплуа-

тации нужно провести несколько одновременных отборов проб осадка на влажность с различных глубин септической части в одном или нескольких вертикальных створах. Если будут зоны с влажностью ниже 94%, число включений насоса увеличивают.

После получения достаточного созревшего запаса осадка (черный цвет, запах асфальта, низкая концентрация летучих жирных кислот, зольность не менее 40%) сооружение можно пускать на проток, а режим работы циркуляционного насоса стабилизировать до перекачки всего объема бродящей массы 1 раз в сутки.

Ввод в действие метантенков с мезо- или термофильным процессами брожения характеризуется теми же основными технологическими признаками, что и сооружений с сапрофильным процессом, однако необходимо строго контролировать температурный режим эксплуатации.

Технологическую наладку процесса сбраживания в метантенках также можно осуществить двумя методами — с затравкой и без нее, но при этом использовать в качестве материала сбраживания как сырой осадок, так и сточную жидкость. Интенсифицировать процесс накопления активной массы можно добавками реагентов, ускоряющих щелочное брожение в соответствующей фазе (извести, аммиака, углекислого аммония).

При пуске метантенков на сточной жидкости их заполняют до рабочей отметки, затем включают паровой инжектор, мешалку или гидроэлеватор и подогревают среду, перемешивая, до температуры 32—33°С. Это создает условия для роста мезофильной микрофлоры, начинаются процессы кислого брожения. Люк метантенка и газовая свеча должны быть все время открыты.

Затравка для интенсификации процессов кислого брожения на действующих станциях с метантенками вряд ли может быть получена, если одноступенчатые метантенки работают в полном расчетном технологическом режиме. Поэтому по возможности интенсифицировать процесс кислого брожения в первой фазе процесса наладки можно только путем добавки реагентов, подкисляющих среду.

При тенденции активной реакции среды к понижению рН можно начать периодическую подачу сырого осадка в метантенк, удаляя из него такое же количество воды. При этом продолжают постоянное подогревание паром и перемешивание среды, что обеспечивает полное распределение осадка в жидкости по всему объему метантенка. Мезофильная микрофлора, получая питание, постепенно адаптируется к осадку конкретного состава и растет соответственно количеству поступающего осадка. Постепенно концентрация активной массы в среде увеличивается. Первая фаза переходит во вторую — щелочную.

В процессе роста мезофильной микрофлоры необходимо вести контроль за составом иловой жидкости.

Величина суточной дозы загрузки во время всего периода созревания процесса должны быть небольшой (не выше 1 кг/м³/сут

по сухому беззольному веществу). Выгрузка смеси производится одновременно с загрузкой метантенка, но не реже 1—2 раза в сутки. Место выгрузки нужно выбирать ближе к горловине, но не возле места подачи осадка, так как в течение времени выращивания микрофлоры необходимо постепенно удалять излишнюю воду из среды, которая в конце периода должна состоять целиком из сброживаемого осадка.

При пуске метантенков на воду не должно образовываться пены, а при нормально протекающем процессе — и корки. В противном случае в метантенк на второй фазе наладки добавляют негашеную известь.

Кроме этого, рекомендуется уменьшить дозу загрузки осадка и проверить технологические показатели процесса брожения, особенно температуру, которая не должна отклоняться более чем на $\pm 2^\circ \text{C}$ от средних значений $32\text{—}33^\circ \text{C}$. При этом также недопустимы перебои в режиме работы мешалки или гидроэлеватора. Указанные механизмы, а также и рециркуляционные трубопроводы должны работать по возможности непрерывно, но если требуются их остановки, то они допускаются не менее чем за 3 ч до загрузки и 3 ч после загрузки и выгрузки.

Газообразование начинается с переходом процесса во вторую фазу брожения. Когда в составе газа количество метана достигнет 60—70%, газ можно направлять в газгольдеры. При отсутствии готовности газгольдеров свеча не закрывается и газ выпускается в атмосферу.

Несмотря на то что пуск метантенков требует длительного времени, метод этот все же имеет существенные преимущества. Рост микрофлоры происходит в самых оптимальных условиях, так как температура процесса постоянна, перемешивание маловязкой среды обеспечивает протекание процесса в объеме сооружения и питание для микроорганизмов поступает равномерно как во времени, так и по концентрации питательных веществ. Постоянный состав питательных веществ и его неизменность способствуют выращиванию стабильного состава микрофлоры, полностью адаптированной к конкретному составу осадка. Переход от пускового режима к рабочему происходит плавно, что способствует надежности отрегулированного режима в дальнейшей эксплуатации.

Существует также метод пуска метантенков при заполнении их сырым осадком. Однако он имеет недостаток, связанный с тем, что в пусковой период на очистных станциях еще нет достаточного количества осадка для быстрого заполнения метантенков. Этот способ рекомендуется для пуска новых метантенков на действующих станциях, когда есть возможность заполнить их сброженным осадком, причем сделать это нужно быстро, в течение 1—2 суток. Во время наполнения метантенка при достижении осадком его уровня следует включить инжектор. Тогда до конца заполнения метантенка температура осадка может достигнуть необходимой

величины (32—33° С). Загруженный осадок должен зреть в замкнутом режиме, так как пуск метантенка в этот период на проток может привести к интенсивному пено- и коркообразованию, препятствовать протеканию первой фазы брожения и формированию микрофлоры щелочного брожения.

Метантенк в этом случае должен работать в мезофильных условиях без загрузки его свежим осадком до тех пор, пока иловая жидкость не будет иметь показатели удовлетворительного щелочного брожения. После окончания процесса созревания метанообразующей микрофлоры (вторая фаза) можно начинать загрузку дозой 2—3% объема осадка фактической влажности, увеличивая постепенно до 6—8%.

Общее время пуска метантенка в описанном режиме составляет приблизительно 45—50 суток; оно немного меньше, чем при способе на воду.

Пуск метантенков непосредственно на термофильный режим сбраживания практически выполнить весьма трудно. Для создания термофильного режима, если он предусмотрен проектом, сначала нужно тщательно наладить мезофильный. Смена видового состава микрофлоры не может происходить резко и является, по существу, процессом выращивания новых видов и групп анаэробного биоценоза.

В связи с этим перевод метантенков на термофильный режим сбраживания нельзя осуществить путем повышения температуры среды до 52—53° С. Для этого требуется определенное время, в течение которого температура повышается плавно. За кинетикой процессов распада ведется постоянное наблюдение. Перемешивание среды имеет при этом также очень важное значение.

Период перевода метантенка на термофильный режим работы может достигать 40—45 суток и более. Доза загрузки при этом должна быть вначале понижена до 1—2%, а затем доведена до проектного значения. Временное понижение дозы загрузки необходимо для уменьшения нагрузок на микрофлору в период ее адаптации к измененным температурным условиям.

При сформировавшемся биоценозе осадка должны быть следующие показатели: щелочность иловой воды 80—65 мг-экв/л; концентрация жирных кислот (ЛЖК) 8—10 мг-экв/л; рН в пределах 6,8—7,5; азота аммонийных солей — 500—900 мг/л.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ПЕРИОД ДОВОДКИ ДО НОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Объем и характер работ

В период доводки оборудования эксплуатационным персоналом проверяются: центровка агрегатов, уплотнение сальников, системы охлаждения и смазки, нет ли быстрого износа подшипников скольжения, не увеличиваются ли зазоры между вращающимися деталями и неподвижными частями и т. д.

В случаях замеченной вибрации насосов, утечек жидкости, масла, появления посторонних шумов или стука рекомендуется произвести неполную контрольную разборку, ревизию и сборку насосных агрегатов. В торцевых уплотнениях следят, чтобы уплотняемые поверхности вращающейся и неподвижных втулок были притерты. Роторы насосов должны иметь полный осевой разбег 10—12 мм, с тем чтобы после установки специальной шайбы между буртом вала и упорным подшипником фактический разбег вдоль оси составлял 0,1—0,15 мм (для компенсации тепловых деформаций).

В случаях утечки жидкости через сальниковые уплотнения проверяют состояние набивки и при необходимости поправляют ее. Длина колец сальника должна быть такой, чтобы диаметры колец и защитной гильзы совпадали. Кольца набивки вводят в сальниковую коробку по одному, предварительно смазав их маслом, причем замки (стыки) смежных колец должны быть смещены на 120°. Уплотнение производят после установки каждого кольца.

Доводка грабельных решеток и дробилок заключается в обеспечении надежного функционирования всех передач (в основном цепных, как наиболее подверженных внешнему воздействию), а также в проверке плотности сальниковых уплотнений.

Доводка решеток-дробилок может вызвать некоторые затруднения, так как вид этого оборудования новый и еще не совсем освоен.

В решетке-дробилке типа КРД в начальный период работы нужно проверить, нет ли зазоров между уплотнительными местами к фундаменту, чтобы сточная жидкость не смогла миновать барабан решетки. Проверяются также надежность болтовых соединений и, особенно, фундаментных болтов, натяжение ременной передачи барабана решетки. Особое внимание следует обратить на уплотнения сальников в нижней части валов дробильного барабана и решетки. Некачественное их выполнение может привести к попаданию воды в подшипники. При быстром износе режущих элементов необходимо проверить соответствие их материала марке стали, указанной в паспорте, а также зазоры между резцами и ножом, которые должны быть в пределах 0,1—0,2 мм. Проверка технического состояния КРД проводится 1 раз в месяц при нормальном режиме эксплуатации, но в первый месяц доводки агрегата 2—3 раза. В ходе этой проверки визуально и с помощью гаечных ключей контролируется затяжка болтов на узлах редукторов приводов решетки и дробильного барабана, трепального гребня, уплотнение сальников и другие элементы.

В период доводки решетки-дробилки типа РРД обследование технического состояния дробилки осуществляется 1 раз в смену путем поворота ее в горизонтальное положение. При этом контролируется крепление кулаков, проверяется, нет ли металличе-

ких и других твердых недробящихся предметов в приемке или корзине или износа режущих кромок прутьев корзины (путем замера толщины прутьев). Перекосы граблины могут быть причиной заклинивания ее или движения рывками в решетке. Поэтому в период доводки рекомендуется 2—3 раза в неделю останавливать решетку и проверять положение зубьев граблины между прутьями решетки. Через 10—12 дней после начала работы РРД нужно остановить агрегат и проверить сальниковые уплотнения подшипников валов. В случае утечек необходимо заменить прижимную пружину и сменить сальниковую набивку. Операция по набивке сальников осуществляется так же, как и в насосах или воздуходувках.

Внешний осмотр решеток-дробилок проводят ежедневно. Проверка состояния и ремонты выполняются только при отключенном агрегате и отсутствии подачи воды в канал решетки-дробилки. Воду на это время направляют в канал соседнего агрегата или в резервный канал с ручной решеткой.

Текущий ремонт и профилактический осмотр решеток проводятся в нормальном режиме эксплуатации не реже 1 раза в месяц, первый капитальный ремонт — через 1 год после начала нормальной эксплуатации.

Роторные азраторы (цилиндрические, с горизонтальной осью вращения) работают практически над поверхностью жидкости, поэтому наблюдение за ними, осмотры и ремонты — вообще и в период доводки — в частности, не представляют затруднений для эксплуатационного персонала. Необходимо наблюдать за состоянием смазки подшипников, работой передач, муфт и лопаток роторов, уровнем масла в редукторах. В случае утечки смазки из подшипников их нужно разобрать, протереть и собрать заново, плавно и равномерно затягивая резьбовые соединения. Цепь основной передачи на азраторах АР-1 должна быть натянутой. Натяжение устанавливается наладчиками и ежедневно проверяется и регулируется в первый месяц эксплуатации, а затем в течение нормальной эксплуатации эти операции производятся регулярно не реже двух раз в месяц. Цепные муфты на азраторах АРП и АРН также должны иметь хорошее натяжение. В случае ослабления цепей проверяют, нет ли перекосов валов, и при наличии их устраняют. Осмотры азраторов в период доводки проводятся ежедневно.

Турбинные азраторы ТА-1 работают надежно при хорошей балансировке, правильном монтаже и качественной смазке. Подшипники должны быть заполнены солидолом марки «С» (ГОСТ 4366-64), мотор-редукторы маслом согласно отдельному паспорту.

Необходимо постоянно наблюдать за надежностью крепления сборочных единиц и деталей. В случае плохого закрепления продольно-свертной муфты (не затянуты гайки) появляются толчки и биение вала. При плохой выверке вала относительно верти-

кальной оси быстро выйдут из строя манжеты подшипникового узла и начнет вытекать смазка, а также износится резинометаллический подшипник, что вызовет сильное биение вала.

Если в ходе нормальной эксплуатации технические освидетельствования и текущий ремонт турбоаэраторов нужно будет выполнять 1 раз в месяц, то в период доводки эти мероприятия выполняются 3—4 раза в первый месяц, после чего при нормальном состоянии агрегатов разрешается их непрерывная работа в течение 1 года — до первого капитального ремонта.

Заменять смазку подшипникового узла нужно через 240 ч работы.

Следует также в период доводки обратить внимание на надежность крепления дисков турбинок на валу турбоаэратора.

Доводка турбинных аэраторов ТА-2 отличается от аналогичных мероприятий с ТА-1 тем, что ввиду более простой конструкции облегчен осмотр агрегата, в частности, нет донного опорного подшипника, но повышена роль опорного подшипникового узла в надежной работе аэратора. Биение вала и утечки масла могут быть следствием некачественного монтажа, а именно плохой выверки вала относительно вертикальной оси. После 5—7 суток первоначальной эксплуатации турбоаэраторов ТА-2 рекомендуется опорожнить азротенк, произвести контрольную выверку осей валов, осмотреть состояние уплотнений мест выхода валов из корпусов мотор-редукторов, устранить неплотности и другие нарушения, затем снова опробовать аэраторы на холостом ходу и пустить в работу под нагрузкой. Через 10—15 дней после этого вновь подвергнуть аэраторы освидетельствованию, не опорожняя азротенка, если не будет каких-либо неполадок. Дальнейшие осмотры, освидетельствования и текущие ремонты следует производить так же, как и для ТА-1. Капитальный ремонт агрегатов выполняют через 6 месяцев.

Характер работ по доводке других видов оборудования — воздуходувок, механических аэраторов, комминаторов и т. д. в общих принципах аналогичен описанному.

Доводка оборудования хлораторных на жидком хлоре заключается в ревизии узлов, опробовании и повторном пуске.

Перед пуском хлоратора, например, ЛОНИИ-100 нужно сначала проверить герметичность всех узлов при помощи нашатырного спирта и устранить утечки подтягиванием накидных гаек трубопроводов и сальников вентилях. При отсутствии натяжения сальников необходимо снять гайку, добавить графитированную асбестовую набивку, надеть гайку и снова натянуть.

Редуктор должен быть проверен на поддержание постоянного рабочего давления редуцированного газа при работе хлоратора. Для этой цели открывается регулировочный кран и регулируется редуцирующий клапан на снижение давления газа до 0,2 атм. После того как хлоратор проработает 8—10 мин, изменяют давление газа, поступающего в фильтр. Если давление редуцирован-

ного газа по показаниям манометра низкого давления будет постоянным, значит, редукционный клапан исправен.

При пуске хлор-газа в ротаметр находящийся в стеклянной трубке поплавков должен подняться и уравновеситься в потоке через ротаметр. Следует проверить, нет ли утечки воды из бачка через переливную трубку. Если вода в дозировочной бачке стоит на уровне переливной трубки, а смеситель не заполнен, то необходимо подогнуть поводок шарового клапана до заполнения смесителя.

За счет образования вакуума в верхней части смесительной камеры находящаяся в ней вода поднимается и через стеклянную трубку внутри камеры начинает засасываться эжектором. При нормальном вакууме вода в смесительной камере должна держаться над трубкой на уровне 30—40 мм. Если при закрытом регулировочном кране такого подъема не наблюдается, то давление подаваемой в эжектор воды недостаточно или загрязнен насадок эжектора.

Последовательность пуска хлоратора ЛОНИИ-100: открывается вентиль на баллоне хлора; включается подача воды в эжектор и проверяется давление хлор-газа до и после редукционного клапана; после пуска хлор-газа еще раз проверяется плотность соединений. Появление белого дыма при смазывании соединений нашатырным спиртом указывает на наличие утечки хлора. В этом случае прекращают подачу хлора и устраняют негерметичность.

Пуск хлораторов типа ЛК-11 отличается тем, что после подачи хлора ввинчивается пробка в продувочное отверстие маятникового измерителя, а после подачи воды в водоструйный насос поворачивается на 1/4 оборота микровентиль и проверяется хлоронепроницаемость соединений и всех частей хлоратора. Затем микровентилем хлор подается в хлоратор, причем крыло измерителя (в хлораторе ЛК-11) должно находиться против деления шкалы, отвечающего требованиям газоотдачи.

Необходимо следить за крылом маятникового измерителя. Оно должно находиться против установленного деления и слегка колебаться. Отсутствие таких колебаний указывает на загрязненность измерителя и необходимость его прочистки. В этом случае хлоратор отключается, крыло снимается с подвесок, укладывается на ровную поверхность и протирается мягкой чистой ветошью. Нельзя чистить крыло на весу и скоблить усики ножом; подвески также протираются мягкой тряпочкой, а входное сопло прочищается деревянной прочисткой через входной фланец. Нужно помнить, что при остановке любого хлоратора сначала прекращают подачу хлора, причем сперва перекрывают вентиль на баллоне с хлором, а затем — после грязевика-испарителя.

После определения в ходе наладки необходимого количества активного хлора, подаваемого на обеззараживание очищенной жидкости, устанавливают расход маятникового измерителя —

крыло противовеса. Для этого выполняют следующие операции: отвинчивают болты, удерживающие крышку, снимают ее и стекло с измерителя; осторожно вынимают крыло, при этом следует обратить внимание на уязвимые места — усики, чтобы не повредить их и не обломать подвесок; устанавливают на место крыло нужной производительности и, покачивая его, проверяют правильность установки; после этого устанавливают стекло и крышку и равномерно завинчивают болты.

Все перечисленные узлы перед сборкой протирают сухой ветошью, после чего — спиртом или ацетоном.

При уменьшении газоподдачи избыток вакуума, создаваемого водоструйным насосом, компенсируется подсосом воздуха через газовый клапан. Вентиль на магистрали, подводящей воду к хлоратору, должен быть открыт полностью, а перекрывающая гайка газового клапана — отвинчена. В тех случаях, когда в хлораторе возникает избыточное давление, нужно увеличить напор воды, подаваемой к водоструйному насосу. Пропускная способность водоструйного насоса регулировке не подлежит.

Ревизию и чистку клапанной коробки производят следующим способом: отвинчивают четыре болтика верхнего фланца и отводят в сторону соединительную трубку; отвинтив два болтика на патрубке тройника и две гайки с тыльной стороны рамы, снимают всю клапанную коробку, затем отделяют верхнюю часть ее от нижней, отвинтив четыре болтика на среднем фланце; извлекают из верхней части опору водяного клапана (крючком из проволоки), после чего вынимают водяной клапан; отвинчивают четыре болтика нижнего фланца, вынимают эбонитовое гнездо и воздушный клапан, проверяют состояние деталей, затем протирают мягкой ветошью, смоченной в спирте или ацетоне, клапан, опору, гнездо и все проходные каналы узла; собрав воздушный и водяной клапаны, соединяют обе части клапанной коробки, после чего прикрепляют ее к хлоратору.

Организация работы смен при непрерывной эксплуатации оборудования

Период доводки оборудования одновременно служит целям организации рабочих мест, комплектованию персонала, обеспечению его необходимым инструментом, проверке и совершенствованию его квалификации, четкому уяснению функций, прав и обязанностей. В процессе освоения оборудования в работе проверяется, понятны ли операторам технологические регламенты составленные наладчиками. При необходимости производится корректировка этих регламентов.

Задачей эксплуатационного персонала является не только обеспечение работоспособности оборудования очистных сооружений, но и увязка его параметров с технологическими параметрами сооружений. В этом плане становится ясной необходимость

непрерывной работы участков всех смен (при соответствующем штатном обеспечении). На практике имеются нарушения этого требования, когда все работы по доводке оборудования выполняются в первую смену в присутствии наладчиков, а рабочие второй и третьей смен только следят за агрегатами. Передача смен в этот период обязательно должна включать и работы по доводке оборудования, что в конечном счете ускорит завершение пусконаладочных работ в целом.

Прием и сдача смены оформляются в приемно-сдаточном журнале (табл. 7).

Т а б л и ц а 7. Примерная форма для приема и сдачи смены

Дата	Смена и время	Фамилия, имя, отчество и должность принимающего смену	Что обнаружено при приеме смены	Подпись	
				сдающего смену	принимающего смену

~~Дежурный машинист, электромонтер и оператор при приеме смены обязаны лично проверить исправность оборудования и сооружений на вверенном участке, ознакомиться с записями и распоряжениями, указанными в журнале за период, прошедший со времени предыдущей смены; проверить исправность оборудования, арматуры, сооружения, инвентаря и инструментов. Сведения о всех обнаруженных неисправностях внести в журнал и заявить об этом старшему машинисту, мастеру или другому вышестоящему должностному лицу.~~

Сдающие смену обязаны: ознакомить принимающих смену с режимом работы оборудования и неисправностями; сдать в полной чистоте рабочие места обслуживаемых помещений, сооружений и территорию вокруг них; передавать принимающему смену все распоряжения и указания руководящего персонала по режиму работы оборудования за время его смены.

Прием и сдача смены во время аварии запрещается. Смена в этих случаях может быть произведена только с разрешения руководящего персонала.

Все операторы подчиняются мастеру или другому вышестоящему должностному лицу и могут быть допущены на дежурство только после соответствующего инструктажа по правилам эксплуатации, техники безопасности и промсанитарии при работе на канализационных очистных сооружениях.

Дежурный оператор обязан не допускать в зону обслуживаемых им сооружений лиц, не имеющих отношения к этим сооружениям или разрешения администрации на их посещение.

~~На видном месте должны быть вывешены технологические регламенты и инструкции по обслуживанию сооружений.~~

Дежурство оператора в течение двух смен подряд не допускается.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Решетки

Все виды решеток могут быть как с ручным, так и автоматическим управлением. Операции по управлению решетками должны предусматривать: периодическое включение и выключение агрегатов для равномерности износа и в аварийных ситуациях; переходы с автоматического на ручное управление и наоборот.

В объем операций на грабельных решетках входят сортировка отбросов, снятых граблями, подача воды в дробилки, включение дробилок и сброс раздробленных отбросов в канал перед решетками.

При отключении агрегатов сначала выключают механизированные грабли, затем транспортер, когда он опорожнится, дробилку и через 3—5 мин после этого прекращают подачу технической воды. Отбросы, оставшиеся на решетке в случае аварийной остановки, удаляют вручную и складывают в специально отведенном месте, согласованном с органами санитарного надзора. Обеззараживание их производится хлорной известью. Хранить отбросы в транспортных контейнерах разрешается не более 2—3 суток.

Решетки-дробилки и насосы-дробилки, как правило, автоматизируются.

Основным параметром регулирования работы решеток является гидравлическое сопротивление, выражающееся через перепад уровней жидкости. Дежурный оператор обязан очищать решетки, не допуская превышения перепада более чем на 10—20 см от расчетного уровня, причем меньшее значение подпора допускается при меньших диаметрах подводящего трубопровода. Нужно постоянно вести учет характера поступающих отбросов, чтобы предотвратить влияние залповых сбросов промышленных отходов. При остановке дробилок на ремонт отбросы своевременно должны быть собраны в закрытые контейнеры.

Дежурный персонал должен следить за состоянием вентиляционных систем, своевременно смазывать все движущиеся части оборудования и в случае нарушения работы механизмов немедленно выключать их для осмотра и ремонта.

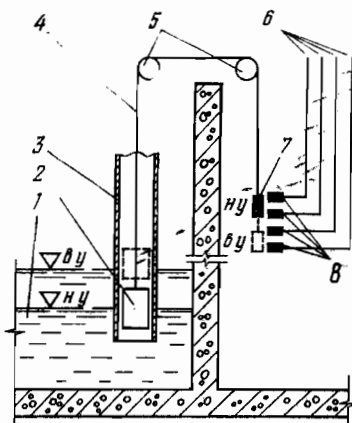
Оператор внимательно наблюдает за перепадом уровней жидкости до и после решетки. Для оперативного контроля за подпором в приемном резервуаре рекомендуется установить специальный фиксатор (рис. 3). Сигнал фиксатора о превышении уровня жидкости над расчетным свыше величины, указанной в технологическом регламенте, служит командой на срочный осмотр решеток и устранение аварийной ситуации: прежде всего проверяют,

не забиты ли прутья решетки отбросами, затем осматривают агрегаты и о выполненных операциях делают отметку в эксплуатационном журнале.

Необходимо следить, чтобы транспортеры комплексов грабельных решеток не загружались слоем отбросов более чем на 10 см во избежание перегрузки двигателей.

Рис. 3. Схема фиксатора уровня в приемном резервуаре:

1 — приемный резервуар; 2 — поплавок; 3 — направляющая; 4 — тросик; 5 — система блоков; 6 — в сеть сигнализации и управления насосами; 7 — подвижной контакт; 8 — неподвижные контакты.



Песколовки и песковое хозяйство

Операции по обслуживанию работы песколовки заключаются в своевременном удалении песка (осадка) и наблюдении за работой механизмов.

Накопление песка в песколовках допускается слоем высотой не более 40 см. При удалении песка из песколовки с ручной очисткой сначала отключают отдельные секции, опорожняют их, а песок убирают лопатами на тележку. Перед удалением сточной воды из песколовки ее пропускают через специальный фильтрующий слой, располагаемый в приемке в начале песколовки и перекрытый решеткой. Перед удалением песка следует проверить состояние съемных досок: между дном и нижним краем досок должен быть зазор 5 см. Регулярно 3—4 раза в смену нужно проверять скорость движения жидкости в песколовках, которая должна быть в пределах 0,15—0,3 м/с. При скорости ниже 0,15 м/с уменьшают количество работающих секций, а в случае увеличения скоростей выше 0,3 м/с включают резервные секции.

При удалении песка с помощью гидроэлеваторов подача технической воды включается при накоплении осадка в приемках и выключается, когда из пульпопровода начинает выходить вода.

Эксплуатация песковых площадок заключается в их своевременной очистке, равномерном распределении песка, контроле за работой дренажной сети, предотвращении переполнения карт при перекачке пульпы.

При эксплуатации песковых бункеров нужно следить за исправностью выпускных затворов, предотвращать их течи и обмерзание в зимнее время.

В эксплуатации песколовок и пескового хозяйства могут быть незначительные на первый взгляд неполадки, которые существенно повлияют на санитарное состояние станции и работу других сооружений. Вынос песка, обусловленный гидравлической перегрузкой песколовки или недостаточным удалением осадка, может привести к засорению иловых приемков и труб первичных отстойников и метантенков. Для этого разрабатывают график переключения секций песколовок и включения гидроэлеваторов на основании контрольных анализов минеральной фракции взвешенных веществ на выходе из песколовок. Необходимо регулярно придерживаться этого графика, периодически (1 раз в месяц) корректируя его по выполняемому для этого контрольным анализам. Если с песком (минеральной фракцией) удаляется излишнее количество органических загрязнений, которые затем будут гнить на песковых площадках, это также может быть следствием нарушения режима скоростей в песколловках и графика переключений. Одним из серьезных нарушений в работе песколовок является нарушение транспортирующей способности гидроэлеваторов, которое может быть в случае переполнения песком приемков песколовок или смещения оси сопла относительно оси диффузора. При переполнении песок в приемке следует разрыхлить во время работы гидроэлеватора, а если произошло засорение, его нужно промыть с помощью брандспойта сверху вниз. Кроме этого, может быть недостаточным напор технической воды, что проверяют по манометру.

Необходимо наблюдать за равномерным заполнением. Приемки песколовок должны заполняться равномерно. В случае неравномерности следует чаще удалять осадок из первого приемка.

Расходомерные устройства

Наиболее распространенным устройством для измерения расходов сточных вод на очистных сооружениях канализации являются лотки Паршалля, применяющиеся для измерения общего расхода стоков, поступающих на очистную станцию. В то же время типовые схемы очистных станций предусматривают равномерное распределение сточных вод между однотипными сооружениями, а правила технической эксплуатации очистных станций канализации [13] рекомендуют контролировать расходы воды на отдельные сооружения в одном технологическом комплексе, если одно из них выключается для ремонта. Типовые проекты распределительных устройств не содержат рекомендаций относительно измерения расходов отдельных потоков, выходящих из этих устройств, и эксплуатационники распределяют расходы путем визуальной оценки.

В связи с этим рекомендуется в ходе эксплуатации, а при возможности — и в ходе пуска наладочных работ произвести тарировку запорно-регулирующих приспособлений и водосливов с целью использования их для измерения расходов сточной жидкости, активного ила и осадка. Кроме этого, рекомендуется устроить в лотках на прямых участках и при наличии резерва геометрического перепада дополнительные водосливы в виде тонких стенок с острой кромкой или профильным вырезом.

Регулярные измерения расходов сточной жидкости, осадков и активного ила являются неперенным условием нормального управления очистными сооружениями и контроля за качеством продуктов, образующихся в результате технологических процессов. Эти данные нужны для расчета времени пребывания потоков в отдельных сооружениях и их частях, технико-экономических показателей очистки, проверки производительности насосов и суточных колебаний притока, составления графиков работы отдельных сооружений с учетом этих колебаний, а также служат источником отчетности о работе отдельных сооружений и комплекса станции в целом.

Простейший метод определения расхода сточных вод в коллекторах и самотечных трубопроводах — по скорости потока и наполнению трубопровода. Скорость потока измеряют гидрометрической вертушкой типов ГР-21 или ГР-55 в колодцах. Кроме того, можно пользоваться методом введения трассера, например раствора флуоресценна, в один колодец и затем определить время появления его в другом колодце, находящемся на определенном известном расстоянии от первого. Наполнение измеряют тонкой рейкой в колодцах, а расход — как произведение скорости и площади живого сечения потока.

Если наполнение меньше половины, расход определяют упрощенно, но достаточно точно, как произведение $2/3$ глубины потока и хорды, вычисление размера которой при известном диаметре трубопровода и наполнении не представляет сложности.

На участке измерения трубопровод должен иметь одинаковые диаметр и уклон.

Водосливы как средство измерения расхода очень просты и нашли широкое применение. Водосливы через стенку с профильным вырезом могут быть четырех типов: прямоугольный, треугольный, трапецидальный и пропорциональный (рис. 4). Глубина водослива H , определяющая излив (см. рис. 4, $a—ж$), должна измеряться до начала кривой спада (кривой излива перед кромкой водослива). Кромка водослива со стороны верхнего бьефа должна быть острой.

Водосливы необходимо изготавливать из древесины твердых пород, нержавеющей стали, пластмасс или бетона, в который заделана кромка из нержавеющей стали. Фаска острия кромки должна быть снята под углом 45° .

Измерение глубины потока над отметкой низа кромки (Н. К.) производится на расстоянии не ближе $3H$ от плоскости кромки водослива. Отметка Н. К. должна быть на расстоянии не меньше чем $3H$ от дна лотка. Расстояния от верхних краев выреза водослива до стенок канала (в плоскости водослива) должны быть равны $2H$. Ширину водослива с прямоугольным вырезом рекомендуется принимать в пределах $(2-3)H$, верхний предел предпочтительнее. Все эти условия относятся к величине H , максимальной для конкретного водослива.

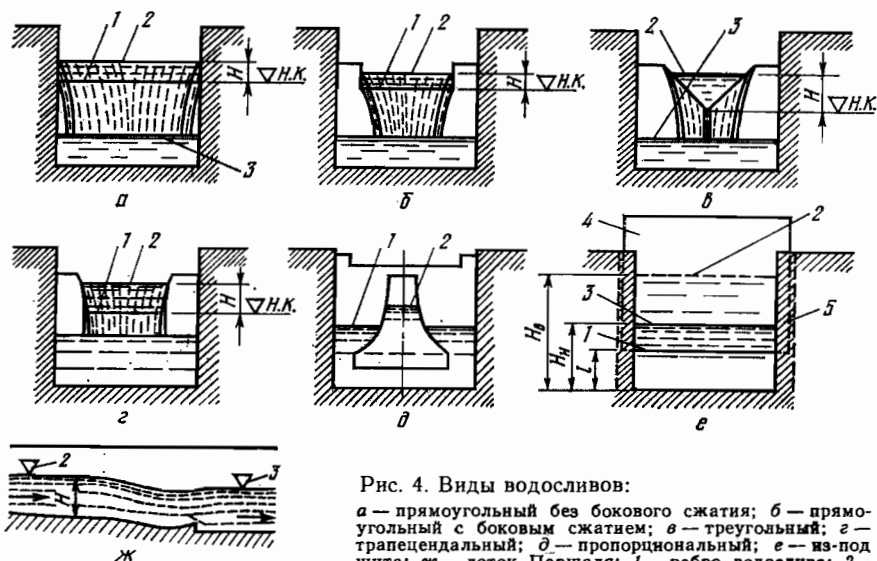


Рис. 4. Виды водосливов:

a — прямоугольный без бокового сжатия; *б* — прямоугольный с боковым сжатием; *в* — треугольный; *г* — трапецидальный; *д* — пропорциональный; *е* — из-под щита; *ж* — лоток Паршалля; 1 — ребро водослива; 2 — верхний бьеф; 3 — нижний бьеф; 4 — шибер; 5 — пазы для установки шибера.

Если уровень нижнего бьефа водослива влияет на форму кривой спада в верхнем бьефе, такой водослив считается затопленным. В практике применения водосливов через-стенку с профильным вырезом встречаются и рекомендуются только незатопленные, расчет которых прост и доступен широкому кругу эксплуатационников.

Прямоугольные водосливы могут быть двух типов — с боковым сжатием и без бокового сжатия. Во втором случае боковые края водослива совпадают со стенками канала и условие лимитирования расстояния краев водослива от стен не имеет места; канал должен быть строго прямоугольным перед водосливом и не иметь выступающих внутрь деталей крепления водослива, которые могут сжать поток. Прямоугольные водосливы рекомендуются для измерений в каналах крупных очистных станций, причем второй тип для более крупных. Минимальная глубина H для прямоугольных водосливов без бокового сжатия должна быть $6-$

8 см, максимальная — 60—70. Минимальная длина кромки водослива 30—55 см, перепад бьефов — минимум 20. Прямоугольные водосливы рекомендуются для измерения расходов более 600 м³/ч.

Треугольные водосливы рекомендуются для малых и средних очистных станций — для расходов 2,5—400 м³/ч. Вырез водослива должен иметь в основании угол 90°, расположенный строго симметрично относительно его вертикальной оси.

Трапецеидальные водосливы принимаются в диапазоне производительности 300—1000 м³/ч и должны выполняться с уклоном боковых краев выреза 4 : 1, что соответствует углу между краем и вертикальной осью 104°. Длина кромок трапецеидальных водосливов рекомендуется такой же, как для прямоугольных.

Расход через прямоугольный водослив без бокового сжатия определяется по формуле

$$Q = 1,815bH^{1,5} \left(1 + \frac{1}{1000H + 1,6} \right) \left[1 + 0,5 \left(\frac{H}{H + h} \right)^2 \right], \quad (2)$$

где b — ширина водослива (длина кромки), м; h — высота водослива (расстояние от нижней кромки до дна канала), м.

Уравнение (2) справедливо при условии $H/h \leq 1$.

Расход, м³/с, через водосливы определяют по формулам: для прямоугольного с боковым сжатием

$$Q = 1,85bH^{1,5}, \quad (3)$$

для треугольного с углом 90°

$$Q = 1,4H^{2,5}, \quad (4)$$

для трапецеидального и откосами боковых кромок 4 : 1

$$Q = 0,35H^{1,5} (5b + H), \quad (5)$$

для пропорционального, применяющегося на некоторых типах горизонтальных песколовков

$$Q = 4,14bH^{1,5}. \quad (6)$$

Закономерность изменения расхода через пропорциональные водосливы по высоте является основой для конфигурации кривых кромок водосливов в координатах x — y

$$x = \frac{bH^{0,5}}{y^{0,5}}, \quad (7)$$

где x — ось абсцисс.

Поток жидкости, вытекающий из-под шиберов, можно измерить, зная величину их открытия. На очистных сооружениях встречаются водосливы этого типа, как незатопленные, когда поток, вытекающий из-под шибера, имеет отогнанный гидравлический прыжок (свободную поверхность), так и затопленные, когда вытекающий поток находится в толще жидкости (под поверхностью нижнего бьефа).

Расход незатопленного водослива из-под щита (шибера) определяют путем измерения глубины потока перед водосливом H и величины открытия шибера e и рассчитывают из уравнения

$$Q = \mu be \sqrt{2gH}, \quad (8)$$

где μ — коэффициент расхода. Коэффициент μ для ориентировочных расчетов можно принять равным 0,62. Для более точных расчетов его следует корректировать в зависимости от величины открытия шибера и глубины жидкости в верхнем и нижнем бьефах ($H_{\text{в}}$ и $H_{\text{н}}$) (табл. 8).

Таблица 8. Значения произведения $\mu \sqrt{2g}$ для незатопленных водосливов из-под щита в зависимости от отношений $H_{\text{в}}/e$ и $H_{\text{н}}/e$ [32]

$H_{\text{н}}/e$	$H_{\text{в}}/e$								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До 2		2,35	2,391	2,436	2,48	2,502	2,525	2,55	2,57
3			1,595	2,125	2,48	2,502	2,525	2,55	2,57
4				1,285	1,772	1,995	2,26	2,55	2,57
5					1,296	1,55	1,795	1,95	2,082
6						1,063	1,148	0,64	1,816
7							0,93	1,33	1,55
8								0,908	1,24
9									0,886

Примечание. Незаполненные графы означают, что при таких отношениях размеров водослив затоплен.

Расход затопленного водослива из-под щита (шибера) определяют путем измерения разности отметок верхнего и нижнего бьефов и величины открытия шибера и рассчитывают по уравнению

$$Q = \mu be \sqrt{2g(H_{\text{в}} - H_{\text{н}})}. \quad (9)$$

Здесь коэффициент расхода μ зависит от разности отметок $H_{\text{в}} - H_{\text{н}}$. При величине перепада (разности отметок бьефов) до 1 см величина μ составляет в среднем 0,655, при перепаде 5 см — 0,618, при 10 — 0,607 и при 20 — 0,588; промежуточные значения можно найти по интерполяции. Приведенные значения коэффициента расхода относятся к каналам и лоткам шириной 20 см, наиболее распространенным на станциях средней производительности.

На станциях практически всего диапазона производительности применяются лотки Паршала типовых конструкций. Работники службы эксплуатации должны периодически проверять их тарировку, особенно в случае отсутствия самопишущих тарированных приборов. Расход через лоток Паршала зависит только от глубины потока H перед его сжатием при конкретной ширине суженной части b :

для $b=0,15 \text{ м}$

$$Q = 0,384bH^{1,58}, \quad (10)$$

для $b=0,3 \div 1,5 \text{ л}$

$$Q = 2,365bH^n, \quad (11)$$

где n является функцией b :

$b, \text{ м}$	0,3	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,7
n	1,522	1,54	1,558	1,572	1,577	1,585	1,59

Вообще для $b=0,3—3 \text{ м}$ расход через лоток Паршалля рекомендуется определять по номограмме (рис. 5) [34].

Кромки водосливов должны содержаться в абсолютной чистоте, особенно в моменты замеров глубин. Тогда измерение расходов на водосливах и расчеты по приведенным формулам дают относительную погрешность около 2%, что вполне достаточно для практических целей на канализационных очистных станциях.

При измерении расходов с целью составления суточного графика притока сточных вод на станцию или отдельные сооружения рекомендуется выполнять замеры круглосуточно через каждые 10—15 мин. Для измерения целесообразнее применить поплавковые сигнализаторы уровня с записывающим устройством с установкой нуля по отметке низа кромки водослива (Н. К.) при отключенной подаче воды. По результатам измерения строят кривую притока за 24 ч и рассчитывают по ней суммарный суточный расход как площадь графика, ограниченную осью абсцисс и построенной кривой. На график следует нанести горизонтальную линию среднесуточного часового притока, ордината которой рассчитывается как частное от деления суммарного расхода на 24 ч. Отношение максимального часового расхода (пик кривой) к среднему является фактическим общим коэффициентом неравномерности. Если определить площадь, ограниченную кривой и линией среднего расхода, получим суммарный расход в часы максимального притока, а если эту величину разделить на 24, получим коэффициент неравномерности, необходимый для поверочного расчета аэротенков (СНиП II-32-74).

Для измерения расходов в трубопроводах, транспортирующих сильно загрязненные потоки, применяются индукционные расходомеры. В частности, их можно применять для измерения количества сырого осадка, направляемого в метантенки в этом случае

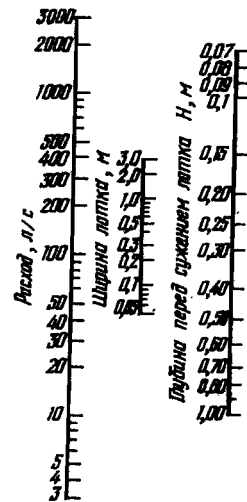


Рис. 5. Номограмма для определения расхода через лотки Паршалля.

расходомеры устанавливаются на напорных стояках иловых насосных агрегатов.

Принцип действия индукционных расходомеров основан на измерении электродвижущей силы (ЭДС), возникающей в магнитном поле в потоке среды, обладающей электропроводностью. Трубопровод, находящийся в магнитном поле, должен быть изготовлен из непроводящего ток материала.

К недостаткам индукционных расходомеров относятся поляризация измерительных электродов, возникновение гальванической ЭДС и трудность измерения малых значений постоянной ЭДС [32].

Для нормальной работы индукционных расходомеров скорости потока в трубопроводе должны быть не менее 1—1,2 м/с.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ГРУБОДИСПЕРСНЫХ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

Преаэраторы

Преаэраторы, интенсифицирующие работу первичных отстойников, как сооружения эксплуатируются аналогично аэротенкам, хотя они значительно проще в эксплуатации ввиду простоты процессов. Главное внимание с технологической точки зрения нужно уделить дозировке активного ила в зависимости от режима поступления взвешенных веществ в сырой сточной жидкости.

Излишняя дозировка ила может отрицательно повлиять на работу аэротенков, поэтому доза ила должна строго соразмеряться с концентрацией взвешенных веществ. Расход воздуха на преаэраторы или биокоагуляторы с точки зрения использования кислорода не регламентируется. В этом случае требуется только необходимое барботирование с целью смешения сточной воды с активным илом. Поэтому нормативная величина (СНиП II-32-74) интенсивности крупнопузырчатой аэрации $0,5 \text{ м}^3$ на 1 м^3 сточных вод может выдерживаться постоянной в течение суток, а расход воздуха исчисляется по среднесуточному притоку сточных вод.

Нормативная доза активного ила, подаваемого в преаэраторы (50% от объема избыточного ила, удаляемого из аэротенков) (СНиП II-32-74), может приниматься во внимание только для общих расчетов сооружений, а в эксплуатации не отражает реальной их работы, так как количество избыточного ила изменяется в значительных пределах при регулировании работы аэротенков, в то время как преаэраторы технологически связаны только с первичными отстойниками. Следовательно, дозировку ила в преаэраторы в ходе эксплуатации определяют только эффективностью работы первичных отстойников, увязывая с режимом удаления избыточного ила из аэротенков.

Если первичные отстойники, в частности радиальные, обеспечивают эффект осветления 60—70%, а на аэротенк согласно СНиП II-32-74 можно подавать взвешенных веществ не более 150 г/м^3 , то это значит, что при отсутствии преаэраторов концентрация их в сточной жидкости после прохождения песколовков не должна быть выше $400\text{—}450 \text{ г/м}^3$. Если же проектом станции предусмотрены преаэраторы, то, следовательно, в расчет принималась более высокая исходная концентрация взвешенных загрязнений.

В практике очень часто оказывается, что фактическая концентрация взвешенных веществ становится ниже проектной в какой-то начальный период эксплуатации или более низкой со временем с ростом норм водопотребления или разбавления городских сточных вод проточными. В таких случаях рекомендуется преаэраторы вообще не включать или не подавать в них активный ил. Тогда интенсификация работы первичных отстойников будет достаточно обеспечиваться самокоагуляцией сточной жидкости при барботировании.

Если проектные параметры соответствуют фактическим показателям загрязненности сточной жидкости, то преаэраторы должны работать с подачей активного ила, доза которого определяется экспериментально наладчиками и отражается в технологическом регламенте. Соблюдение или корректировка дозы в ходе эксплуатации обосновывается регулярным контролем концентрации взвешенных веществ в сточной жидкости после первичных отстойников. Оптимальное значение дозы активного ила, подаваемого в преаэратор, соответствует концентрации взвешенных веществ на выходе из первичных отстойников 150 г/м^3 .

Первичные отстойники

Главным технологическим фактором, обеспечивающим бесперебойную эксплуатацию отстойников в заданных параметрах, является соблюдение величины и распределение скоростей потоков в поле оседания взвешенных частиц. Изменить гидродинамическую структуру потоков и величины их скоростей может чрезмерное или неравномерное отложение осадка, а также возникновение отдельных струй, то есть зон с повышенными скоростями, например появившиеся перекосы кожуха, нарушения целостности водосливов и т. д.

Важное значение имеет также распределение сточных вод на отстойники, то есть работа распределительных чаш. Обслуживающий персонал должен ежедневно в часы, предшествующие максимальному притоку сточных вод, проверять расходы отдельных потоков, выходящих из распределительных чаш на отстойники, не допуская превышения их в часы пиковой нагрузки над значениями расчетных максимальных часовых расходов, указанных в технологическом регламенте. Особенно важен контроль работы

распределительных чаш в периоды остановок отдельных отстойников на ремонт, так как при меньшем числе работающих сооружений колебания нагрузок на каждом отстойнике более ощутимы.

Необходимо удалять плавающие вещества из первичных отстойников, которые (при их неравномерном удалении) могут выноситься из сооружения и периодически влиять на показатели качества очистки. Если устройства для удаления плавающих веществ из первичных горизонтальных и вертикальных отстойников относительно просты в обслуживании, то в радиальных отстойниках это устройство входит в конструктивный комплекс фермы илоскреба и его работа связана с режимом удаления осадка. Величина погружения бункера определяет количество удаляемых плавающих веществ и, хотя устанавливается при наладке, должна систематически регулироваться в эксплуатации.

Верхнее и нижнее положения ограничителя после наладки установлены так, чтобы в крайнем верхнем положении его переливное ребро было на 50 мм выше уровня жидкости в отстойнике, а в крайнем нижнем — на 50 мм ниже. Корректировку длины трубы, входящей в состав штанги, производят в момент наибольшего погружения бункера под воздействием кулачка. Зазор между нижним ограничителем и валиком поплавок принимают не менее 5 мм.

При необходимости устройство для удаления плавающих веществ можно отключить подъемом рычага с кулачком и поднятием качающегося желоба.

При эксплуатации отстойника глубину и продолжительность погружения бункера регулируют перестановкой рычага с кулачком, а также перемещением кулачка вдоль рычага.

Конец резинового фартука качающегося скребка должен плотно прилегать к полупогружной стенке.

При частом удалении плавающих частиц и жиров из радиальных отстойников вместе с ними удаляется большое количество воды, которая перегружает метантенки. Поэтому удаление плавающих веществ должно производиться в строгом режиме, который устанавливается экспериментально.

При эксплуатации радиальных отстойников на поверхности между внутренними стенками кожуха и центральной трубой накапливаются плавающие частицы, которые периодически удаляются отражателем, погружая его на 10—15 см ниже уровня жидкости в отстойнике. После удаления плавающих частиц отражатель устанавливают в первоначальное положение. Плавающие вещества можно удалять также передвижным вакуум-насосом.

В горизонтальных отстойниках осадок сгребается по дну к приемку и по иловой трубе под гидростатическим давлением периодически удаляется в иловый колодец. Скребки горизонтальных и радиальных отстойников включают в работу за 1 ч до удаления осадка и останавливают одновременно с его окончанием.

Выпуск осадка из первичных отстойников нужно производить, не прекращая подачи сточных вод. Сначала полностью открывается задвижка на иловой трубе, густой осадок, лежащий на дне, продвигается к приямку и через иловую трубу вытесняется в колодец. В случае прорыва осветленной жидкости перекрывают задвижку, выдерживают время, необходимое для сползания осадка к приямку, затем снова открывают задвижку настолько, чтобы количество удаляемого осадка равнялось количеству поступающей на отстойник сточной жидкости. Выпуск осадка прекращают при появлении в иловом колодце светлой жидкости.

Из радиальных отстойников при малом их количестве выпуск осадка должен производиться 1—2 раза в смену, а при большем — равномерно в течение суток. Для этого составляют график выпуска осадка из каждого отстойника с таким расчетом, чтобы он в определенном количестве поступал в метантенки беспрерывно.

В процессе эксплуатации дежурный персонал должен периодически проверять, нет ли на дне отстойников залежей осадков, которые могут образоваться вследствие неровности поверхности дна или перекоса скребковых крыльев.

Наличие осадка на днище проверяют простукиванием специальной штангой. Признаком уплотнения и брожения осадка является появление на поверхности отстойника пузырьков газа и легкоразбиваемых хлопьев черного цвета. В этом случае необходимо опорожнить отстойник и определить причины появления залежей.

Количество выгружаемого из отстойников осадка определяют расходомерами, установленными на подающих стояках в метантенках, или объемным путем в иловых колодцах после отстойников, приемных резервуарах иловых насосных станций и дозирующих камер метантенков. Можно также определить количество осадка по производительности иловых насосов, для чего насосы должны быть тарированы при наладке.

Для очистки водосливов радиальных отстойников рекомендуются на фермах илоскребов устанавливать щетки, сметающие с гребней прилипающие частицы. Такое мероприятие предложено сотрудниками треста «Оргводоканал» МЖКХ УССР и хорошо зарекомендовало себя на практике.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ

Капельные биофильтры

Основной целью эксплуатации биофильтров является поддержание расчетной окислительной мощности загрузки (количества и качества биопленки).

Капельные биофильтры характеризуются низкими органическими нагрузками. Однако для своевременного смыва отработанной биопленки нужна определенная гидравлическая нагрузка. Орошение сточной жидкостью тела загрузки капельных биофильтров должно быть равномерным по всей площади, чтобы в загрузке не создавались зоны с повышенной органической или пониженной гидравлической нагрузкой, даже если их значения в целом по сооружению будут расчетными.

Эти факторы, обуславливающие стабильную работу биофильтров, наряду с подачей необходимого количества воздуха определяют и характер работ по их обслуживанию.

Биофильтры вообще, а капельные — в особенности, практически плохо поддаются регулированию при изменениях внешних условий. Поэтому их эксплуатация сводится к поддержанию стабильности проектных показателей загрязненности сточной жидкости и необходимого состояния биофильтра. Единственным регулируемым параметром может быть степень рециркуляции очищенной воды в схемах станций с биофильтрами, где она предусмотрена, но диапазоны значений этой величины, в пределах которых можно регулировать окислительную мощность с целью стабилизации нагрузки, ограничены узкими предельными величинами [9].

При обслуживании капельных биофильтров прежде всего необходимо следить за колебаниями концентраций загрязнений в сточной жидкости, прошедшей механическую очистку. Рекомендуемое предельное содержание взвешенных веществ до 100 мг/л в сточной жидкости, поступающей на капельные биофильтры, имеет большое значение, так как при его превышении (даже до 2 недель) заиливание загрузки капельного биофильтра неминуемо. Процесс прочистки засоренного биофильтра является настолько трудоемким и дорогим, что выгоднее вообще заменить загрузку. Поэтому при превышении концентрации взвешенных веществ в сточной жидкости более 100 мг/л, поступающей на капельные биофильтры, следует тщательным образом отрегулировать работу первичных отстойников, в частности двухъярусных, или осветлителей-перегнивателей, которые, как правило, применяются в комплексах с биофильтрами. Если перегрузка очень велика или первичные отстойники настолько запущены, что не удастся быстро добиться необходимого качества осветленной сточной жидкости, рекомендуется вообще отключить биофильтры. В этом случае осветленную воду направляют через вторичные отстойники и контактные резервуары (если они есть) обеззараживая ее дозой хлора, соответствующей фактической измеренной хлороемкости сточной жидкости. Только после доведения качества осветленной сточной воды до содержания в ней взвешенных веществ не выше нормы можно вновь пустить в работу биофильтры с постепенным увеличением нагрузки на них.

Не менее опасна и перегрузка биофильтров по БПК. Для ка-

пельных биофильтров предельная концентрация загрязнений по БПК_{полн} установлена 220 мг/л. Если она выше, необходима рециркуляция с доведением ее после разбавления до нормируемой величины. Большие значения рециркуляции также нельзя допускать в эксплуатации, если они не предусмотрены проектом, так как существует предел гидравлической нагрузки 1—3 м³/м²/сут. Поэтому при значительном увеличении органической нагрузки биофильтры также следует частично разгрузить путем сброса части расхода, минуя биохимическую очистку, иначе произойдет зарастание загрузки, что устранить очень сложно. Данное мероприятие необходимо согласовать с органами санитарного надзора.

Кроме перегрузок, биофильтры из строя могут вывести также колебания активной реакции среды. Так, например, кислые сточные воды предприятий молочной промышленности при сбросе на очистные станции с биофильтрами могут понизить рН до 4,5—5,0, при котором начинается бурное развитие молочнокислых бактерий и грибов, произрастающих в теле загрузки и забивающих ее. Промывание поверхности загрузки водой из брандспойтов или разрыхление ее ломом не восстанавливает полностью работу биофильтров. Единственным надежным мероприятием является нормализация рН, а затем восстановление окислительной мощности сооружений. Если в ходе эксплуатации биофильтров к очистной станции были подключены не предусмотренные проектом сточные воды, повышающие нагрузку и резко меняющие рН, рекомендуется решать вопрос о строительстве аэрационных сооружений с активным илом, а биофильтры использовать как вторую ступень двухступенчатой схемы или ликвидировать вообще.

Еще одним фактором, способным вывести биофильтр из строя, может быть колебание гидравлической нагрузки, хотя средние и максимальные значения этой величины не выходят за пределы проектных. Дело в том, что существует нижний предел гидравлической нагрузки, равный 0,8 м³/м² в сутки, обеспечивающий своевременный смыв отработанной биопленки. Если в течение суток гидравлическая нагрузка находится ниже указанного предела, происходит постепенное накопление отработанной биопленки на поверхности загрузочного материала, так как в период, когда она не смывается, сточная жидкость с органическими загрязнениями орошает биопленку, пленка прирастает, утолщается и в ней растет анаэробный слой. Удерживающая способность загрузки при этом мало уменьшается, но проникновение кислорода в толщу биопленки практически отсутствует, в связи с чем возникают анаэробные зоны. Газы, выделяющиеся вследствие анаэробных процессов, способствуют отторжению биопленки, но это происходит неравномерно в объеме загрузки, и отторгается неокисленная масса органических веществ, плохо оседающая во вторичных отстойниках и нарушающая тем самым общий эффект очистки сточных вод. Неравномерное отторжение отработанной (в данном

случае неотработанной) биоленки нарушает режим аэрации объема загрузки и приводит в результате к появлению заросших участков, струйности в отдельных местах и заболачиванию поверхности. Хотя биофильтр в таких условиях и будет функционировать, заданного эффекта очистки достигнуть трудно.

Ликвидировать последствия нарушения равномерности работы загрузки биофильтра можно путем остановки сооружения, проветривания его в сухом состоянии в течение 5—10 суток, промывки чистой водой и повторного пуска с постепенным наращиванием расхода сточных вод до расчетного значения. При этом следует устранить основную причину нарушения — длительные понижения гидравлических нагрузок. Для этого отключают часть ячеек биофильтров во время минимального притока сточных вод так, чтобы гидравлическая нагрузка на работающие ячейки не падала ниже $0,8 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в сутки.

Равномерное орошение биофильтров обеспечивается водораспределительными устройствами, из которых наибольшее распространение получили сифонные распределители. Отрегулированные сифоны (дозировочные баки) должны подавать сточную жидкость в спринклерные оросители с интервалами 5—8 мин, причем в летнее время — чаще, а зимой — реже. Для регулирования уровня воды, при котором срабатывает сифонный распределитель (для определения объема и периодичности подачи), верхняя часть регулятора напора должна быть подвижной. Оператор систематически проверяет состояние и функционирование регуляторов.

В ходе эксплуатации могут быть нарушения процесса зарядки сифона из-за неплотностей в соединениях труб с колоколом. Это происходит вследствие выхода воздуха из-под колокола при заполнении дозирующего бачка или когда открытый конец воздушной трубки незначительное время свободен от воды. В колокол за этот промежуток времени поступает количество воздуха, недостаточное для нормальной зарядки сифонов. Сифон может не зарядиться также при незначительном поступлении в бачок сточной жидкости, особенно в ночное время. В этих случаях происходит непрерывное изливание жидкости из спринклеров на поверхность биофильтров. Для предотвращения этого нужно отключить приток сточной жидкости в дозирующий бачок и дать возможность воздуху поступить (через воздушную трубку) под колокол сифона, залить водой регулятор напора, после чего снова включить подачу сточной жидкости. При недостаточном количестве поступающей сточной жидкости (в ночное время) необходимо отключить часть ячеек биофильтров.

Нужно следить за состоянием системы аэрации биофильтров, периодически очищать пространство между дренажем и днищем. Контроль за эффективностью аэрации биофильтра ведут по концентрации растворенного кислорода в очищенной воде, которая должна быть не ниже 2 мг/л .

Если температура сточной жидкости, поступающей на биофильтр, и, следовательно, в теле фильтра опускается ниже $+10^{\circ}\text{C}$, нужно особенно тщательно поддерживать регламентированные условия эксплуатации. Несоблюдение их ведет к нарушению процесса нитрификации, восстановить который при низких температурах не удастся даже при очень резком и длительном уменьшении органической нагрузки. Поэтому работу биофильтра в зимнее время нужно контролировать не реже одного раза в неделю сопоставлением состава среднесуточных проб поступающей и выходящей жидкости.

На работу биофильтров зимой (на открытом воздухе) оказывает влияние ветер, поэтому для нормальной эксплуатации желательна противоветровая защита (древесные посадки или щиты), устанавливаемые вокруг биофильтров.

Заболачивание биофильтра может происходить из-за неоднородности загрузки. В этом случае болотца, появляющиеся по всей площади, можно устранить только заменой загрузочного материала.

Если на поверхности биофильтра появится небольшая заболоченность только в некоторых местах, их разрыхляют граблями и промывают сильной струей воды. Запрещается проделывать в загрузочном материале лунки для пропуска застойной воды. Таким способом через тело загрузки одновременно попадает большое количество неокисленной органической массы, и загрузка засоряется во всем объеме.

В хорошо работающем биофильтре прирост пленки, ее отмирание и вынос одинаковы. Если очищаемая сточная жидкость дает большой прирост биомассы и (особенно в зимнее время) большое количество биопленки образуется в верхнем слое загрузочного материала, может произойти заболачивание постели биофильтра. Перелопачивание или перештыкование верхних слоев загрузочного материала в этих случаях ни к чему не приведет вследствие загрязнения более глубоких слоев фильтра.

В таких случаях снимают часть загрузочного материала слоем 30—40 см, тщательно его промывают и укладывают обратно в биофильтр или заменяют новым слоем загрузки той же фракции.

Выносу пленки из биофильтра способствуют личинки, мухи, клещи, черви, развивающиеся в большом количестве весной, летом и осенью. В эти периоды и наблюдается наибольший вынос. Ввиду положительной роли личинок мух бороться с их развитием не следует.

Для борьбы с заилиением фильтров рекомендуется периодически отключать ячейки (один раз в квартал) и хлорировать загрузку хлорной водой с дозой хлора 35—50 г на 1 м^2 поверхности.

Крайние к стенкам биофильтра спринклеры должны иметь отражательные щитки для предотвращения разбрызгивания жидкости через борта стенок биофильтров.

Осадок, выносимый из биофильтров и осаждаемый во вторичных отстойниках, должен удаляться не реже одного раза в сутки. При более продолжительном хранении осадка он начинает бродить и всплывать на поверхность в виде черных хлопьев, выделяя пузырьки газа.

Работу биофильтра могут нарушить также различные предметы, попавшие на поверхность загрузки и в дозирующие баки. Поэтому нужно регулярно осматривать сооружения, следить за их чистотой: дозирующие баки перекрывать решетками или сетками, а в подводящих лотках установить дополнительные решетки.

При отключении биофильтра зимой на продолжительное время необходимо открыть под сифоном вентиль и освободить его от воды.

Орошаемые биофильтры

К орошаемым биофильтрам относятся: высоконагружаемые с сыпучей загрузкой, аэрофильтры, с блочными видами загрузок и все виды башенных [9].

Основные положения техники эксплуатации орошаемых биофильтров такие же, как и для капельных, но с некоторыми особенностями.

Так как значения расчетных гидравлических нагрузок на орошаемые биофильтры значительно выше, чем на капельные, и составляют 10—30 м³/м² в сутки (для аэрофильтров), нижний предел этого параметра далек от минимума, необходимого для смыва отработанной биопленки. Поэтому отпадает необходимость контролировать при эксплуатации режим поступления сточных вод при соблюдении нормативных средних и максимальных гидравлических нагрузок.

Орошаемые биофильтры проектируются, как правило, с рециркуляцией, так как их гидравлическая пропускная способность высокая и дает возможность таким путем уменьшить концентрацию загрязнений в поступающей сточной жидкости, т. е. применить эти сооружения для очистки стоков, более концентрированных, чем при капельных биофильтрах. При наличии рециркуляции можно регулировать работу биофильтра в зависимости от колебаний притока и концентраций загрязнений.

Хотя пределы концентраций загрязнений сточных вод, поступающих на орошаемые биофильтры, выше, чем на капельных, их значения по абсолютной величине не очень высоки и составляют по БПК_{полн} 250 мг/л для биофильтров с пластмассовой загрузкой и 300 мг/л — для других видов загрузок. Поэтому за превышением органических нагрузок по БПК (и по взвешенным веществам) на орошаемых биофильтрах должен устанавливаться строгий контроль.

Улучшенные условия аэрации тела загрузки орошаемых био-

фильтров по сравнению с капельными являются, несомненно, залогом их повышенной окислительной мощности, но только в теплое время года. Зимой этот фактор влияет отрицательно, так как обуславливает охлаждение загрузки. Особенно подвержены влиянию охлаждения башенные биофильтры. Поэтому рекомендуется в зимний период подогревать воздух, подаваемый в биофильтры. В аэрофильтрах для этой цели можно использовать калорифер в комплексе с вентиляторами. В биофильтрах большой высоты и в башенных рекомендуется уменьшить площадь окон и установить в них электрообогревательные приборы.

АЭРОТЕНКИ

Условия эксплуатации комплексов очистки сточных вод активным илом

Комплексы биохимической очистки сточных вод методом активного ила состоят из двух основных звеньев: реактора (аэротенка) и звена разделения прореагировавшей иловой смеси, из которого ил после отделения направляется обратно в реактор-аэротенк. Независимо от производительности и конструктивного оформления сооружений наличие этих двух технологических звеньев процесса всегда обязательно, даже если они совмещены в пространстве, например в псевдооживленном слое активного ила.

В комплексах биохимической очистки методом активного ила изъятие и частичная переработка загрязнений осуществляются очень быстро и в больших количествах. Но существует технический предел степени очистки, выше которого данный метод становится в определенном диапазоне производительности нерентабельным. Таким пределом в одноступенчатых аэротенках станций средней и большой производительности считается эффект 92—95%, малой — 97—98%. Поэтому в ходе их эксплуатации при колебаниях расходов и концентрации загрязнений сточных вод такие же колебания претерпевает эффект очистки, если процесс не регулируется и протекает в стационарных условиях. Существующие методы расчета аэротенков базируются именно на стационарном протекании процесса при предельном эффекте очистки, а их эксплуатация должна заключаться в применении набора методов регулирования нестационарных параметров с целью получения стационарного конечного качества очищенной воды. Естественно, что эффект очистки при этом должен постоянно изменяться с изменением общего количества поступающих загрязнений, причем он не может быть выше указанного технического предела. Вот почему основным содержанием работ по эксплуатации аэротенков является не только обеспечение работоспособности всех механизмов и сооружений, но (и это главное) регулирование технологических параметров процесса.

Эксплуатационники должны знать, что общий эффект очистки сточных вод состоит из эффективности очистки на всех сооружениях станции, и учитывать это в ходе регулирования работы аэротенков (табл. 9).

Т а б л и ц а 9. Значение эффекта очистки сточных вод на отдельных ее стадиях, %

Сооружения	Взвешенные вещества	БПК	Азот аммонийный	Фосфаты
Первичные отстойники	40—70	15—40	—	До 20
Осветлители	60—90	35—65	—	До 80
Аэротенки	85—95	75—95	До 90	До 30
Аэротенки + доочистка скорой фильтрацией + обеззараживание	До 99	До 97	До 90	До 30
То же + адсорбция на углях	99,5	99,5	90	30

Таким образом, при регулировании работы аэротенков в случаях, когда общее количество поступающих загрязнений повышается, а эффект их удаления не может быть выше 95% по снятию БПК, необходимо увязывать эту регулировку с работой других сооружений. Так, в часы пиковых нагрузок нельзя останавливать первичные отстойники, с тем чтобы эффективность их работы в это время была максимальной.

В связи с повышением требований к качеству очищенной воды [14] повсеместно применяют доочистку биохимически очищенных сточных вод. Это облегчает эксплуатацию аэротенков, так как сооружения доочистки компенсируют изменения эффекта очистки сточных вод на аэротенках.

Сооружения для обработки осадков также влияют на работу аэротенков, поскольку от них на аэротенки поступают потоки с такими органическими веществами, как иловая вода из метантенков, фугат из центрифуг, гидролизат из агрегатов термообработки и т. д. С одной стороны, эти поступления нужно прекращать в часы пиковых нагрузок и увеличивать в часы недогрузки аэротенков, что способствует стабилизации их работы. С другой стороны, качественный и количественный состав этих сопутствующих загрязнений необходимо учитывать при регулировании качества и концентрации активного ила. Например, иловая вода из метантенков содержит много азота аммонийных солей, которые усиливают в аэротенках нитрификационные процессы, препятствуют вспуханию ила, но влияют на эффект очистки; фугат из центрифуг содержит трудноокисляемую мелкодисперсную массу, отрицательно влияющую на работу вторичных отстойников; гидролизат после термообработки осадков содержит высококонцентрированные низкомолекулярные вещества, хорошо окисляющиеся в аэротенках-смесителях, но требующие повышенного времени ре-

генерации возвратного ила. Все эти факторы необходимо учитывать в конкретных случаях при эксплуатации аэротенков.

Регулирование работы аэротенков осуществляется по переменным, зависящим от показателей исходной сточной жидкости, но обязательно нужно при этом учитывать сезонные влияния на активный ил. Это влияние проявляется в изменениях температуры иловой смеси и в необходимости адаптации к такому изменению микроорганизмов активного ила. В период адаптации ила к сезонным изменениям температуры могут быть явления вспухания ила (повышается иловый индекс), надильная жидкость в пробах иловой смеси мутнеет и эффект очистки ухудшается. Эксплуатационники должны знать о таких явлениях и в периоды резких изменений температуры иловой смеси (весна, осень) прежде всего проверить иловый индекс и лишь затем проконтролировать количество и концентрацию поступающих загрязнений.

Сезонное вспухание ила можно устранить добавками биогенных элементов (азота, фосфора) в виде суперфосфата и аммонийной селитры или иловой водой из метантенков. Кроме того, в этот период увеличивают подачу воздуха в аэротенк с целью снабжения ила кислородом и усиления перемешивания иловой смеси для интенсификации процессов жизнедеятельности микроорганизмов.

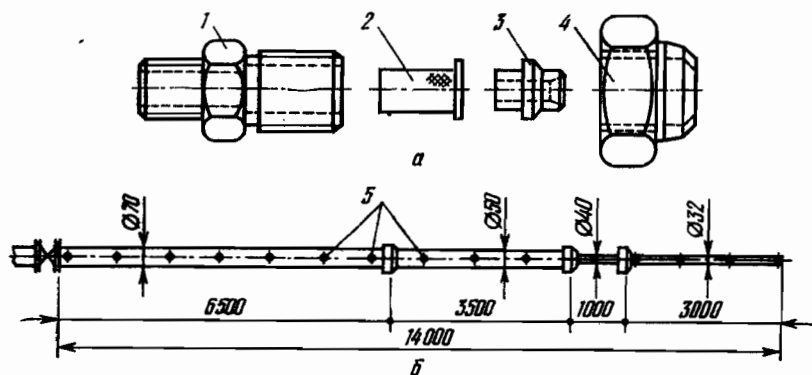


Рис. 6. Схема форсунки иребенки для системы пеногашения в аэротенках:

a — форсунка; *b* —ребенка; 1 — корпус; 2 — фильтр из латунной сетки; 3 — сопло; 4 — гайка; 5 — места установки форсунок.

Общим для всех видов аэротенков неблагоприятным фактором в эксплуатации является пенообразование, вызванное наличием в сточной жидкости поверхностно-активных веществ (ПАВ), избытка фосфатов и сульфатов. Борьба с пенообразованием заключается в сбивании пены струями воды. Для этого применяются различные форсунки, изготовление и монтаж которых на действующих очистных станциях не представляет затруднений.

Оросительные форсунки в системе пеногашения распределяют равномерно по длине аэротенков. Давление воды в форсунках в пределах 2,5—3,0 атм. Расход воды через форсунку — 0,02—0,15 л/с, оптимально — 0,07 л/с на 1 пог. м длины аэротенка, угол факела вытекающей из форсунки струи — 95°. На гребенках из стальных водогазопроводных труб форсунки располагают с шагом 1 м, а ось отверстия — под углом 30° к стенке аэротенка, гребенки устанавливаются на высоте 40—50 см над поверхностью жидкости (рис. 6).

Основные задачи эксплуатационного персонала аэротенков всех типов заключаются в соблюдении соответствия количеств поступающей сточной жидкости, подаваемого воздуха и рециркулирующего активного ила, контроле и поддержании оптимального значения илового индекса, равновесной концентрации растворенного кислорода и активного ила в зависимости от нагрузки на ил, контроле за уровнем ила в сооружениях или зонах для разделения иловой смеси, своевременном удалении избыточного ила и уходе за технологическим оборудованием.

Выключение из работы части секций аэротенков должно сопровождаться тщательным контролем за напряженностью и эффективностью работы действующих секций.

Аэротенки с отдельными вторичными отстойниками

К этим комплексам относятся сооружения, в которых аэротенки и вторичные отстойники комбинированы только конструктивно, т. е. не имеют внутренней гидравлической связи, а возвратный активный ил циркулирует под воздействием насосов или эрлифтов. Таковы, в частности, аэроокислители радиального типа (АРТ), компактные установки КУ-200 и т. д.

Операции по эксплуатации аэротенков и отдельно вторичных отстойников имеют целью полную увязку всех параметров работы этих частей комплекса, рассматриваемых только во взаимосвязи. Операторы обязаны следить за равномерным распределением сточных вод и воздуха на секции аэротенков, иловой смеси — на вторичные отстойники и возвратного ила — в аэротенки.

Нельзя допускать залеживания активного ила во вторичных отстойниках, так как это может вывести из строя весь технологический комплекс биохимической очистки, а излишний вынос ила парализует работу сооружений для доочистки сточных вод.

Необходимо контролировать, нет ли застойных зон в аэротенках. Если они замечены, но системой аэрации устранить их не удастся, рекомендуется установить в этих местах дополнительные аэраторы.

Относительно новым для эксплуатационников и наладчиков является вопрос регулирования работы комплексов биохимической очистки в зависимости от изменений условий работы, вы-

званных колебаниями нагрузок. СНиП II-32-74 рекомендует по мере возможности применять аэротенки с переменным объектом регенераторов, однако никаких конкретных рекомендаций о том, как это сделать, существующие нормативно-технические документы не содержат.

В СССР и за рубежом делались попытки практически регулировать объемы регенераторов аэротенков путем рассредоточения подачи сточных вод или возвратного ила [31]. Если в вопросах проектирования аэротенков с рассредоточенной подачей сточных вод существуют конкретные методы расчета [31, 32], то поддержание расчетных параметров при изменяющейся нагрузке на аэротенки такого типа пока дело интуиции.

Вместе с тем исследователи в области биохимической очистки сточных вод, и прежде всего отечественные авторы [1, 5, 9], широко пользуются обобщенными параметрами процесса очистки сточных вод активным илом. Такие параметры, как расход избыточного ила, расход возвратного ила (степень рециркуляции) и время его регенерации, процент регенерации и интенсивность аэрации, легко поддаются ручному и автоматическому управлению и дают возможность плавно изменять нагрузку на ил (масовое соотношение веществ), скорость потребления кислорода активным илом, седиментационные характеристики его и другие свойства, определяющие эффект очистки сточных вод и работу сооружений по обработке осадков.

Существующие системы автоматизации, как правило, проектируются на комплексах биохимической очистки сточных вод только для контроля и сигнализации, и недостаточная технологическая проработка проектов очистных станций канализации не позволяет использовать эти системы для управления комплексами.

Методы ручного управления действующими правилами и нормативными документами (СНиП II-32-74) [13] регламентируются только с целью соблюдения проектных параметров работы сооружений. Изменения исходных условий (расходов сточных вод, концентраций загрязнений и режима их поступления) учитываются только путем реконструкции и расширения очистных станций и в редких случаях — путем интенсификации работы сооружений. Вместе с тем проектные исходные условия практически не остаются неизменными даже в относительно короткий пусковой период.

Несоответствие проектных и фактических исходных условий является причиной или невозможности достижения заданного эффекта очистки, или достижения его путем неоправданно повышенных объемов сооружений, то есть капитальных и эксплуатационных затрат.

Метод биохимической очистки сточных вод активным илом обладает большими резервами вообще и прежде всего высокой степенью гибкости и разнообразия технологических схем.

Использование этих качеств дает возможность на ходу перестраивать работу аэротенков в зависимости от изменения исходных условий, соблюдая заданный эффект очистки. Для этого нужно четко определить измеряемые и контролируемые величины и регулируемые параметры.

Согласно исследованиям ВНИИ ВОДГЕО, АКХ им. К. Д. Памфилова, НИКТИ ГХ и различных авторов [1, 11, 15, 31] основными контролирующими величинами, характеризующими работу активного ила в аэротенках, являются: массовая нагрузка на активный ил, выражающая его соотношение с органическими загрязнениями в единицу времени; скорость потребления кислорода активным илом; седиментационные характеристики активного ила; равновесная концентрация кислорода; величина ферментативной активности ила, представляемая, в частности, дегидрогеназной активностью. Согласно исследованиям НИКТИ ГХ для городских сточных вод существует пропорциональная линейная зависимость между скоростью потребления кислорода и дегидрогеназной активностью ила, поэтому в практике можно ограничиваться измерением скорости потребления кислорода, характеризующей напряженность протекания метаболических процессов.

Все эти измеряемые величины можно корректировать изменением следующих регулируемых параметров: расхода возвратного и избыточного ила; времени регенерации ила как за счет изменения расхода возвратного ила, так и объема регенераторов; расхода воздуха при пневматической аэрации или количества рабочих аэраторов — при механической (допускается также изменение параметров механических аэраторов).

Расход возвратного ила обеспечивает заданное соотношение реагирующих масс активного ила и загрязнений в аэротенке, то есть массовую нагрузку на ил, а расход избыточного — поддержание расчетной или заданной концентрации ила в аэротенке, то есть он также является фактором стабилизации массовой нагрузки. Кроме этого, стабилизирование значений концентрации ила в аэротенке обуславливает стабильность потребления кислорода активным илом, и это можно контролировать по равновесной концентрации кислорода, то есть управлять процессом очистки методами дублирования систем контроля, что повысит надежность работы сооружений.

Время регенерации ила обеспечивает заданную степень (скорость) переработки органических загрязнений, что регламентируется СНиП II-32-74 при расчете аэротенков с регенерацией. Величина времени регенерации ила оценивается совместно с величиной расхода избыточного ила, что дает возможность управлять возрастом ила, регулировать его седиментационную характеристику. Кроме того, этот регулируемый параметр определяет и напряженность процесса окисления (скорость дыхания), то есть связан с регулированием аэрационной системы. Роль про-

цесса регенерации ила в аэротенках достаточно хорошо изучена [31], важность этого параметра общеизвестна, однако в практике эксплуатации очистных станций он зачастую принимается стабильным или регулируется стихийно.

Подача кислорода определяет, с одной стороны, необходимые условия протекания процесса заданной напряженности, а с другой — экономичность эксплуатационного режима.

Следует отметить, что практически все типовые проекты аэротенков коридорного типа и экспериментальные проекты новых видов аэрационных сооружений содержат конструктивные элементы, позволяющие регулировать некоторые параметры. Так, например, на всех сооружениях предусмотрены воздухоизмерительные диафрагмы, шиберы и лотки для изменения числа коридоров, выделяемых под регенераторы. Однако отсутствуют устройства для измерения расходов возвратного и избыточного ила.

Задачей правильной эксплуатации комплексов биохимической очистки сточных вод является правильное соотношение между контролируемыми величинами и регулируемыми параметрами с целью поддержания заданного эффекта очистки при изменениях исходных условий на очистной станции.

На рис. 7 представлена технологическая схема комплекса биохимической очистки с указанием контролируемых величин и регулируемых параметров в различных ее частях. Для контроля нагрузки на ил I_s необходимо знать концентрацию загрязнений в сточной воде, поступающей на аэротенки, концентрацию активного ила в потоке возвратного ила (ВИ), обозначаемую S_v и измеряемую по беззольной массе, и расход сточных вод $Q_{с.в.}$. Для контроля скорости дыхания (скорости потребления кислорода) R_x необходимо только специальное лабораторное оборудование. Седиментационные характеристики ила определяются по объемной концентрации за конкретное время осаждения (например, 5 мин) или выражаются понятием илового индекса, который хотя и более точен, но требует значительного времени для анализа. Равновесную концентрацию кислорода определяют химическим методом (по Винклеру) или с помощью приборов, а концентрацию загрязнений — согласно действующим стандартным методикам по БПК и ХПК. Однако определение БПК дает результат через несколько суток, а это делает практически невозможным оперативный контроль за работой аэротенков. Поэтому рекомендуется при пусконаладочных работах регулярно в процессе эксплуатации находить корреляцию между БПК₅, БПК_{полн} и ХПК с целью оперативного контроля концентрации загрязнений по ХПК, определение которой занимает 2,5—3 ч. Одновременно проводится контроль и по перманганатной окисляемости, которая обычно играет вспомогательную роль, но все же дает общее представление о загрязненности сточных вод в краткий срок (30—40 мин).

Для более точного, быстрого и непрерывного контроля концентрации загрязнений существует метод определения органического углерода в сточной жидкости. Большое значение имеет появление автоматических анализаторов углерода, позволяющих применять системы автоматического регулирования.

Высокие нагрузки на активный ил приводят к накоплению неокисленной органики в иловой смеси и угнетению жизнедеятельности ила. Следовательно, для компенсации повышения на-

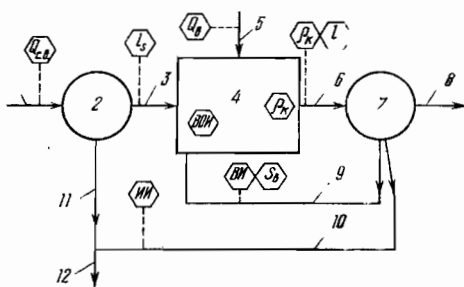


Рис. 7. Технологическая схема комплекса аэротенков и вторичных отстойников как объекта управления:

1 — подача сточных вод; 2 — первичный отстойник; 3 — осветленная сточная жидкость; 4 — аэротенк; 5 — подача воздуха; 6 — иловая смесь; 7 — вторичный отстойник; 8 — очищенная вода; 9 — возвратный ил; 10 — избыточный ил; 11 — сырой осадок; 12 — удаление смеси осадка и ила на обработку.

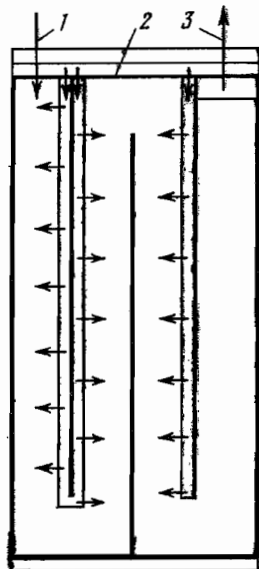


Рис. 8. Схема аэротенка с переменным объемом регенератора:

1 — подача возвратного активного ила; 2 — подача сточных вод; 3 — удаление иловой смеси на вторичные отстойники.

грузок необходимо более длительное время регенерации, в течение которого накопленная органика окисляется. Повышенные нагрузки приводят к увеличению скорости потребления кислорода и требуют увеличения его подачи, а низкие — к голоданию клеток, что снижает их способность к метаболизму органических веществ. Таким образом, для компенсации понижения нагрузок на ил необходимо меньшее время регенерации. Подачу кислорода в этом случае уменьшают вследствие уменьшения скорости его потребления.

Для расчетной модификации процесса очистки сточных вод активным илом существует диапазон оптимальных значений на-

грузок. На практике диапазон расчетных значений концентрации загрязнений и расхода сточных вод редко имеет место, поэтому обеспечить расчетный диапазон нагрузок можно только регулированием количества активного ила, входящего в контакт с изменяющимся количеством загрязнений. Это осуществляется изменением степени рециркуляции, то есть расхода возвратного ила. С другой стороны, частично компенсировать колебания нагрузок можно изменением качественных показателей ила, выражающихся в скорости потребления кислорода и регулируемых путем изменения времени регенерации. Не изменяя степени рециркуляции, время регенерации можно изменить за счет схем аэротенков (рис. 8) с переменным объемом регенераторов.

Перекрытием ряда шиберов можно изменить время регенерации в очень широких пределах. Так, расход возвратного ила может составлять 0,25—0,75 расхода сточных вод (процент рециркуляции 25—75). Считая оптимальной скорость потребления кислорода для средненагруженных аэротенков 12—20 мг О₂ на 1 г беззольной массы ила в 1 ч [32], можно выдерживать этот режим простым переключением шиберов, через которые впускают сточные воды. 12-20
15%

Схема (рис. 9), предложенная американскими исследователями [36], позволяет осуществлять достаточно гибкое регулирование работы аэротенков, выполняемое как вручную, так и с использованием существующих типовых систем автоматизации. Регулирование производится на основании данных лабораторного контроля согласно существующим стандартным методикам.

В качестве контролируемых величин приняты: нагрузка на ил I_s , скорость потребления кислорода ρ_k и седиментационная характеристика ила i . Все три величины имеют три диапазона: высокие, оптимальные и низкие значения, обозначенные соответственно В, О и Н. Оптимальные диапазоны значений составляют: для нагрузок на ил (модификация средненагруженных аэротенков согласно СНиП II-32-74) — 0,2—0,4 г БПК₅/г ила сут, для скорости потребления кислорода — 12—20 мг О₂/г, для седиментационной характеристики ила (по объему) — 450—600 мг в цилиндре Лысенко емкостью 1 л после 5 мин осаждения при концентрации ила 2—2,5 г/л по сухому веществу.

Следует отметить, что эти величины приведены для аэротенков с отдельно стоящими отстойниками, работающими в диапазоне скоростей окисления (изъятия), согласно СНиП II-32-74. В случаях применения других модификаций работы аэротенков, например контактно-стабилизационных процессов, аэротенков-осветлителей с окислением загрязнений в псевдооживленном слое активного ила, рекомендуется выражать нагрузку на ил как мгновенное безразмерное соотношение реагирующих масс:

$$I_s^0 = \frac{Q_{с.в} L_0}{Q_{в.и} S_v}, \quad (12)$$

где $Q_{с.в}$ и $Q_{в.и}$ — соответственно расходы сточных вод и возвратного ила, $м^3/ч$; L_0 — БПК_{полн} или ХПК сточной жидкости, поступающей в аэротенки, $г/м^3$; S_v — концентрация возвратного ила по беззольному веществу, $г/м^3$.

сбалансированный процесс

№	i			ρ_K			L_s			Корректировка регулируемых параметров			Последствия при отсутствии корректировки
	H	O	B	H	O	B	H	O	B	1-я	2-я	3-я	
1	•			•			•			ВОИ ↓	ВИ ↑	ИИ ↑	←
2	•	▨	▨	•	▨	▨	•	▨	▨	ВОИ ↓	ВИ ↑	ИИ ↑	←
3	•			•					•	ВОИ ↓	ВИ ↑		←
4	•				•			•		ВИ ↑		ИИ ↑	←
5	•				•			•				ВИ ↑	←
6	•				•				•	ВИ ↑			←
7	•					•		•		ВОИ ↑	ВИ ↑		←
8	•	▨	▨	•	▨	▨	•	▨	▨	ВОИ ↑	ВИ ↑		←
9	•					•			•	ВОИ ↑	ВИ ↑		←
10		•			•			•		ВИ ↓	ВОИ ↓		←
11	▨	•	▨	▨	•	▨	▨	•	▨	ВОИ ↓			←
12		•			•				•	ВОИ ↓	ВИ ↑		←
13		•			•				•	ВИ ↓			←
14	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨				←
15		•			•				•	ВИ ↑			←
16		•				•		•		ВОИ ↑	ВИ ↓		←
17	▨	•	▨	▨	•	▨	▨	•	▨	ВОИ ↑			←
18		•				•			•	ВОИ ↑	ВИ ↑		←
19			•		•				•	ВИ ↓	ВОИ ↓		←
20	▨	•	▨	▨	•	▨	▨	•	▨	ВИ ↓	ВОИ ↓		←
21			•		•				•	ВИ ↓	ВОИ ↓		←
22		•			•				•	ВИ ↓			←
23		•				•			•			ВИ ↓	←
24		•				•			•	ВИ ↓			←
25		•				•		•		ВОИ ↑	ВИ ↓		←
26	▨	•	▨	▨	•	▨	▨	•	▨	ВОИ ↑	ВИ ↓		←
27		•				•			•	ВОИ ↑	ВИ ↓		←

Рис. 9. Схема управления параметрами аэротенка с вторичным отстойником.

Оптимальные значения этой величины в мг ХПК/г ила для различных модификаций процессов следующие: средненагруженные — 100; контактно-стабилизационные — 90; процессы в аэротенках-осветлителях — 140.

Три контролируемые величины с тремя диапазонами значений каждая могут образовать $3^3=27$ сочетаний (см. рис. 9). Естественно, что оптимум значений всех трех величин должен находиться посередине диапазона возможных сочетаний (режим 14, густая штриховка). К этому оптимуму режима эксплуатации следует стремиться при регулировании параметров аэротенков. Поскольку такая контролируемая величина, как нагрузка на ил, предопределяет весь процесс очистки, ее оптимальные значения также могут указывать на возможные режимы работы аэротенков, при которых следует корректировать только интенсивность аэрации и работу вторичных отстойников (удаление избыточного ила), (режимы 2, 8, 11, 17, 20 и 26, простая штриховка). Незаштрихованные строки схемы означают неблагоприятные режимы работы аэротенков, при которых процесс очистки может нарушиться, то есть привести к ухудшению эффекта очистки. В этих случаях необходима корректировка регулируемыми параметрами, как показано в правой части схемы.

В графе «Корректировка регулируемыми параметрами» приведены варианты действий по мере их значимости и влияния на контролируемые величины: если недостаточно 1-й коррекции, выполняется 2-я и в случае необходимости — 3-я. Виды операций указаны символами, а направления операций показаны стрелками: например, ВОИ ↓ (стрелка направлена вниз) означает, что нужно уменьшить время обработки ила (объем регенератора), ВИ ↑ (стрелка направлена вверх), что необходимо увеличить расход возвратного ила, и т. д. Все операции корректировки процесса обеспечиваются тремя регулируемыми параметрами: временем регенерации (объемом регенератора), расходами возвратного и избыточного ила.

В графе «Последствия при отсутствии корректировки» показаны возможные нарушения процесса работы аэротенков, если не проводить корректировку при изменениях контролируемых величин.

Например, внезапное повышение нагрузок сдвинуло процесс из стабильного (проектного) режима 14 в режим 15. Если не корректировать процесс, то он может перейти в режим 18, в котором соответственно нагрузке увеличится и скорость потребления кислорода, то есть может возникнуть его дефицит выше расчетного значения, что, в свою очередь, приведет к вспуханию активного ила, и процесс перейдет в нежелательный режим 27. Корректировка увеличением расхода возвратного ила (режим 15) компенсирует увеличение количества поступающих загрязнений, так как сохранит заданную величину нагрузки на ил, и процес восстановится в режим 14.

Если процесс протекает стабильно, но произошло самоокисление или вспухание активного ила (режимы соответственно 6 и 23), то можно не производить корректировку, так как эти нарушения не носят угрожающего характера, хотя такие режимы нежелательны ввиду возможного выноса ила из вторичных отстойников. Процесс должен со временем стабилизироваться самопроизвольно, но если этого не произойдет, рекомендуется соответственно увеличить или уменьшить расход возвратного ила (графа 3).

Обычно в ходе эксплуатации аэротенков опасаются повышения нагрузок. Однако понижение их также является весьма неблагоприятным фактором, так как ил, стабильно работающий в режиме средних нагрузок, при дефиците питания изменяет скорость прироста, то есть возраст, к чему он не может быстро адаптироваться.

Например, если процесс перешел в режим 13, то без корректировки уменьшится скорость потребления кислорода и он далее перейдет в режим 10. Этот режим тоже неустойчив, так как ил подвергается самоокислению, хлопья становятся более тяжелыми и мелкими, вследствие чего ухудшаются их седиментационные свойства (хотя улучшается способность к уплотнению) и начинается вынос ила. Процесс переходит в режим 1, являющийся нежелательным. Корректировка режима 13 уменьшением расхода возвратного ила повысит нагрузку на ил и стабилизирует процесс опять в режиме 14. Если корректировка запоздает и процесс перейдет в режим 10 или 1, придется выполнять более сложную работу: уменьшить расход возвратного ила и объем регенератора или (в режиме 1) уменьшить объем регенератора, увеличить расход возвратного ила и увеличить удаление избыточного ила, чтобы сделать его более «молодым» (уменьшить возраст).

Представленная схема охватывает общие правила регулирования работы аэротенков в ходе их эксплуатации по минимальному числу контролируемых величин и регулируемых параметров. В каждом отдельном случае в ходе пуска наладочных работ составляют на основе рекомендованной схемы подробные инструкции применительно к конкретной модификации процесса и типу аэротенков.

Эта схема может стать основой и для разработки АСУ для очистных станций канализации.

Для правильного регулирования работы аэротенков недостаточно только сведений о контролируемых величинах. Рекомендуется осуществлять их количественную оценку во взаимосвязи друг с другом. Нагрузка на ил как главная контролируемая величина оказывает влияние не только на скорость потребления кислорода и седиментационные характеристики ила, но и на величину регулируемых параметров: подачу кислорода, расход избыточного ила и возраст ила. Это влияние выражается, в частности, в том, что при различных нагрузках на ил будут различ-

ными: отношение максимальной скорости переноса кислорода к скорости его потребления, удельный прирост ила относительно единицы величины снятой БПК, а также относительный прирост ила (в проц. от его количества в системе).

На рис. 10 представлены графические зависимости некоторых величин и параметров от нагрузки на ил. В диапазоне нагрузок, принятом в качестве оптимального для средненагруженных аэротенков — 0,2—0,4 г БПК/г в сутки, оптимальные значения удельного прироста ила составляют 0,75—0,87 г беззольной массы на

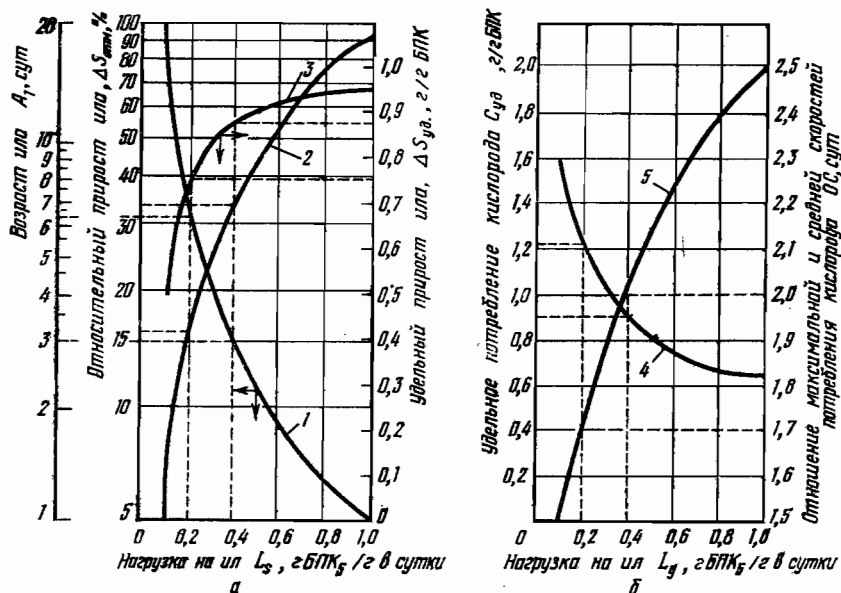


Рис. 10. Зависимости основных технологических параметров аэротенков от нагрузки на ил:

а — параметры, характеризующие кинетику илового баланса; б — то же, характеризующие кислородный режим; 1 — $A = f(l_s)$; 2 — $\Delta S_{отн} = f(l_s)$; 3 — $\Delta S_{уд} = f(l_s)$; 4 — $C_{уд} = f(l_s)$; 5 — $OC/C_{уд} = f(l_s)$.

1 г снятой БПК_{полн}, относительного прироста — 15—36% от беззольной массы илового запаса в комплексе биохимической очистки (при концентрации ила 2—3 г/л). Возраст ила в этом случае должен быть в пределах 3—7 суток. В СНИП II-32-74 приведены аналогичные данные для проектирования. Представленные данные позволяют эксплуатационникам варьировать режимы работы аэротенков при отклонениях параметров процесса от проектного значения. Это особенно важно для регулирования работы новых высокопроизводительных аэрационных сооружений, параметры которых не указаны в СНИП.

Скорость потребления кислорода активным илом приведена в оптимальном диапазоне значений для определенного диапазона

нагрузок. Однако в то же время она является функцией количества удаленных илом загрязнений, поэтому в практике эксплуатации рекомендуется пользоваться удельной величиной потребления кислорода, отнесенной к единице величины снятой БПК. На рис. 10, б представлена зависимость удельного потребления кислорода от нагрузки на ил (см. кривую 4), которая определяет оптимальный диапазон для средненагруженных аэротенков в пределах $0,85—1,22 \text{ г O}_2/1 \text{ г снятой БПК}_{\text{полн}}$.

Для обеспечения стабильности работы активного ила необходимо такое обеспечение иловой смеси кислородом, чтобы оно соответствовало скорости его потребления. Однако при различных значениях нагрузок на ил в связи с изменением скорости дыхания изменяется и пропорция между количествами подаваемого и потребляемого кислорода (см. кривую 5).

Таким образом, управление процессом очистки сточных вод активным илом с помощью регулируемых параметров осуществляется расчетом этих параметров как функций нагрузки на ил по представленным зависимостям.

Например, изменение нагрузки необходимо компенсировать временем обработки ила (объемом регенератора), которое изменяет скорость потребления кислорода, а также влияет на прирост ила, то есть нужно скорректировать и расход избыточного ила. Допустим, нагрузка на ил повысилась с 0,4 до 0,5 г БПК/г·сут. Тогда удельное потребление кислорода должно составить 0,8 г O₂/г БПК, а отношение окислительной способности аэрационной системы к удельному потреблению кислорода — 2,13. Следует повысить ОС аэрационной системы на $(2,13—2) : 2 \times 100 = 6,5\%$. Это значит, что в случае среднепузырчатой системы пневматической аэрации на столько же нужно увеличить подачу воздуха в регенератор. Согласно кривой 3 (см. рис. 10) удельный прирост ила возрастет на $(0,9—0,88) : 0,88 \times 100 \approx 2,3\%$. Зная в конкретных условиях количество удаляемых за сутки загрязнений и влажность избыточного ила, нетрудно рассчитать, на сколько следует увеличить расход избыточного ила. При известных величине илового запаса в системе и влажности ила эту же операцию можно выполнить и в расчете по относительному приросту ила.

Изменение возраста ила на $(2,8—2,3) : 2,3 \times 100 = 21,8\%$ может повлиять на его седиментационные характеристики (рис. 11). Компенсировать эти изменения можно изменением массовой нагрузки на вторичные отстойники за счет корректировки расхода возвратного ила согласно зависимости (12). Однако при этом обязательна проверка величины времени обработки активного ила (регенерации) как по исходной концентрации загрязнений и ила в регенераторе [9], так и по гидравлическому расчету регенератора.

Приведенная последовательность корректировки регулируемыми параметрами процесса биохимической очистки при ручном управлении довольно сложна, но все же необходима. С развити-

ем автоматизированных систем управления на базе ЭВМ эта процедура для эксплуатационного персонала значительно упростится.

Пользуясь приведенной последовательностью и характером операций, при пуске необходимо выработать технологические регламенты методов управления, в частности аэрационными сооружениями и всем комплексом очистной станции. Рабочие регламенты и программы технологических операций по корректировке процессов очистки могут быть сформированы в конкретных условиях в ходе эксплуатации сооружений. Например, может оказаться целесообразным при определенном количестве вторичных отстойников выделить один или два из них для системы удаления избыточного ила, а остальные будут использоваться только в контуре рециркуляции возвратного ила (рис. 12). В этом случае расход избыточного ила изменяется с изменением расхода иловой смеси, поступающей на выделенные отстойники, а расход осевшего ила как избыточного будет постоянным при использовании емкости отстойника как буфера, регулирующей емкости для ила. Это создает бла-

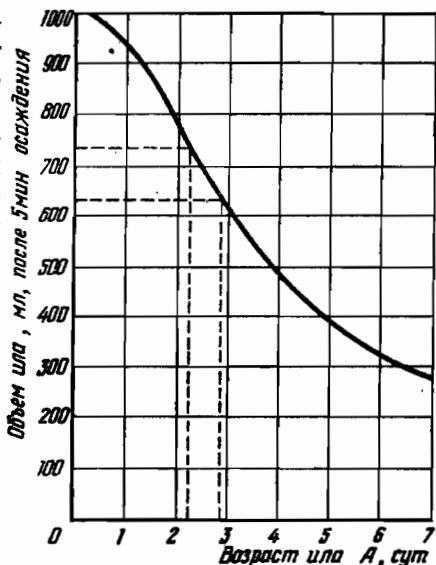


Рис. 11. Зависимость седиментационных характеристик ила от его возраста.

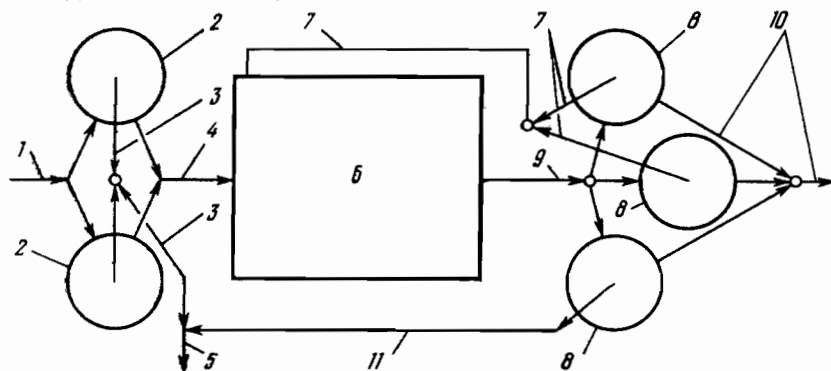


Рис. 12. Вариант схемы комплекса биохимической очистки с выделением вторичного отстойника для обработки избыточного ила:

1 — подача сточных вод; 2 — первичные отстойники; 3 — сырой осадок; 4 — осветленная сточная жидкость; 5 — удаление смеси осадка и ила на обработку; 6 — аэротенки; 7 — возвратный активный ил; 8 — вторичные отстойники; 9 — иловая смесь после аэротенков; 10 — очищенная вода; 11 — избыточный активный ил.

гоприятный режим работы сооружений по обработке осадков, а при уменьшениях гидравлических нагрузок на выделенные вторичные отстойники ил в них будет уплотняться. Такая схема удаления избыточного ила облегчит эксплуатацию аэротенков.

Комбинированные аэрационные сооружения

Под комбинированными сооружениями подразумеваются аэротенки-отстойники и аэротенки-осветлители, имеющие внутреннюю гидравлическую связь. Оба эти типа сооружений работают со взвешенным (псевдооживленным) слоем активного ила и внутренней циркулирующей между зонами аэрации и разделения иловой смеси. Различие, которое должны хорошо представлять себе эксплуатационники, заключается в том, что в аэротенках-отстойниках взвешенный слой ила образуется за счет действия расхода сточных вод, а в аэротенках-осветлителях — за счет энергии рециркулирующего потока. При этом главную роль играет степень рециркуляции иловой смеси, пределы которой обусловлены конструкцией сооружений. В аэротенках-отстойниках самопроизвольная рециркуляция невысокая. В аэроакселаторах она не превышает 300%, а в сооружениях конструкций АКХ им. К. Д. Памфилова еще ниже. Поэтому в них предусмотрена перекачка возвратного ила эрлифтами. В аэротенках-осветлителях степень рециркуляции составляет 700—1500%, что в 7—15 раз выше расхода сточных вод.

Для регулирования работы аэротенков-отстойников и аэротенков-осветлителей большое значение имеет гидравлическая нагрузка на взвешенный слой.

Управление работой комбинированных аэрационных сооружений заключается в поддержании концентрации активного ила во взвешенном слое соответственно гидравлической нагрузке с учетом величины илового индекса. В зависимости от гидравлической нагрузки таким образом можно определить расход избыточного ила.

На рис. 13 представлена зависимость критерия iS от гидравлической нагрузки на поверхность зоны отстаивания [6], где i — иловый индекс, $см^3/кг$; S — концентрация ила по сухому веществу, $г/л$. Оператор, зная по данным лабораторного анализа величину илового индекса и измерив расход сточных вод, выполняет следующие действия: рассчитывает гидравлическую нагрузку путем деления часового расхода (максимального) на поверхность взвешенного слоя в сооружении; по графику (см. рис. 13) определяет критерий iS ; делит эту величину на величину илового индекса и получает необходимое значение концентрации ила по сухому веществу; определяет фактическое значение концентрации ила и при превышении его над расчетным сбрасывает избыточный ил в количестве, рассчитанном по разнице концентраций и влажности. Эти операции поясним на примере.

Пример. Необходимо отрегулировать работу аэроакселатора диаметром 9 м, площадь взвешенного слоя которого составляет 39,3 м², а объем, занимаемый илом, — 290 м³. Измеренный максимальный часовой расход составляет 45 м³/ч. По данным анализов, концентрация ила равна 4,5 г/л и иловый индекс — 120 см³/г (отмечено вспухание ила). Оператор визуально определил, что начался излишний вынос ила из сооружения и принял решение о необходимости регулировки режима его работы. Гидравлическая нагрузка равна 45 : 39,3 = 1,144 м³/м² в час. Ей соответствует (рис. 13) критерий *iS*, равный

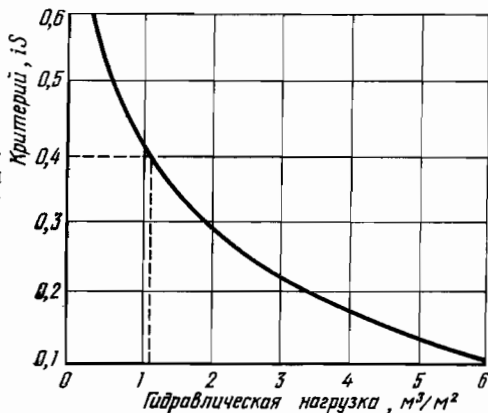


Рис. 13. Зависимость произведения величины илового индекса и концентрации сухой массы ила от гидравлической нагрузки на взвешенный слой в аэротенках-отстойниках.

0,39. При величине илового индекса 120 см³/г или 0,12 см³/кг концентрация ила по сухому веществу должна быть 0,39 : 0,12 = 3,25 г/л. При влажности ила 99,65% (данные анализов) количество избыточного ила, которое необходимо удалить, составляет (4,5 — 3,25) : (100 — 99,65) · 100 : 1000 · 290 = 103,5 м³ (приблизительно третья часть объема ила). После устранения причины вспухания ила иловый индекс понизился до 90 см³/г, а гидравлическая нагрузка осталась прежней. Тогда при величине *iS* = 0,39 рабочая концентрация ила должна быть равна 0,39 : 0,09 = 4,34 г/л, то есть в период последующего притока ила с 3,25 до 4,34 г/л сбрасывать избыточный ил нельзя. Только после достижения концентрацией ила расчетного значения можно приступить к удалению избыточного ила согласно технологическому регламенту.

Регулирование работы аэротенков-осветлителей проводят аналогичным образом, увязывая с корректировкой по степени рециркуляции. На рис. 14 представлена зависимость концентрации ила по сухому веществу от гидравлической нагрузки на взвешенный слой при различной степени рециркуляции и величина илового индекса 100 см³/г. Для других значений илового индекса расчет рабочего режима нужно производить по графику на рис. 13 согласно приведенному примеру, но скорректировать рабочую концентрацию ила с учетом изменения рециркуляции по зависимости на рис. 14.

Регулирование степени рециркуляции в комбинированных аэрационных сооружениях производится с помощью шиберов на переливных окнах в перегородках в верхней части зон дегазации. Рециркуляционный расход рекомендуется измерять с помощью импульсного введения раствора соли в сечение рециркуляционного потока, расположенного в нижней части зон осветления (в ще-

ли) и фиксации его солемером в месте выхода потока у кромки зуба. Зная длину зуба (путь), сечение щели и время прохода потока, вычисляют рециркуляционный расход.

Уровень поверхности взвешенного слоя активного ила в нормальном режиме эксплуатации должен находиться на уровне нижней кромки перегородки, отделяющей зону дегазации от зоны осветления (отстаивания). В аэротенках-осветлителях допуска-

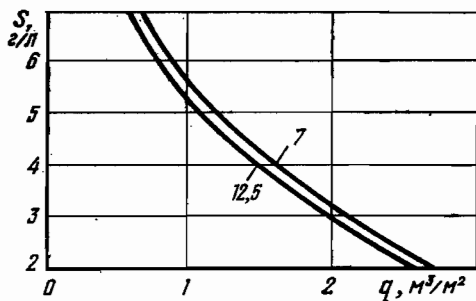


Рис. 14. Зависимость концентрации ила от гидравлической нагрузки на взвешенный слой с учетом степени рециркуляции в аэротенках-осветлителях.

ется подъем уровня взвешенного слоя при его расширении в пределах защитной зоны до отметки 0,5 м от поверхности осветленной воды, но только в часы максимального притока. При таком предельном расширении взвешенного слоя производят регулировку путем сброса избыточного ила согласно приведенному оперативному расчету, выясняют причину расширения слоя и устраняют ее.

Для продувания нижней щели в аэротенках-осветлителях предусмотрены специальные аэраторы крупнопузырчатого типа, управление которыми вынесено к распределительному воздушно-му коллектору вверху над зоной аэрации. Процесс продувания длится 20—30 мин. Рекомендуется продувать щель периодически, один раз в сутки, даже при отсутствии видимых засорений. Это обеспечит удаление ила, отлагающегося в неровностях строительных конструкций в нижней части зон осветления.

Вспухание ила можно устранить кратковременным подщелачиванием среды. Для этого нужно убедиться, что вспухание обусловлено развитием нитчатых бактерий. Затем отключают одну секцию сооружения, воздух продолжает подаваться, и в рециркулирующую иловую смесь постепенно вводят 10—15%-ный раствор щелочи (можно вводить раствор соды или извести) до тех пор, пока pH не достигнет значения 10—11; далее аэротенк работает в замкнутом режиме с интенсивной рециркуляцией в течение 1—1,5 суток, после чего можно подать небольшой расход сточной жидкости, с тем чтобы в течение 5—6 суток pH среды был около 8,5—9. В последующие 7—8 суток расход повышают до расчетного.

Если причиной вспухания ила является чрезмерный дефицит кислорода или биогенных элементов, необходимо привести эти параметры в соответствие с расчетными.

Если вспухание ила произошло из-за поступления со сточной жидкостью токсичных веществ, рекомендуется удалить такое количество избыточного ила, чтобы его концентрация упала не ниже 2 г/л. Затем аэротенки-осветлители или аэротенки-отстойники должны эксплуатироваться в режиме повышенных нагрузок, но не более 1,5 г БПК₅/г в сутки в течение периода, пока за счет повышенного прироста ила не обновится его состав, а концентрация достигнет расчетной величины.

Комбинированные аэрационные сооружения работают с большей производительностью, чем аэротенки с отдельными вторичными отстойниками. Это обусловлено тем, что геометрическая форма их обеспечивает лучшие условия контактирования активного ила с загрязнениями и растворенным кислородом. Поэтому в ходе эксплуатации комбинированных сооружений рекомендуется в начальный период проверить, нет ли отложений ила в отдельных местах зон аэрации и разделения иловой смеси. Такие явления могут быть из-за некачественного выполнения строительных работ или неравномерного распределения воздуха по длине сооружения и между его частями. Нужно устранить замеченные дефекты, так как они нарушают гидродинамические условия работы сооружений и не дают возможности использовать преимущества их геометрической формы. В случаях уменьшения концентрации растворенного кислорода необходимо увеличить подачу воздуха.

Следует учитывать, что такой регулируемый параметр, как подача воздуха, в комбинированных сооружениях влияет одновременно на концентрацию растворенного кислорода и степень рециркуляции (на условия массообмена и разделения иловой смеси). Поэтому регулировать кислородный режим в комбинированных аэрационных сооружениях с помощью этого параметра нужно осторожно, проверяя величину степени рециркуляции мерами расхода и регулируя его шиберами.

Предел степени рециркуляции в аэротенках-отстойниках — 500%, в аэротенках-осветлителях — 2500%. При повышении возможен вынос взвешенного слоя активного ила, т. е. полное нарушение эксплуатационного режима.

Аэротенки со ступенчатой схемой очистки

Аэротенки со ступенчатой схемой эксплуатируются в режимах, соответствующих концентрации и составу поступающих загрязнений и поставленной в проекте технологической задаче [9]. Если ступенчатая схема аэротенков предусмотрена проектом с целью эффективной очистки высококонцентрированных сточных вод, то основным критерием регулирования является качество очищенной воды. При наличии в сточной жидкости загрязнений, окисляющихся с различной скоростью, критерием регулирования является остаточная концентрация вида загрязнений (субстрата),

окисляющихся с наименьшей скоростью. Если схема предусмотрена с целью минерализации ила на последней ступени, критерием регулирования является минимум прироста ила и его конечная зольность.

Главное технологическое требование, необходимое для правильного функционирования ступенчатой схемы аэротенков,— это поддержание специфического состава активного ила на каждой ступени.

Ступенчатая схема аэротенков, предназначенная для очистки высококонцентрированных сточных вод, должна работать с высокими нагрузками на первой ступени и низкими — на последующих, так чтобы усредненная нагрузка на весь иловый запас находилась в оптимальных пределах (см. рис. 10). Нагрузка на ил в первой ступени двухступенчатой схемы аэротенков должна быть в пределах 1,2—2 г БПК₅ на 1 г сухой массы ила в сутки, на второй ступени — 0,12—0,2 г БПК₅/г в сутки. Время обработки сточной жидкости на первой ступени — в среднем 0,3—1 ч, на второй — 1—4 ч. Для городских сточных вод с концентрацией загрязнений по БПК_{полн} 250—500 г/м³ соотношение времени обработки на первой и второй ступенях составляет обычно от 1 : 3 до 1 : 4. Тогда при удалении на первой ступени 50% БПК [18] для определения средней приведенной нагрузки на ил в целом по схеме рекомендуется формула

$$lS_{\text{прив}} = lS_1 S_{\text{I}} / (S_{\text{I}} + nS_{\text{II}}), \quad (13)$$

где lS_1 — нагрузка на ил в первой ступени; S_{I} и S_{II} — концентрация сухой массы ила соответственно в аэротенках первой и второй ступеней; n — отношение значений времени обработки сточных вод во второй и первой ступенях.

Например, если нагрузка на ил в аэротенках первой ступени 1,5 г БПК₅/г·сут, концентрация ила в первой ступени 2 г/л, во второй 3 г/л. Отношение времени обработки сточной жидкости в первой и второй ступенях 1:3,5, приведенная нагрузка на ил $1,5 \cdot 2 : (2 + 2,5 \cdot 3) = 0,24$ г БПК₅/г в сутки, что отвечает нижней части оптимального диапазона средних нагрузок на активный ил городских очистных сооружений.

Таким образом, регулирование двухступенчатой схемы аэротенков производят в целом так же, как и одноступенчатой, причем в качестве главной контролируемой величины принимают приведенную нагрузку на ил. Каждая ступень регулируется в своем диапазоне оптимальных нагрузок, но регулировка параметров аэротенков второй ступени полностью зависит от работы аэротенков первой ступени. Соблюдение рабочих нагрузок на ил в пределах каждой ступени не является таким неперенным условием, как в одноступенчатых аэротенках, а корректируется в зависимости от изменения концентраций загрязнений сточной жидкости. Если концентрация понижается на определенное время и это понижение остается устойчивым, первая ступень может обес-

печить полный или почти полный эффект очистки, что в условиях двухступенчатой схемы не является благоприятным, так как для активного ила второй ступени может не хватать питания. В таком случае рекомендуется уменьшить количество рабочих секций первой ступени на столько, чтобы концентрация загрязнений в сточной воде, поступающей во вторую ступень, обеспечила оптимальную для нее нагрузку на ил. Хотя вторая ступень полностью зависит от работы первой ступени, она определяет устойчивость технологического процесса в целом. Даже если понижение концентрации будет таким, что потребуются временно перевести аэротенки на одноступенчатую схему работы, то аэротенки второй ступени нужно оставить действующими. При повышении концентрации загрязнений их включают в работу с использованием активного ила, удаляемого в качестве избыточного из аэротенков второй ступени.

Ступенчатая схема аэротенков, предназначенная для очистки городских сточных вод с большой долей промышленных стоков, должна обеспечивать полную биохимическую очистку при максимуме сброса трудноокисляемых загрязнений, на что и рассчитывается. Поэтому регулирование такой схемы не представляет сложности.

Ступенчатая схема аэротенков, предназначенная для станции с минимумом прироста ила, также эксплуатируется легко, потому что выбранный критерий сопровождается общей низкой нагрузкой на ил, при которой эффект снижения БПК высок. Регулирование схемы в ходе ее эксплуатации заключается в том, что при повышении органических нагрузок и снижении зольности ила весь избыточный ил, удаляемый в этом случае только из последней ступени, направляется временно обратно в первую ступень. Таким образом, в период перегрузок произойдет накопление и минерализация иловой массы. При понижении нагрузок избыточный ил следует удалить, так как он минерализован. Концентрация оставшегося ила должна обеспечить расчетные нагрузки на ступени, характерные для модификации ступенчатой схемы аэротенков.

Аэрационное оборудование

Эксплуатация оборудования систем пневматической аэрации состоит в обслуживании воздуходувных агрегатов, устройств для очистки воздуха, воздухораспределительных систем и собственно аэраторов, диспергирующих воздух в иловой смеси и сточной жидкости. Кроме этого, операторы и машинисты на воздуходувных станциях должны координировать свою работу с операторами аэротенков, которые регулируют подачу воздуха.

Воздухозаборные шахты и трубы должны осматриваться ежедневно, чтобы не допустить случайного попадания посторонних предметов, животных и птиц на фильтры. Периодически один раз

в месяц фильтры промывают горячим содовым раствором (60—70° С) и заправляют веретенным маслом согласно паспорту на фильтры. Во время этих операций включают в работу резервные панели фильтров. Подавать воздух, минуя фильтры, не разрешается, так как это способствует засорению пористых аэраторов, прочистка которых очень сложная.

На воздуходувках регулярно в течение смены контролируют температуру подаваемого воздуха, подшипников и охлаждающей воды, давление воздуха на всасывание и на напорной линии, давление в системе смазки, количество воды, расходуемой на охлаждение подшипников, уровень или наличие смазки подшипников. Количество подаваемого воздуха производится с пересчетом на температуру 20° С и давление 760 мм рт. ст.

Эксплуатация оборудования систем механической аэрации состоит в поддержании работоспособности аэраторов. Регулирование аэротенков с механической аэрацией по подаче кислорода осуществляется включением и выключением части их или по возможности изменением частоты вращения и глубины погружения рабочих органов.

Для сохранения механических аэраторов в исправности нужна надежная работа средств защиты электродвигателей — тепловых реле, сигнализации и т. д. Тепловые реле на щитах управления аэраторами должны быть рассчитаны на предельный ток, указанный в паспорте аэратора, что строго соблюдается.

Ежедневно следует проверять температуру двигателей, подшипников, наличие смазки всех движущихся частей, уровень масла в редукторах, а периодически один раз в месяц — сопротивление обмоток двигателей согласно паспортным данным. При необходимости их направляют на сушку или перемотку.

Не допускается работа электродвигателей со сломанными лопатками охлаждающих вентиляционных устройств или со смятыми защитными крышками, ограждающими эти устройства.

Один раз в неделю рекомендуется проверять центровку муфт цилиндрических аэраторов, даже если нет видимых нарушений их работы. Ограждения муфт должны быть всегда в исправном состоянии, а после осмотров и технического обслуживания установлены на место.

Роторные аэраторы с цепными передачами работают устойчиво, если цепи нормально натянуты, а плоскости ведущей и ведомой звездочек совпадают по вертикали. Поэтому необходимо ежедневно проверять натяжение цепей и состояние их смазки, а также следить за положением звездочек. При износе зубьев звездочек появляется стук и рывки цепи; нельзя допускать такого режима работы цепной передачи, нужно немедленно сменить изношенную звездочку.

Подшипники роторных аэраторов работают нормально и отработают положенный им ресурс, если они заполнены смазкой согласно паспорту и эту смазку своевременно контролируют, до-

полняют и заменяют, а также если рабочий орган — ротор хорошо сбалансирован. При дебалансе ротора работа аэратора совершенно недопустима. Дебаланс, даже если его не было при пуске аэратора, может появиться вследствие ослабления крепления лопаток к валу ротора или срыва нескольких лопаток. Поэтому состояние крепления лопаток должно контролироваться регулярно один раз в 3—4 дня.

В турбинных аэраторах проверяют узел уплотнения сальника в месте выхода вала из планетарного редуктора. Течи масла могут появиться вследствие ослабления пружины сальника или неравномерного износа прижимной шайбы. Этот узел рекомендуется подвергать осмотру регулярно один раз в неделю и ежемесячно проводить профилактическую ревизию. При капитальном ремонте детали узла уплотнения вала заменяют новыми.

Возможны срезывания шпилек продольно-свертных муфт турбоаэраторов вследствие разбалансирования вала. Рекомендуется один раз в 2—3 дня проводить осмотры муфт, подтяжку шпилек и ежемесячно проверять, нет ли дебаланса вала. Опорный подшипниковый узел в верхней части вала ежедневно проверяют на наличие смазки и отсутствие посторонних шумов.

Импеллерные аэраторы, не имеющие передач вращения от двигателя к валу, работают наиболее устойчиво, но в ходе их эксплуатации нужно регулярно контролировать смазку подшипников, особенно нижнего. Периодически один раз в месяц аэратор извлекают из жидкости и проверяют крепление турбинки стопорной гайкой, которая не должна отходить или ослабиться.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ДООЧИСТКИ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ДООЧИСТКИ БИОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Фильтрующие траншеи и колодцы

Эксплуатация фильтрующих сооружений для доочистки биохимическими методами сточных вод определяется процессами, протекающими в них. Сооружения, расположенные в условиях, максимально приближенных к естественным, являются, по существу, последующей ступенью биохимической очистки, и их регулирование и обслуживание аналогично.

Обслуживание работы фильтрующих слоев в естественных условиях полностью зависит от времени года и эффективности работы основных сооружений биохимической очистки.

Фильтрующие траншеи по конструкции и технологии работы приближаются к биофильтрам, однако условия аэрации загрузки (рис. 15) не позволяют считать ее интенсивность аналогичной

интенсивности аэрации биофильтров. Фильтрующие траншеи, называемые иногда подземными биофильтрами, являются промежуточным звеном между сооружениями для биологической очистки в естественных и искусственных условиях.

Обслуживание фильтрующих траншей, загрузка которых находится под слоем грунта и защищена таким образом от атмосферного воздействия, более затруднительно, чем обслуживание биофильтров, но в то же время проще по объему и видам операций.

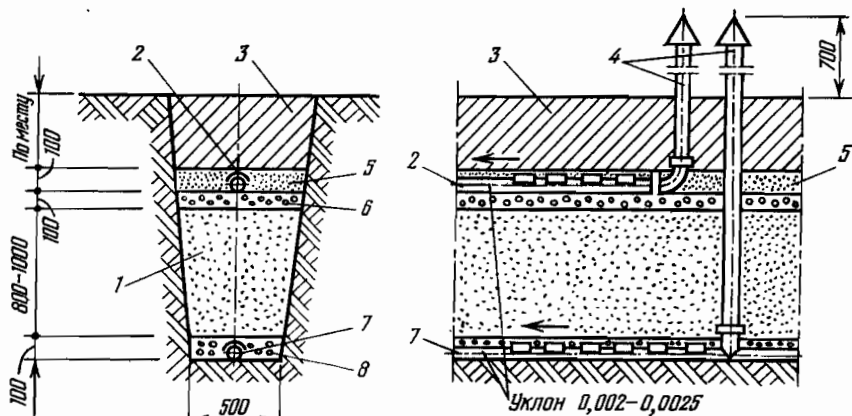


Рис. 15. Схема фильтрующей траншеи для доочистки биохимически очищенных сточных вод:

1 — крупнозернистый песок; 2 — оросительная труба; 3 — засыпка; 4 — вентиляционные стояки; 5 — промежуточный слой песка; 6 — распределительный слой песка; 7 — нижняя дрена; 8 — гравийная засыпка.

Нужно постоянно следить за уровнем грунтовых вод, который согласно расчетам не должен находиться выше 1 м от уровня нижней дрены, но в практике возможны его повышения в периоды сильных паводков и ливней. В таких случаях рекомендуется подавать в нижнюю дрена через ее вентиляционный стояк хлорную воду с концентрацией активного хлора и расходом, обеспечивающим концентрацию его в очищенной воде 3 г/м^3 . Хлорную воду готовят в отдельной деревянной емкости с применением хлорной извести. Хлорная вода подается только в течение не предусмотренного проектом повышения грунтовых вод, контроль за уровнем которых ведут с помощью специальных шурфов, отрытых на расстоянии 5—7 м от нижнего края последней дрены.

Посадка вблизи фильтрующих траншей деревьев и кустарников, корни которых могут вывести из строя дрены и загрузку, не разрешается. На поверхности грунтового слоя, перекрывающего траншею, можно выращивать только огородные культуры или другие растения с малоразвитой корневой системой.

Работа фильтрующих траншей всецело зависит от соблюдения допустимых гидравлических нагрузок и концентрации остаточных загрязнений в сточной жидкости, поступающей на доочистку. Оптимальными значениями этих параметров являются величина гидравлической нагрузки 0,4—0,5 м³ на 1 м траншеи или 1 м³ на 1 м³ загрузки слоя крупнозернистого песка (рис. 15) в сутки при концентрации взвешенных веществ в поступающей жидкости до 20 г/м³ и БПК_{полн} до 30 г/м³.

Если концентрации загрязнений, поступающих на фильтрующие траншеи сточных вод, превысят указанные значения, возможно быстрое заиливание фильтрующего слоя. Завышенная гидравлическая нагрузка может привести к перегрузке фильтра сверх его пропускной способности и переполнению загрузки. В обоих случаях нарушение работы фильтрующей траншеи проявится в переполнении оросительной трубы (верхней дрены), что сделает невозможной подачу воды на доочистку.

Восстановить работу фильтрующей траншеи при гидравлической перегрузке можно снижением расхода сточных вод до расчетного значения. При этом часть биохимической очищенной воды направляется на обеззараживание и сброс, минуя доочистку, только в период перегрузки. Восстановление работы траншеи при заиливании фильтрующего слоя осуществляется промывкой и хлорированием загрузки аналогично тому, как это делается на биофильтрах, но с более интенсивным промыванием дрен.

Промывание и хлорирование загрузки необходимо также и при нормальной работе фильтрующих траншей периодически один раз в год, желательно в весенний период, чтобы в теплое время быстро восстановилась микрофлора фильтрующей загрузки (на 2—5 суток).

Правильно эксплуатируемая фильтрационная траншея должна функционировать бесперебойно 15—18 лет. По истечении этого времени ее вскрывают и заменяют загрузку и дрены.

Фильтрационно-обогатительные колодцы и биологические пруды

Фильтрационно-обогатительные колодцы технологически являются упрощенным видом фильтрующих траншей, поэтому их эксплуатация также аналогична. Сточная жидкость, поступающая после биохимической очистки на доочистку в фильтрационно-обогатительные колодцы, фильтруется через слой загрузки и далее попадает в подстилающий песчаный слой грунта. Поэтому для контроля качества доочистки отрывают шурфы в этом подстилающем слое и отбирают пробы из водонасыщенного грунта в непосредственной близости от колодца.

Поверхность фильтрующего слоя в фильтрационно-обогатительных колодцах регулярно два раза в год очищают от слоя осадка или заменяют новой засыпкой высотой 10—20 см. Внут-

при колодцах не допускается появление слоя жидкости над поверхностью загрузки. При ее появлении слоем до 10 см сначала откачивают эту жидкость (можно ручным насосом БКФ-2), затем промывают фильтр чистой водой со штыкованием загрузки ломом или другим твердым предметом и хлорируют колодец 2%-ным осветленным раствором хлорной извести с содержанием 20—25% активного хлора. На 1 м² поверхности слоя загрузки колодца расходуется 15—20 л хлорной воды.

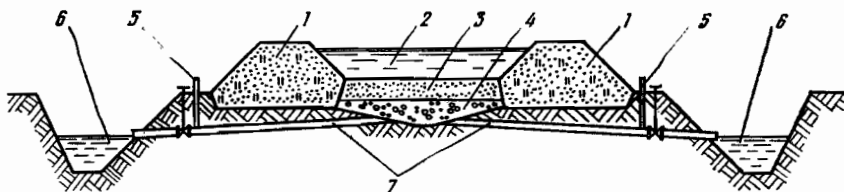


Рис. 16. Схема фильтрационно-обогатительного пруда:

1 — дамбы; 2 — вода, поступающая после полной биохимической очистки (фильтрационный пруд); 3 — песчаный слой (медленный фильтр); 4 — дренаж из щебня; 5 — промывочные стойки; 6 — биопруды (вторая ступень доочистки); 7 — удаление фильтрата.

Средний срок службы фильтрационно-обогатительных колодцев до смены материала фильтрующей загрузки 8—10 лет [4].

Фильтрационно-обогатительные пруды (рис. 16) сочетают в себе технологические элементы водопроводных медленных фильтров и биологических прудов [5]. В первой ступени доочистки сточные воды под действием гидростатического давления профильтровываются через слой песка, затем фильтрат поступает на вторую ступень доочистки — в биопруды.

Эксплуатация фильтрационной ступени фильтрационно-обогатительных прудов (ФОП) заключается в соблюдении гидродинамических характеристик процесса медленной фильтрации.

Прежде всего — это поддержание слоя воды над песчаным фильтром высотой 0,6—1 м путем регулирования подачи сточных вод с сооружений биохимической очистки на отдельные карты ФОП и отвода фильтрата в биопруды (на вторую ступень доочистки). Если уровень слоя воды над фильтрующей постелью превышает 1 м и его невозможно уменьшить, значит, фильтр засорен и требуется его регенерация. Восстановление работы медленного фильтра очень сложно, так как нельзя допускать перемешивания фильтрующего и поддерживающего слоев. Фильтрующий слой песка крупностью зерен 0,3—0,5 мм имеет обычно высоту 1—1,2 м и лежит на поддерживающем дренаже, состоящем из слоев щебня с крупностью зерен последовательно сверху вниз 2—4, 4—8 и 8—15 мм. Каждый слой имеет высоту 10 см. Скорость фильтрации в песчаном слое должна быть в пределах 0,1—0,5 м/ч (гидравлическая нагрузка, измеряемая в м³/м² в ч), в то время как в поддерживающем слое эта величина составляет 7—12 м/ч. Следовательно, слой песка можно промывать об-

ратным током воды, подаваемой с гидравлической нагрузкой в пределах 3—5 м³/м² в час. Тогда частицы, задержанные на песке, могут быть вынесены на его поверхность, а дренажные слои не размоются. После промывания следует очистить от грязи или сменить верхний слой песка (5—10 см). При промывании перекрывают задвижки на линиях удаления фильтрата и подачи промывной воды, взятой из биопрудов передвижным пожарным насосом. Через брезентовые шланги воду подают в специальные промывочные стояки. После промывания песчаный слой хлорируют.

Периодически один раз в год проводят рекультивацию верхнего слоя фильтра. Для этого ФОР отключают и лопатами удаляют слой песка толщиной 5 мм. Такие процедуры можно проводить без дополнения загрузочного слоя свежим песком до тех пор, пока общая высота фильтра не понизится до 80 см. Цикл периода между капитальными ремонтами ФОР может достигать 4—5 лет. После рекультивации песчаной загрузки ФОР заполняют при помощи передвижного насоса чистой водой из биопруда до высоты 10 см над уровнем слоя фильтрующей загрузки, затем пускают биохимически очищенную сточную воду.

Рабочая нагрузка на фильтрующую часть ФОР должна постепенно уменьшаться в течение года по мере роста поверхностной пленки. В целом за сезон (3—4 месяца) уменьшение нагрузки может составить 5—10% от расчетной. Следовательно, всегда должна быть в резерве одна карта ФОР, на которую постепенно подается вода с целью понижения нагрузки на рабочие карты. После рекультивации слоя песка на одной из рабочих карт она становится резервной и т. д.

Эксплуатация второй ступени ФОР — биопрудов — ничем не отличается от эксплуатации этих сооружений, применяемых самостоятельно в качестве средства доочистки сточных вод.

Биопруды, применяемые для доочистки сточных вод, прошедших полную биохимическую очистку, эксплуатируются с минимальными затратами труда и материальных средств. Они устойчивы к колебаниям нагрузок, особенно если запроектированы в виде каскада в 2—3 ступени или являются последней ступенью комплекса доочистки.

Основной работой по уходу и обслуживанию биопрудов с естественной аэрацией является периодическая их очистка один раз в 2—3 года. Эксплуатация биопрудов с искусственной аэрацией сводится к эксплуатации аэраторов.

Эффективность работы биопрудов контролируется по снижению БПК, взвешенных веществ, содержанию растворенного кислорода и удалению биогенных веществ (нитратов и фосфатов).

Наиболее ответственным периодом в работе прудов является зима, когда биохимические процессы затормаживаются и пруды выполняют роль отстойников. В этот период может быть очень низкой концентрация растворенного кислорода ввиду отсутствия

процессов фотосинтеза. Рекомендуется усилить контроль за работой аэраторов в аэрируемых прудах. Лучше всего установить на зиму плавающие аэраторы на прудах с естественной аэрацией и в неаэрируемых ступенях прудов с искусственной аэрацией. Такие аэраторы должны работать периодически, когда нет ледового покрова, а при его наличии — непрерывно. Рекомендуется применять аэраторы АИ-1м или С-16, а также плавающие установки с пневматической аэрацией.

При эксплуатации биопрудов оператор следит за распределением воды между картами в пределах одной ступени (первой), с тем чтобы гидравлическая нагрузка на карты не превышала 4000—5000 м³/га в сутки, а органическая — не более 120 кг БПК_{полн} /га в сутки (на первую ступень).

В последней ступени биопрудов можно разводить рыбу и водоплавающую птицу, которые дают возможность соблюдать естественный баланс растительной массы планктона и бентоса в естественных условиях.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ФИЗИЧЕСКИМИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Сетки и микрофильтры

Эксплуатация барабанных сеток и микрофильтров, применяемых в качестве средств доочистки биохимически очищенных сточных вод, описана в специальной литературе, посвященной вопросам обработки природных вод (СНиП II-31-74) [26].

Барабанные сетки применяются перед скорыми фильтрами для доочистки сточных вод с целью предотвращения засорения фильтров хлопьями выносающегося активного ила. Хотя в типовых сооружениях для доочистки сточных вод обеззараживание предусматривается после фильтрации, с точки зрения эксплуатации рационально было бы обеззараживать воду перед подачей ее на барабанные сетки, чтобы предотвратить зарастание сеток живыми микроорганизмами. Предотвращение биологического обрастания загрузки фильтров и сеток требуется также по СНиП II-32-74.

С другой стороны, хлорирование сточной жидкости перед фильтрацией может повысить коррозию сеток. Поэтому рекомендуется подавать хлорную воду в сточную жидкость перед барабанными сетками периодически, только с целью уничтожения биологического обрастания, но не с целью предупреждения его.

Замедление процессов биологического обрастания может быть достигнуто применением сеток с увеличенным размером ячеек — не 70—100 мкм, как на водопроводных сооружениях, а 300—500 мкм [28]. Перед основной сеткой следует установить барабан с более грубой сеткой — 2—3 мм. Хлопья активного ила, задерживаемые на сетках с размером ячеек, превышающим размер

хлопьев ила, образуют своеобразную живую сетку, способствующую задержанию грубодисперсной неоседающей взвеси. Таким образом, перед фильтрацией можно осуществить макропроеживание сточной жидкости.

Скорость фильтрации через барабанные сетки составляет 0,15—0,2 м/с при перепаде уровней жидкости до и после сетки 10—30 мм и степени порозности сетки 50—60%. Если сетка зарастает или засоряется, перепад увеличивается и скорость фильтрации падает. Превышение перепада уровней допустимой величины является сигналом оператору о необходимости включения системы промывки сеток или их остановки на прочистку. В это время включают резервный агрегат. Максимальная потеря напора (перепад уровней) на барабанных сетках не должна превышать 50 мм. Направление фильтрации должно быть всегда изнутри наружу барабана, а промывка — наоборот.

Микрофильтры применяются для доочистки производственных сточных вод и отличаются от барабанных сеток размером ячеек (40÷70 мкм). Промывка производится непрерывно под напором 1—2 атм с расходом промывной воды в количестве 3—5% от производительности микрофильтра.

Погружение барабана микрофильтра должно быть на 0,6 его диаметра. Скорость вращения регулируется от 0,125 до 0,5 м/с и может служить регулируемым параметром для компенсации колебаний гидравлической нагрузки и концентраций взвешенных веществ в поступающей воде.

Стандартные микрофильтры выпускаются с сеткой из фосфористой бронзы, барабанные сетки — из нержавеющей стали. При ремонтах можно в случае дефицита сеток из нужных материалов заменить их сетками из стеклоткани.

Нормальная работа скорых фильтров для очистки всецело зависит от эффективности работы барабанных сеток, поэтому обслуживание этих сооружений необходимо организовывать только как единого технологического комплекса.

Фильтры и осветлители

При эксплуатации фильтров для доочистки сточных вод необходимо соблюдать проектные значения величины фильтроцикла. Если возникает необходимость уменьшения этой величины, то есть требуется производить промывку чаще, чем предусмотрено, нужно найти причины ухудшения работы слоев фильтрующей загрузки. Такими причинами могут быть засорение дренажа, перемешивание слоев загрузки при промывке в силу каких-либо конструктивных дефектов, увеличение концентрации загрязнений в воде, поступающей после полной биохимической очистки, недостаточные интенсивность и длительность промывки, плохое качество промывной воды, слабое взрыхление верхнего слоя загрузки в фильтре, работающем с верхней подачей воды.

Несмотря на широкое распространение доочистки биохимически очищенных сточных вод фильтрацией, эксплуатация фильтров в этих случаях расценивается как в случаях очистки природных вод, хотя качество и количество загрязнений, задерживаемых на фильтрах, совершенно различное. Эксплуатационный персонал должен отчетливо представлять себе эти различия, чтобы при обслуживании фильтров не допустить их заиливания или другого технологического нарушения.

Взвешенные вещества в биохимически очищенной сточной жидкости в основном представлены остатками хлопьев и частицами активного ила с зольностью 20—33%. Поэтому удаление взвешенных веществ из такой жидкости означает удаление большей части загрязнений, измеряемых по БПК. Органическая часть взвешенных загрязнений в воде представлена как активной, так и неактивной (инертной) массой. Активная масса склонна к агрегированию, даже если из исходной воды ранее на барабанных сетках удалены крупные хлопья ила. Следовательно, загрузка фильтра вначале по ходу процесса фильтрации должна иметь повышенную грязеемкость. Этому требованию наиболее отвечают фильтры с несколькими слоями загрузки разной крупности зерен. Для практики рекомендуется повсеместно применять только двух- или многослойную загрузку. Если проектом предусмотрены однослойные фильтры, при капитальном ремонте или в начале эксплуатации рекомендуется заменить загрузку на многослойную, в которой первый слой — гравий или дробленый керамзит, второй — кварцевый песок и третий — антрацит с размерами зерен и высотой слоев согласно СНиП II-32-74 (табл. 51).

В связи с наличием жизнедеятельных клеток в теле загрузки фильтра протекают процессы биохимического окисления остаточных растворенных загрязнений и части инертной органической массы, поэтому будет потребляться растворенный кислород.

Рекомендуется также повсеместно применять водовоздушное промывание фильтров, даже если проектом станции было предусмотрено промывание только водой. Это в какой-то степени обогатит и регенерирует аэробную микрофлору в фильтре.

Завышенная концентрация загрязнений по взвешенным веществам в воде, поступающей на фильтры для доочистки, имеет предел по максимуму 20 г/м³, выше которого фильтрование не может обеспечить выполнение поставленной задачи [2]. Слишком малое содержание взвеси (5÷7 г/м³) также не желательно, так как не хватает активной массы, формирующей пленку на зернах загрузки, которая удерживает инертные частицы. Оптимальной является концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей на фильтры, около 10 г/м³. На такую концентрацию рассчитываются комплексы полной биохимической очистки. Таким образом, работа этих комплексов определяет работу комплексов доочистки.

Если не ставится задача удаления фосфатов, то применение

коагулянтов при фильтровании сточных вод, прошедших биохимическую очистку, мало оправдано, поскольку клетки ила обладают флокулирующей способностью, определяемой выделением специфических биополимеров, прикрепляющих активные частички к зернам загрузки и удерживающих инертные частички на активной пленке. Более того, при добавлении коагулянтов прочность прикрепления отложений, сформированных из хлопьев коагулянта и взвеси биохимически очищенных сточных вод, понижается и

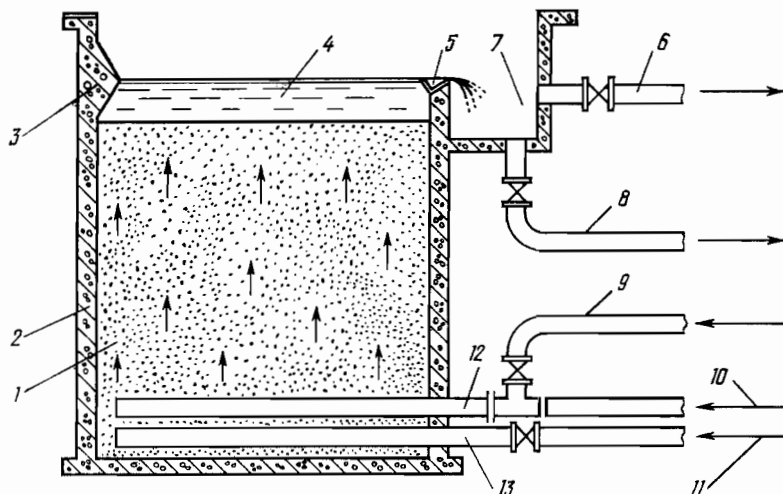


Рис. 17. Схема осветлителя КО-3:

1 — загрузка; 2 — корпус; 3 — направляющий выступ; 4 — пространство для расширения загрузки при промывке; 5 — пескоулавливающий желоб; 6 — отвод осветленной воды; 7 — карман; 8 — сброс промывной воды; 9 — подача воды для промывания; 10 — подача воды на фильтрование; 11 — подача воздуха для промывания; 12, 13 — распределительные системы для подачи соответственно воды и воздуха.

фильтр работает с меньшей эффективностью задержания взвеси [31]. Поэтому, если в типовых фильтрах для доочистки есть комплекс устройств для приготовления и подачи раствора коагулянта, в эксплуатации его нужно использовать только с целью удаления фосфатов.

Фильтры с выходящим потоком жидкости под названием контактные осветлители типа КО нашли применение в нашей стране. Наиболее целесообразный тип КО-3, работающий с водовоздушным промыванием (рис. 17). Операции по обслуживанию осветлителя в течение фильтроцикла заключаются в следующем. По трубопроводу 10 воду направляют на осветление, для чего открывают соответствующую задвижку. При этом задвижка на трубе 8 должна быть закрыта, а на трубе 6 — открыта. При завершении фильтроцикла, окончание которого фиксируется по

потере напора на осветлителе свыше установленной в технологическом регламенте величины (например, 1 м), оператор закрывает задвижку на линии 10 и затем — 6, открывает задвижку на линии 9 и затем — 11. В течение 1—2 мин загрузку продувают воздухом с интенсивностью 18—20 л/м²·с, затем открывают задвижку на линии 9 и осуществляют совместное водовоздушное промывание в течение 8—10 мин с интенсивностью подачи воды 2—3 л/м²·с и воздуха 18—20 л/м²·с. Потом перекрывают подачу воздуха и в течение 4—6 мин производят промывание водой, увеличив интенсивность до 6—7 л/м²·с, после чего закрывают подачу воды на промывание линии 9, перекрывают задвижку на линии 8, открывают задвижку на линии 6 и затем — на линии 10.

Скорость фильтрации на осветлителе КО-3 нужно выдерживать в среднем по регламенту, но не более 10 м/ч.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Хлораторные с хлорсодержащими реагентами

Емкости, арматура и трубопроводы устройств для приготовления хлорной воды из хлорной извести не должны содержать железных, стальных или бронзовых деталей, тогда работа этих устройств будет надежной, а сами устройства — долговечными.

В затворном баке хлорную известь смешивают с водой до образования тестоподобной массы. Эту массу смывают водой в растворные баки, где разбавляют до крепости раствора 10—15% по активному хлору. Из растворных баков хлорная вода через поплавковый дозатор непрерывно поступает в смеситель и контактные резервуары, а осадок периодически удаляется из баков через донные отверстия, перекрываемые пробками, на захоронение в грунт (желательно в приямки) вместе с отбросами, задержанными на решетках. Расход хлорной воды регулируют согласно суточному графику поступления сточных вод. Концентрацию активного хлора проверяют по хлорпоглощаемости воды. Например, при хлорпоглощаемости 1,8—2 мг/л доза хлора должна быть 0,5—0,6 мг/л. Определение хлорпоглощаемости и корректировку дозы хлора выполняют 3—4 раза в сутки.

Дозатор поплавкового типа оборудуют сменными диафрагмами из свинца. Расход хлорной воды определяют как частное от деления массового расхода хлора на концентрацию раствора. Например, при дозе хлора 3 мг/л, расходе сточных вод 1000 м³/сут и крепости раствора в баке 12%, что составляет 120 мг/л, расход хлорной воды в среднем $100 \cdot 3 : 120 = 25$ м³/сут или 0,29 л/с.

Диаметр отверстия в диафрагме можно определить в зависимости от расхода хлорной воды и погружения поплавка по табл. 10.

Т а б л и ц а 10. Определение расхода хлорной воды через диафрагму поплавоквого дозатора

Глубина погруженной оси диафрагмы, мм	Расход хлорной воды, л/с, при диаметре отверстия, мм							
	5	6	7	8	9	10	12	15
50	0,0121	0,0173	0,0237	0,0309	0,0391	0,0482	0,0693	0,1090
100	0,0171	0,0246	0,0334	0,0437	0,0552	0,0681	0,0980	0,1540
150	0,0209	0,0300	0,0409	0,0534	0,0675	0,0833	0,1195	0,1880
200	0,0242	0,0347	0,0474	0,0617	0,0783	0,0965	0,1386	0,2180

Небольшое содержание хлора в хлорной извести усложняет эксплуатацию и повышает расходы по доставке и приготовлению ее. Кроме того, быстрая потеря активного хлора при транспортировке и хранении извести, а также трудоемкость приготовления хлорного раствора создают значительные неудобства для персонала. Следовательно, хлорная известь относится к неперспективным реагентам.

В настоящее время отечественные химические заводы стали выпускать гипохлориты кальция и натрия с содержанием активного хлора до 70%, которые заменяют хлорную известь и успешно используются на многих коммунальных водопроводах. Но пока высокая стоимость еще не позволяет широко применять гипохлориты кальция или натрия для обеззараживания сточных вод.

Стоимость затрат на применение этих реагентов складывается из стоимости поваренной соли и электроэнергии. В сопоставлении с другими средствами хлорирования пока гипохлориты натрия и кальция довольно дороги (стоимость 1 т, руб.):

Жидкий хлор в баллонах	200,6
Хлорная известь	268,1
Гипохлориты:	
натрия	298,1
кальция	376,2

Устройства для хлорирования с помощью гипохлорита натрия несложны и описаны в отечественной литературе [5]. С уменьшением стоимости реагентов они должны найти широкое применение. Пока существуют установки, работающие с применением поваренной соли. Эксплуатация их сводится к проведению электролиза раствора поваренной соли и получению раствора гипохлорита натрия с содержанием активного хлора. Поваренная соль (хлористый натрий) загружается в приемный бак, заливается водой и перемешивается до получения насыщенного раствора. Затем этот насыщенный раствор перекачивается в рабочий бак, где разбавляется водой до концентрации 100—120 г/л и поступает в электролизер, где под воздействием постоянного тока выделяется активный хлор. В процессе электролиза необходимо следить за температурой электролита, регулируя ее систе-

мой водяного охлаждения. С 5—8 кг поваренной соли можно получить 1 кг активного хлора при расходе энергии 10—15 кВт·ч электроэнергии.

Хлораторные с жидким хлором

Наиболее широко распространены вакуумные хлораторы марок ЛОНИИ-100, ЛК-10 и ЛК-11, отличающиеся в основном узлами измерения расхода хлор-газа, что и определяет особенности их эксплуатации.

При эксплуатации хлораторов необходимо следить за чистотой всех коммуникаций и узлов аппаратов. Если затруднен или прекращен доступ хлора в аппарат, хлоратор разбирают, очищают и промывают спиртом или ацетоном. В целях профилактики эту процедуру рекомендуется выполнять ежемесячно, даже если хлоратор работает нормально.

При утечке хлора, обнаруживаемой обычно индикаторной йодокрахмальной лентой или анализатором УГ-2, вначале дегазируют воздух путем распыления 10%-ного раствора гипосульфита натрия, разбирают хлоратор (работая в противогазе и соблюдая все другие меры предосторожности) [5], сменяют прокладки и собирают, сменив набивку или подтянув все сальниковые соединения. Появление воды в газовых полостях хлоратора может быть следствием коррозии отдельных деталей, которые нужно заменить после их выявления.

При работе хлораторов возможны отказы редукционного клапана, что может привести к поломке смесителя ЛОНИИ-100 повышенным давлением хлор-газа. Тогда специальным регулировочным винтом, закрытым крышкой, которую при этом нужно снять, регулируют давление нажимной пружины редуктора, фиксируют положение винта гайкой и устанавливают крышку, сжимая ею пружину. Если регулировка давления нажимной пружины результатов не даст, редукционный клапан заменяют.

Однако при нормально работающем редукционном клапане манометр все же может не показать необходимого давления газа. Это происходит из-за отсутствия масла в мембранной камере, что легко устранить.

Заклинивания поплавка могут привести к отказам ротаметров в хлораторах ЛОНИИ-100. Никакие постукивания и встряхивания не допускаются. Рекомендуется при этом отвернуть нижнюю накидную гайку, тонкой проволокой осторожно приподнять поплавки и гнездо прочистить спиртом.

Если ротационный измеритель в хлораторе ЛК-10 не показывает расхода газа, выполняют следующие операции: после отключения хлоротводящей трубки отвинчивают четыре болтика на фланце и, сняв фланец, вынимают стекло; отвинчивают четыре болтика на верхнем фланце измерителя и, отпустив прижимную гайку на клапанной коробке, отводят соединительную

трубку с верхним фланцем измерителя в сторону; вынимают опорное кольцо поплавка, находящегося в нижней части конической эбонитовой трубки, и осторожно вынимают поплавок; стекло, коническую трубку и поплавок после проверки их состояния протирают мягкой тряпкой, смоченной в спирте или ацетоне; после проверки и смазки вставляют в эбонитовую трубку опорное кольцо и через верхнее отверстие измерителя опускают в нее поплавок так, чтобы проволочка с грузиком прошла через опорное кольцо; соединительную трубку устанавливают на место, привинчивают верхний фланец, вставляют стекло и крепят нижний фланец.

При эксплуатации хлораторных с жидким хлором необходимо держать постоянно исправным футляр для изоляции аварийных баллонов и прямок с запасом дехлорирующих реагентов.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ПО ОБРАБОТКЕ ОСАДКОВ

САПРОФИЛЬНЫЕ СБРАЖИВАТЕЛИ

Двухъярусные отстойники. Осветители-перегниватели

Осадочные желоба двухъярусных отстойников являются горизонтальными отстойниками самого упрощенного вида, поэтому правила технической эксплуатации их в общих чертах одни и те же. При эксплуатации отстойников регулярно проверяют, не засорены ли щели в нижней части между стенками желобов, для чего рекомендуется изготовить специальный шест с поперечным наклонным упором на одном конце. Край поперечины должен опираться на наклонную стенку вблизи щели, а конец шеста входить в щель, не выступая более чем на 10 см ниже края стенок со стороны септической камеры. Ежедневно нужно профилактически очищать щель, проводя шестом от входного водослива до выходного торца желобов. Если указанный способ не дает возможности устранить засорение ее осадком, значит, уровень его в септической камере слишком высок или уровень низа корки слишком низок. Следует разбить корку, утопив ее массу в септической камере, и выпустить часть сброженного осадка.

Необходимо следить за чистотой и исправностью водосливов в начале желобов. Эти устройства, предназначенные для равномерного распределения сточных вод по сечению желоба, обуславливают требуемый эффект осветления воды в них. Полупогружные доски в начале и в конце желобов регулярно очищают от задержанных плавающих веществ.

Газы, выделяющиеся в септической камере, не должны попадать в желоба. Для этого нижние кромки наклонных стенок желобов устроены так, что они перекрывают одна другую на 15 см.

Если газовые пузыри все же проникают в осадочные желоба, сооружение опорожняют, проверяют указанный размер и даже в случае соответствия его проекту увеличивают перекрывание до 20—25 см.

Процесс сапрофильного брожения в септической камере при нормальной работе не должен сопровождаться выделением неприятных запахов. Зрелый осадок имеет запах асфальта или сургуча. Если вредные запахи все же есть, значит, объем септической камеры перегружен поступающим осадком. В этом случае уменьшают нагрузку на сооружения. В реальных условиях с ограниченным числом двухъярусных отстойников уменьшить нагрузку означает пустить часть сточных вод без очистки на сброс. Чтобы этого не произошло, при перегрузках двухъярусных отстойников проводят несложную реконструкцию одного или нескольких из них с целью интенсификации работы всей очистной станции. Одним из методов реконструкции может быть переоборудование двухъярусного отстойника в комбинированное аэрационное сооружение [5]. Кроме этого, в практике можно осуществить переоборудование одного двухъярусного отстойника в вертикальный отстойник с объемом, равным объему всего сооружения. Другой двухъярусный отстойник можно реконструировать в аэробный сброживатель с системой механической аэрации. Таким образом, переоборудуется вся очистная станция, что значительно увеличивает ее производительность и улучшает санитарное состояние.

Рост уровня благоустройства поселков привел к росту норм водоотведения до 250—300 л/чел в сутки при расчетном числе жителей. Это обусловило несоответствие пропускной способности отстойных желобов и септических камер двухъярусных отстойников. Поэтому при гидравлических перегрузках двухъярусных отстойников достраивают 1—2 новых первичных вертикальных отстойника, осадок из которых направляют в септические камеры действующих двухъярусных. При перекачке осадка из первичного и вторичного отстойников двухъярусный отстойник отключают на 60—90 мин и дают возможность осадку отстояться. Нужно следить, чтобы сброженный осадок удалялся из септической части одновременно с подачей в двухъярусный отстойник осадков из первичного и вторичного отстойников и чтобы уровень осадка не доходил до нижних пазов осадочных желобов.

Подводящие и отводящие лотки очищают совками, скребками от осевшего в них осадка, который сбрасывают в септическую часть.

Водосливы, гребни и стенки лотков очищают метлами и скребками.

Периодически не реже одного раза в два месяца проверяют состояние вертикальных стенок и откосов отстойных желобов и при необходимости очищают их скребками от налипшего осадка.

Образующуюся на поверхности газовых пазух корку нужно в летнее время периодически удалять. В зимнее время корка слу-

жит теплоизоляции. Однако не следует и в зимнее время допускать толщину корки более 10 см, так как в этом случае она мешает нормальной работе сооружения, задерживая удаление пузырьков газа.

Для удаления корки ее разбивают деревянным шестом на куски, которые погружают в септическую часть струей воды под напором или извлекают сетчатым черпаком и удаляют на иловые площадки.

Для утепления в зимнее время двухъярусные отстойники накрывают деревянными щитами так, чтобы был обеспечен допуск к лоткам для чистки. В летнее время щиты должны убираться.

Период созревания осадка в двухъярусных отстойниках при нормальном процессе эксплуатации длится приблизительно 8—10 дней. Примерно в эти промежутки производится выгрузка сброженного осадка.

В зимнее время процесс брожения осадка замедляется и длится до 15 суток.

В первом случае следует оставлять в септической части отстойника не менее 30—35% объема сброженного осадка, а во втором — 50%.

Выгрузку осадка желательно производить в дневное время.

Верхняя граница осадка в септической части двухъярусных отстойников должна всегда находиться не выше определенного уровня и на 0,5 м ниже щели осадочных желобов. Подъем осадка до щели осадочных желобов и выше приводит к загрязнению осветленных сточных вод. На это указывает появление на поверхности отстойных желобов пузырьков газа и хлопьев черного цвета.

Выпуск осадка производят без прекращения подачи в осадочные желоба сточной жидкости и при постепенном открывании иловой задвижки. Открывают и закрывают иловую задвижку в колодце при помощи штанги с поверхности земли. После окончания выпуска осадка из отстойников лотки иловых колодцев и илопроводы промывают очищенной сточной жидкостью, так как возможно прилипание ила к внутренним стенкам труб.

В дни выгрузки осадка в лаборатории определяют его влажность и зольность. Выгружаемый осадок должен иметь влажность 92—93% и зольность 30—35%. Ход и направление процесса сбрасывания характеризуется качеством иловой жидкости, пропитывающей осадок и полученной за счет воды, имеющейся в твердой фазе, и воды, образующейся при распаде ряда органических веществ.

В иловой жидкости сброженного осадка определяют содержание летучих жирных кислот (ЛЖК), щелочность и активную реакцию среды.

При нормальном процессе брожения осадка содержание летучих жирных кислот в иловой жидкости составляет не более 10

мг-экв/л, щелочность — не менее 30—40 мг-экв/л, рН колеблется в пределах 6,8—8,5.

Повышенное содержание в осадке ЛЖК характеризует наличие кислого брожения. Для понижения ЛЖК в септическую часть отстойника нужно добавить известковое молоко 10%-ной крепости.

Определение необходимого количества добавки окиси кальция в зависимости от содержания ЛЖК рекомендуется производить по графику (рис. 18). Эти

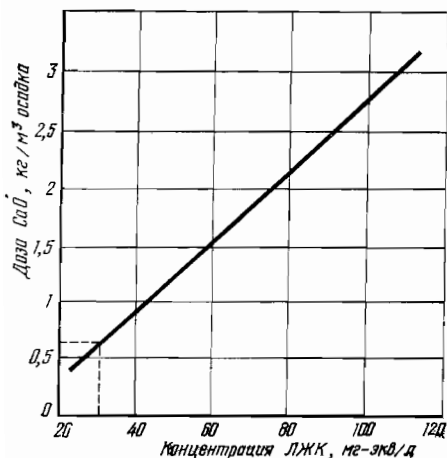


Рис. 18. Зависимость дозы извести от концентрации ЛЖК для стабилизации рН сбрасываемого осадка.

данные касаются только избыточного содержания ЛЖК. Например, если концентрация ЛЖК 30 мг-экв/л, то с приведенным количеством окиси кальция прореагирует только 20 мг-экв/л, то есть то, что превышает норму 10 мг-экв/л. Применение метода известкования бродящей массы с использованием технической извести легко можно проиллюстрировать расчетом. Допустим, в технической извести содержится 30% активной окиси кальция. Тогда при дозе 0,62 кг/м³ (см. рис. 18) количество товарной извести на 1 м³ осадка составит $0,62 \cdot 100 : 0,3 = 2,06$ кг, при объеме септической камеры 100 м³ общее количество товарной извести —

$2,06 \cdot 100 = 206$ кг, а при количестве активной окиси кальция в массе товарной извести $206 \cdot 30 : 100 = 62$ кг количество добавляемого известкового молока 10%-ной крепости — $62 \cdot 1 : 100 = 0,62$ м³.

Осадок, сброженный недостаточно глубоко, может иметь светло-серый цвет и запах тухлых яиц, вызванный выделением сероводорода. В септической камере в районах «газовых пазух» иногда появляется пена. Применение метода известкования стабилизирует рН и направляет процесс в сторону преобладания щелочного брожения, обусловленного ростом специфической анаэробной микрофлоры в условиях более щелочной среды.

Если мероприятия по искусственному подщелачиванию бродящей массы не дадут эффекта, следует искать причину в составе загрязнений сточных вод и нейтрализовать рН сточной жидкости.

Эксплуатация осветлителей-перегивателей отличается от эксплуатации двухъярусных отстойников тем же, чем отличаются их технологические признаки. Осветлитель в осветлителях-перегивателях полностью отделен от септической камеры и эксплуатируется независимо как вертикальный отстойник.

Бродящая масса осадка в осветлителях-перегнивателях перемешивается принудительно с помощью насосов. Перемешивание длится 3—4 ч, насосы включаются сразу после выпуска осадка из осветлителя в илоприемную камеру на всасывающей линии насосов.

Выгрузка сброженного осадка из перегнивателя (септической камеры) осуществляется один раз в 10 дней и должна совпадать с загрузкой сырого осадка из осветлителя. При этом следует учитывать, что выгрузка осадка из осветлителя, как и из любого вертикального отстойника, должна производиться с малым расходом при медленном открывании задвижек во избежание возможных прорывов воды. Выгрузка сброженного осадка из перегнивателя также соответственно производится с малым расходом в объеме, определенном технологическим регламентом.

При эксплуатации осветлителей-перегнивателей необходимо соблюдать по возможности постоянную температуру сточной жидкости, поступающей в осветлитель, равномерное распределение расходов сточных вод по сооружениям и удаление сброженного осадка из всех перегнивателей.

Несвоевременное удаление плавающих веществ из камеры флокуляции и отстойной зоны или нарушение технологических требований к режиму удаления в норме (через 30—40 мин после удаления осадка) может привести к излишнему выносу взвешенных веществ.

Нужно следить за чистотой всех илопроводов, особенно на всасывающих линиях насосов для перемешивания бродящей массы.

Нарушение режима перемешивания осадка может привести к неравномерному и, следовательно, неполному протеканию процесса брожения в объеме перегнивателей и появлению зон с усиленным газовыделением, сопровождающимся неприятными запахами.)

В двухъярусных отстойниках, имеющих значительно меньший объем септических камер, перемешивание бродящей массы происходит за счет выделения газовых пузырей, не имеющих (в силу полноты процесса брожения) неприятных запахов. В осветлителях-перегнивателях с большими объемами септических камер только искусственное перемешивание среды обеспечивает протекание процесса во всем объеме и достаточно полно.

МЕТАНТЕНКИ

Метантенки с мезофильным режимом

Главными контролирующими величинами, характеризующими работу метантенков, являются выход газа и его состав, летучие жирные кислоты (ЛЖК), рН, общая щелочность,

запах сбраживаемого осадка. В нормальном режиме эксплуатации метантенков с мезофильным режимом сбраживания существуют оптимальные диапазоны этих параметров.

Две стадии (фазы) сбраживания, характерные для всех видов анаэробных процессов, проявляются при мезофильном режиме в виде стадий разжижения и газообразования. На первой стадии образуются ЛЖК, на второй — метанообразующие бактерии продуцируют метан из этих кислот или спиртов. Эти виды бактерий очень чувствительны к изменению рН, максимум их активности приходится на диапазон рН от 6,8 до 7,2. Если произведено слишком большое количество ЛЖК, величина рН падает и это сдерживает биологический процесс.

Продуцирующийся газ содержит в среднем: метана — 65—70%, углекислоты — 25—30%. В небольших количествах имеется также кислород — до 0,3%, окись углерода 2—4, азот — до 1, гидрoкарбонаты — до 1,5 и сероводород. Выход газа, нормируемый в общем около 1 г на 1 г распадающегося вещества (СНиП II-32-74), зависит от температуры брожения и времени обработки осадков (от дозы загрузки). Эти два фактора поддаются управлению и могут считаться регулируемыми параметрами и процесса сбраживания.

Для мезофильного режима сбраживания максимальный выход газа при температуре —33°C составляет по объему 700—900 л на 1 кг распавшегося беззольного вещества при времени обработки 25—27 суток. При понижении температуры до 30°C время обработки составляет около 30 суток, при температуре 25°C — 34—35 суток и т. д. С учетом предела технического распада беззольного вещества при мезофильном брожении оптимальный выход газа с 1 кг поступающей органической массы загрязнений в целом составляет 400—500 л. При этом теплотворная способность газа характеризующая его качество, должна быть в пределах 5700—6200 ккал/м³. Если время процесса сбраживания увеличить, то есть уменьшить дозу загрузки, процесс метанообразования пройдет более глубоко, что выразится в большей доле метана в составе газовой смеси и, следовательно, повысит теплотворную способность газа.

Таким образом, регулирование работы метантенков, в частности с мезофильным режимом сбраживания, заключается в варьировании температуры и дозы загрузки с целью наиболее экономичного ведения процесса с заданной глубиной распада органических веществ при изменении нагрузок на сооружения.

Исходя из максимального выхода газа время сбраживания осадков в мезофильных условиях должно составлять около 27 суток при доведении температуры до предела жизнедеятельности мезофильной микрофлоры — 33—35°C.

Оптимальное ведение процесса мезофильного сбраживания достигается при следующих условиях. Вначале нужно максимально сгустить осадок (избавиться по возможности от большего

количества воды, являющейся балластом в процессе сбраживания); произвести непрерывную загрузку метантенков или хотя бы выполнять эту операцию как можно чаще; поддерживать постоянной максимальной температурой (35°C) независимо от колебаний температуры сырого осадка и окружающей среды; тщательно перемешивать загружаемый осадок с бродящей массой и весь объем бродящей массы; стараться держать постоянной нагрузку по органическим

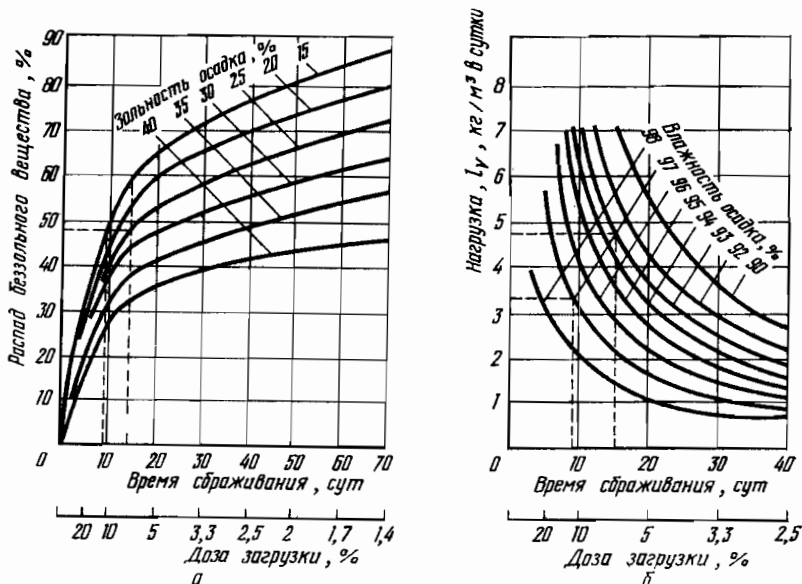


Рис. 19. Зависимости основных контролируемых величин от регулируемых параметров процесса мезофильного сбраживания:

a — распада беззольного вещества от дозы загрузки при различной зольности осадка; *б* — нагрузки на метантенк от дозы загрузки при различной влажности осадка.

ким веществам на активную анаэробную микрофлору, не допуская попадания токсических веществ. Исходя из таких условий разработаны и нормы проектирования метантенков согласно СНиП II-32-74 с параметрами высоконагруженного мезофильного анаэробного процесса, которые требуется выдерживать в эксплуатационном режиме.

Требование максимального сгущения до концентрации не менее 15 г/л осадка, подаваемого на анаэробное сбраживание, обусловлено заданным пределом распада органических веществ, достигаемым за возможно короткое время. На рис. 19, *a* представлена зависимость величины распада органических веществ (беззольных) в процентах от первоначальной концентрации при различной зольности осадка, а на рис. 19, *б* — зависимость нагрузки на метантенк при различной влажности осадка от дозы загрузки. Из этих графиков видно, что оптимальный режим сбра-

живания при длительности процесса 9—14 суток требует меньшей зольности и влажности осадка. Следовательно, оптимальная эксплуатация метантенков всецело зависит от эффективности работы песколовок и первичных отстойников. Причем очень важно, чтобы в первичных отстойниках было хорошее уплотнение осадка. Пунктирными линиями на оси абсцисс отмечен интервал оптимальных значений дозы загрузки (времени пребывания осадка в метантенке). В практическом диапазоне зольности осадка 25—30% распад беззольного вещества отвечает теоретическому значению [31] и составляет около 40%; в диапазоне значений влажности осадка, предусмотренном в СНиП II-32-74,—93—97% рабочая нагрузка на метантенк в оптимальном режиме составляет 3,3—4,7 кг/м³·сут, что также отвечает теоретическому диапазону [32] для мезофильного сбраживания сырого осадка (без доставки избыточного ила).

Таким образом, основой поддержания оптимальных параметров эксплуатации метантенков прежде всего является успешная работа сооружений, в которых образуются осадки и формируется состав. Только комплексный подход к технологии эксплуатации может дать желаемый эффект.

Согласно рис. 20 в оптимальном режиме выход газа от сбраживания сырого осадка (при температуре 30°С) составляет 0,57—0,68 м³/кг по беззольному веществу. Однако эти данные получены [34] на очистных станциях при обработке хозяйственно-бытовых сточных вод. Для городских стоков со значительной долей промышленных сточных вод практически выход газа может быть еще меньше. На рис. 21 представлены результаты исследований А. А. Карпинского [по 31, 32], проведенных на Курьяновской станции аэрации в Москве. При нагрузках на метантенк, оптимальных согласно рис. 19, б, выход газа от сбраживания сырого осадка (кривая 1) составляет при температуре 33°С всего 0,38—0,43 м³/кг, что можно объяснить составом загрязнений сточных вод, выпавших в осадок.

Сбраживание смеси сырого осадка с активным илом подчиняется всем приведенным закономерностям. Избыточный активный ил, имеющий значительно более высокую влажность, чем сырой осадок, разбавляет его, и эффективность процесса сбраживания при этом понижается. На рис. 21 кривые, ограничивающие диапазон 2, относятся к смеси активного ила с сырым осадком в пропорциях соответственно 0,8:1 и 1,1:1, а кривая 3 характеризует процесс сбраживания работы метантенков и всецело зависит от работы комплекса биохимической очистки. Изменения количеств удаляемого избыточного ила должны обязательно учитываться в регулировании дозы загрузки метантенков и температуры. Особенно важно при этом регулирование работы илоуплотнителей.

Если возрастает расход избыточного ила, увеличивается нагрузка на илоуплотнители. Чтобы уплотненный ил поступал в

метантенк с постоянным расходом и как можно меньшей влажностью, необходимо иметь резервный илоуплотнитель, работающий обычно с пониженной нагрузкой и используемый для сглаживания пиковых расходов избыточного ила.

Согласно зависимостям на рис. 19, а не рекомендуется подавать на анаэробное сбраживание избыточный активный ил с повышенной зольностью. Обычно зольность ила, удаляемого из комплексов с высоко- и средненагруженными аэротенками, не должна превышать 30%. В среднем эта величина должна состав-

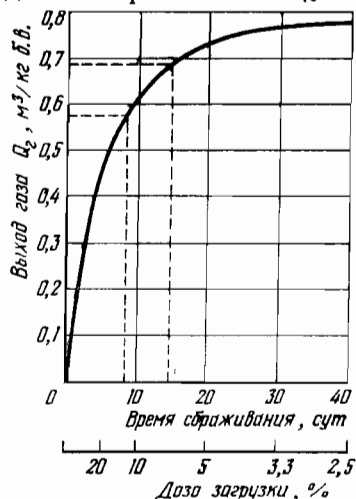


Рис. 20. Зависимость выхода газа от дозы загрузки при мезофильном сбраживании.

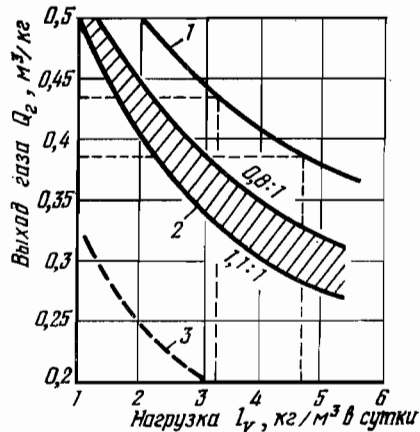


Рис. 21. Зависимость выхода газа от нагрузки на метантенк при мезофильном сбраживании:

1 — сырой осадок из первичных отстойников; 2 — область значений для смеси осадка и избыточного активного ила; 3 — избыточный активный ил.

лять 22—26%. Ил с большей зольностью следует обрабатывать отдельно методом аэробной стабилизации, а обезвоживать его можно вместе со сброженным осадком.

Для нормальной эксплуатации метантенков требуется поддержание постоянной оптимальной нагрузки с соблюдением таких необходимых условий протекания процесса, как постоянство дозы загрузки и температуры. Но все эти условия неотделимы от требования интенсивного перемешивания среды, необходимого для наиболее полного контакта бактериальной массы с питанием, однородности температурных условий в объеме метантенка, обеспечения нормального удаления газов как продуктов реакции и предотвращения образования корки на поверхности бродящей массы. Интенсивное постоянное перемешивание дает возможность также сглаживать колебания нагрузок и неравномерностей загрузки метантенков сырым осадком.

Успешная эксплуатация метантенков может быть нарушена попаданием веществ, токсически влияющих на анаэробную микрофлору: ионов тяжелых металлов (меди, никеля, цинка), избытка ионов аммония, сульфидов, цианидов, фенолов, высококонцентрированных поверхностно-активных веществ (ПАВ). Поэтому при нарушениях работы метантенков, но при благоприятных главных условиях протекания процесса нужно произвести химический анализ указанных ингредиентов.

Иногда даже при внешне благоприятных условиях протекания процесса сбраживания могут быть резкие кратковременные изменения pH, нагрузки и температуры, обусловленные случайными факторами. Такие колебания бывает трудно уловить в ходе эксплуатации, но знать о их возможности необходимо.

Давление газа в подкупольной части метантенка должно быть 0,015—0,02 кг/см², при большем давлении срабатывает клапан, обеспечивающий выход газа в горловину, свечу или газопровод. Нельзя допускать заполнения газового пространства у газопровода плотной коркой осадка, а также скопления конденсата в газопроводе. Это может образовать затор, создающий условия повышения давления в колпаке. Для контроля регулярно измеряют давление газа над поверхностью бродающей массы.

Иловая вода, скапливающаяся над поверхностью осадка в метантенке, должна систематически удаляться, так как ее чрезмерное скопление повышает влажность сброженного осадка.

При появлении запаха сероводорода в сброженном осадке следует улучшить условия щелочного брожения, добавить известковое молоко (см. рис. 18), усилить перемешивание и плавно повысить температуру до 35° С. Резкое изменение температуры может привести к усиленному коркообразованию.

Поступление токсических веществ с сырым осадком увеличивает концентрацию ЛЖК, понижает соответственно pH, способствует сильному пенообразованию и выделению зловонных запахов. В таких случаях, если известкование, усиленное перемешивание с добавкой повышенных количеств свежего сырого осадка не дадут положительного эффекта, полностью заменяют содержимое метантенка сброженным осадком из других метантенков, а при выходе из строя всех метантенков производят новую наладку, выяснив причину аварии.

Причиной повышенного содержания в газовой смеси углекислого газа может быть поступление больших количеств неразлагаемых веществ или осадка с повышенной зольностью.

Метантенки с термофильным и комбинированным режимами. Газгольдеры

Термофильный анаэробный процесс сбраживания обеспечивается специфичной микрофлорой, функционирующей только в диапазоне температуры 50—55° С, поэтому перевести метантенки на

этот режим путем простого повышения температуры нельзя. Для этого нужно осуществить полный цикл наладки технологического процесса с выращиванием и накоплением необходимого запаса термофильной микрофлоры.

Скорость термофильного процесса сбраживания и глубина распада органических веществ выше скорости мезофильного, однако ввиду повышенного удельного расхода тепла этот процесс менее экономичен в эксплуатации. Кроме того, после термофильного сбраживания осадок очень плохо поддается обезвоживанию на иловых площадках, и это обстоятельство нужно особенно учитывать при переводе метантенков на термофильный режим сбраживания. Если возникает такая необходимость, например, с целью интенсификации работы перегруженных метантенков с мезофильным режимом или в связи с повышенными требованиями дегельминтизации осадка, то рекомендуется оборудовать цех механического обезвоживания сброженного осадка, в частности на фильтр-прессах.

В целом техника и методы эксплуатации метантенков с термофильным режимом сбраживания отличаются от эксплуатации метантенков с мезофильным режимом количественными характеристиками рабочих параметров: более высокими выходами газа, дозой загрузки (СНиП II-32-74) и степенью распада беззольного вещества. На рис. 22 представлены некоторые основные параметры термофильного процесса сбраживания, необходимые для его регулирования. Так же, как и при мезофильном процессе (см. рис. 21), избыточный активный ил отрицательно влияет на параметры сбраживания, поэтому перед подачей на смешивание с сырым осадком его уплотняют по возможности сильнее.

Оптимальный диапазон нагрузок на термофильные метантенки применяют в пределах $5-6 \text{ кг/м}^3$ в сутки для смеси не более 0,45:1, распад беззольного вещества достигает в среднем 46%. Если в термофильных условиях сбраживать только сырой осадок, нагрузка может достигать 8 кг/м^3 в сутки [32]. Если вести термофильный процесс сбраживания при нагрузках, соответствующих мезофильному (около 4 кг/м^3 в сутки), эффект распада органических веществ может достигать 50% и более (см. рис. 22). Удельный выход газа незначительно возрастает, однако растет его общее количество.

Следовательно, при переводе эксплуатируемых метантенков на термофильный режим сбраживания можно уменьшить общий выход твердой фазы сброженного осадка, хотя он и будет характеризоваться плохой влагоотдачей.

Преимущества термофильного процесса сбраживания проявляются при комбинированной схеме эксплуатации метантенков, в которой сначала сырой осадок или его смесь с избыточным активным илом сбраживается в мезофильном режиме, затем после отделения и удаления (на аэротенки) иловой воды осадок направляется на термофильное сбраживание.

Комбинированные (ступенчатые) схемы обработки осадков используются и с мезофильным сбраживанием на обеих ступенях, причем метантенки второй ступени можно не обогревать, выдерживая в них осадок со временем обработки 2—4 суток при слабом перемешивании или без него, чтобы он отделился от иловой воды. Такой метод можно использовать при условии, если на очистной станции есть резервные емкости метантенков.

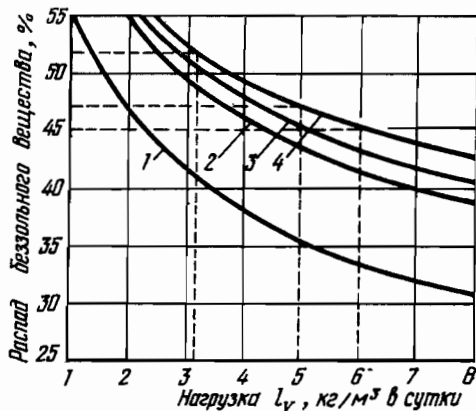


Рис. 22. Зависимость распада беззольного вещества осадка от нагрузки на метантенк:

1 — избыточный активный ил; 2 — смесь осадка и активного ила в пропорции 1 : 1,1; 3 — то же, 1:0,95; 4 — то же, 1:0,8.

В метантенки второй ступени рекомендуется подавать холодную воду, чтобы подавить процесс метанового брожения, отмыть от осадка коллоидные вещества и подготовить его таким образом к более эффективному обезвоживанию.

В двухступенчатой схеме нагрузку на первую ступень можно повысить на 10—15%, или до 5 кг/м^3 в сутки, соблюдая все требования ведения высоконагруженного мезофильного процесса. Часть осадка, выпускаемого из метантенка второй ступени (без иловой воды), направляют обратно в метантенк первой ступени, так как это обогатит микрофлору, работающую в режиме мезофильного сбраживания и улучшит влагоотдающие свойства сброженного осадка.

Комбинированные схемы работы метантенков пока мало изучены, но обладают рядом существенных преимуществ. Применение их в практике эксплуатации дает возможность обобщить и систематизировать опыт для дальнейшего его широкого распространения.

Эксплуатация газгольдеров заключается в ежедневном учете количества поступающего и расходуемого газа и обеспечении бесперебойной работы всех узлов сооружений.

Одним из наиболее частых и опасных нарушений работы газгольдера может быть заклинивание колокола. Причины таких нарушений заключаются в деформации направляющих, неправильной установке роликов, плохой их смазке и других конструктивных дефектах.

Для того чтобы колокол плавно и правильно поднимался вверх при заполнении газгольдера газом и не было заклинивания колокола, верхние ролики должны размещаться на крыше колокола равномерно по всему периметру. Нижние ролики, установленные по низу каждого подвижного звена, должны двигаться по внутренним направляющим, прикрепленным к поверхностям стенок резервуара. Система внутренних и внешних направляющих обеспечивает восприятие нагрузок, действующих на газгольдер, от ветра, снега и т. д.

Для предотвращения замерзания воды в резервуаре газгольдера в зимнее время нужно следить за подогревом ее до температуры не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

При заполнении газгольдера газом должна быть обеспечена определенная глубина гидрозатвора. Она предусматривается с учетом возможности перекоса подвижного звена, запаса высоты в случае образования волн на наружной поверхности воды в гидрозатворе и запаса глубины для предотвращения просачивания газа через воду над прокладкой в нижней части гидрозатвора.

Нижний гидрозатвор колокола, выходя из резервуара, зачерпывает воду. Когда гидрозатвор входит в зону газового пространства, газ вытесняет воду из внутренней полости в наружную на общую высоту, равную заданному давлению газа.

В крышке колокола установлен манометр в виде изогнутой трубки по уровню воды, по которому можно следить за нормальным ходом подъема колокола. Заклинивание и задержка при подъеме вызывают дополнительное давление и сопротивление.

АЭРОБНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ

Аэробная стабилизация осадков и илов является в принципиальных чертах процессом биохимического окисления органических веществ, к которым относится и биомасса избыточного активного ила:



Эксплуатация сооружений, предназначенных для осуществления этого процесса, мало отличается от эксплуатации аэротенков. Различия обусловлены более длительным протеканием процесса аэробной стабилизации по сравнению с процессом очистки сточных вод активным илом, следовательно, более простыми методами регулирования.

Контроль за протеканием процесса аэробной стабилизации заключается в сопоставлении отдельных показателей в начале и конце его с точки зрения баланса веществ. При этом следует

учитывать, что процесс аэробного окисления органических веществ осадков и илов протекает достаточно эффективно в диапазоне температур 10—20° С; распад беззольного вещества составляет при этом около 40%.

Ввиду устойчивости в значительном диапазоне температур, невосприимчивости влияния колебаний нагрузок и рН процесс аэробной стабилизации экономичен в эксплуатации и сводится к обслуживанию аэрационной системы и поддержанию средней температуры в указанном диапазоне.

Сооружения с пневматической аэрацией

Аэрационные системы с крупнопузырчатой аэрацией требуют наблюдения за равномерной подачей воздуха по длине распределительных воздухопроводов. Расход воздуха, определенный из условия удельного потребления кислорода 100—150 г/кг в сутки по органической массе содержащего в стабилизаторе, необходим для равномерного и полного перемешивания среды. Неравномерность подачи воздуха может привести к образованию застойных зон в бассейне, и при расчетной общей подаче кислорода может создаваться нежелательный его дефицит. Средняя и н т е н с и в н о с т ь а э р а ц и и в расчете на поверхность бассейнов глубиной 3—4 м около 3—4 м³/м² в ч.

Нужно строго контролировать органическую нагрузку на аэробные стабилизаторы, оборудованные системами пневматической аэрации, так как в этом случае интенсивность турбулизации иловой смеси имеет весьма ограниченные пределы, обусловленные ограничениями диапазона размеров воздушных пузырей и повышенной плотностью и вязкостью среды. Не допускается нагрузка более 2 кг/м³ в сутки, если обрабатывается избыточный активный ил, и 3—4 кг/м³ в сутки, если обрабатывается смесь сырого осадка и активного ила. Эти значения приведены по беззольной массе поступающего осадка (или смеси) и при концентрации иловой смеси около 10—20 г/л.

Упрощенный контроль за качеством стабилизированного ила (неуплотненного) выполняют по такому критерию: после 120 ч непрерывной аэрации воздухом ил должен иметь концентрацию растворенного кислорода 2 мг/л и потерю сухой массы не более 10%. Более точный контроль качества стабилизированного ила может быть приведен по обобщенному параметру СН/л_м, рекомендуемому только для осадков и илов хозяйственно-бытовых вод, где С и Н — концентрации общего углерода и водорода, а л_м — концентрация минеральной массы в единице объема [34, 38]. Стабильным считается осадок, ил или смесь, если эта величина составляет 5—6. Текущий контроль за ходом процесса аэробной стабилизации принято вести по уровню дегидрогеназной активности. Стабильным считается осадок (ил или смесь) при актив-

ности (по формазану) 0,05—0,1 мг/г в пересчете на сухую массу [5].

В ходе эксплуатации аэробных стабилизаторов рекомендуется держать как можно более высокую концентрацию обрабатываемой массы. Для этого следует периодически один раз в неделю остановить аэрационную систему, дать смеси отстояться, после чего откачать или слить воду над осадком, которую удаляют на аэротенки. Могут быть применены для этой цели и отдельные резервуары в качестве вторичных отстойников [5].

Ил перед стабилизацией более легко уплотняется осаждением, чем после обработки, поэтому важное значение имеет работа илоуплотнителей.

Подавать осадок или ил на аэробные стабилизаторы нужно равномерно. Нельзя допускать перерывов в подаче сырых осадков более одних суток.

В первые недели или месяцы эксплуатации аэробных стабилизаторов с пневматической аэрацией может наблюдаться пенообразование, которое с развитием стабилизирующей автотрофной микрофлоры должно прекратиться.

Периодически один раз в месяц необходимо отбирать пробы смеси из разных точек бассейнов вблизи дна, особенно в углах, и проверять концентрацию кислорода. В случае появления анаэробных зон надо продуть эти места переносным трубчатым аэратором, укрепленным на шланге, который подсоединен к воздухо-распределительному коллектору. Если такие зоны обширны или появляются часто, следует реконструировать соответствующим образом аэрационную систему или установить в мертвых зонах дополнительные аэраторы.

Сооружения с механической аэрацией

Аэробные стабилизаторы, оборудованные механическими аэраторами, по всем основным технологическим показателям эксплуатируются так же, как и с пневматической аэрацией, но ввиду повышенной турбулизации среды есть некоторые отличия.

Органическая нагрузка на такие сооружения может быть повышена и достигать 4 кг/м³ в сутки для активного ила и 6 кг/м³.сут для сырого осадка.

Механические аэраторы размельчают хлопья ила в большей степени, чем пневматические, ввиду образования турбулентных пульсаций с малой амплитудой. Это обуславливается интенсивным дроблением крупных пульсаций, имеющих высокий уровень полученной энергии. Масштаб амплитуд мелких пульсаций соизмерим с размерами хлопьев ила и это, с одной стороны, способствует лучшему проникновению питательных веществ и кислорода к клеткам (более глубокому протеканию процесса стабилизации органической массы), но, с другой стороны, измельченные хлопья потом хуже оседают, хотя и лучше уплотняются. Кроме

того, интенсивный массообмен в холодное время года является причиной еще более сильного охлаждения смеси.

Указанные факторы требуют от эксплуатационного персонала усиленного контроля за температурой смеси. Если на сооружении есть система подогрева, она должна работать так, чтобы не было резких перепадов температуры среды, даже если резко меняется температура воздуха, поступающего сырого осадка или ила. При колебаниях температуры среды в пределах $1-2^{\circ}\text{C}$, но при отмеченной или ожидаемой резкой смене температуры воздуха нужно плавно менять параметры системы подогрева, чтобы колебания температуры смеси в стабилизаторе не превышали затем $2-3^{\circ}\text{C}$.

Если системы подогрева нет, следует в холодное время года утеплить сооружение щитами или другими устройствами и стараться подавать сырой осадок или ил равномерно в течение суток.

СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ОСАДКОВ

Илоуплотнители

Илоуплотнители гравитационного типа эксплуатируются в целом как отстойники соответствующей конструкции, но с параметрами уплотнения ила, отличающимися количественно. Гидравлическая нагрузка на гравитационные илоуплотнители должна быть равномерной и не превышать предельных значений: для вертикальных уплотнителей с высотой не менее $3,5-4\text{ м}$ — $1\text{ м}^3/\text{м}^2$ в ч, для радиальных уплотнителей — $0,3-0,5\text{ м}^3/\text{м}^2$ в ч (при концентрации активного ила в аэротенке соответственно 5 и 3 г/л).

Концентрация избыточного ила также может повлиять на работу илоуплотнителей. Эта величина учитывается рабочей массовой нагрузкой, которая не должна превышать $25-30\text{ кг}/\text{м}^2$ в сутки по сухой массе для илов городских очистных станций. Концентрация при этом лимитируется до $25-30\text{ г}/\text{л}$.

Данные предельные значения рабочих параметров гравитационных илоуплотнителей являются контрольными для нормальной эксплуатации сооружений. Они определяют режимы удаления избыточного ила из вторичных отстойников или комбинированных сооружений и сырого осадка из первичных, если предусмотрено совместное их уплотнение. Эти режимы должны быть изложены в технологическом регламенте, но могут корректироваться в зависимости от регулирования работы комплексов биохимической очистки в пределах значений указанных параметров.

Гравитационные илоуплотнители подвергаются профилактической очистке чаще, чем обычные отстойники, в среднем один раз в три месяца, причем обязательно промывают сильной струей воды все илопроводы, илососы, скребковое оборудование и задвижки.

Метод флотационного уплотнения дает более концентри-

рованный ил, чем гравитационный, но в этом случае большие требования предъявляются к равномерной подаче ила. Массовая нагрузка на флотационные уплотнители меньше зависит от концентрации ила и составляет максимально 120—200 кг/м² в сутки, причем концентрация уплотненного ила может быть 30—50 г/л [38].

Гидравлическая нагрузка должна быть не более 1 м³/м² в час, расход воздуха при давлении 3,5—4 атм в среднем составляет 10—20% от расхода ила или смеси с осадком. При эксплуатации флотационных илоуплотнителей надо, чтобы время насыщения иловой смеси воздухом составляло 1—2 мин при двухчасовом времени обработки.

Иловые площадки и пруды

На иловых площадках влажность осадка должна снижаться до 80%. Слой единовременного напуска осадка на иловую площадку для летнего периода допускается до 30 см, для зимнего — до уровня на 10 см ниже верха ограждений.

Периодичность напуска осадка увеличивается или уменьшается в зависимости от времени года. Обычно в летнее время в южных районах она колеблется в пределах 15—20 суток (на площадках с асфальтовым покрытием) и в остальных районах — 20—30 суток. В периоды дождей и высокой влажности воздуха (весна и осень) время между напуском увеличивается до 60 суток. Периодичность устанавливается с учетом местных климатических условий, влажности, характеристики осадка и состояния дренажа. Необходимо следить за равномерностью розлива осадка по всей площадке иловой карты и своевременно переключать подачу осадка на другую карту.

Разгрузку карт иловых площадок производят по мере обезвоживания осадка и желательно в летнее время; вывозят осадок непосредственно на сельскохозяйственные поля или в места складирования удобрений. После удаления осадка дренажную загрузку на площадке взрывают и при надобности подсыпают просяным песком.

Ограждающие валики должны содержаться в исправности и чистоте, для чего их периодически осматривают (не реже одного раза в 5 дней).

Если валики задернены, требуется частое скашивание травы, чтобы не допустить созревания семян растительности, засоряющих осадок и уменьшающих его агрономическую ценность. Всю систему лотков, задвижек и труб на иловых площадках во избежание их засорения периодически, но не реже одного раза в 5 дней осматривают, прочищают и после прекращения напуска осадка промывают.

Все работы по обслуживанию иловых площадок должны производиться в дневные часы. Открытые распределительные лотки

иловых площадок в зимнее время нужно перекрывать съемными щитами.

В аварийных случаях, когда возможна подача на иловые площадки сырого или не полностью сброженного осадка, могут быть засорены напорные илопроводы. Во избежание этого один раз в 5—6 суток илопровод промывают чистой водой, а воду после промывания выпускают в дренажный колодец после иловых площадок для перекачки в голову сооружений.

В ходе эксплуатации иловых площадок могут возникать разные неполадки. Так, из-за засоренности в некоторых местах дренажной системы на поверхности образуются блюдца влажного осадка. Рекомендуется снять в этих местах часть дренажной засыпки и заменить ее новой. Дренажные трубы промывают так, как обычные канализационные системы [31]. Если в зимнее время осадок не промерзает, а лишь покрывается коркой льда, значит, налит слишком большой слой. Нужно разрушить ледяную корку, дать промерзнуть всему слою осадка и затем налить осадок вновь, следя за слоем напуска.

Следует регулярно скашивать траву и другие растения, растущие на откосах ограждающих валиков, так как они затрудняют процесс удаления воды от подсушиваемого осадка.

Налив сброженным осадком иловых прудов осуществляется в верхнюю карту каскада и производится ежедневно. Осадок разливают по карте и заполняют ее. При этом наиболее тяжелые взвешенные вещества оседают на дно, а жидкость, переливаясь через специальные перепуски, попадает на вторую карту (ступень) каскада, где происходит тот же процесс, но в условиях расчленения более мелких фракций.

После заполнения всех карт первого яруса (ступени) каскада нужно дать время отстояться налитому осадку, затем перепустить верхние слои жидкости на следующий ярус и т. д.

Сооружения для механического обезвоживания осадков

Цехи механического обезвоживания осадков представляют собой сложные инженерные химико-технологические сооружения, требующие высокой специальной квалификации обслуживающего персонала. Оборудуются такие цехи различными аппаратами: центрифугами, вакуум-фильтрами или фильтр-прессами, устройствами и системами для термической или химической подготовки осадков, специальными насосными установками, реагентным хозяйством и т. д.

Согласно СНиП II-32-74 осадок перед механическим обезвоживанием подвергают кондиционированию (уплотнению) с целью улучшения его влагоотдачи. Перед обезвоживанием на вакуум-фильтрах осадок промывают очищенной сточной водой с воздухом.

Химическое кондиционирование осадков с помощью хлорного железа в присутствии извести осуществляется дозировкой, зависящей от состава веществ, образующих осадок: содержания ЛЖК, щелочности, влажности и степени распада беззольной массы. Известь вводится обычно после хлорного железа. Дозировка реагентов производится в расчете процентной доли от сухого вещества осадка.

В среднем следует принимать дозу хлорного железа и извести для сброженного осадка соответственно 3—4 и 8—10%, для сброженной смеси сырого осадка и избыточного активного ила — 4—6 и 10—15%, для сырого осадка — 2—3,5 и 6—9%, для несброженной смеси сырого осадка и уплотненного активного ила — 3—5 и 9—13% и для уплотненного активного ила — 6—9 и 17—25%. Изменяя дозу хлорного железа, необходимо выдерживать соотношение между ним и известью постоянным, так, чтобы количество извести превышало количество хлорного железа в 1,5—2,5 раза.

При регулировании процесса кондиционирования осадков необходимо соблюдать приведенные общие пределы параметров, но осуществлять их с учетом конкретного состава осадка. На рис. 23 приведена номограмма для определения рабочих доз хлорного железа в процентах от сухого вещества промытого осадка [28].

На первой левой вертикальной оси номограммы откладывают значение влажности осадка после промывки и уплотнения, а на наклонной оси между первой и второй вертикальными осями — значение щелочности (в мг/л по CaCO_3), определенное анализом в иловой воде. Эти две точки соединяют прямой (линия 1), которую ведут до пересечения со второй вертикальной осью, где находят дозу хлорного железа в зависимости от щелочности. В примере на рис. 23 эта доза составляет 6%. Затем на правой вертикальной оси откладывают значение процентного содержания беззольного вещества в осадке, например 55% (при степени распада в метантенке 40% и потере его при промывке 5%). Этой точке на правой шкале оси соответствует доза хлорного железа для беззольной массы осадка. Точку соединяют прямой (линия 2) с точкой на второй левой вертикальной оси, отвечающей найденной дозе хлорного железа для щелочности. Пересечение прямой 2 со второй справа вертикальной осью даст искомое значение общей дозы хлорного железа, в частности 8%.

Рабочие дозы реагентов в зависимости от природы осадка и его подготовки рекомендуется определять на основании табл. 11.

Время флокуляции осадка при хорошем перемешивании с реагентами составляет 1—2 мин, однако проводить обработку смеси нужно 10—15 мин, чтобы произошло укрупнение хлопьев до максимально возможной величины.

Хлорное железо является ядовитым реагентом, и при обращении с ним следует соблюдать правила техники безопасности, как с хлором.

Известь рекомендуется применять по ГОСТ 9179-70, так как этот продукт содержит наибольшее количество CaO.

Лучше всего пользоваться порошковой известью, привозимой цистернами, или известковым тестом, так как при работе с комковой известью требуются дополнительное оборудование, сложная вентиляция и создается большое неудобство в работе по дроблению извести.

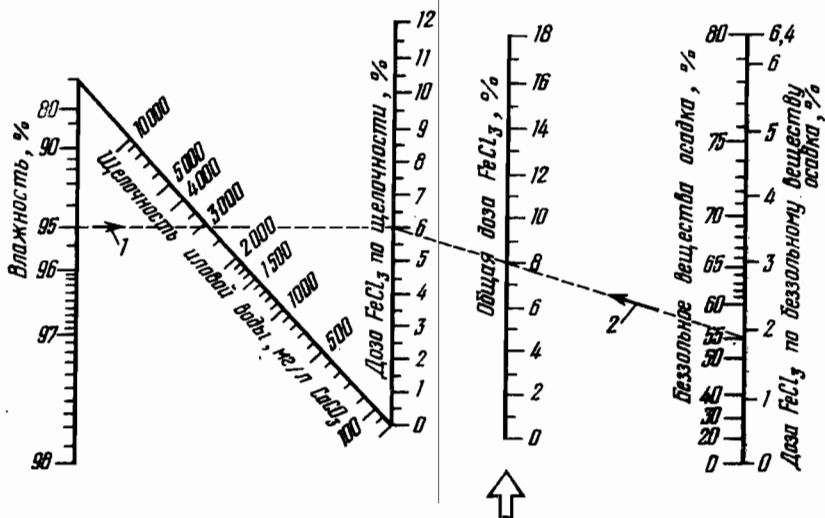


Рис. 23. Номограмма для определения доз хлорного железа при химической подготовке осадка к механическому обезвоживанию.

Таблица 11. Данные для определения рабочих доз реагентов, %, при фильтровании осадков [38]

Природа осадка	Сырой				Анаэробно-сброженный				Аэробно-стабилизированный, непромытый	
	непромытый		промытый		непромытый		промытый			
	FeCl ₃	CaO	FeCl ₃	CaO	FeCl ₃	CaO	FeCl ₃	CaO	FeCl ₃	CaO
После первичных отстойников	4	8	4	6	4	10	3,5	6	5	12
Смесь осадка и избыточного активного ила	5	10	5	8	5,5	12	5	8	6	14
Активный ил	7	15	—	—	—	—	—	—	6,5	15

Сухую известь сначала пропускают через сетку для задержания инородных предметов (комков, камней), затем подают на смешивание с водой и в резервуар раствора извести, после чего перекачивают через дозатор раствора и направляют в бак для коагуляции. При остановке насоса, перекачивающего известковый раствор, могут быстро оседать частицы песка и другие

тяжелые примеси, находящиеся в извести. В результате этого при пуске насоса происходит трение рабочего колеса об осевший песок и насос может выйти из строя. Поэтому после каждой остановки насоса нужно по возможности прочищать и промывать его.

Из опыта эксплуатации комплексов механического обезвоживания осадков установлено, что хлорная известь, хранившаяся продолжительное время в сухом виде, теряет свою активность до 20%. Рекомендуется мокрое хранение известкового молока и перемешивание его не воздухом, а тем же раствором.

Тепловая подготовка осадка перед механическим обезвоживанием, позволяющая не только увеличить влагоотдачу осадков, но и продезинфицировать его, распространена пока мало, но является перспективной. Кратковременный интенсивный прогрев осадка повышает его влагоотдачу за счет перехода коллоидно связанной воды в свободную и обеспечивает полное обеззараживание.

Тепловое кондиционирование осуществляется в течение 20 мин при температуре 165—180° С. Готовность осадка к дальнейшему механическому обезвоживанию проверяется измерением удельного сопротивления, которое в результате кондиционирования должно понизиться с $800 \cdot 10^{10}$ — $2500 \cdot 10^{10}$ до $5 \cdot 10^{10}$ — $30 \cdot 10^{10}$ см/г.

Давление пара, направляемого в реакторы, должно быть ниже 10 кг/см^2 , температурный напор — не менее 20° С.

Операции по обслуживанию системы тепловой подготовки перед механическим обезвоживанием заключаются в следующем (рис. 24) [3].

Сырой осадок пропускают через решетку-дробилку, а при перекатке — через насос-дробилку, которые измельчают грубодисперсные примеси. Затем осадок, смешиваясь с уплотненным избыточным активным илом, поступает в промежуточный резервуар, рассчитанный на пребывание в нем осадка в течение 1 ч.

Насос высокого давления нагнетает осадок в систему теплообменников 4, 7, где он нагревается до расчетной температуры.

В теплообменнике 4 осадок нагревается с помощью промежуточного теплоносителя — умягченной воды, нагреваемой обработанным в теплообменнике 10 осадком (температура 180° С). В теплообменнике 7 осадок нагревается до расчетной температуры паром. Конденсат возвращается в котельную. Нагретый осадок поступает в реактор, где обрабатывается в течение 20 мин при температуре 180° С.

Умягченная вода циркулирует по замкнутому контуру: теплообменники 10, 4 — промежуточная емкость — насос. Для компенсации потерь воды в емкости следует осуществлять подпитку.

Термообработанный осадок поступает в теплообменник 10, где остывает до температуры 60° С, и через сепаратор поступает в илоуплотнитель. Теплообменник 8 может использоваться в качестве резервного. После остывания осадок иловым насосом перекачивают на вакуум-фильтры.

Повышению надежности работы установки тепловой подготовки осадков способствует устройство обводных линий, обеспечивающих возможность, не нарушая технологический цикл, отключить основные аппараты на время их промывания и ремонта.

Кек влажностью 70—75% удаляется от вакуум-фильтров по транспортеру на складирование.

Для предотвращения засорения и заиливания трубопроводов и оборудования в технологической схеме процесса один раз в ме-

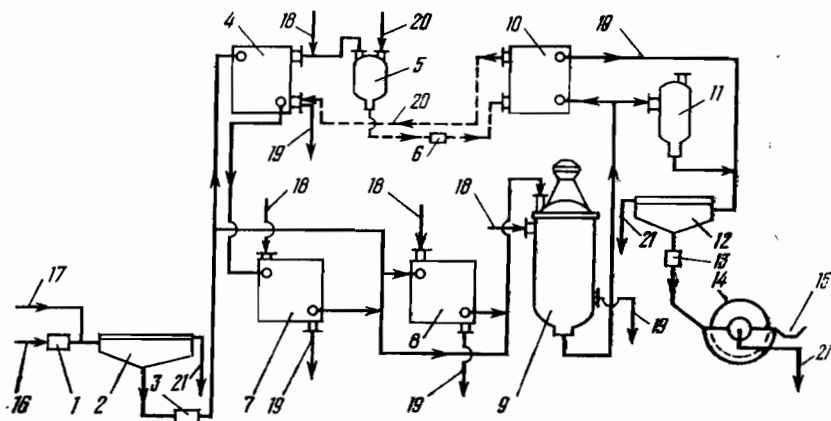


Рис. 24. Схема комплекса механического обезвоживания осадка с термической подготовкой (кондиционированием):

1 — насос-дробилка; 2 — резервуар-смеситель; 3 — насос высокого давления; 4, 7, 8, 10 — теплообменники; 5 — промежуточная емкость; 6 — циркуляционный насос; 9 — реактор; 11 — сепаратор; 12 — уплотнитель; 13 — насос; 14 — вакуум-фильтр; 15 — транспортер; 16 — сырой осадок; 17 — активный ил; 18 — пар; 19 — конденсат; 20 — умягченная вода для циркуляционной линии; 21 — отстойная вода и фильтрат, направляемые в голову сооружений.

сяц предусмотрено промывание, которое может быть локальным и общим. Наличие обводных линий дает возможность проводить локальное профилактическое промывание отдельных видов оборудования, отключаемого на время его проведения. Для промывания используют воду из технического водопровода или водовоздушную смесь. Промывание теплообменников обычно сочетают с предварительной механической чисткой внутренней поверхности теплообменных труб.

После водовоздушного промывания теплообменники промывают 10%-ным раствором соляной кислоты. Расход раствора соляной кислоты равен объему трубкового пространства теплообменников, потери составляют 20%. Время пребывания раствора в теплообменниках — одни сутки.

Механическое обезвоживание кондиционированных осадков и илов осуществляется на центрифугах, вакуум-фильтрах или фильтр-прессах.

На центрифугах отдельно обезвоживается избыточный активный ил и сырой осадок [27]. Осадок или ил направляют сначала в резервуар-регулятор расхода, откуда он самотеком поступает в центрифугу. Обезвоженный осадок удаляют из центрифуги непрерывно.

Если перед центрифугированием подготовка осадка производилась химическим методом, то обезвоженный осадок нужно подвергнуть дегельминтизации кратковременным прогревом лампами мощностью 300 Вт на транспортере или другим термическим методом, после чего он может храниться на воздухе под навесом.

На вакуум-фильтрах и фильтр-прессах сырой осадок и избыточный активный ил можно обезвоживать как отдельно, так и в смеси друг с другом.

Перед фильтрованием сырой осадок или его смесь с избыточным илом также направляют в резервуар-регулятор расхода. Кондиционированный осадок подают на обезвоживание непрерывно.

Контроль за эффективностью работы вакуум-фильтров осуществляется по влажности исходного осадка или смеси и конечного продукта, а условием нормальной работы вакуум-фильтров является удельное сопротивление исходного осадка после кондиционирования. Обезводить можно сырой осадок с удельным сопротивлением не выше $(5-40) \cdot 10^{10} \text{ см/г}$, а избыточный ил — не выше $(10-50) \cdot 10^{10} \text{ см/г}$.

Фильтрация или время одного оборота барабана вакуум-фильтра назначается оператором в зависимости от величины удельного сопротивления осадка [28]:

Удельное сопротивление кондиционированных осадков и илов, 10^{10} см/г	5÷10	10÷20	20÷30	30÷50
Время одного оборота барабана, мин	2—2,5	2,5—3	3—4	4—6

Рабочая величина вакуума должна поддерживаться не ниже 400—500 мм рт. ст. для осадков и 300—400 мм рт. ст. — для уплотненного активного ила. Давление сжатого воздуха на отдувке обезвоженного кека должно быть в пределах 0,1—0,25 атм. При этих условиях вакуум-насосы должны обладать производительностью, соответствующей удельному расходу воздуха $0,5 \text{ м}^3$ на 1 м^2 площади фильтра в 1 мин, а подачу воздуха на отдувку следует брать из расчета $0,05-0,1 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в 1 мин.

После снятия обезвоженного кека фильтровальную ткань с двух сторон промывают водой из специальных форсунок (насадок). Расход промывной воды должен быть обеспечен в пределах $0,1-0,3 \text{ м}^3/\text{м}^2$ в ч под давлением 1—2 атм.

Фильтровальная ткань периодически регенерируется. Регенерацию ткани выполняют ингибированной соляной кислотой через 40—60 ч после работы вакуум-фильтра.

Для более эффективного промывания и регенерации фильтровальной ткани применяют периодическую подачу к насадкам 7—10%-ного раствора ингибированной соляной кислоты. В этом случае кислота из промывного бака не сбрасывается в канализацию, а выпускается в специальный бак, откуда насосами забирается и вновь подается. Таким образом она может использоваться многократно.

Ингибированная кислота хранится в 30%-ном растворе в специальных емкостях, рассчитанных из условий 50 л кислоты на 1 м² фильтрующей поверхности вакуум-фильтра. Срок службы фильтровальной ткани (артикулы 56023, 56126 и 56159) при нормальной эксплуатации составляет до 3000 ч.

Основные параметры, характеризующие работу вакуум-фильтров,— количество обработанного осадка, расходы реагентов, тепла и промывной воды. Контролирующимися величинами, кроме удельного сопротивления осадков, илов и их влажность, являются также концентрация взвешенных веществ в фильтрате и промывной воде.

Пуск в работу и остановку вакуум-фильтров производят в строгой последовательности [28]. Перед пуском фильтровальная ткань должна быть смочена водой. Сначала в корыто заливают осадок, ил или их смесь. По достижении уровня рабочей отметки (на 10—20 см ниже перелива) включают привод барабана фильтра. Затем открывают задвижку на вакуумной линии между ресивером и вакуум-насосом и на линии подачи сжатого воздуха, включают вакуум-насос и открывают задвижку между ресивером и вакуум-фильтром. После образования на вакуум-фильтре слоя осадка включают насос перекачки фильтрата, затем регулируют подачу осадка, расход промывной воды, откачку фильтрата и давление воздуха.

Выключают из работы вакуум-фильтр следующим образом. Прекращают подачу осадка, отфильтровывают часть его, оставшуюся в корыте, остаток выливают, выключают вакуум-насосы и затем закрывают задвижки на вакуумной линии, отключают насосы перекачки фильтрата, промывают фильтровальную ткань и корыто водой, выключают привод барабана, закрывают задвижки на линиях сжатого воздуха и промывной воды.

После каждой остановки фильтров фильтровальную ткань промывают мыльным раствором или раствором стирального порошка и очищают щетками. Небольшие разрывы ткани нужно зашить на месте.

ЛАБОРАТОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И УЧЕТ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ

Виды и назначение анализов

Сточная жидкость имеет сложный состав загрязнений органической и минеральной природы, находящихся во взвешенном, коллоидном и растворенном состоянии [11].

Взвешенные загрязнения имеют широкий диапазон значений гидравлической крупности и делятся на оседающие и неоседающие. По структуре оседающие и неоседающие взвешенные вещества состоят из органической—60% и минеральной—40% частей, соответственно, растворенные — 50, а коллоидные — 75 и 25%. Следовательно, состав загрязнений сточной жидкости определяет требуемую эффективность работы тех или иных технологических комплексов очистных станций. Если доля оседающих минеральных взвесей увеличена, особое внимание нужно уделить контролю за работой первичных отстойников, песколовок и сооружений по обработке осадков. Если же в сточной жидкости преобладают неоседающие органические взвеси и коллоиды, то внимание должно быть направлено на контроль за работой сооружений биохимической очистки. Если в сточной жидкости увеличена доля растворенных минеральных веществ, необходимо усилить контроль за работой сооружений для доочистки сточных вод.

В ходе эксплуатации очистных сооружений может меняться долевое соотношение различных видов загрязнений как по фазово-дисперсному состоянию, так и по природе. В таких случаях периодически, в зависимости от изменения расходов сточных вод и при подключении новых объектов канализования, нужно проводить контрольные анализы загрязнений и определять долевое соотношение взвешенных оседающих (за 2 ч) и неоседающих, коллоидных и растворенных веществ, причем определить зольность каждой фракции. В пусковой период выбор показателей загрязнений диктуется как проектными данными сооружений, так и фактическими свойствами загрязнений сточных вод, а также видом налаживаемых в данный момент канализационных сооружений.

В сточной жидкости, поступающей на очистные сооружения, после песколовки и после полной биохимической очистки производятся полный химический и бактериологический анализы, включающие следующие основные показатели: температуру, цвет, запах, активную реакцию среды (рН), степень прозрачности в натуральной пробе и в воде после 1,5—2 ч отстоя, осадок по объему, взвешенные вещества и потери при прокаливании, азот аммонийный, азот нитритов и нитратов, окисляемость в натуральной

пробе и в воде после 2 ч отстоя, потребность в кислороде (БПК₅ и БПК_{полн}), хлориды, сульфаты, фосфаты, железо и растворенный кислород.

Для оценки работы отдельных сооружений можно выполнять сокращенные объемы анализов [11], конкретизируемые в каждом отдельном случае и описываемые в технологических регламентах. Анализы по сокращенной схеме при наладке сооружений включают следующие показатели: температуру, запах, активную реакцию (рН), щелочность, степень прозрачности, осадок по объему, взвешенные вещества, окисляемость, БПК₅, группу азота и хлорпоглощаемость.

Анализы по сокращенной схеме производят в среднесменных пробах (при стабильном составе), отбираемых в трех точках: перед сооружениями механической, биохимической очистки и на выходе из очистной станции после контактного резервуара. Возможны еще анализы в разовых пробах на влажность песка, сырого и сброженного осадка, свободного кислорода, илового индекса и т. д.

Температуру сточной жидкости измеряют, чтобы определить интенсивность протекания процессов осаждения, биохимического окисления и коагуляции, а также чтобы предотвратить резкие изменения условий работы активного ила, чувствительного к изменениям температуры. Температуру измеряют одновременно с отбором всех видов проб в сооружениях. Термометры должны иметь цену деления не выше 0,5°С.

Окраска свежей хозяйственно-бытовой воды серая, но в результате загнивания может стать черной (образуется сернистое железо). Промышленные стоки могут существенно изменить окраску городских сточных вод. Лабораторное определение окраски городских сточных вод производят в отфильтрованной пробе.

Прозрачность сточной жидкости определяют в прозрачном бесцветном цилиндре с плоскопараллельным дном относительно подставки. Высота столба жидкости, через который можно прочитать специальный шрифт Снеллена, дает величину прозрачности в см. Сырая отфильтрованная сточная жидкость имеет прозрачность около 20 см, вода после полной биохимической очистки — не менее 20 см, после доочистки — более 36 см.

Запах сточной жидкости может свидетельствовать только о двух категориях — свежая она или загнившаяся, что служит для общей характеристики.

Активная реакция в общих чертах может быть определена индикаторами: лакмусовая бумажка в кислой среде имеет красный цвет, в щелочной — синий, метилоранж — соответственно красный и желтый, фенолфталеин — бесцветный и красный (кармин). Водородный показатель (рН) может быть определен колориметрически и с помощью приборов. Он служит для управления процессами анаэробного сбраживания осадков, биохими-

ческой очистки и т. д. и коррелируется добавками соответствующих реагентов (кислот и щелочей).

Общее содержание загрязняющих веществ — сухой остаток — определяют выпариванием нефильтованной пробы жидкости в сушильном шкафу до 105°C, после чего осадок взвешивают в герметичных бюксах или в эксикаторах. Дальнейшее прокаливание пробы в муфельной печи при температуре 600—700°C позволит определить зольность (плотный остаток). Разница между сухим и плотным остатками заключается в потерях при прокаливании, то есть характеризует органическую часть общего содержания загрязнений в сточной жидкости.

Растворенные загрязнения определяют как разницу между сухим остатком в нефильтованной и отфильтрованной пробах, аналогично определяют их состав по органической и минеральной частям.

Коллоиды устанавливают или спиртовым методом, или с помощью мембран [10].

Оседающие взвешенные вещества определяют в осадке (сухой остаток) после 2 ч отстаивания пробы в цилиндре Лысенко.

Неоседающие взвеси можно вычислить как разницу между сухим остатком исходной пробы и суммой сухих остатков осевшей взвеси и фильтра.

Азот в виде аммонийных солей, нитритов, нитратов и общего органического содержания, определяемый специальными методами [11], свидетельствует об этапах распада органических веществ и потребления биогенных элементов в процессах обработки загрязнений сточной жидкости. Общее содержание азота, определяемое методом Кьельдаля, не включает в себя нитритов и нитратов, а только органический азот и аммиак.

Растворенный кислород определяют для характеристики кислородного режима в иловой смеси и для контроля качества очищенной жидкости, а также при определении производительности аэрационного оборудования. Для этого нужно знать растворимость кислорода в воде, которая зависит от температуры и концентрации солей, в частности хлоридов. Величины растворимости кислорода приводятся в специальной литературе [10, 11]. Для приближенных эксплуатационных технологических расчетов рекомендуется пользоваться упрощенной зависимостью, не учитывающей влияния ионов солей:

Температура, °C	0	5	10	15	20	25	30
Растворимость O ₂ , мг/л	14,6	12,8	11,3	10,1	9,2	8,4	7,6

Промежуточные значения можно вычислить по интерполяции.

Окисляемость по перманганату калия условно характеризует содержание легкоокисляемых органических и минеральных веществ. Этот параметр не может заменить определение БПК, но необходим для ориентировочной оценки степени

загрязненности сточной жидкости с известным составом их и выбора правильности разбавления при определении БПК.

Химическое потребление кислорода — окисляемость по бихромату калия (ХПК) свидетельствует о наличии веществ и их концентрации при воздействии сильными окислителями. Значение параметра ХПК в наибольшей мере проявляется при определении подверженности загрязнений сточной жидкости биохимическому окислению путем оценки соотношения БПК : ХПК. Например, для неочищенных городских сточных вод $\text{БПК}_{\text{полн}} : \text{ХПК} = 0,7—0,8$, а для биохимически очищенных — $0,4—0,1$. Если БПК очищенной воды не достигает заданной величины ($15—20 \text{ г/м}^3$), но отношение БПК : ХПК менее 0,4, то к эффективности работы сооружений биохимической очистки нельзя предъявлять никаких требований, а нужно добиваться заданного эффекта работы сооружений доочистки и обеззараживания.

Относительная стойкость, выражаемая в процентном отношении общего содержания свободного и связанного кислорода в пробе к его количеству, необходимому для биохимического окисления имеющихся в пробе органических загрязнений, свидетельствует об устойчивости сточной жидкости к загниванию. Обесцвечивание пробы с метиленовой синей свидетельствует о начале анаэробных процессов. Практически стойкой (стабильной) считается вода, если величина относительной стойкости 99% наступает на 20-е сутки, когда произошло обесцвечивание пробы. Относительная стойкость характеризует только общее представление о наличии органических веществ, способных к загниванию. При регулярном определении растворенного кислорода, БПК, нитритов и нитратов в очищенной воде этим параметром пользоваться не рекомендуется. Его определение можно применять только на установках малой производительности, где нет возможности производства частых и сложных анализов.

Биохимическая потребность кислорода (БПК), несмотря на значительные погрешности метода при сложном составе загрязнений городских сточных вод, была и остается главным параметром для оценки качества и учета степени очистки, а также при разработке новых модифицированных экспресс-методов определения. БПК должна быть основным параметром регулирования аэрационных сооружений биохимической очистки и связана с понятиями скорости потребления кислорода, нагрузок, прироста ила и др. Как правило, следует пользоваться величиной $\text{БПК}_{\text{полн}}$, но при стабильном составе загрязнений сточных вод можно для оценки технологических параметров применять и БПК_5 , если соотношение $\text{БПК}_5 : \text{БПК}_{\text{полн}} = 0,7—0,8$. При определении БПК манометрическим методом на аппарате Варбурга следует приводить измеренное БПК_1 к $\text{БПК}_{\text{полн}}$ по устойчивой корреляционной зависимости. Наиболее рационально было бы непрерывное измерение БПК специальными приборами, которые появились в мировой практике и разрабатываются в СССР.

Скорость потребления кислорода активным илом, определяемая на аппарате Варбурга или полярографическим методом, свидетельствует о степени активности ила и о степени его регенерации. Другим методом определения этих характеристик является определение дегидрогеназной активности ила, основанное на образовании формазана красного цвета из бесцветного трифенилтетразолиумхлорида (ТТХ) при инкубации пробы на протяжении 1 ч. Скорость потребления кислорода или дегидрогеназная активность служат контролируемыми величинами ρ (см. рис. 9) для регулирования работы аэротенков. При определенных значениях концентрации активного ила дегидрогеназная активность может дать информацию и о нагрузке на ил. Такая корреляция устанавливается при наладке аэротенков, фиксируется в технологическом регламенте и при относительно неизменном составе и концентрации загрязнений сточных вод может заменить определение БПК для оперативного ежедневного контроля — БПК нужно будет определять только при периодическом полном анализе сточной жидкости.

Бактериологические анализы очищенной сточной жидкости свидетельствуют о степени ее обеззараживания. *Bacterium coli* являются типичными представителями кишечной микрофлоры, сопровождающей фекальные сточные воды, и свидетельствуют о возможности наличия патогенных микроорганизмов. Коэффициент, наименьшее количество воды в мл, в котором содержится бактерия коли, является основным показателем степени бактериальной загрязненности сточной жидкости. Показателем степени обеззараживания может служить только коли-титр очищенной и обеззараженной воды, устанавливаемый требованиями органов санитарно-эпидемиологической службы.

Система лабораторно-технологической документации по учету работы сооружений

Лабораторно-технологическая документация должна отражать результаты эксплуатации отдельных сооружений и технологических комплексов, служить основанием для контроля качества очистки сточных вод и обработки осадков со стороны органов водного и санитарного надзора.

Нормируемыми показателями являются содержание взвешенных веществ, концентрации БПК, растворенного кислорода и коли-титр в очищенной сточной жидкости, а также ХПК, фосфаты и другие ингредиенты в воде, прошедшей доочистку, влажность, зольность и содержание выживающих яиц гельминтов в обработанном осадке.

Экономическими показателями являются удельные количества воздуха и электроэнергии, затрачиваемые на 1 кг снятой БПК, стоимость очистки 1 или 1000 м³ сточных вод (себестоимость), количество пара, топлива и электроэнергии, затра-

чиваемые на 1 т обработанного осадка, и др. Эти показатели следует рассчитывать как по отдельным технологическим линиям, так и в денежном выражении в целом по очистной станции.

Документы, отражающие эксплуатационные характеристики очистной станции, имеют форму стандартных журналов [11]. Обработанные материалы систематизируют в виде месячных сводок и годовых отчетов.

В годовых отчетах нужно приводить графические материалы, свидетельствующие об изменениях всех технологических показателей и параметров по месяцам и в зависимости от сезонных колебаний температуры сточной жидкости и наружного воздуха. Кроме того, полезно приводить графические зависимости между основными регулируемыми параметрами и контролируемыми величинами, например, аналогичные графики на рис. 10, 11, 13, 19—22. Накопление таких зависимостей за длительный период эксплуатации дает возможность внедрить автоматизированные системы управления даже без применения ЭВМ, а в случае их применения — широко использовать полученный эксплуатационный материал.

В годовых отчетах рекомендуется отдельно излагать мероприятия, проведенные при компенсации залповых сбросов, повышенных расходов и концентраций загрязнений сточных вод, подробно описать мероприятия, проводимые при ликвидации нарушений работы сооружений, ремонтные работы и т. д.

Особенное внимание следует уделять освоению новой техники и технологии очистки сточных вод и обработки осадков, применению новых видов оборудования, методов анализов, приборов, систем управления и технологии ремонтных работ. В отчетах можно излагать соображения по интенсификации работы очистных комплексов и отдельных сооружений, снижению себестоимости очистки сточных вод.

ОПЕРАЦИИ ПО ЛАБОРАТОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ

Отбор и хранение проб

Для оценки работы сооружений существенное значение имеет правильный отбор проб, что определяется выбором места для отбора, состоянием посуды и способом консервирования проб. Пробы сточной жидкости отбирают в хорошо промытые бутылки.

Пробы отбирают в тех местах, где достигнуто хорошее перемешивание и исключено попадание посторонних примесей (осадка, плавающих предметов и др.).

В лотках и каналах пробы берут в середине сечения потока в точках с постоянной глубиной и следят, чтобы не попал жир или пена.

Круглосуточные пробы для анализов поступающих и очищен-

ных сточных вод должны состоять из отдельных разовых проб, отбираемых через определенные интервалы, которые устанавливаются в каждом случае и должны быть не больше 4 ч. Пробы воды до и после сооружений берут с учетом времени прохождения ее через контролируемое сооружение.

Так как состав сточной жидкости меняется по часам суток, желательно один раз в месяц производить анализ разовых проб. При большом коэффициенте неравномерности притока среднесуточная проба составляется из суммы разовых проб с учетом часовых колебаний притока. Объем проб, отбираемых в отдельные часы, из которых составляется среднесуточная проба, должны отвечать суточному графику поступления сточных вод.

Для контроля осадка, задержанного в песколовке, среднюю пробу отбирают в песковом канале, куда подается осадок во время выгрузки.

При ручной выгрузке песка из песколовки пробы отбирают на разных глубинах скребками или лопатой, тщательно перемешивая их в ведре или другом большом сосуде для составления средней пробы. Средняя проба отбирается в объеме не менее 100—150 мл в течение смены через каждые 2 ч.

Пробы сточной жидкости можно хранить одни сутки при температуре не выше +5°C. Часть пробы сточной жидкости, предназначенной для определения окисляемости и азота аммонийных солей, консервируют 25%-ной серной кислотой (2 мл на 1 л).

К пробе, предназначенной для определения азота нитритов и нитратов, а также взвешенных веществ, прибавляется хлороформ (2 мл на 1 л). Вместо хлороформа можно применять толуол.

Разовые пробы на растворенный кислород отбирают при помощи особого приспособления, представляющего собой склянку, в которую опущен шланг или трубка до дна, а другой ее конец изогнут на 180° и опущен ниже дна склянки на 30—50 мм. В пробку устанавливают воздушную трубку. Такой сифонный батометр крепится к штанге. Объем склянки батометра при отборе пробы должен быть в 5 раз больше объема склянки, в которую переливается проба (пятикратный обмен объема пробы). Излив пробы происходит при помощи резиновой трубки, надетой на наружный конец сифонной трубки батометра и опускаемой до дна склянки, в которую выливается проба.

Средняя проба избыточного уплотненного активного ила отбирается из илоуплотнителя.

Пробы сброженного осадка из метантенков отбирают в течение всего времени выгрузки осадка через равные промежутки времени (10 мин) и в равных объемах (примерно 1 л). Затем их сливают в ведро и тщательно перемешивают.

В подсушенном осадке песковых и иловых площадок определяют влажность, для чего берут средние пробы по глубине слоя в различных местах залитых площадей.

Пробы газовой смеси из метантенков берут газовой пипеткой, которая присоединяется к патрубку на газовом колпаке метантенков при помощи резиновой трубки.

Газ, поступающий из метантенков, вытесняет жидкость из пипетки и заполняет ее. Вытесненную таким образом жидкость собирают в сосуд, в котором хранилась газовая пипетка. Пипетку наполняют газом с таким расчетом, чтобы в ней оставалось 5—7 мл жидкости.

К пробе для определения БПК никакие консервирующие вещества не могут быть применены.

Проба сточной жидкости, предназначенная для бактериологических определений, также не подлежит консервации. Ее можно сохранять 2 ч при температуре +5°C.

В двухъярусном отстойнике пробы из осадочных желобов берут так же, как из первичных горизонтальных отстойников.

Пробы из септической части отбирают в объеме 500—1000 мл (всегда равном) через равные промежутки времени (20—30 мин) в течение всего времени выпуска осадка, но не менее 4—5 раз, сливают в ведро, перемешивают и отливают 1 л средней пробы.

Пробы осадков или активного ила, в которых определяется влажность, не подлежат ни хранению, ни консервации, а анализируются сразу после их отбора.

Иловую воду от сбраживаемого осадка можно хранить так же, как и сточную жидкость, в течение суток при температуре не выше +5°C; пробу, предназначенную для определения летучих жирных кислот, консервируют несколькими каплями 40%-ного едкого натра.

Пробы для определения дозы и качества активного ила хранить не рекомендуется во избежание его загнивания.

Пробы смеси активного ила и сточной жидкости, подлежащие гидробиологическому анализу, анализируют спустя 20—30 мин с момента их взятия (непродолжительное время можно сохранять пробы в холодном месте, не закрывая пробкой).

Для характеристики качества активного ила берут разовую пробу воды с илом в каждом аэротенке для определения илового индекса и кинетики оседания в таком количестве, чтобы в пробе содержалось около 20 г сухого вещества ила.

Для гидробиологического анализа (состава индикаторных простейших) специальным ковшом отбирают разовые пробы также из каждого аэротенка и переливают в банку с широким горлом без пробки. Емкость банки 250 мл.

Анализ избыточного активного ила производят в разовых пробах на входе в илоуплотнители и на выходе из них с соблюдением расчетного интервала.

Пробы сырого осадка берут из камер выгрузки во время его выпуска, а также из распределительной камеры метантенков через равные промежутки времени (20 мин) в разных объемах (250 мл), затем сливают в ведро и тщательно перемешивают.

Подробные правила отбора и консервации проб [10] должны излагаться в технологических регламентах на каждом объекте обслуживания.

Обращение с реактивами

Персонал химических и бактериологических лабораторий должен быть подготовлен к обращению с соответствующими реактивами и оборудованием. Обучение персонала правилам обращения с реактивами по обеспечению выполнения правил техники безопасности производится не реже одного раза в год.

Персонал должен работать в спецодежде, предусмотренной нормативами. На столах нужно держать только те виды реактивов и их количества, которые нужны непосредственно для работы.

Твердые реактивы в виде порошка или кристаллов хранят в стеклянных банках с притертыми пробками (для хранения щелочи применяются резиновые, пластмассовые или корковые пробки).

Реактивы, разлагающиеся под влиянием света (перманганат калия, реактив Несслера), хранят в бутылках из темного стекла или в пакетах из темной бумаги.

Реактивы, которым присуща гигроскопичность (нитрит натрия, фтористый калий), содержат в банках, крышки которых залиты парафином.

Легковоспламеняющиеся и горючие реактивы (эфир, бензол, спирт) в помещении лаборатории должны находиться в количестве не свыше 1 л в хорошо закупоренной посуде, заполненной не более чем на 3/4 объема, и вдали от источников тепла.

Концентрированные кислоты (серная, соляная, азотная) хранят отдельно от прочих реактивов в вытяжном шкафу.

Некоторые реактивы, такие, как фтористоводородная кислота, нельзя хранить в стеклянной таре. Для них изготавливается тара из эбонита.

Работая с реактивами, надо знать их свойства, особенно если они ядовиты или могут образовать с другими реактивами взрывчатые смеси.

Все банки должны иметь этикетки с названиями хранящихся в них веществ. На этикетке пишут, какой чистоты данные реактивы — химически чистые (хч), чистые для производства анализа (чда), чистые (ч).

Нельзя брать вещества без точного установления их природы, сыпать реактивы в плохо вымытую и недостаточно высушенную посуду, высыпать обратно в банку рассыпанный реактив, разрыхлять уплотнившийся реактив случайным предметом. После взятия дозы для производства анализа крышку банки с гигроскопическим веществом нужно запарафинировать. Работать

с огнеопасными и ядовитыми веществами лицам, не ознакомленным с правилами пользования ими, строго запрещается.

Если реактив каким-то образом загрязнился, его необходимо заменить новым.

Объем и периодичность выполнения анализов

Информация о работе всех технологических линий, сооружений, узлов и станций в целом будет тем полнее, чем чаще и обширнее будут проводиться анализы. Однако трудоемкость и длительность получения результатов большинства анализов не дают возможности более широко применять специальные приборы и экспресс-методы для определения основных технологических показателей и контролируемых величин. Такие приборы, как спектрофотометры «Сатурн», СФ-4, СФ-4а, СФ-16, СФ-18, флуорометры «Анализ-1», ФМ-1, «ФЛЮМ», ФО-1, ЭФ-ЗМА, различные рН-метры, полярографы ПЭ-312, ППТ-1, концентратометр КАП-225-у, хроматографы серий «ХЛ» и «Цвет», сигнализаторы уровня осадка и активного ила СУФ-42 и Комплекс СУ-101, ХПК-метр ТПЛ-3 и другие, находят распространение в отечественной практике [16] и должны быть максимально использованы.

Ведомственными руководящими документами МЖКХ УССР* установлены перечень и периодичность анализов, выполняемых на городских очистных станциях канализации с механобиохимической схемой очистки. Согласно этим материалам в каждом конкретном случае нужно разработать рабочие графики производства анализов, которые включаются в общие технологические регламенты по очистной станции.

Один раз в месяц выполняют полный анализ [11] поступающей и очищенной сточной жидкости в среднесуточной пробе и воды водоема в районе выпуска, а также в пробах, отобранных в сточной жидкости до и после песколовков. Исследуют осадок по объему и весу, окисляемость по перманганату калия; после хлорирования — на хлороглощаемость. На решетках определяют влажность и весовое количество отбросов, на песковых площадках — фракционный состав, зольность, влажность и объемный вес песка в пульпе. С этой же периодичностью выполняют и бактериологический анализ очищенной воды и гельминтологические исследования сброженного (обработанного) осадка. Одновременно с полными анализами воды определяют состав и свойства активного ила в аэротенках: гигроскопическую влажность, зольность, общий азот и фосфор. В пробе уплотненного ила, взятой

* Программа проведения анализов при организации лабораторно-производственного контроля на налаживаемых канализационных очистных сооружениях городов Украинской ССР. Утверждена УВКХ Министерства жилищно-коммунального хозяйства Украинской ССР 17 февраля 1976 г.

после илоуплотнителя, определяют зольность, эфирорастворимость веществ, азот белков и углеводы (гемицеллюлозу).

Один раз в 10 дней анализами определяют: объем и весовое содержание оседающих веществ в пробе после первичных и двухъярусных отстойников; концентрацию взвешенных веществ и БПК в пробе после преаэраторов; дозу ила в преаэраторах и биокоагуляторах. В эти же сроки производят сокращенный анализ [11] в пробах до и после биофильтров, аэротенков, вторичных отстойников и других комплексов аэрационных сооружений. После биопрудов, фильтров и других сооружений для доочистки определяют БПК_{полн}, биогенные элементы, яйца гельминтов и коли-титр. В пробах осадка, удаляемого из первичных отстойников и илоуплотнителей, следует при этом определить влажность и зольность, а также концентрацию по сухому веществу (только в осадке илоуплотнителя). Один раз в декаду в пробе пленки биофильтров и в активном иле аэротенков производят полный гидробиологический анализ.

В пробе избыточного ила и в осадке иловых площадок измеряют влажность, а также количество яиц гельминтов. Выполняется полный анализ газовой смеси метантенков.

Один раз в 5—6 дней определяют анализ активного ила, объемную и весовую концентрации, иловый индекс, кинетику осаждения, скорость потребления кислорода и гидробиологический состав по простейшим.

После каждого удаления после обработки в осадке определяют температуру, влажность, щелочность, ЛЖК, рН и зольность.

Ежедневно проверяют следующие показатели: растворенный кислород в иловой смеси и очищенной воде, взвешенные вещества после вторичных отстойников или комбинированных сооружений, остаточный хлор (4—5 раз в сутки), рН бродящей массы в метантенках.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННОЙ САНИТАРИИ

ИНСТРУКТАЖ И ПРОВЕРКА ЗНАНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА

Система служб охраны труда и техники безопасности

Ответственность и руководство по соблюдению правил техники безопасности и производственной санитарии возлагается на руководителей и главных инженеров ПУВКХ и очистных сооружений. Практическая работа в этой области осуществляется

службами охраны труда, представленными инженерами по технике безопасности управлений, региональных и крупных очистных станций, а также ответственными за состояние техники безопасности в различных цехах и подразделениях. Работа службы охраны труда координируется с профсоюзной организацией, технической инспекцией и органами Государственного надзора.

Основными задачами служб охраны труда являются контроль за соблюдением законодательства по охране труда, обеспечение и разработка мероприятий по соблюдению безопасных методов и условий работы рабочих и служащих, организация обучения работников безопасным методам работы и правилам производственной санитарии.

Инженер по технике безопасности подчиняется главному инженеру соответствующего подразделения.

Инженер по технике безопасности выполняет следующий объем работ:

разрабатывает планы мероприятий по улучшению условий труда и промышленной санитарии, согласовывает их с местным комитетом профсоюза;

проверяет выполнение в подразделениях инструкций по технике безопасности и промсанитарии, законодательства, постановлений и распоряжений вышестоящих органов по вопросам охраны труда;

контролирует своевременное проведение всех видов инструктажей по технике безопасности в подразделениях и цехах, следит за своевременным обновлением инструкций и правил, состоянием наглядных пособий по технике безопасности, обеспечивает приобретение таких пособий;

участвует в составлении программ обучения и в работе постоянно действующих комиссий по проверке знаний правил техники безопасности рабочими и инженерно-техническими работниками очистных станций и управлений;

участвует в приемке сооружений и оборудования в эксплуатацию;

проверяет состояние ограждающих устройств предохранительных приспособлений, работу систем по охране окружающей среды, уровни освещенности, допустимых вибрации и шума на рабочих местах, температуру помещений;

контролирует наличие и состояние спецодежды у рабочих, средств индивидуальной защиты, выдачу спецпитания и соблюдение утвержденного распорядка рабочего дня.

Этот объем работ службы охраны труда должен составлять предмет инструктажей и проверки знаний по вопросам техники безопасности и производственной санитарии. Инструктаж и проверка знаний, а также обучение персонала правилам безопасного ведения работ проводятся обязательно во всех подразделениях независимо от характера и степени безопасности производства, квалификации и стажа работающих.

Порядок инструктажа и проверки знаний

Инструктаж и обучение рабочих и ИТР очистных станций и управлений проводятся на основе правил техники безопасности и производственной санитарии, действующих в ведомственном подразделении, типовых инструкций по технике безопасности по профессиям и личного опыта инженерно-технических работников, проводящих инструктаж. Особое внимание уделяют вопросам, обусловленным спецификой работ конкретного подразделения.

Обучение персонала технике безопасности и правилам производственной санитарии имеет следующие формы: вводный, первичный, повседневный, повторный, внеочередной инструктаж, стажировка и курсовое обучение, а также массовое пропагандирование с помощью наглядных пособий, бесед, лекций, демонстрации фильмов и диафильмов.

В о д н ы й инструктаж проводится со всеми без исключения работниками при приеме их на работу независимо от специальности и квалификации. Инструктаж проводят руководители подразделений в рабочее время в виде беседы по специальной программе, охватывающей вопросы трудового распорядка предприятия, правила проезда на работу и обратно, проверки исправности инструментов и машин, требования электробезопасности, содержания рабочего места, профилактики производственного травматизма, гигиены труда и промсанитарии, пожарной безопасности и оказания доврачебной помощи.

П е р в и ч н ы й и н с т р у к т а ж на рабочем месте проводится с работниками, прослушавшими вводный инструктаж, и с сотрудниками, переведенными с одного рабочего места на другое или с одного вида оборудования на другой. Первичный инструктаж проводит руководитель подразделения с демонстрацией оборудования, станков, инструментов, защитных средств и приспособлений, сигнализации и т. д. Программа первичного инструктажа должна включать вопросы организации труда, описание технологических процессов, производственное назначение данного подразделения, круг обязанностей по профессии, назначение индивидуальных и дежурных средств защиты и другие вопросы, рассматриваемые при вводном инструктаже, но в применении к конкретным производственным условиям. Следует изложить обязанности сотрудника перед началом работы, правила пуска, опробования, эксплуатации и останова оборудования, уборки рабочего места, хранения инструментов, пользования аптечкой, личной гигиены и оказания доврачебной помощи.

После вводного и первичного инструктажей делаются соответствующие записи в специальном журнале (раздельно по каждому), после первичного инструктажа, кроме того, делается запись о допуске к работе.

П о в с е д н е в н ы й инструктаж проводится перед началом и в процессе работы, индивидуально или с группой рабочих, при

выполнении работ за пределами подразделения или с повышенной опасностью, при личном обращении сотрудника или при нарушении правил техники безопасности. Цель повседневного инструктажа — предостеречь работников от возможных несчастных случаев в конкретных условиях.

Повторный (внеочередной) инструктаж заключается в проверке знаний правил техники безопасности работниками путем устного опроса и беседы. Внеочередной инструктаж проводится один раз в шесть месяцев в случаях изменения технологического процесса, замены оборудования, нарушения правил техники безопасности, выявления недостаточного уровня знаний в ходе повседневного инструктажа. Данные о повторном инструктаже записываются в журнал.

Курсовое обучение проводится по программе, утвержденной ПУВКХ или комбинатом коммунальных предприятий и согласованной с местным комитетом профсоюза.

Обучение производится в нерабочее время в группах численностью не более 30 человек, укомплектованных по профессиям. По окончании обучения проводится опрос каждого слушателя в отдельности. Результаты проверки знаний оформляются протоколом. Слушателям, получившим положительные оценки, выдаются удостоверения, а отметка о проверке вносится в журнал.

Проверка знаний работников по вопросам техники безопасности и производственной санитарии осуществляется не реже 1—2 раз в год — для руководящего инженерно-технического состава, 1 раз в год — для рядовых ИТР, 1 раз в 6 месяцев — для рабочих технологических и вспомогательных профессий и 1 раз в 3 месяца — для рабочих, занятых на работах с электротехническим оборудованием и электроинструментом. Проверка производится постоянно действующей комиссией, создаваемой по приказу начальника ПУВКХ или ККП, результаты проверки оформляются протоколом. Функции комиссии в подразделениях очистных станций могут выполнять руководители подразделений, записи о проверке делаются в журнале инструктажей.

ФУНКЦИИ АДМИНИСТРАЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАВИЛ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И УЧЕТУ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

Обязанности должностных лиц

Главный инженер ПУВКХ или ККП несет ответственность за правильную организацию работы очистных станций и других предприятий водопроводно-канализационного хозяйства по выполнению правил техники безопасности и производственной санитарии, за соблюдение действующего законодательства, положений, норм и инструкций по технике безопасности, аналогичные

обязанности имеют и главные инженеры региональных и крупных очистных станций и руководители станций других категорий.

Главный механик или лицо, выполняющее его функции, несет ответственность за организацию и своевременное проведение профилактических осмотров, ремонтов оборудования и электрохозяйства, вентиляционных и отопительных устройств, системы сигнализации и т. д. В его функции входит обеспечение соответствия требованиям техники безопасности и производственной санитарии, а также противопожарной безопасности проектируемых и устанавливаемых новых видов оборудования, устройств, приспособлений и инструмента; соблюдение безопасного состояния и своевременного освидетельствования, испытания и ремонта электроустройств и устройств, работающих под давлением, ацетиленовых, кислородных и компрессорных установок, грузоподъемных механизмов, испытательных стендов, автоматов защиты, контуров заземления и средств снятия статического электричества. Главный механик отвечает за обеспечение предупредительными надписями и знаками участков с повышенной опасностью при производстве ремонтных работ и при работе на действующем оборудовании и устройствах, за работоспособное состояние вентиляционных устройств и систем теплоэнергоснабжения. Как руководитель подразделения главный механик несет полную ответственность за соблюдение правил безопасной работы и промсанитарии в отделе главного механика.

Начальник цеха или всего комплекса средней и малой очистной станции, а в случаях локальных установок — руководитель объекта канализования, отвечает за соблюдение техники безопасности и промсанитарии, противопожарных мероприятий, предотвращение травматизма, соблюдение установленной технологии и учет несчастных случаев в подразделении. Необходимо обеспечивать исправность бытовых и производственных помещений, оборудования, инструмента, ограждающих устройств и измерительной техники, своевременно осуществлять ее проверку.

Руководители подразделений обязаны не допускать захламленности рабочих мест, проходов и территории очистных станций, обеспечить необходимое освещение территории и рабочих мест, исправное состояние ограждений на сооружениях, дежурной спецодежды, безопасное хранение реактивов, ядовитых и взрывчатых веществ, огнеопасных материалов, своевременную выдачу и стирку спецодежды и спецобуви, организовать своевременное проведение инструктажа и проверки знаний по технике безопасности. В их функции входит обеспечение работников инструкциями по технике безопасности, плакатами, надписями предупредительного и запрещающего характера, представление на комиссию для аттестации по технике безопасности работников, выполняющих работу с повышенной опасностью, организация первой помощи при травматизме или направление пострадавшего в меди-

цинское учреждение, информирование главного инженера ПУВКХ или ККП о несчастном случае или случаях травматизма, обеспечение соблюдения трудового законодательства.

Руководитель предприятия или подразделения обязан своевременно и правильно расследовать и учитывать несчастные случаи, принимать меры по устранению их причин.

Порядок расследования обстоятельств производственного травматизма

Согласно «Положению о расследовании и учете несчастных случаев на производстве», утвержденному постановлением Президиума ВЦСПС от 20 мая 1966 г., все несчастные случаи с потерей трудоспособности не менее одного рабочего дня подлежат регистрации с составлением акта по форме Н-1. Акт составляется в течение 24 ч с момента происшествия несчастного случая и передается начальнику очистной станции или лицу, выполняющему его функции, местному комитету, техническому инспектору профсоюза и вышестоящей организации.

Несчастный случай, происшедший с работником одной организации на территории другой организации, расследуется и учитывается той организацией, на территории которой он произошел, причем это указывается в п. 8 формы Н-1.

Если несчастный случай произошел по причине конструктивных недостатков оборудования, следует направить заводу-изготовителю рекламацию, копии которой передают также в соответствующие вышестоящие организации и ЦК профсоюза.

Акт о несчастном случае является первичным документом для изучения причин травматизма и оформления пособия пострадавшему, поэтому он должен быть заполнен четко, объективно и только на основе фактов, выявленных в результате расследования. В расследованиях обстоятельств и причин несчастного случая принимают участие инженер по технике безопасности и общественный инспектор по охране труда, причем расследование производится немедленно по происшествии несчастного случая. Указание в акте о мерах, принятых для выявления причин и устранения возможности повторения травматизма, необходимо записывать только после проверки действительного выполнения предложенных мероприятий.

Если, по мнению администрации, несчастный случай, происшедший на производстве, не был связан с производством, окончательное решение может вынести первичная профсоюзная организация при согласовании с техническим инспектором.

В отчеты по форме 7-г, составляемые каждое полугодие о несчастных случаях, связанных с производством, включаются только случаи, которые вызвали потерю трудоспособности на период 4 и более дней или смертельный исход. Заключение о тяжести травм дают врачи лечебных учреждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А. В., Чупракова В. В. Аэробная стабилизация осадков. «Водоснабжение и санитарная техника», 1976, № 9.
2. Брынько Ю. В. Исследование работы и расчет скорых песчаных фильтров для доочистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Сб. «Гидравлика и водоснабжение». Хабаровск, 1974.
3. Временные рекомендации на разработку экспериментальных проектов установок тепловой подготовки осадков сточных вод к механическому обезвреживанию на очистных сооружениях канализации. Киев, НИКТИ ГХ МЖКХ УССР, 1976.
4. Гончарук Е. И. Санитарный надзор за местными канализационными сооружениями. Киев, «Здоровье», 1974.
5. Гончарук Е. И., Давиденко А. И., Каминский Я. М., Кигель М. Е., Полищук Ю. С. Малогабаритные очистные сооружения канализации. Киев, «Будівельник», 1974.
6. Жуков А. И., Бондарев А. А. Объемный показатель активного ила. «Водоснабжение и санитарная техника». 1970, № 10.
7. Земляк М. М. Дослідження гідродинамічного режиму зони освітлення аеротенка-освітлювача. Зб. «Наука і техніка в міському господарстві». Київ, «Будівельник», 1973.
8. Кигель Е. М., Милаенко Г. П., Кигель М. Е. Приемка и наладка канализационных сооружений. Киев, «Будівельник», 1971.
9. Колобанов С. К., Ершов А. В., Кигель М. Е. Проектирование очистных сооружений канализации. Киев, «Будівельник», 1977.
10. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. М., «Химия», 1973.
11. Методика проведения технологического контроля работы очистных сооружений городских канализаций. М., Стройиздат, 1971.
12. Нормативы численности рабочих для обслуживания водопроводных и канализационных предприятий УССР. Киев, МКХ УССР, 1971.
13. Правила технической эксплуатации водопроводов и канализаций. М., Стройиздат, 1965.
14. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. № 1166, утв. 16 мая 1974, М., 1975.
15. Рекомендации по приемке, пуску и эксплуатации станций биохимической очистки промышленных сточных вод. ВНИИ ВОДГЕО, М., Стройиздат, 1968.
16. Рекомендации по области использования в лабораториях водопроводно-канализационного хозяйства новейших моделей лабораторного оборудования, обеспечивающих высокую точность определений и позволяющих оперативно определять большое число ингредиентов. М., АКХ им. К. Д. Памфилова, 1976.
17. Технические указания по применению компактных установок заводского изготовления типа БИО-25 для очистки сточных вод малых населенных мест и отдельно расположенных объектов на станциях производительностью 25—100 м³/сут. Киев, НИКТИ ГХ МКХ УССР, 1974.

18. Технические указания по применению компактных установок заводского изготовления типа КУ-200 для очистки сточных вод малых населенных мест и отдельно расположенных объектов на станциях производительностью 200—700 м³/сут. Киев, НИКТИ ГХ МКХ УССР, 1974.

19. Технические указания на применение аэроокислителей радиального типа. Киев, НИКТИ ГХ МЖКХ УССР, 1975.

20. Технические условия по применению механических аэраторов типов АР-1, АРН, АРП, АИ и ТА. Киев, НИКТИ ГХ МЖКХ УССР, 1975.

21. Технические указания по применению контактно-стабилизационных аэротенков с механическими турбинными аэраторами для очистки городских сточных вод. Киев, НИКТИ ГХ МКХ УССР, 1972.

22. Технические указания по применению аэротенков-осветлителей для очистки городских сточных вод. Киев, НИКТИ ГХ МКХ УССР, 1972.

23. Технические указания по применению циркуляционных окислительных каналов для очистки сточных вод малых городов, поселков и предприятий молочной промышленности. Киев, НИКТИ ГХ МКХ УССР, 1972.

24. Технические указания по применению компактных установок заводского изготовления типа УКО-25 для очистки сточных вод малых населенных мест и отдельно расположенных объектов. Киев, НИКТИ ГХ МЖКХ УССР, 1976.

25. Технические указания по применению компактных установок заводского изготовления типа УКО-100 для очистки сточных вод малых населенных мест и отдельно расположенных объектов. Киев, НИКТИ ГХ МЖКХ УССР, 1976.

26. Технические указания на применение модернизированных сетчатых барабанных фильтров в технологии очистки сточных вод поверхностных водосточников и городских сточных вод. М., АКХ им. К. Д. Памфилова, 1976.

27. Технические указания на проектирование сооружений для центрифугирования осадков сточных вод и обработки фугата. М., АКХ им. К. Д. Памфилова, 1975.

28. Технические условия на проектирование и эксплуатацию установок по механическому обезвоживанию на барабанных вакуум-фильтрах осадка первичных отстойников и избыточного активного ила очистных сооружений городских канализаций. М., АКХ им. К. Д. Памфилова, 1975.

29. Худенко Б. М., Тарнопольская М. Г., Кравцова Н. В., Чапковский А. В. (Под научной редакцией Апельциной Е. И.). Глубокая очистка и повторное использование сточных вод. М., ЦИНИС, 1974.

30. Чугаев Р. Р. Гидравлика Л., «Энергия», 1971.

31. Яковлев С. В., Жуков А. М., Карелин Я. А., Колобанов С. К. Канализация. М., Стройиздат, 1976.

32. Cywiński B., Gdula S., Kempa E., Kurbiel J., Płoszanski H. Oczyszczanie ścieków miejskich. Warszawa, "Arkady", 1972.

33. Girling R. M. Practical methods for determining sewage flow for all communities. "Water and Sewage Works", 1969, № 7, 250—258.

34. Joyce R. J., Ortman C., Zickefoose C. Now to optimize an activated sludge plant. "Water and Sewage Works", 1974, № 10, 96—99.

35. Sparr A. E. Froth control at Bay Park. "Sewage and Industrial Wastes", 1958, № 3, 305—312.

36. Vosloo P. B. V. Some factors relating to the design of activated-sludge plants, "Water Pollution Control", 1970, 69, № 5, 486—495.

37. Vosloo P. B. V. Oxygen requirements in the activated sludge process. "Water Pollution Control", 1973, 72, № 2, 209—212.

38. Water treatment handbook. "Degremont", 1973.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предпусковой период эксплуатации

Структура и функциональное назначение производственных подразделений

Состав подразделений и их функции	3
Численность эксплуатационного персонала и квалификационные требования	7

Подготовка сооружений к приемке в эксплуатацию

Проверка технического состояния сооружений перед пуском в эксплуатацию	11
Проверка геометрических характеристик и технологических параметров сооружений	18
Состав и функции рабочих комиссий по приемке сооружений	22

Эксплуатация сооружений в период технологической наладки

Подготовка сооружений к технологической наладке	
Маркировка оборудования и коммуникаций	25
Составление и оформление технологических регламентов	27

Эксплуатация биологических реакторов в период выращивания активной массы

Сооружения с аэробной биомассой	33
Сооружения с анаэробной биомассой	39

Эксплуатация оборудования очистных сооружений в период доводки до нормативных параметров

Объем и характер работ	43
Организация работы смен при непрерывной эксплуатации оборудования	48

Эксплуатация сооружений механической очистки

Сооружения для предварительной обработки сточных вод	
Решетки	50
Песколовки и песковое хозяйство	51
Расходомерные устройства	52

Сооружения для удаления грубодисперсных взвешенных веществ

Преаэраторы	58
Первичные отстойники	59

Эксплуатация сооружений биохимической очистки

Биологические фильтры	
Капельные биофильтры	61
Орошаемые биофильтры	66

Аэротенки

Условия эксплуатации комплексов очистки сточных вод активным илом	67
Аэротенки с отдельными вторичными отстойниками	70
Комбинированные аэрационные сооружения	82
Аэротенки со ступенчатой схемой очистки	85
Аэрационное оборудование	87

Эксплуатация сооружений для доочистки и обеззараживания сточных вод

Сооружения для доочистки биохимическими методами	
Фильтрующие траншеи и колодцы	89
Фильтрационно-обогащительные колодцы и биологические пруды	91
Сооружения для доочистки физическими и физико-химическими методами	
Сетки и микрофильтры	94
Фильтры и осветлители	95
Сооружения для обеззараживания сточных вод	
Хлораторные с хлорсодержащими реагентами	98
Хлораторные с жидким хлором	100
Эксплуатация сооружений по обработке осадков	
Сапрофильные сбраживатели	
Двухъярусные отстойники. Осветлители-перегниватели	101
Метантенки	
Метантенки с мезофильным режимом	105
Метантенки с термофильным и комбинированным режимами. Газ-гольдеры	110
Аэробные стабилизаторы	
Сооружения с пневматической аэрацией	114
Сооружения с механической аэрацией	115
Сооружения для обезвоживания осадков	
Илоуплотнители	116
Иловые площадки и пруды	117
Сооружения для механического обезвоживания осадков	118
Лабораторно-технологический контроль за работой очистных сооружений	
Показатели качества и учет степени очистки сточных вод и обработки осадков	
Виды и назначение анализов	125
Система лабораторно-технологической документации по учету работы сооружений	129
Операции по лабораторно-технологическому контролю	
Отбор и хранение проб	130
Обращение с реактивами	133
Объем и периодичность выполнения анализов	134
Основные положения по технике безопасности и промышленной санитарии	
Инструктаж и проверка знаний эксплуатационного персонала	
Система служб охраны труда и техники безопасности	135
Порядок инструктажа и проверки знаний	137
Функции администрации очистных сооружений по выполнению правил техники безопасности и учету производственного травматизма	
Обязанности должностных лиц	138
Порядок расследования обстоятельств производственного травматизма	140
Литература	