МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы
«Водопроводные очистные сооружения с двухступенчатой схемой
очистки поверхностных вод»
по курсу
«ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД»
(для бакалавров специальности 6.092600 – ”Водоснабжение, водоотведение”)

Харьков – 2008

Методические указания к выполнению курсовой работы «Водопроводные очистные сооружения с двухступенчатой схемой очистки поверхностных вод» из курса «Технология очистки природных и сточных вод» (для бакалавров специальности 6.092600 – Водоснабжение, водоотведение). Сост.: Крамаренко Л.В. – Харьков: ХНАГХ, 2008. – 79с.

Составитель: Л.В. Крамаренко

Рецензент: проф. С.С. Душкин

Рекомендовано кафедрой водоснабжения, водоотведения и очистки вод, протокол № 1 от 30.08.2007г.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Исходные данные……. 5

Введение…… 6

1. Оценка качества природных вод…… 8

2. Выбор схемы очистных сооружений……..… 10

3. Определение полной производительности очистных сооружений…… 12

4. Реагентное хозяйство……. 14

4.1. Определение дозы коагулянта……. 14

4.2. Схема коагулянтного хозяйства при сухом хранении коагулянта 15

4.3. Определение дозы и площади склада полиакриламида…… 18

4.4. Схема приготовления раствора полиакриламида…….. 19

4.5. Определение расхода извести…….. 21

4.6. Схема приготовления известкового молока…….. 24

4.7. Обеззараживание воды……. 28

5. Составление балансовой схемы расходов воды по водоочистным сооружениям……. 29

6. Скорые фильтры……... 32

6.1. Расчет распределительной системы фильтра……. 33

6.2. Расчет устройства для сбора и отвода воды при промывке фильтра…… 35

6.3. Определение потерь напора при промывке фильтра……. 37

6.4. Подбор насосов при промывке фильтров……... 39

6.5. Определение диаметров трубопроводов для подачи воды и её отвода на фильтры …… 39

7. Расчёт вертикального смесителя ……. 40

8. Повторное использование воды от промывки скорых фильтров ……. 43

8.1. Расчёт песколовок ……. 43

8.2. Расчёт резервуара-усреднителя …….…….. 44

9. Расчёт горизонтальных отстойников и камер хлопьеобразования ….. 46

9.1. Отстойники ……. 46
9.2.Расчёт системы удаления осадка …….. 48
9.3.Устройство для сбора осветлённой воды …… 49
9.4. Камеры хлопьеобразования ……... 51
10. Барабанные сетки и входная камера …… 53
11. Резервуар чистой воды …….. 55
12. Компоновка водоочисткой станции ……. 57
Заключение ……. 61
Список литературы …… 62
Приложения …… 63

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

для расчёта курсовой работы

1. Полезная производительность $Q_{пол}$ — 37000 $м^3/сут$
2. Общая жесткость $Ж_о$ — 7,59 $мг-экв/дм^3$
3. Карбонатная жесткость $Ж_к$ — 4,98 $мг-экв/дм^3$
4. Сухой остаток P — 506,2 $мг/дм^3$
5. Взвешенные вещества — 140 $мг/дм^3$
6. pH — 7,7
7. Температура t — 8 ^oC
8. Цветность $Ц$ — 105 *град ПКШ*
9. Запах и привкус — 4 *балла*
10. Содержание катионов и анионов: — $мг/дм^3$
    - Ca^{2+} — 86,3
    - Mg^{2+} — 40,4
    - Na^{+} — 45,5
    - HCO_3^- — 309
    - SO_4^{2-} — 134,3
    - Cl^- — 44,8
11. Коэффициент часовой неравномерности $к_ч$ — 1,40

ВВЕДЕНИЕ

Водопроводные очистные станции хозяйственно-питьевого водоснабжения предназначаются для обеспечения населения и промышленности водой, соответствующей требованиям ГСанПиН.

Место расположения водоочистных станций должно быть удобно для решения всех вопросов водоснабжения объектов. Их располагают в большинстве случаев вблизи источников водоснабжения. Следует добиваться наиболее рационального взаимного расположения всех элементов водоочистных сооружений на генеральном плане строительной площадки.

Состав комплекса основных сооружений водопроводной очистной станции предопределяется принятыми методами корректирования гетерофазных примесей воды, которые, в свою очередь, зависят от качества воды в источнике водоснабжения и требований к ней потребителей.

Для доведения качества воды до требований стандарта на питьевую воду ее обрабатывают, включая при необходимости следующие процессы: предварительное осветление, фильтрование, реагентная обработка, обеззараживание, дезодорацию, фторирование и т.д.

Для осуществления перечисленных технологических процессов на водоочистных станциях применяют специальные очистные сооружения: микрофильтры и барабанные сетки, префильтры, дозаторы, смесители, камеры хлопьеобразования, отстойники, осветители со слоем взвешенного осадка, контактные осветлители, фильтры, установки для введения в воду хлора, фтора, аммиака и других реагентов.

Функциональное назначение отдельных подсистем: основных очистных сооружений – подготовка воды питьевого качества, сооружений второго подъема – хранение и подача воды потребителям, подсобно-вспомогательных сооружений и общеплощадочных объектов – обслуживание и обеспечение основных технологических процессов.

Основной задачей курсовой работы является:

- приобретение навыков студентами правильного выбора методов очистки воды, а также грамотное решение по технологической схеме подготовки воды при заборе её из поверхностного источника;

- компоновка, высотное проектирование и расчет водопроводных очистных станций хозяйственно-питьевого водоснабжения для обеспечения водой населения города и промышленности, соответствующей требованиям ГСанПиНу Украины.

1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

Вода электронейтральна, поэтому суммы концентраций катионов и анионов, выраженные в $мг-экв/дм^3$, равны. Учитывая содержание в природных водах преобладающих ионов, можно записать следующее выражение:

$$[Ca^{2+}]+[Mg^{2+}]+[Na^{+}]=[HCO_3^{-}]+[SO_4^{2-}]+[Cl^{-}]. \quad (1.1)$$

Для пересчета концентрации ионов с $мг/дм^3$ в $мг-экв/дм^3$, необходимо их разделить на эквивалентную массу данного вещества:

$$\frac{Ca^{2+}}{20,04}+\frac{Mg^{2+}}{12,16}+\frac{Na^{+}}{23}=\frac{HCO-_3}{61,02}+\frac{SO_4^{2-}}{48,03}+\frac{Cl^{-}}{35,48}, \quad (1.2)$$

$$\frac{86,3}{20,04}+\frac{40,4}{12,16}+\frac{45,5}{23}=\frac{309}{61,02}+\frac{134,4}{48,03}+\frac{44,8}{35,48},$$

4,31 + 3,32 + 1,98 = 5,06 + 2,80 + 1,26 (9,61 = 9,12).

Проверить правильность анализа можно сопоставлением сумм в $мг-экв/дм^3$ катионов и анионов:

$$\frac{\sum K-\sum A}{\sum K+\sum A}\cdot 100\% \le 5\%, \quad (1.3)$$

$$\frac{9,61-9,12}{9,61+9,12}\cdot 100\% = 2,62\% \le 5\%.$$

Суммарная концентрация катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, выраженная в $мг-экв/дм^3$, определяет общую жесткость воды:

$$Ж_o=\frac{Ca^{2+}}{20,04}+\frac{Mg^{2+}}{12,16}, \quad (1.4)$$

$$Ж_o = 4,31 + 3,32 = 7,63 \ мг-экв/дм^3 .$$

Общая щелочность в зависимости от ионного состава воды включает: бикарбонатную и гидратную составляющие. Поскольку из перечисленных анионов в большинстве природных вод преобладает анион HCO_3^-, их щелочность

определяется концентрацией карбонатов. Однако это справедливо при условии, что величина *pH* не превышает 8,3.

При $Ж_о > Щ_о$,

$$[HCO_3^-] = Ж_к = Щ_о = 4{,}98\ мг-экв/дм^3\ ,$$

$$Ж_{нк} = Ж_о - Ж_к\ , \qquad (1.5)$$

$$Ж_{нк} = 7{,}59 - 4{,}98 = 2{,}61\ (мг-экв/дм^3).$$

Результаты анализа ионного состава воды удобно изображать графически в виде диаграммы предполагаемого состава солей (рис. 1.1). Диаграмму строят в виде примыкающих друг к другу трёх равной длины параллельных полос. *На верхней полосе* откладывают слева направо в масштабе содержания катионов в порядке возрастания основных свойств. *На нижней полосе* в том же масштабе слева направо откладывают анионы в порядке возрастания кислотных свойств. *На средней полосе* по сочетаниям катионов и анионов определяют предполагаемый состав солей. Масштаб для средней полосы в два раза меньше, чем верхней и нижней.

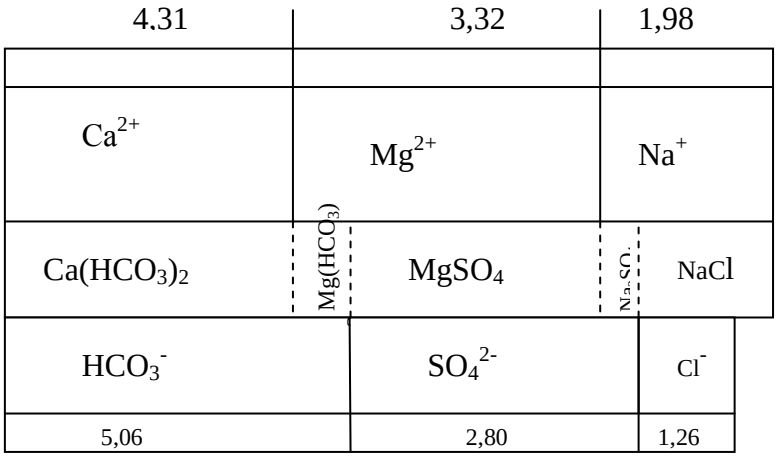

Рис. 1.1 – Диаграмма предполагаемого состава солей в исходной воде по данным анализа

При определении сухого остатка происходит термический распад бикарбонатов, взамен каждых 309 *мг* бикарбонат-ионов в составе сухого остатка остается 154,5 *мг* карбонат-ионов. Тогда сухой остаток определяется по выражению:

$$P = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^{+}] + [HCO_3^{-}] \div 2 + [SO_4^{2-}] + [Cl^{-}], \quad (1.6)$$

P = 86,3 + 40,4 + 45,5 + 309: 2 + 134,3 + 44,3 = 505,3 ($мг/дм^3$),

P = 505,3 ($мг/дм^3$) или 0,5053 ($г/дм^3$).

2. ВЫБОР СХЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В данном курсовом проекте на основании анализа качества воды и производительности очистных сооружений, согласно табл.15 СНиПа принята технологическая схема с горизонтальными отстойниками и скорыми фильтрами.

В практике водоподготовки на сегодняшний день применяются две разновидности выше названной схемы:

- классическая;
- модернизированная.

Классическая схема «горизонтальные отстойники - скорые фильтры» подразумевает раздельное размещение камер хлопьеобразования и горизонтальных отстойников относительно друг друга в плане водоочистных станций.

Модернизованная схема «горизонтальные отстойники – скорые фильтры» подразумевает либо совмещение горизонтальных отстойников с камерами хлопьеобразования, либо встроенными камерами хлопьеобразования в горизонтальные отстойники.

Широкое применение на отечественных станциях водоподготовки нашли схемы со встроенными камерами хлопьеобразования в горизонтальные отстойники. Эти сооружения можно проектировать одноэтажными или двухэтажными с торцевым или рассредоточенным по площади сбором осветленной воды, но без поворота воды в горизонтальных или вертикальных плоскостях.

Курсовая работа предполагает применение встроенной камеры хлопьеобразования в горизонтальный отстойник с рассредоточенным сбором осветленной воды (рис. 2.1)

Применяются горизонтальные отстойники на станциях водоподготовки производительностью 30–50 тыс. $^{м^3}/_{сут}$ при удалении из воды коагулированной взвеси и любой производительности – при удалении не коагулированной взвеси.

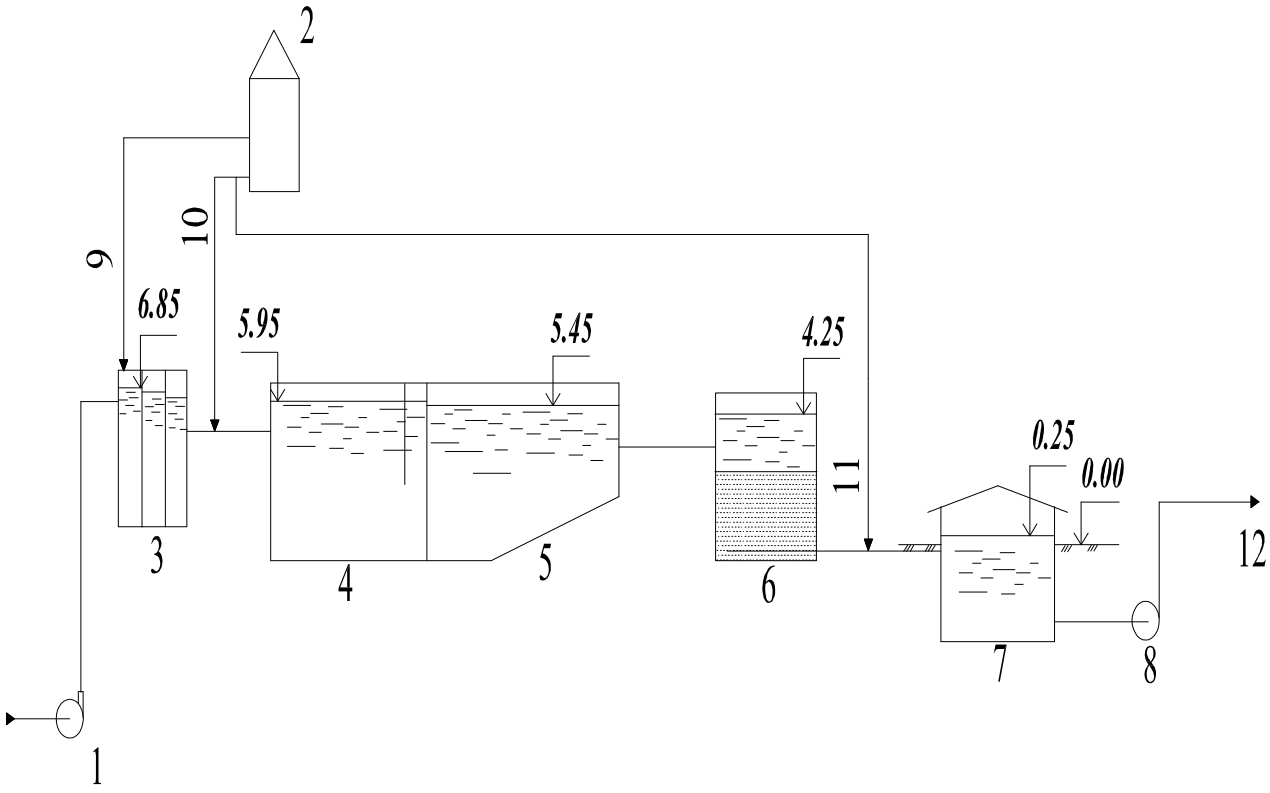

Рис. 2.1- Технологическая схема очистки воды с применением горизонтальных отстойников и скорых фильтров:

1 – насосная станция I-го подъёма; ***2*** – реагентное хозяйство; ***3*** - смеситель; ***4*** – камера хлопьеобразования; ***5*** – горизонтальный отстойник; ***6*** – скорый фильтр; ***7*** – резервуар чистой воды; ***8*** – насосная станция II-го подъёма; ***9*** – подача реагентов (коагулянт, флокулянт); ***10*** – первичное хлорирование; ***11*** – вторичное хлорирование; ***12*** – подача воды потребителю

Обрабатываемая вода после микрофильтрования, для извлечения планктона и крупных взвесей, подвергается обработке реагенами, которые водятся в вертикальный смеситель. Затем вода проходит горизонтальные отстойники со встроенными камерами хлопьеобразования, а также через скорые фильтры, в результате чего осветляется и обесцвечивается.

Обеззараживание воды осуществляется с помощью специальных установок. Кондиционная вода аккумулируется в резервуаре чистой воды и под давлением насосов второго подъема подается в сеть водопотребителю.

Для интенсификации процесса исходная вода подвергается коагулированию и обработке флокулянтами.

В данной схеме вода из насосной станции 1-го подъема поступает в вертикальный смеситель, куда из реагентного хозяйства подаются соответствующие реагенты. После смешения вода подается в горизонтальный отстойник со встроенной камерой хлопьеобразования. Далее вода проходит скорые фильтры и подается в резервуар чистой воды. Предусматривается первичное и вторичное хлорирование воды на станции водоподготовки. Обеззараженная вода из РЧВ подается на насосную станцию второго подъема и далее транспортируется в водопроводную сеть города к потребителю.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Полная производительность станции обработки хозяйственно-питьевой воды включает в себя расход на собственные нужды станции (промывка отстойников, очистка смесителей, резервуаров чистой воды и др.), а также дополнительный расход воды на пополнение противопожарного запаса и приготовление растворов реагентов.

Для определения примерного количества жителей воспользуемся формулой СНиПа:

$$N = \frac{1000 \cdot Q_{сут}^{\max}}{q_{уд}}, \ \ чел., \tag{3.1}$$

где $Q_{сут}^{\max}$ - полезная производительность очистных сооружений, $м^3/сут$;

$q_{уд}$ - удельная норма водопотребления (СНиП), $л \cdot сут/чел$.

$$N = \frac{1000 \cdot 37000}{350} = 105715 \ \ чел.$$

Расход воды на собственные нужды станции принимаем 2-3% ($\alpha = 1{,}02 - 1{,}03$) от количества воды, подаваемой потребителям:

$$Q_{jc} = \frac{\alpha \cdot Q_{пол}}{24} + Q_{доп}. \tag{3.2}$$

Дополнительный расход воды на пополнение противопожарного запаса определяется по формуле

$$Q_{доп} = \frac{V_{пож}}{T_{пож}} = \frac{3{,}6 \cdot t \cdot \left[n\left(q_{пож} + q'_{пож}\right) + n'\left(q_{1пож} + q_{1пож}\right) \cdot 0{,}5\right]}{T_{пож}}, \tag{3.3}$$

где $V_{пож}$ - объем воды для тушения пожара, $м^3$;

n, n' – число одновременных пожаров соответственно в населенном пункте и на предприятии (табл.5, 7 СНиПа);

$q_{пож}, q_{1пож}$ – нормы расхода воды на наружное пожаротушение, соответственно для населенного пункта и предприятия (табл.5, 7 СНиПа) ($q_{пож}$ = 40 $л/с$ (при застройке кварталов зданиями высотой 3 этажа и выше; $q_{1пож}$ = 20 $л/с$ (степень огнестойкости – I, категория производства, объем зданий = 20-50 тыс. $м^3$);

$q'_{пож}, q'_{1пож}$ – нормы расхода воды на внутреннее пожаротушение, равные соответственно для населенного пункта и промпредприятия по 5 $л/с$.

t – расчетная длительность пожара, принимаемая равной 3 часа.

$T_{пож}$ - время восстановления пожарного запаса воды, принимаем равным

24 часа.

$$Q_{доп} = \frac{3,6 \cdot 3 \cdot [3 \cdot 9 = (40+5) + 1 \cdot (20+5) \cdot 0,5]}{24} = 66,4 м^3/ч \ , \quad (3.3)$$

$$Q_{ос} = \frac{1,03 \cdot 37000}{24} + 66,4 = 1654,4 м^3/ч \ .$$

Расчетная суточная и секундная производительности равны:

$$Q_{ос}^{сут} = Q_{ос} \cdot 24 \ ; \quad (3.4)$$

$$Q_{ос}^{сек} = Q_{ос} \Big/ 3,6 \ ; \quad (3.5)$$

$$Q_{ос}^{сут} = 1654,4 \cdot 24 = 39706 \ м^3/сут;$$

$$Q_{ос}^{сек} = 1654,4 : 3,6 = 460 \ л/с .$$

4. РЕАГЕНТНОЕ ХОЗЯЙСТВО

4.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ КОАГУЛЯНТА

Доза коагулянта по цветности определяется по следующей формуле:

$$Д_к = 4\sqrt{Ц} \ , \ мг/дм^3, \quad (4.1)$$

$$Д_к = 4\sqrt{105} = 41,0 мг/дм^3 .$$

Дозу коагулянта по мутности воды определяют по табл.16 СНиПа. Для мутности воды 140 $мг/дм^3$ дозу коагулянта принимаем 30-40 $мг/дм^3$ при одновременном содержании в воде взвешенных веществ и цветности берут большую из доз коагулянта. В нашем случае такой является доза, рассчитанная по цветности, т.е. $Д_к = 41,0 мг/дм^3$.

В качестве коагулянта принимаем очищенный, содержащий не менее 45,3% $Al_2(SO_4)_3$ ГОСТ 12966-75. Находим дозу коагулянта по товарному продукту:

41,0 $мг/дм^3$ - 45,3%,

x $мг/дм^3$ - 100%, $\quad x = \frac{41,0 \cdot 100}{45,3} = 90,51 мг/дм^3 .$ (4.2)

Общий суточный расход коагулянта:

$$G_к = \frac{Д_к \cdot Q_{сут}}{10^6} = \frac{90,51 \cdot 39706}{10^6} = 3,6 т/сут .$$

Суточный расход воды на приготовление 5-процентного раствора коагулянта:

$$Q_{вк} = \frac{G_k \cdot 95}{5} = \frac{3{,}6 \cdot 95}{5} = 68{,}4 м^3 / сут . \qquad (4.3)$$

4.2 СХЕМА КОАГУЛЯНТНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРИ СУХОМ ХРАНЕНИИ КОАГУЛЯНТА

При сухом хранении коагулянта последний хранится на складе ***1***, растворяют его в растворных баках ***2***, откуда перекачивают в расходные баки ***3***, где разбавляют до заданной концентрации и насосами-дозаторами ***4*** подают в обрабатываемую воду (рис. 4.1).

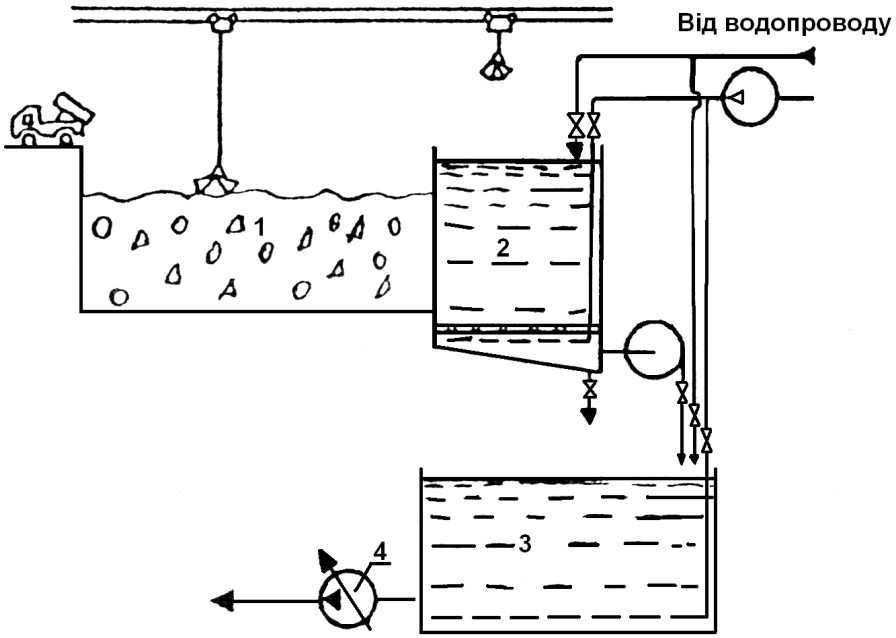

Рис. 4.1 – Сухое хранение коагулянта:

1 – склад; ***2*** – растворный бак; ***3*** –расходный бак; ***4*** – насос-дозатор.

Концентрацию раствора коагулянта в растворных баках, считая по чистому и безводному продукту, следует принимать: до 17% - для неочищенного; до 20% - для очищенного кускового; до 24% - для очищенного гранулированного коагулянта; в расходных баках – от 5% до 12% (СНиП п.6.22.). Емкость растворных баков определяем по формуле

$$W_p = \frac{Д_к \cdot Q_{ос}^{ч} \cdot n_k}{10 \cdot b_p \cdot \rho_p} = \frac{41 \cdot 1654{,}4 \cdot 8}{10 \cdot 17 \cdot 1190} = 3{,}35 м^3, \quad (4.4)$$

где n – время полного цикла приготовления раствора коагулянта, зависит от $Q_{пол}$

(до 10 тыс. $м^3/сут$ - 12-24 $ч$;

10 тыс.-50тыс. $м^3/сут$ - 8-12 ; $ч$

50 тыс.- 100 тыс. $м^3/сут$ - 6-8 $ч$;

> 100 тыс. $м^3/сут$ - 3 $ч$);

$Q_{ос}^{ч}$ - полная производительность очистных сооружений, $м^3/ч$;

b_p – концентрация раствора коагулянта в растворных баках;

ρ_p – плотность раствора коагулянта, $кг/м^3$.

Количество баков такой емкости должно быть не менее 3-х.

Предусматриваем установку 3-х растворных баков объемом 3,35 $м^3$. При этом размеры бака в плане 1,8 х 1,8 $м$, а высоту слоя жидкости получаем равной: 3,35/1,8· 1,8 = 1,03 $м$.

Емкость расходных баков определяем по формуле

$$W_{расх} = \frac{W_p \cdot b_p}{b_{расх}} = \frac{3{,}35 \cdot 17}{10} = 4{,}75 м^3, \quad (4.5)$$

где $b_{расх}$ - концентрация раствора коагулянта в расходных баках (5-10%).

Количество расходных баков такой емкости должно быть не менее двух. Принимаем к установке два расходных бака емкостью 4,75 $м^3$ каждый с размерами в плане 2 х 2 $м$ и высотой слоя раствора, равной: 4,75/2 · 2 =1,19 $м$.

В качестве дозирующих устройств принимаем насосы дозаторы марки НД $^{630}/_{10}$. Часовая производительность насоса-дозатора:

$$Q_{НД} = \frac{W_{расх} \cdot 1000}{n_к} = \frac{4{,}75 \cdot 1000}{10} = 475 л/с. \quad (4.6)$$

К установке принимаем два насоса (один рабочий и один резервный) марки НД $^{630}/_{10}$. Мощность двигателя 1,1 кВт, частота вращения 1000 $об/мин.$

Производительность насоса для перекачки раствора коагулянта из растворных баков в расходный должна быть не менее 0,335 $м^3/ч$, т.е. насос должен перекачивать весь коагулянт из растворного бака, который в данном случае за-

творяется в течение 8 часов. К установке принимаем два насоса (один рабочий, один резервный) марки 1В6/10Х производительностью 4,3 $м^3/ч$, способный перекачивать раствор коагулянта из растворного бака в течение приблизительно 1 часа.

Прокладку трубопроводов реагентного хозяйства проектируем из полиэтиленовых труб.

В соответствии с расходом $Q_k = 3{,}35 м^3/ч = 1 л/с$, к монтажу принимаем полиэтиленовые трубы диаметром $d = 50 мм$, скорость движения $v = 1{,}36 м/с$. Расчетный расход сжатого воздуха, подаваемого в растворные баки, определяем по формуле:

$$Q_{1ВК} = 0{,}06 \cdot i_{1В} \cdot F_{расв} = 0{,}06 \cdot 3{,}24 = 1{,}94 м^3/мин, \quad (4.7)$$

где $i_{1В}$ – интенсивность подачи воздуха $i = 8-10 л/с \cdot м^2$;

$F_{расв}$ – площадь растворного бака ($1{,}8 \cdot 1{,}8 = 3{,}24 м^2$).

Расчетный расход сжатого воздуха, подаваемого в расходные баки, находим по формуле

$$Q_{2ВК} = 0{,}06 \cdot i_{2В} \cdot F_{расх} = 0{,}06 \cdot 4 \cdot 5 = 1{,}2 м^3/мин, \quad (4.8)$$

где $i_{2В}$ – интенсивность подачи воздуха $i = 3-5 л/с \cdot м^2$;

$F_{расх}$ – площадь расходного бака ($2 \cdot 2 = 4 м^2$).

Общий расход сжатого воздуха составит:

$$Q^{ВК}_{общ} = Q_{1ВК} + Q_{2ВК} = 1{,}94 + 1{,}2 = 3{,}14 м^3/мин. \quad (4.9)$$

К установке принимаем 2 воздуходувки (одна рабочая и одна резервная) марки ВК-6 производительностью 5,7 $м^3/мин$. Предусматриваем прокладку трубопроводов, подводящих воздух из полиэтиленовых труб, в соответствии с расходом сжатого воздуха $Q^{ВК}_{общ} = 3{,}14 м^3/мин = 0{,}025 м^3/с$ скорость движения воздуха равна $v = 12 м/с$, диаметр трубопровода определяем по формуле

$$\omega = Q/v = 0{,}052/12 = 0{,}004 м^2,$$

соответственно диаметр трубы $d = \sqrt{\frac{4 \cdot w}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}004}{3{,}14}} = 0{,}071 м = 71 мм$.

К монтажу принимаем полиэтиленовые трубы $d = 90 мм$ (ГОСТ 3262-46)

Склад коагулянта рассчитываем на хранение 30-суточного запаса (считая по периоду максимального потребления коагулянта) по формуле

$$F_{скл} = \frac{Д_к \cdot Q_{ос} \cdot T_{хр} \cdot \alpha}{10 \cdot P \cdot G \cdot h_к} = \frac{41 \cdot 39706 \cdot 30 \cdot 1{,}15}{10 \cdot 45{,}3 \cdot 1100 \cdot 2} = 56{,}4 м^2, \qquad (4.11)$$

где $T_{хр}$ – время хранения запаса коагулянта на складе, $T_{хр}$ =15=30 $сут$;

P – содержание безводного продукта в коагулянте P =45,3%;

G – насыпная масса коагулянта при загрузке склада навалом, G =1100 $кг/м^2$;

$h_к$ – допустимая высота слоя коагулянта на складе, $h_к$ =2 $м$;

α - коэффициент, учитывающий площадь проходов на складе α =1,15.

Принимаем склад в плане размерами: 7,5 х 7,5 $м$.

4.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ ПОЛИАКРИЛАМИДА И ПЛОЩАДИ СКЛАДА ДЛЯ ЕГО ХРАНЕНИЯ

Принимаем полиакриламид (ПАА) технической марки «А» по ТУ – 2-6-01-194-68. На очистные сооружения ПАА поступает в виде 8%-го геля в следующей упаковке: мешки из полихлорвиниловой или полиэтиленовой пленки, вложенные в бумажные, тканевые или льноджуто-кенафные мешки с последующим укладыванием в деревянные ящики с массой 40-50 $кг$.

ПАА хранится в крытых помещениях при температуре не выше 25-30 ^oC. Срок хранения не более 6 месяцев, при этом замораживание ПАА не допускается.

Принимаем дозу ПАА равной 0,5 $мг/дм^3$ (п.6.17, СНиП). Суточная потребность ПАА по товарному продукту с содержанием полезной части 8% составляет:

0,5 $мг/дм^3$ – 8%,

x $мг/дм^3$ - 100%, $\qquad x = \frac{0{,}5 \cdot 100}{8} = 6{,}25 мг/дм^3,$

$$G_{ПАА} = \frac{Д_{ПАА} \cdot Q_{ос}}{0{,}08 \cdot 10^6}, \qquad (4.12)$$

$$G_{ПАА} = \frac{0{,}5 \cdot 39706}{0{,}08 \cdot 10^6} = 0{,}25 т/сут,$$

рабочий объем 1%-го раствора ПАА равен 25 $м^3$.

Количество воды, необходимое для приготовления 0,4%-го раствора ПАА:

$$Q_{ПАА}^{вода} = \frac{G_{ПАА} \cdot 99{,}6}{0{,}4} = \frac{0{,}25 \cdot 99{,}6}{0{,}4} = 62{,}25 м^3/сут, \qquad (4.13)$$

а рабочий объём 0,4%-го раствора ПАА:

$$Q_{ПАА} = \frac{Q_{ПАА}^{вода} \cdot 100}{99{,}6} = \frac{62{,}25 \cdot 100}{99{,}6} = 62{,}5 м^3/сут.$$

ПАА хранится в закрытых помещениях при температуре не выше 25-30 ^oC, при этом его замораживание не допускается. Срок хранения не более 6 месяцев. Площадь склада для ПАА определяем по формуле

$$F = \frac{n \cdot f \cdot \alpha}{n_{ярус}}, \qquad (4.14)$$

где n – количество ящиков ПАА, рассчитанное на 15 суточное хранение, $шт$;

f – площадь ящика с ПАА, $м^2$ (0,3 $м^2$);

α – коэффициент, учитывающий площадь проходов;

$n_{ярус}$ – количество установленных ярусов ящиков ПАА.

Так как суточная потребность ПАА составляет $0{,}25 т/сут$, то при 15-ти суточном хранении запасов количество ящиков при весе каждого по 50 $кг$ составит:

$$n = \frac{G_{ПАА} \cdot 15}{50} = \frac{250 \cdot 15}{50} = 75 шт, \qquad (4.15)$$

тогда $F = \frac{75 \cdot 0{,}3 \cdot 1{,}15}{4} = 7 м^2.$

4.4 СХЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА ПОЛИАКРИЛАМИДА

ПАА загружают в аппарат ***1*** с турбиной быстроходной мешалкой ***2*** (ГОСТ 20680-75) (рис.4.2). При принятой емкости аппарата 6 $м^3$ необходимо приготовить раствор 4 раза в сутки (25 : 6 ≈ 4). Для перекачки 1%-го раствора ПАА из

аппарата с мешалкой в расходный бак ***7*** установлен насос ***3*** марки К8/18, производительностью 14 $м^3/с$ и напором 14 $м$, который будет работать 4 раза в сутки по 13 минут ($6 : 14 \cdot 60 = 26 мин$). Время приготовления рабочего раствора ПАА (включая взвешивание, загрузку, перемешивание и перекачку) составляет около двух часов. ПАА загружается в аппарат с мешалкой 4 раза в сутки. Масса ПАА для одноразовой загрузки составляет:

$$m = \frac{G_{ПАА}}{n} = \frac{0{,}25}{4} = 0{,}063 т = 63 кг.$$

ПАА массой 63 $кг$ загружают через люк ***4*** в аппарат, по трубопроводу ***5*** подают воду в количестве, необходимом для приготовления 1%-го раствора. После окончания цикла перемешивания насосом ***3*** раствор по трубопроводу ***6*** перекачивают в бак ***7*** для разбавления до рабочей концентрации 0,4%, хранения и дозирования.

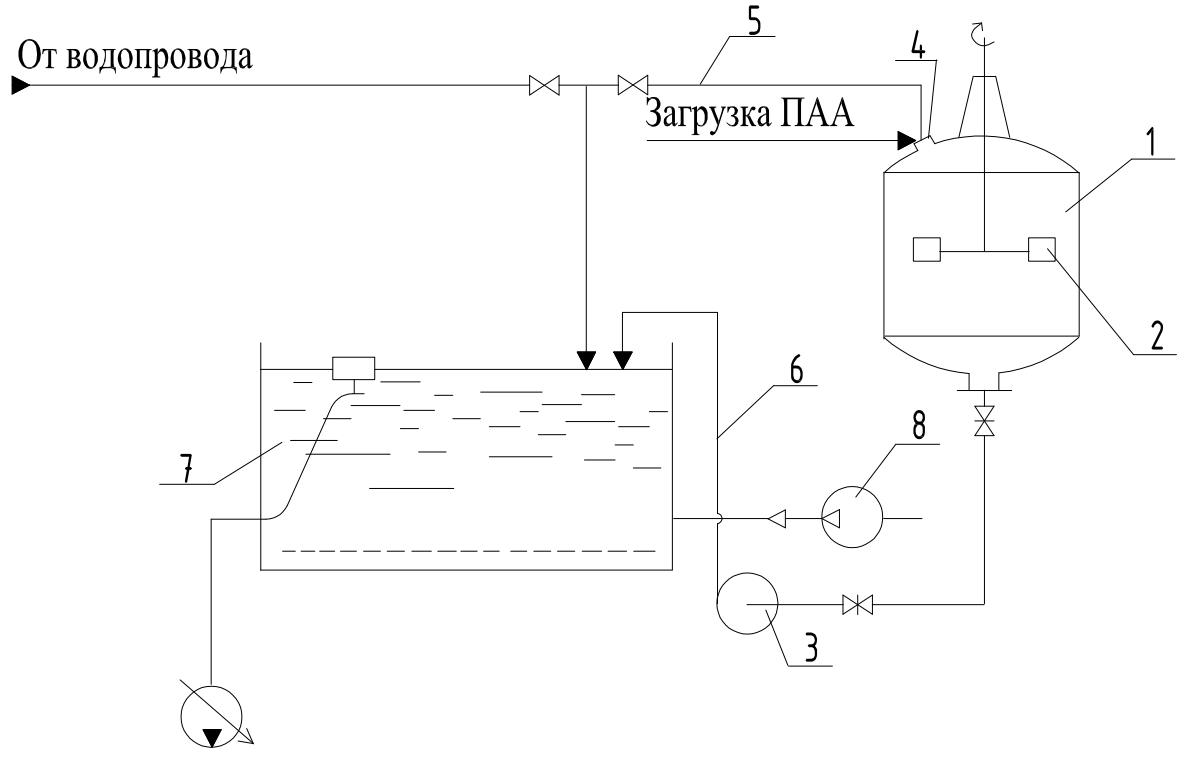

Рис. 4.2 – Приготовление раствора ПАА:

1 - аппарат ; ***2***- турбинная быстроходная мешалка; ***3***- насос; ***4*** – люк;
5 – водопровод; ***6*** – трубопровод для перекачивания раствора реагента;
7 – расходный бак; ***8*** - воздуходувка

Принимаем к установке 2 расходных бака , объём каждого из них при 4-х за творениях составит (62,5 : 4 : 2 = 7,8 $м^3$), т.е. по 8 $м^3$ каждый с размерами 2 х 2 х 2 $м$.

В баках для рабочих растворов для улучшения перемешивания подается воздух воздуходувкой ***8*** с интенсивностью 3-5 $л/с \cdot м^2$. Расход воздуха для двух баков:

$$Q_{возд} = n \cdot W_{расх} \cdot i = 2 \cdot 8 \cdot 5 = 80 л/с, \quad (4.16)$$

где n - количество баков, $шт$;

i - интенсивность подачи воздуха, $л/с \cdot м^2$.

К установке принимаем насосы-дозаторы типа НД $^{630}/_{10}$ (один рабочий, один резервный), которые осуществляют подачу раствора ПАА к месту ввода.

4.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ИЗВЕСТИ

Известь на станциях обработки воды для хозяйственно-питьевых целей может применяться как для улучшения условий хлопьеобразования, так и для стабилизационной обработки воды.

Сначала определяем дозу щелочи для улучшения условий хлопьеобразования по формуле:

$$Д_{щ} = K_{щ}\left(\frac{Д_к}{e_к} - Щ_о\right) + 1 = 28\left(\frac{41}{57} - 4{,}98\right) + 1 = -118{,}28 мг/дм^3, \quad (4.17)$$

где $Д_к$ – максимальная, в период подщелачивания, доза безводного коагулянта, $мг/дм^3$;

$e_к$ – эквивалентная масса коагулянта (безводного), $мг-экв/дм^3$, принимаемая для $Al_2(SO_4)_3 = 57$;

$Щ_о$ – минимальная щелочность воды, $мг-экв/дм^3$ (см. формулу (1.5), т.е. $Ж_к = Щ_о = 4{,}98 мг-экв/дм^3$ согласно исходным данным);

$K_{щ}$ – коэффициент, равный для извести по CaO – 28.

Так как доза щелочи $Д_{щ}$ имеет отрицательное значение, то для улучшения условий хлопьеобразования подщелачивать воду не следует.

При отсутствии данных технологических анализов стабильность воды определяем по индексу насыщения (СНиП, *приложение* 5):

$$I = pH_o - pH_s \ , \tag{4.18}$$

где pH_o - водородный показатель, измеренный с помощью pH-метра (исходные данные курсовой работы);

pH_s - водородный показатель в условиях насыщения воды $CaCO_3$, определяемый по номограмме рис.1 (*прил*.5 СНиПа), исходя из значений содержания кальция C_{Ca}, общего солесодержания P, щёлочности $Щ$ и температуры воды t.

Так как вода подвергается обработке сульфатом алюминия, то при подсчете индекса насыщения следует учитывать снижение pH и щелочности воды вследствие добавления к ней коагулянта.

Щелочность воды после коагулирования определяем по формуле

$$Щ_к = Щ_о - \frac{Д_к}{e_к} = 4{,}98 - \frac{41}{57} = 4{,}26 мг-экв/дм^3 , \tag{4.19}$$

где $Щ_о$ – щелочность исходной воды (до коагуляции), $мг-экв/дм^3$.

Количество свободной двуокиси углерода в воде после коагулирования определяем по номограмме *рис*.2 (СНиП, *прил.5*) при известной величине pH коагулированной воды, а при неизвестном pH по формуле

$$(CO_2)_{св} = (CO_2)_o + 44\frac{Д_к}{e_к}, \tag{4.20}$$

где $(CO_2)_o$ – концентрация свободной углекислоты в исходной воде до коагулирования, $мг/дм^3$, определяется в зависимости от pH, солесодержания, температуры и щелочности исходной воды:

(pH = 7,7; P =0,5053 $г/дм^3$; t = 8 ^oC; l_1 = 29 $мм$; l_2 = 36 $мм$; $l = l_1 + l_2 = 29 + 36 = 65 мм$, следовательно $(CO_2)_o$ =14 мг/дм^3),

$$(CO_2)_{св} = 14 + 44\frac{41}{57} = 45{,}68 мг/дм^3 .$$

Возвращаясь к номограмме *рис*.2 (СНиП, *прил.5*), мы можем определить значение pH воды после обработки коагулянтом: так как $l_1 + l_2$ известно (соответствует значению $(CO_2)_{св} = 45{,}68 мг/дм^3$) и $l_2 = const$, $P = const$, то $l_1 = l - l_2$). Величина pH после обработки воды коагулянтом: pH = 7,8.

$$I = pH_o - pH_s = 7{,}7 - 7{,}8 = -0{,}1$$

$(l_1 = 29мм, l_2 = 30мм, l = l_1 + l_2 = 59мм)$.

Индекс насыщения имеет отрицательное значение, следовательно, для защиты труб от коррозии и обрабатывания бугристых коррозионных отложений необходимо предусматривать стабилизационную обработку воды щелочными реагентами более трех месяцев в году согласно СНиП.

Дозу извести определяем по формуле

$$Д_и = 28\beta_и \, к_t Щ \text{ , } мг/дм^3, \qquad (4.22)$$

где $Д_и$ – доза извести, *мг/дм*^{3}, в расчете на CaO;

$\beta_и$ – коэффициент, определяемый по номограмме в зависимости от pH воды до стабилизационной обработки (после коагулирования) и индекса насыщения: pH = 7,8; I = -0,1; $\beta_и$ = 0,01.

k_t – коэффициент, зависящий от температуры воды: k_t =1;

$Щ$ – щелочность воды до стабилизационной обработки, $мг-экв/дм^3$: 4,98

$$Д_и = 28 \cdot 0{,}01 \cdot 1 \cdot 4{,}98 = 1{,}39 \text{ } мг/дм^3.$$

При выборе реагента следует руководствоваться результатом вычислений дозы по формуле

$$d_щ = 0{,}7\left[\frac{(CO_2)_{св}}{22} + Щ\right], \text{ } мг\text{-}экв/дм^3. \qquad (4.23)$$

Так как доза извести $Д_и/28$ получается меньше величины $d_щ$, то в качестве реагента для стабилизационной обработки воды применяется известь. Если бы получилось, что $Д_и/28$ была бы больше величины $d_щ$, то в воду, кроме извести в количестве $d_щ$, следует вводить также соду, дозу которой $Д_с$ нужно определять по формуле

$$Д_c = \left(\frac{Д_и}{28} - d_{щ} \right) \cdot 100, \ мг/дм^3 \ . \tag{4.24}$$

В данном случае $Д_и = 1{,}39 + 0 = 1{,}39 мг/дм^3$. Для пересчета в массовые единицы массы технического продукта следует использовать формулу

$$Д_и^{/} = Д_и \cdot \frac{100}{C_{щ}}, \ мг/дм^3 \ , \tag{4.25}$$

где $C_{щ}$ – содержание активного вещества в техническом продукте, $C_{щ}$=60%.

$$Д_и^{/} = 1{,}39 \cdot \frac{100}{60} = 2{,}32, \ мг/дм^3 \ ,$$

Суточный расход товарной извести:

$$Q_и = Д_и Q_{ос} = 2{,}32 \cdot 39706 = 92118 г = 92{,}1 кг \ .$$

4.6 СХЕМА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИЗВЕСТКОВОГО МОЛОКА

Известь поступает в склад в контейнерах. Транспортируют её по площади склада и устанавливают на загрузочном бункере известегасилки с помощью электрической кран-балки (рис. 4.3). Перевозки и хранение извести в контейнерах исключает потери ее на территории реагентного хозяйства, однако требует большой площади склада и расход металла для контейнеров.

Известь из контейнера поступает в бункер и далее в известегасилку, где происходит ее гашение. Принимаем термомеханическую известегасилку марки С-700 с производительностью 1 *т/ч*.

Суточный расход 30%-го известкового молока:

$$0{,}27 \cdot \frac{100}{30} = 0{,}92, \ т/сут \ ,$$

следовательно, 3%-го – 9,2 (*т/сут*).

При плотности 30%-го известкового молока ρ = 1,2 *т/м*^{3} его суточный объемный расход составит:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{0{,}92}{1{,}2} = 0{,}76 м^3/сут,$$

3%-го (при $\rho = 1{,}02 m/м^3$):

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{9{,}2}{1{,}02} = 9{,}02 м^3/сут.$$

С учетом суточного объема расхода каждый бак для хранения 30%-го известкового молока должен иметь размеры 1,0 х 1,0 *м* и высоту слоя раствора: $h = \frac{0{,}76}{1} = 0{,}76 м.$

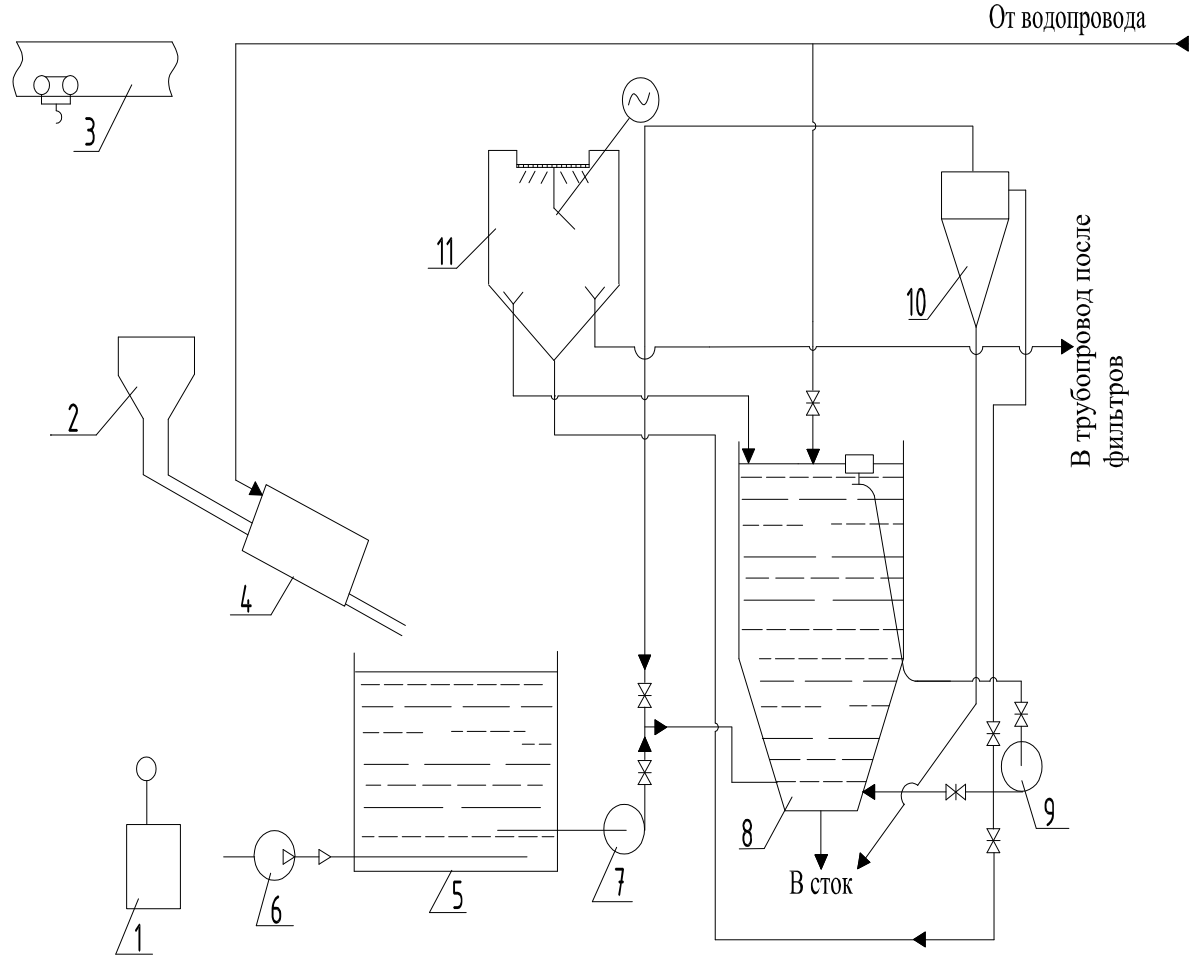

Рис. 4.3 – Приготовление известкового молока:

1 – контейнер; ***2*** – загрузочный бункер; ***3*** – кран-балка; ***4*** – известегасила; ***5*** – бак 30%-го известкового молока; ***6*** – воздуходувка; ***7*** – насос; ***8*** – гидромешалка; ***9*** –циркуляционный насос; ***10*** – гидроциклон; ***11*** – дозатор марки ДИМБА

Перед перекачкой известкового молока в гидромешалку и во время ее работы необходимо перемешивание известкового молока сжатым воздухом, поступающим от воздуходуховки с интенсивностью 8-10 *л/с м*^{2}.

Расход воздуха, необходимого для перемешивания известкового молока в одном баке: 1,0 х 1,0 · 10 = 10 *л/с* = 0,6 *м*^{3}*/мин*.

Для подачи 30%-го молока в гидромешалки принимаем два насоса (один из них резервный) типа ВК 1,5/10-6 производительностью 1,4 *м*^{3}*/ч* и напором Н = 6,3 – 7,7 *м.вод.ст*. Этот насос перекачивает известковое молоко из одного бака в течение 0,5 *ч*: (0,76 : 1,4 = 0,5*ч*).

К установке приняты 2 гидравлические циркуляционные мешалки МГК-1 со следующими параметрами: V = 1*м*^{3}, Д = 1200 *мм*, Н = 1645 *мм*, работающие поочередно.

Так как известковое молоко применяется для стабилизационной обработки, оно не должно содержать загрязнений и вредных примесей. Для очистки известкового молока следует применять вертикальные отстойники или гидроциклоны.

Параметры гидроциклона выбираются на основании расхода 3%-го известкового молока: 0,76 : 24 =0,03 *м*^{3}*/ч*. Принимаем два гидроциклона (эквивалентно количеству мешалок) с диаметром Д=75 *мм*. Производительность гидроциклона при давлении от 0,6 до 2,5 *кгс/см*^{2} составляет: 3-6 *м*^{3}*/ч*.

Приготовленное в гидромешалке 3%-ое известковое молоко забирают циркуляционным насосом в гидроциклон, укрепленный над мешалкой, для очистки. Прошедшее гидроциклон известковое молоко поступает в коническую часть гидромешалки в количестве 94% от объема гидромешалки, то есть 3,76 *м*^{3}, остальная часть 0,24 *м*^{3} идет на слив.

Зная объем извести, поступающей из гидромешалки в обрабатываемую воду 3,76 *м*^{3}, определяем, что в гидромешалке необходимо заготавливать известь: 0,76 : 3,76 = 2 *раза/сут*.

Насос, перекачивающий 3%-ое известковое молоко к гидромешалке работает в течение: 30 *мин* : 2 = 15 *мин* 2 *раза/сут*.

После очистки в гидроциклоне при непрерывной циркуляции в гидромешалке начинается подача известкового молока в дозатор, из которого она поступает в обрабатываемую воду. В качестве дозаторов принят дозатор марки ДИМБА 1 (по одному на гидромешалку 0,76 *м³/сут*).

В качестве циркуляционного насоса принят насос марки ФГ 81/31-а производительностью 40 *м³/ч* и напором Н = 28 *м*. Этот насос создаёт циркуляцию известкового молока в гидромешалке, а также подаёт его в дозатор.

Скорость восходящего потока в гидромешалке должна быть не менее 5 *мм/с* [1, п.6.37] или 18 *м/ч*, при принятом насосе скорость восходящего потока:

$$W_{н.м} = \frac{Qн}{F_м} = \frac{40-3}{1{,}13} = 32{,}7 м/ч, \quad (4.26)$$

где $Q_н$ - расход известкового молока, подаваемого в гидромешалку, равный производительности циркуляционного насоса за вычетом расхода известкового молока, подаваемого в обрабатываемую воду, *м³/ч*;

$F_м$ - площадь сечения гидромешалки, *м²*.

Количество воды, необходимой для приготовления 3%-го известкового молока:

$$Q_{вщ} = \frac{Q_и \cdot 97}{3} = \frac{0{,}092 \cdot 97}{3} = 2{,}98 м^3/сут. \quad (4.27)$$

Определим площадь склада, занимаемую контейнерами, в которых поставляется известь с учетом 30-суточного запаса.

При суточном расходе извести 0,092 *т* запас ее должен составлять 0,092 х 30 = 2,76 *т* при насыпной массе 1 *т/м³* он займет объем: 3 *м³*.

Так как контейнеры марки КГ-5 имеют объем 5,1 *м³* (длина 2100 *мм*, ширина 1325 *мм* и высота 2440 *мм*), то на станции должен быть запас из 1 контейнера.

Площадь склада с учётом коэффициента запаса, равного 1,5, будет равна:

$$F_и = 2{,}1 \cdot 1.325 \cdot 1{,}5 = 4{,}1 м^2.$$

4.7 ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ

Хлораторная установка рассчитана на предварительное хлорирование дозой $Д_{x1} = 6 мг/дм^3$ и вторичное хлорирование дозой $Д_{x2} = 3 мг/дм^3$ (п.6.146 СНиП). Потребляемый часовой расход хлора определяем из выражения

$$M_x = M_{x1} + M_{x2} = \frac{Д_{1x} \cdot Q_{ос}}{1000} + \frac{Д_{2x} \cdot Q_{ос}}{1000}; \quad (4.28)$$

$$M_x = \frac{6 \cdot 1654,4}{1000} + \frac{3 \cdot 1654,4}{1000} = 9.93 + 4.96 = 14,89 кг/ч,$$

или 357,4 *кг/сут*.

Соответственно, месячная потребность в жидком хлоре:

$$M_x = 357,4 \cdot 30 = 10722 кг$$

Хлор на станцию доставляют в контейнерах емкостью 1000 л и хранят на складе. Так как масса жидкого хлора в бочке составляет 1250 кг, то на складе хранится: 10722 : 1250 = 9 бочек.

Преобразуют жидкий хлор в газообразный в испарителях змеевикового типа. Образовавшийся хлор-газ проходит через балон-грязевик к хлораторам, которым дозируется хлор. Из хлораторов выходит хлорная вода и подается в обрабатываемую воду.

Расход воды, необходимый для работы хлораторов первичного хлорирования, можно определить по формуле

$$Q_{1x} = Д_{1x} \cdot Q_{ос} \cdot \frac{K_x}{1000} = 6 \cdot 39706 \cdot \frac{0,6}{1000} = 143 м^3/сут., \quad (4.29)$$

где K_x – расчетный расход воды для работы хлораторов, принятый равным 0,6 на 1 *кг* хлора.

Расход воды, необходимый для работы хлоратора вторичного хлорирования, определяем по формуле

$$Q_{2x} = Д_{2x}(Q_{пол} + Q_{вк} + Q_{вПАА} + Q_{вщ} + Q_{1x}) \cdot \frac{K_x}{1000}, (м^3/сут), \quad (4.30)$$

$$Q_{2x} = \frac{3 \cdot (37000 + 68,4 + 62,25 + 143 + 8,36) \cdot 0,6}{1000} = 67 м^3/сут.$$

Для первичного хлорирования приняты 2 вакуумных хлоратора ЛОНИИ-100 (резервный –1 и рабочий -1) производительностью 10 кг/ч каждый.

Для вторичного хлорирования приняты 2 хлоратора марки ЛОНИИ-100 производительностью 5 кг/ч каждый (рабочий –1 и резервный -1).

Подают хлорную воду в обрабатываемую по напорным резиновым рукавам внутреннего диаметра $d_{вн} = 25мм$ (ГОСТ 5398-76). Рукава прокладывают под землей в футлярах из асбестоцементных труб.

5. СОСТАВЛЕНИЕ БАЛАНСОВОЙ СХЕМЫ РАСХОДОВ ВОДЫ ПО ВОДООЧИСТНЫМ СООРУЖЕНИЯМ

Расход воды, поступающей от насосной станции второго подъема, согласно исходным данным составляет $Q_{пол}$ = 37000 м^3/сут. Расход воды, поступающей из резервуаров чистой воды в насосную станцию второго подъема, определяем по формуле

$$Q_{нс2} = Q_{пол} + Q_{вк} + Q_{вПАА} + Q_{вщ} + Q_x, \quad (5.1)$$

где $Q_{вк}, Q_{вПАА}, Q_{вщ}, Q_x$ – соответственно количество воды, необходимые для приготовления коагулянта, полиакриламида, щелочи и работы хлораторной установки, определяемые при расчете реагентного хозяйства и установки для обеззараживания воды, $м^3/сут$;

$Q_{пол}$ – полезный расход воды, $м^3/сут$.

$Q_{нс2}$ = 37000 + 68,4 + 62,25 + 8,37 + 210 = 37350 $м^3/сут$

Расход воды, поступающей в резервуар чистой воды, находим по формуле

$$Q_{РЧВ} = Q_{нс2} + Q_{пф}, \quad (5.2)$$

где $Q_{пф}$ – расход воды, необходимый для промывки фильтров, $м^3/сут$.

$Q_{рчв}$ = 37350 + 4357,6 = 41707,6 м^3/сут.

Расход воды, поступающей на фильтры, определяем по формуле

$$Q_ф = Q_{пол} + Q_{вк} + Q_{вПАА} + Q_{1вщ} + Q_{1х} + Q_{пф} = Q_{РЧВ} - (Q_{2щ} + Q_{2х}), \quad (5.3)$$

$Q_ф$ = 41707,6 – (8,37 + 67) = 41631,3 $м^3/сут$

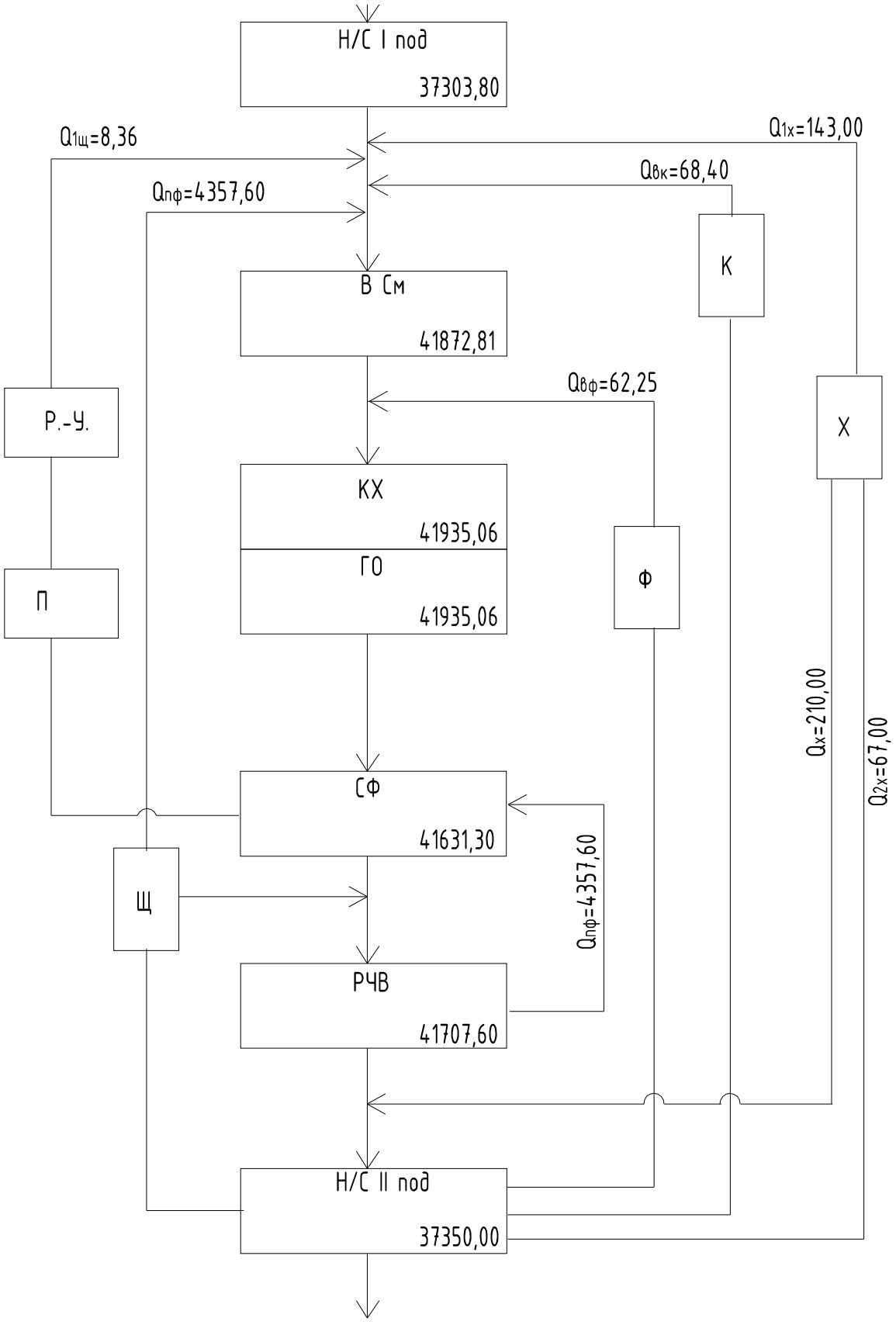

Рис. 5.1 – Баланс расхода воды по очистным сооружениям

где $Q_{1щ}$, $Q_{2щ}$, $Q_{1х}$, $Q_{2х}$ – соответственно количество воды, необходимое для приготовления извести при подщелачивании воды, для стабилизационной обработки и для работы установки первичного и вторичного хлорирования, $м^3/сут$ (в рассматриваемом примере $Q_{1щ=}0$, так как обрабатываемую воду подщелачивать не предусматривается согласно расчётам (4.17) .

$Q_ф$ = 37000 + 68,4 + 62,25 + 0 + 143 + 4357,6 = 41638,6 м^3/сут.

Расход воды, поступающей в отстойник и камеры хлопьеобразования, определяем по формуле

$$Q_{отст} = Q_{кх} = Q_ф - Q_{2ПАА} + Q_{о.отст}, \quad (5.4)$$

где $Q_{2ПАА}$ – количество воды, необходимое для приготовления полиакриламида, $м^3/сут$;

$Q_{о.отст}$ – количество воды, сбрасываемой вместе с осадком из отстойника, $м^3/сут$.

$$Q_{отст} = Q_{кх} = 41628,6 + 306,81 = 41935,06\ м^3/сут$$

Расход воды, поступающей в вертикальный смеситель, определяется по формуле:

$$Q_{вс} = Q_{кх} - Q_{1вПАА}, \quad (5.5)$$

где $Q_{1вПАА}$ – количество воды, необходимое для приготовления полиакриламида при подаче его перед камерами хлоьеобразования, $м^3/сут$.

$Q_{вс}$ = 41935,06 – 62,25 = 41872,81 м^3/сут.

Расход воды, поступающей от водозабора в насосную станцию 1 подъема, определяется по формуле:

$$Q_{нс1} = Q_{вс} - (Q_{пф} + Q_{вк} + Q_{1щ} + Q_{1х}), \quad (5.6)$$

$Q_{нсI}$ = 41872,81 – (4357,6 + 68,4 + 0 + 143) = 37303,8 $м^3/сут$.

При составлении данной балансовой схемы не учтен расход воды, сбрасываемой из отделения приготовления щелочи и вместе с осадком из песколовки.

6. СКОРЫЕ ФИЛЬТРЫ

Для проектирования приняты однослойные скорые фильтры с загрузкой различной кружности по данным СНиПа. Высота фильтрующего слоя из кварцевого песка $H_ф$ = 1500 *мм*, с диаметром зерен: минимальный d_{min} = 0,7 *мм* и максимальный d_{max} = 1,6 *мм*. Эквивалентный диаметр зерен $d_э$ = 1,0 *мм*, а коэффициент неоднородности: 1,8.

Поддерживающий слой имеет высоту (общую) 500 *мм*, крупность зерен 5-40 *мм*.

Площадь фильтров определяем по формуле

$$F = \frac{Q}{T_{ст} \cdot v_н - n_{пр} \cdot q_{пр} - n_{пр} \cdot \tau_{пр} \cdot v_н}, \qquad (6.1)$$

где Q – расход воды, поступающей на фильтры, равен сумме расходов, *м³/сут*:

$$Q = Q_{пол} + Q_{вк} + Q_{вПАА} + Q_{1щ} + Q_{1х}, \qquad (6.2)$$

$T_{ст}$ – продолжительность работы станции в течение суток ($T_{ст}$ =24 *ч*), *ч*;

$\upsilon_н$ – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме ($\upsilon_н$ =8*м/ч*), *м/ч*;

$n_{пр}$ – число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации ($n_{пр}$ =2*шт*), *шт*;

$q_{пр}$ – удельный расход воды на одну промывку одного фильтра: ($q_{пр}$ =5,76 *м³/м²*), *м³/м²*;

W – интенсивность промывки (W =16 *л/с · м²*), *л/с · м²*;

$t_{пр}$ – продолжительность промывки ($t_{пр}$ =6 *мин* = 360 *с*), *с*;

$\tau_{пр}$ – время простоя фильтра в связи с промывкой водой и воздухом: ($\tau_{пр}$ =0,33 *ч*), *ч*;

Q = 37000 + 68,4 + 62,25 + 0 + 143 = 37274 *м³/сут*,

$$F_ф = \frac{37274}{(24 \cdot 8) - 2 \cdot 5{,}76 - 2 \cdot 0{,}33 \cdot 8} = 184 м^2.$$

При производительности станции более 8 тыс.*м³/сут* количество фильтров определяем по формуле

$$N_ф = \frac{\sqrt{F_ф}}{2} = \frac{\sqrt{184}}{2} = 6{,}8шт\,, \tag{6.3}$$

Принимаем 6 фильтров с площадью не менее (184 : 68 = 30,7$м^2$), с размерами 6 х 9 *м*. С учетом принятых размеров площадь фильтров составит 54 $м^2$. При этом должна обеспечиваться скорость фильтрования воды при форсированном режиме:

$$v_ф = v_н - \frac{N_ф}{N_a - N_1}, \tag{6.4}$$

где N_1 – количество фильтров, находящихся в ремонте (N_1=1*шт), шт.*

$$v_ф = 8 \cdot \left(\frac{7}{7-1}\right) = 9{,}3м/ч \lhd 9{,}5м/ч\,.$$

Скорость фильтрования при форсированном режиме отвечает требованиям СНиП.

6.1 РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ФИЛЬТРА

Количество промывной воды, необходимое для одного фильтра на одну промывку составит:

$$v_{пр} = F_ф \cdot q_{пр} = 54 \cdot 5{,}76 = 311{,}04м^3\,. \tag{6.5}$$

Расход промывной воды:

$$Q_{пр} = F \cdot W = 54 \cdot 16 = 864л/с\,. \tag{6.6}$$

Диаметр трубопровода, подающего воду на промывку к каждому фильтру, определяем по рекомендуемой скорости, которую нужно принимать не более 2 *м/с*. При заданном расходе 864 *л/с* принимаем диаметр 800 *мм* и скорость 1,7 *м/с*.

Для равномерного распределения промывной воды в нижней части сборного канала фильтра устраивается глухой распределительный канал прямоугольного сечения с размерами 0,9 на 0,9 *м* (по техническим соображениям размеры

принимают на 0,1 *м* больше от запроектированного диаметра трубопровода промывной воды), к которому подводиться трубопровод промывной воды диаметром 800 *мм*.

Скорость в начале распределительного канала составит:

$$0{,}864 : 0{,}81 = 1{,}07\ м/с,$$

что соответствует рекомендуемой скорости 0,8 – 1,2 *м/с*.

Площадь дна фильтра, приходящаяся на каждое ответвление распределительной системы при расстояниях между ними m = 0,3 *м* и ширина распределительного канала 0,9 *м* составит

$$f_{отв} = (6 - 0{,}9) \cdot 0{,}3 = 1{,}53\ м^2.$$

Расход промывной воды, поступающей через одно ответвление:

$$q_{отв} = f_{отв} \cdot W, \qquad (6.7)$$

$$q_{отв} = 1{,}53 \cdot 16 = 24{,}5\ л/с.$$

Диаметр труб ответвлений принимаем $d_{отв}$ = 125 *мм*.

Тогда скорость входа воды в ответвление $\upsilon_{отв}$ = 1,85 *м*/с (что не превышает рекомендуемой скорости 1,6 – 2 *м/с*). В нижней части ответвлений под углом 45° к вертикали предусматриваем отверстия диаметром 12 мм.

Отношение площади всех отверстий в ответвлениях распределительной системы Σf_o к площади фильтра $F_ф$ принимаем равным 0,25-0,5%.

При площади одного фильтра 54 $м^2$ суммарная площадь отверстий составит

$$\sum f_j = 0{,}25 \cdot \frac{54}{100} = 0{,}135 м^2 или 1350 см^2.$$

При диаметре отверстий d_o = 12 *мм* площадь отверстия f_o = 1,13 $см^2$.

Следовательно, общее количество отверстий в распределительной системе фильтра: $n_o = \Sigma f_o : f_o$=1350:1,13=1195 *шт*.

Общее количество отверстий в каждом фильтре при расстоянии между осями ответвлений m = 0,3 м составит: 9 : 0,3 = 30 *шт*.

Количество отверстий, приходящихся на каждое ответвление

n = 1195 : 30 = 40 *ш*т.

Так как отверстия располагаются в два ряда в шахматном порядке под углом 45° к низу от вертикали, то при длине каждого ответвления

$$\ell_{отв} = 6 - 0{,}9 = 5{,}1 \text{ м},$$

расстояние между осями отверстий по одной образующей

$$\ell_o = 2 \cdot \ell_{отв}/n = 2 \cdot \frac{5{,}1}{40} = 255 мм$$

(рекомендуется $\ell_o = 200 - 300$ *мм*).

Для удаления воздуха из трубопровода, подающего воду на промывку фильтра, в повышенных местах распределительной системы предусматривается установка стояков-воздушников диаметром 80 *мм* с автоматическим устройством для выпуска воздуха. На коллекторе фильтра устанавливают стояки-воздушники в количестве 2 *шт* диаметром 80 *мм*.

6.2 РАСЧЕТ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРА И ОТВОДА ВОДЫ ПРИ ПРОМЫВКЕ ФИЛЬТРА

Сбор и отвод загрязненной воды при промывке скорых фильтров осуществляют с помощью желобов, размещенных над поверхностью фильтрующей загрузки.

Учитывая размеры фильтра, принимаем к проектированию четыре желоба с полукруглым основанием. Расстояние между осями желобов не должно превышать 2,2 м.

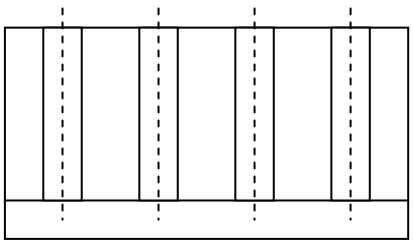

Рис. 6.1 – План скорого фильтра

При расходе промывной воды на один фильтр $q_{пр}$ = 864 *л/с*, расход промывной воды, приходящейся на один желоб, составит

$$q_{ж} = \frac{864}{4} = 216 л/с = 0{,}216 м^3/с .$$

Ширину желоба B, м надлежит определить по формуле

$$B = K_{жёл} \sqrt[5]{\frac{q_{жёл}^2}{(1{,}57 + a_{жёл})^3}} = 2 \cdot \sqrt[5]{\frac{0{,}216^2}{(1{,}57 + 1{,}5)}} = 0{,}87 м . \quad (6.10)$$

где $q_{ж}$ – расход воды по одному желобу ($q_{ж}$ =0,216 $м^3/с$), $м^3/с$;

$a_{жел}$ – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины: 1,5

$K_{жел}$ – коэффициент, принимаемый для желобов с полукруглым лотком равным 2.

Высота прямоугольной части желоба: $h_{пр} = 0{,}75 \cdot B$ (6.11)

$h_{пр} = 0{,}75 \cdot 0{,}87 = 0{,}65 м.$

Полезная высота желоба: $h = 1{,}25 \cdot B$ (6.12)

$h = 1{,}25 \cdot 0{,}87 = 1{,}09 м.$

Конструктивная высота желоба (с учетом толщины стенки)

$h_k = h + 0{,}08$=1,09+0,08=1,17 $м$. (6.13)

Кромки всех желобов располагают на одном уровне и строго горизонтально. Лотки желобов имеют уклон 0,01 к сборному каналу.

Расстояние от поверхности фильтрующего загрузочного материала до кромки желобов $h_{ж}$ определяем по формуле

$$h_{ж} = H_{з} \cdot \frac{a_3}{100} = 1{,}5 \cdot \frac{25}{100} = 0{,}38 м , \quad (6.14)$$

где H_3 – высота фильтрующего слоя (H_3 = 1,5 $м$), $м$;

a_3 – относительное расширение фильтрующей загрузки ($a_{3=}$25%), %.

Так как конструктивная высота желоба $h_к$ = 1,17$м$, т.е. больше чем $h_{ж}$=0,38 $м$, нужно принять $h_{ж}$ = 1,23 $м$, чтобы расстояние от низа желоба до верха загрузки фильтра было 0,06 $м$.

Расход воды на промывку всех фильтров находим из выражения

$$Q = v \cdot N \cdot n = 311.04 \cdot 7 \cdot 2 = 4354.6 м^3/сут \text{ или } 0{,}05 м^3/с, \quad (6.15)$$

Уточненная производительность фильтров с учетом пропуска расхода воды на промывку фильтров

$$Q_ф = Q_{пол} + Q_{вк} + Q_{вПАА} + Q_{1щ} + Q_{1х} + Q_{пф}, \quad (6.16)$$

$Q_ф$ = 37000 + 68,4 + 62,25 + 0 + 143 + 4357,6 = 41628,6 *м³сут* или 0,482 *м³/с*.

Расстояние от дна желоба до дна сборного канала определяем по формуле

$$H_{кан} = 1{,}73\sqrt[3]{\frac{q_{кан}^2}{g \cdot b_{кан}^2}} = 0{,}2 = 1{,}73 + \sqrt[3]{\frac{0{,}864^2}{9{,}81 \cdot 0{,}9^2}} + 0{,}2 = 0{,}79м, \quad (6.17)$$

где $q_{кан}$ – расход воды по каналу ($q_{кан}$ =0,864 м³/с), *м³/с*;

$B_{кан}$ – ширина канала ($B_{кан}$ =0,9 м), м;

g – ускорение свободного падения (g =9,81 *м/с²*), *м/с²*.

Скорость движения промывной воды в конце сборного канала шириной 0,9 *м* находим по формуле

$$v_{кан} = \frac{q_{кан}}{(H_{кан} - 0{,}2)B_{кан}} = \frac{0{,}864}{(0{,}79 - 0{,}2) \cdot 0{,}9} = 1{,}71м/с. \quad (6.18)$$

6.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА ПРИ ПРОМЫВКЕ ФИЛЬТРА

Потери напора при промывке фильтра состоят из следующих величин:

а) потерь напора в отверстиях труб распределительной системы фильтра:

$$h_{рс} = \left(\frac{2{,}2}{K_n^2} + 1\right)\frac{v_k^2}{2g} + \frac{v_{so}^2}{2g} = \left(\frac{2{,}2}{0{,}167^2} + 1\right) \cdot \frac{1{,}07^2}{2 \cdot 9{,}81} + \frac{1{,}85^2}{2 \cdot 9{,}81} = 4{,}84м, \quad (6.19)$$

где υ_k – скорость в начале распределительного канала (υ_k =1,07 *м/с*), *м/с*;

υ_{so} – скорость в начале бокового ответвления (υ_{so} =1,85 *м/с*), *м/с*;

K_n – отношение суммы площадей всех отверстий распределительной системы к площади поперечного сечения канала:

K_n = 0,135 : 0,81 = 0,167; $\quad (0{,}15 \le K_n \le 2)$

б) потерь напора в фильтрующем слое высотой H_3, которые можно определить по приближенной формуле А.И. Егорова:

$$h_{фс} = (a + в \cdot w) \cdot H_3, \quad (6.20)$$

где *а*, *в* - коэффициенты, соответственно равные для песка крупностью

0,8-2 *мм*: 0,85 и 0,004

$h_{ф.с.}$ = (0,85 + 0,004 · 16) · 1,5 = 1,37*м*;

в) потери напора в гравийных поддерживающих слоях высотой $H_{пс}$, определяются по формуле В.Т. Турчинова:

$$h_{пс} = 0{,}022 \cdot H_{пс} \cdot W, \qquad (6.21)$$

$$h_{пс} = 0{,}022 \cdot 0{,}5 \cdot 16 = 0{,}18 м;$$

г) потери напора в подающем промывную воду трубопроводе, определяют по формуле

$$h_{тр} = h_{\ell} + h_{м}, \qquad (6.22)$$

где $h_{м}$ – потери напора на местные сопротивления:

$\xi_{кол} = 0{,}185$, (3 колена), $\xi_{тр} = 0{,}22$, (2 тройника), $\xi_{задв} = 0{,}3$, (4 задвижки), $\xi_{ст} = 0{,}0135$ (12 сварных стыков)

$$hм = \sum \xi \left(\frac{\upsilon_1^2}{2_g} \right)$$

$$h_{м} = (3 \cdot 0{,}185 + 2 \cdot 0{,}22 + 4 \cdot 0{,}3 + 12 \cdot 0{,}0135) \cdot \frac{1{,}7}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}35 (м)$$

h_{ℓ} - потери напора по длине: (h_{ℓ} определяется учитывая расход $q_{пр}$ = 864 *л/с* при d = 800 *мм* и υ = 1,7 *м/с* и гидравлический уклон i = 0,00412, при $\ell_{бощ}$ = 100 *м*).

$$h_{\ell} = i \cdot \ell, \qquad (6.23)$$

$$h_{\ell} = 0{,}00412 \cdot 100 = 0{,}41 м, \quad h_{тр} = 0{,}41 + 0{,}35 = 0{,}76 м.$$

Полная величина потерь напора при промывке скорого фильтра составляет

$$\Sigma h = h_{рс} + h_{сф} + h_{пс} + h_{тр}, \qquad (6.24)$$

$$\Sigma h = 4{,}84 + 1{,}37 + 0{,}18 + 0{,}76 = 7{,}15 м.$$

Напор, который должен развивать насос при промывке фильтра

$$H = H_{г} + \Sigma_{h},, \qquad (6.25)$$

где $H_{г}$ – геометрическая высота подъема воды (разность отметок низшего уровня воды в РЧВ и верхней кромки желобов фильтра): $H_{г}$ = 6,5*м*

$$H = 6{,}5 + 7{,}15 = 13{,}65 \text{ м} \approx 14 м.$$

6.4 ПОДБОР НАСОСОВ ДЛЯ ПРОМЫВКИ ФИЛЬТРОВ

Для подачи промывной воды в количестве 864 *л/с* или 3110 $м^3/ч$ принимаем насос марки Д 3200-33 Сумского насосного завода с производительностью 3240 $м^3/ч$ и напором 32 *м* с мощностью электродвигателя 315 кВт и частотой вращения 985 *об/мин*. Для проектирования берём два насоса: один рабочий и один резервный.

6.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРОВ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ПОДАЧИ ВОДЫ И ЕЕ ОТВОДА НА ФИЛЬТРЫ

Диаметры трубопроводов определяем по таблицам для гидравлического расчета стальных труб по заданному расходу и рекомендуемой скорости движения воды. Результаты расчета сводим в табл.. 6.1. Размеры трубопроводов или каналов фильтров следует принимать из условия формирования режима работы (т.е. при выключении одного фильтра на промывку). Таким образом, расчетный расход воды, приходящейся на один фильтр, составит: 482 : (7 – 1) = 80,3 *л/с*.

Таблица 6.1 – Результаты гидравлического расчета трубопроводов подачи и отвода воды на фильтры

Наименование трубопровода	Расход воды, *л/с*	Скорость расчетная, м/с	Диаметр труб, *мм*	Рекоменд. скорость, *м/с*
Для подачи осветленной воды на все фильтры	482	0,85	500	0,8-1,2
То же, на один фильтр	80,3	0,81	400	0,8-1,2
Для отвода фильтрата с одного фильтра	80,03	1,04	350	1,0-1,5
Для отвода фильтрата во всех фильтрах	482	1,23	500	0,8-1,2
Для подачи промывной воды	846	1,7	800	1,5-2,0
Для отвода этой воды	846	1,7	800	1,5-2,0

7. РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНОГО СМЕСИТЕЛЯ

Смешение реагентов с обрабатываемой водой происходит в вертикальных смесителях вихревого типа. Расчетный расход воды, поступающей в вертикальный смеситель, определяется из балансовой схемы и составляет 41872,81 *м*^{3}*/сут*, или 1744,70 м^3/ч; 484,6 *л/с*. Смеситель состоит из прямоугольной верхней и пирамидальной нижней частей:

$$f_d = \frac{Q_ч}{3{,}6 \cdot v_в \cdot n} = \frac{1744{,}70}{3{,}6 \cdot 30 \cdot 4} = 4 м^2,$$

где $\upsilon_в$ – скорость движения воды на уровне водосборного лотка: 30 *мм/с*;

n – количество смесителей, 4 *шт*.

Верхняя часть смесителя квадратная в плане.

Ширина:

$$B = \sqrt{f_b} = \sqrt{4} = 2 м. \qquad (7.2)$$

Трубопровод, подающий обрабатываемую воду в нижнюю часть смесителя, имеет внутренний диаметр $d_{вн} = 350$ *м*. При расходе воды q_c = 484,6:4=121,15 *л/с* входная скорость $\upsilon_{вх}$ = 1,22 *м/с* (рекомендуемая $v_{вх} = 1 - 1{,}5 м/с$), внешний диаметр подводящего трубопровода при использовании труб ГОСТ-3101-46 равен $D = 380$ *мм*. Размер в плане нижней части смесителя в месте примыкания этого трубопровода будет 0,38 х 0,38 *м*, а площадь нижней части усеченной пирамиды составит: 0,144 *м*^{2}.

Принимаем величину центрального угла равной 30º. Тогда высота нижней (пирамидальной) части смесителя составит:

$$h_н = (2 – 0{,}144) : 2 / \text{tg } 15º = 3{,}53 м.$$

Объём пирамидальной части смесителя

$$W_н = \frac{1}{3} h_н \left(f_в + f_р + \sqrt{f_в \cdot f_н} \right) = \frac{1}{3} \cdot 3{,}53 \cdot \left(4 + 0{,}144 + \sqrt{4 + 0{,}144} \right) = 7{,}27 м^3. \qquad (7.3)$$

Полный объём смесителя

$$W = \frac{Q_ч \cdot t}{60 \cdot n} = \frac{1744,7 \cdot 2}{60 \cdot 4} = 14,54 м^3, \quad (7.4)$$

где t - продолжительность смешения реагента с обрабатываемой водой, *мин*.

Тогда объём верхней части смесителя

$$W_в = W - W_н = 14,54 - 7,27 = 7,27 м^3. \quad (7.5)$$

Высота верхней части смесителя

$$h_в = \frac{W_в}{f_в} = \frac{14,54}{4} = 3,64 м. \quad (7.6)$$

Полная высота смесителя

$$hc = h_в + h_н = 3,64 + 3,53 = 7,17 м. \quad (7.7)$$

Сбор воды производится в верхней части смесителя тремя затопленными дырчатыми трубами, отводящими воду к сборному боковому карману. Расстояние между трубами по осям принимают исходя из технических соображений 0,97 *м*, до стен – 0,485*м*. Скорость движения воды в трубе от смесителя к камерам хлопьеобразования следует принимать уменьшающейся от 1 до 0,6 *м/с*, время пребывания воды в ней должно быть не более 1,5 *мин*.

Вода, протекающая по трубам в направлении бокового кармана, разделяется на три параллельных потока. Исходя из этого расчётный расход каждого потока

$$Q_{тр} = \frac{Q_ч}{3 \cdot n} = \frac{1770,7}{3 \cdot 4} = 147,56 м^3/ч, \quad (7.8)$$

где n – количество смесителей, *шт*.

Площадь живого сечения трубы

$$w_{тр} = \frac{Q_{тр}}{3600 \cdot v} = \frac{147,56}{3600 \cdot 0,6} = 0,068 м^2, \quad (7.9)$$

Предполагаемый диаметр трубы для одного потока

$$d = \sqrt{\frac{4w_{тр}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,068}{3,14}} = 0,295 м = 295 мм, \quad (7.10)$$

выбираем ближайший сортамент трубы d= 300 *мм*. Трубы укладываем с уклоном в сторону сборного кармана i=0,02.

Принимаем диаметр отверстий на сборных трубах $d_{отв}$=30 *мм* ($f_{от}$в=0,00071 $м^2$) и определяем суммарную площадь отверстий

$$\sum f_o = k_t \cdot w = 0{,}67 \cdot 0{,}071 = 0{,}048 м^2 , \qquad (7.11)$$

где k_t - коэффициент перфорации, т.е отношение суммарной площади отверстий к площади сечения трубы, k_t =0,67;

w - площадь сечения трубы, $м^2$.

Количество отверстий

$$n_{отв} = \frac{\sum f_o}{f_o} = \frac{0{,}048}{0{,}00071} = 67{,}6 отв , \qquad (7.12)$$

принимаем 68 отверстий (кратно двум) и располагаем их в два ряда по боковым образующим, т.е. 34 отверстия с каждой стороны трубы. При длине трубы 2 *м* (7.2) шаг оси отверстий равен 2:34=0,059*м*.

Превышение уровня воды в смесителе над осью сборной трубы при её работе в полное сечение

$$H_{тр} = \left(\zeta_{тр} + \zeta_{м}\right) \cdot \frac{v_{тр}^{2}}{2g} = \left(6{,}5 + 2\right) \cdot \frac{0{,}6^{2}}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}156 м , \qquad (7.13)$$

где $\zeta_{тр}$ - коэффициент сопротивления перфорированного участка трубы, $\zeta_{тр}$ =6,5;

$\zeta_{м}$ - суммарный коэффициент местных сопротивлений, который учитывает потери напора при входе в трубу, равен 1 и потери на выходе из трубы в боковой карман, равен 1.

Расстояние от дна трубы до дна сборного кармана

$$H_{кар} = 1{,}73\sqrt[3]{\frac{q_{кар}^2}{g \cdot b}} = 1{,}73\sqrt[3]{\frac{0{,}12115^2}{9{,}81 \cdot 0{,}7}} = 1{,}73\sqrt[3]{0{,}002} = 0{,}22 м , \qquad (7.14)$$

где $q_{кар}$ - расход воды по карману, т.е. расчётный расход воды одного смесителя, $м^3/с$;

b - ширина кармана, *м*, принимаем b =0,7 *м*.

8. ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ ОТ ПРОМЫВКИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ

С целью охраны природных источников водоснабжения и сокращения расхода воды на собственные нужды станции применяется повторное использование воды после промывки скорых фильтров.

Предложена следующая схема повторного использования промывной воды: вода после промывки скорых фильтров поступает в резервуар-усреднитель, из которого равномерно в течение суток перекачивается в голову очистных сооружений водоподготовки (перед вертикальным смесителем). Отстаивание воды в резервуаре-усреднителе в проекте не предусматривается.

Для извлечения песка из промывной воды перед резервуаром-усреднителем устраивается горизонтальная песколовка. Песок из осадочной части песколовки, по мере его накопления, транспортируется с помощью эжектора на площадки для хранения песка.

8.1 РАСЧЕТ ПЕСКОЛОВОК

Расчетный расход воды, поступающей на песколовку, $q_{пр}$ = 864 *л/с* = 0,864 $м^3/с$. Принимаем два отделения песколовки, площадь живого сечения каждого отделения определяем по формуле

$$w = \frac{q_{пр}}{v \cdot n} = \frac{0{,}864}{0{,}3 \cdot 2} = 1{,}44 м^2, \quad (8.1)$$

где v – средняя скорость движения воды v =0,3 *м/с*;

n – количество отделений песколовки n =2 *шт*.

Глубину проточной части принимаем: $h_п$ = 0,80 м, ширина отделения:

$$B_п = \frac{w}{h_п} = \frac{1{,}44}{0{,}8} = 1{,}8 м. \quad (8.2)$$

Глубина осадочной части: $h_{оп} = 0{,}5 \cdot h_п$

$$h_{оп} = 0{,}5 \cdot 0{,}80 = 0{,}4 м.$$

Запас высоты над уровнем воды в песколовке принят равным 0,2 *м*. Принимая продолжительность пребывания промывной воды в песколовке $T_п$ = 30 *с*, определяем длину песколовки:

$$\ell_n = \upsilon_n \cdot t_n \,, \qquad (8.3)$$

$$\ell_n = 0{,}3 \cdot 30 = 9{,}0\, м.$$

Угол наклона стенок камер для удобного удаления песка к горизонту проектируется $\alpha = 60^o$. Песколовка оборудуется скребковым механизмом с самоходной тележкой. Песок сгребается к приямку стационарного стального гидроэлеватора, с помощью которого по пульповодам транспортируется в резервуар. Резервуар, находящийся на песковой площадке, оборудован дренажной системой (трубы со щелевыми колпачками).

Отфильтрованная вода из резервуара самотеком направляется в песколовку. Песок из первого резервуара тельфером с опрокидывающей бадьей подается на песковую площадку.

Объем рабочей части пескового резервуара принят равным двум объемам осадочной части обоих отделений песколовки:

$$W_{п.рц.} = 2 \cdot 2\ell_n \,(в_n - h_{on} \cdot ctgL)\, h_{on} \,, \qquad (8.4)$$

$W_{п.рц} = 2 \cdot 2 \cdot 9{,}0\,(1{,}8 - 0{,}4 \text{ ctg } 60^o) \cdot 0{,}4 = 22{,}59 м^3 \approx 23\, м^3$.

К установке принят железобетонный резервуар размером в плане 3 х 3 *м* и рабочей высотой 2,5 *м*.

8.2 РАСЧЕТ РЕЗЕРВУАРА – УСРЕДНИТЕЛЯ

Резервуар – усреднитель для сбора промывной воды представляет собой железобетонный резервуар, состоящий из двух секций.

Объем резервуара – усреднителя определяем по табл. 8.1, согласно которой регулирующая емкость резервуара – усреднителя составляет: $W_{р.у} = 1270{,}80\, м^3$.

Принимаем стандартный резервуар – усреднитель из сборного железобетона емкостью 2000 $м^3$, шириной 18 *м*, длиной 24 *м* и высотой 4,8 *м*, разделенный перегородкой на две секции, ширина каждой секции - 9 *м*.

Производительность перекачивающего насоса согласно табл. 8.1 составляет:

$$Q_n = \frac{4357,6}{24} = 181,6 м^3 / ч.$$

Полный напор насоса определяется суммой величин: разности отметок поверхности отверстий всасывающих труб в резервуаре и оси насоса (принимаем 4,0 *м*), разности отметок оси насоса и горизонта воды в смесители (принимаем равным 7,5 *м*) и потерь напора (ориентировочно равным 3*м*):

H_n = 4,0 + 7,5 + 3,0 = 14,5 *м. вод. ст.*

Таблица 8.1 – Определение емкости резервуара – усреднителя.

Часы суток	Подача промывной воды, $м^3$	Откачка насосами, $м^3$	Поступление в резервуар, $м^3$	Расход из резервуара, $м^3$	Остаток в резервуаре, $м^3$
0-1	435,76	181,6	254,15		254,16
1-2	435,76	181,6	254,16		508,32
2-3	435,76	181,6	254,15		762,48
3-4	435,76	181,6	254,16		1016,64
4-5	435,76	181,6	254,16		1270,80
5-6		181,6		181,6	1089,20
6-7		181,6		181,6	907,60
7-8		181,6		181,6	726,00
8-9		181,6		181,6	544,40
9-10		181,6		181,6	362,80
10-11		181,6		181,6	181,60
11-12		181,6		181,6	0
12-13	435,76	181,6	254,16		254,16
13-14	435,76	181,6	254,16		508,32
14-15	435,76	181,6	254,16		762,48
15-16	435,76	181,6	254,16		1016,64
16-17	435,76	181,6	254,16		1270,80
17-18		181,6		181,6	1089,20
18-19		181,6		181,6	907,60
19-20		181,6		181,6	726,00
20-21		181,6		181,6	544,40
21-22		181,6		181,6	362,80
22-23		181,6		181,6	181,60
23-24		181,6		181,6	0
Итого	**4375,6**	**4357,6**	**2541,6**	**2541,6**	

К установке принимается два насоса марки К $^{160}/_{30}$ с подачей 190 *м*^{3}*/ч* и напором 31,0 *м*. Один насос рабочий, второй – резервный. Во избежание оседания шлама от промывных вод предусмотрена циркуляция воды в резервуаре. С этой целью устанавливается еще один насос марки К $^{160}/_{30}$, забирающий воду из приямка резервуара – усреднителя и подающий ее в противоположный конец резервуара.

Распределение воды производится дырчатой трубой, уложенной на дне вдоль короткой стены.

9. РАСЧЕТ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ И КАМЕР ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ

В данном курсовом проекте применены горизонтальные отстойники со встроенной камерой хлопьеобразования.

9.1 ОТСТОЙНИКИ

Прежде чем рассчитывать отстойники, необходимо из балансовой схемы определить количество воды, которое в них поступает. Это количество воды будет равно сумме расходов воды, поступающей на фильтр, и воды, сбрасываемой вместе с осадком из отстойника.

Расход воды, поступающей на фильтр известен из балансовой схемы (41628,25 *м*^{3}*/сут*), а расход воды, сбрасываемой вместе с осадком из отстойника, необходимо определить.

Объем зоны накопления и уплотнения осадка определяем так:

$$W_{ос.ч} = \frac{Q_ф\left(C_b - M_{осв} \cdot T_p\right)}{N_p \cdot \delta} = \frac{41628{,}25(211{,}55 - 15)\cdot 1}{7 \cdot 40000} = 29{,}22 м^3, \qquad (9.1)$$

где $C_в$ – концентрация взвешенных веществ в воде, поступающей в отстойник:

$M_{осв}$ – мутность воды, выходящей из отстойника (8-15 *г/м*^{3});

δ – средняя по всей высоте осадочной части концентрация твердой фазы осадка (табл.19 СНиПа; 40000 *г/м*^{3});

T_p – период работы в сутках между сбросами осадка (табл.19 СНиПа; 24*ч*)

N_p – количество отстойников (принимаем равное количеству фильтров) -

7 *шт*.

$$C_в = M + K_к \cdot Д_к + 0.25Ц + B_и \qquad (9.2)$$

где M – количество взвешенных веществ в исходной воде (140 *мг/дм*^{3});

$K_к$ – переводной коэффициент, для очищенного $Al_2(SO_4)_3$ равен 0,5;

$Д_к$ – доза коагулянта в пересчете на безводный продукт (90,51 *мг/дм*^{3});

$Ц$ – цветность исходной воды (105 *град ПКШ*);

$B_и$ – количество нерастворимых веществ, вводимых с известью при подщелачивании воды, которое определяем по формуле

$$B_и = \frac{Д_и}{K_и - Д_и}, \qquad (9.3)$$

$C_в$ = 140 + 0,5 · 90,51 + 0,25 · 105 + 0 = 140 + 45,3 +26,25 = 211,55 *мг/дм*^{3}.

Объем осадка, накапливающегося в течение суток во всех отстойниках, составит: $W'_{ос.ч} = W_{ос.ч} \cdot N$, (9.4.)

$W'_{ос.ч}$ = 29,22 · 7 = 204,54 *м*^{3}.

Расход воды, сбрасываемой вместе с осадками из отстойников, определяем по формуле

$$Q_{о.отс} = K_р \cdot W_{ос.ч}, \qquad (9.5)$$

где $K_р$ – коэффициент разбавления осадка, $K_р$ =1,5,

$Q_{о.отс}$ = 1,5 · 204,54 = 306,81 *м*^{3}*/сут*.

Расход воды, поступающей в отстойники и камеры хлопьеобразования, составит: $Q_{отст} = Q_{кх} = Q_ф + Q_{о.отст}$, (9.6)

$Q_{отст} = Q_{кх}$ = 41628,25 + 306,81 = 41935,06 *м*^{3}*/сут* или 1747,3 *м*^{3}*/ч*.

Принимаем к проектированию горизонтальные отстойники с рассредоточенным сбором воды.

Площадь горизонтальных отстойников в плане

$$F_{го} = \frac{\alpha_{об} \cdot q}{3,6 \cdot U_o} = \frac{1,3 \cdot 1747,3}{3,6 \cdot 0,67} = \frac{2271,5}{2,412} = 942 м^2, \qquad (9.7)$$

где $\alpha_{об}$ – коэффициент объемного использования отстойников $\alpha_{об}$=1,3;

U_o – скорость выпадения взвеси (табл. 18 СНиПа, $U_o = 0{,}45$ *мм/с*),для хозяйственно-питьевых водопроводов следует увеличить на 15% , слеdовательно $U_o = 0{,}67$ мм/с.

$$F_{го} = \frac{1{,}3 \cdot 1747{,}3}{3{,}6 \cdot 0{,}67} = \frac{2271{,}5}{2{,}412} = 942 \ м^2.$$

Длина отстойника

$$L = \frac{H_{ср} \cdot v_{ср}}{U_o} = \frac{3 \cdot 10}{0{,}67} = 44{,}7 м, \qquad (9.8)$$

где $\upsilon_{ср}$ – расчетная скорость горизонтального движения воды в начале отстойника (п. 6.68 СНиП, $\upsilon_{ср} = 10$ *мм/с*);

$H_{ср}$ – средняя высота зоны осаждения ($H_{ср} = 3{,}0$ *м*).

Принимаем L = 45м

Ширина отстойника: $B = \frac{F}{L} = \frac{942}{45} = 20{,}9 м.$ (9.9)

Ширина одного отстойника проектируется равной 6м, тогда количество отстойников равно: 20,9 : 6 = 3,48 *шт*. К проектированию принимаем четыре отстойника.

Высота зоны накопления осадка

$$H_{з.н.} = \frac{W_{ос.ч.}}{L \cdot B} = \frac{29{,}25}{6 \cdot 45} = 0{,}11 м. \qquad (9.10)$$

Принимаем $H_{з.н.}$ = 1м. Общая высота отстойника составит: 3 + 1 = 4,0 *м*.

Удаление осадка из отстойника предусматривается гидравлическим способом с помощью дырчатых труб. В каждом отделении по дну располагаются две трубы на расстоянии 3 *м* одна от другой.

9.2 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ УДАЛЕНИЯ ОСАДКА

Удаление осадка принимаем без прекращения действия отстойника. Количество осадка, сбрасываемое отстойником

$$P_{ос} = \frac{Q_{ос} T_р (C_в M_{осв})}{N_р \cdot 10^6} = \frac{41935{,}06 \cdot 1 \cdot (211{,}55 - 15)}{4 \cdot 10^6} = 2{,}06 т. \quad (9.11)$$

Расход воды, сбрасываемый с осадком по дырчатой трубе:

$$q_{ос} = k_р \frac{P_{ос}}{n} \cdot \frac{100}{\rho_т} \cdot \frac{1}{t}, м^3 / мин, \quad (9.12)$$

где $K_р$ – коэффициент разбавления осадка, $K_р$ =1,5;

n – количество коридоров в отстойнике, n =1;

$\rho_т$ – содержание твердой фазы в осадке, $\rho_т$ =6%;

t – продолжительность сброса осадка, t =20 *мин*.

$$q_{ос} = 1{,}5 \frac{2{,}06}{1} \cdot \frac{100}{6} \cdot \frac{1}{20} = 3{,}09 \cdot 16{,}6 \cdot 0{,}05 = 2{,}56 м^3 / мин,$$

или 42,6 л/с. Расход осадка, сбрасываемого по одной трубе, составляет:

$$42{,}6 : 2 = 21{,}3 л/с.$$

Диаметр трубопровода для этого расхода составит:

$$d = 300мм, \; i = 0{,}0058, \; \upsilon = 1{,}08 м/с.$$

Диаметр отверстий принимаем: $d_{отв}$ = 25 мм ($f_{отв}$ = 0,00049 $м^2$). По нормативным документам $d_{отв}$ должен быть не менее 25 *мм*.

Общая площадь отверстий: $\Sigma f_о = K_п \cdot f_{тр}$

где $K_п$ – коэффициент перфорации, $K_п$= 0,7;

$f_{тр}$ – площадь поперечного сечения трубы, $f_{тр}$ =0,3*м*.

$$\sum f_о = 0{,}7 \cdot 0{,}3 = 0{,}049455 м^2.$$

Количество отверстий $n_о = \frac{\sum f_о}{f_о} = \frac{0{,}049455}{0{,}00049} = 100{,}3 шт$, принимаем 100 отверстий.

Шаг оси отверстий, которые размещаются в два ряда в шахматном порядке:

$$l_о = L_{отст} : n_о = 45 : 100 = 0{,}45 м, \quad (9.13)$$

или 450 мм, что соответствует требованиям (нормативный шаг 300-500 *мм* п.6.71 СНиПа).

9.3 УСТРОЙСТВА ДЛЯ СБОРА ОСВЕТЛЕННОЙ ВОДЫ

Проектируется сбор осветленной воды рассредоточенный, осуществляется горизонтальными подвесными желобами с затопленными отверстиями диаметром $d_{отв}$ = 30 *мм*. Желоба устанавливают на участке 2/3 длины отстойника, считая от торцевой стенки. Принимаем к проектированию три желоба длиной

$$l_{ж1} = \frac{2}{3 \cdot l_{отст}} = \frac{2}{3 \cdot 45} = 30 м. \quad (9.15)$$

Расход воды, собираемой желобами, равен $\frac{Q_{отст}}{n_{отст}} = 0{,}0606\ м^3/с$, одним желобом: 0,0606 : 3 = 0,0202 $м^3/с$.

Скорость движения воды в конце желоба принимается: 0,6 – 0,8 *м/с* (п.6.75 СниП).

Желоб принимается прямоугольного сечения. Превышение уровня воды в отстойнике над горизонтальным дном желоба определяем по формуле

$$H_{ж} = 0{,}23 \cdot \xi_{ж} \cdot \sqrt[3]{q_{ж}^2} = 0{,}23 \cdot 6{,}0 \cdot \sqrt[3]{0{,}0202^2} = 0{,}105 м, \quad (9.16)$$

где $\xi_{ж}$ – коэффициент гидравлического сопротивления желоба при коэффициенте перфорации желоба $К_ж$ = 1,03 : равен 6,0.

Разность отметок воды в отстойнике и желобе (*Н*) определяется из условия скорости движения воды через отверстие 1м/с и равна для отстойников такого типа 0,054м.

Глубина воды в желобе: $H_{ж}' = H_{ж} - H$ (9.17)

$$H_{ж'} = 0{,}105 - 0{,}054 = 0{,}051 \text{ м}.$$

Ширина желоба при скорости движения воды в нем 0,8 м/с:

$$B_{ж} = \frac{Q_{ж}}{H_{ж} \cdot v} = \frac{0{,}0202}{0{,}105 \cdot 0{,}8} = 0{,}24 м. \quad (9.18)$$

Принимаем $B_{ж}$ = 0,3м, тогда скорость движения воды в желобе

$$v_{ж} = \frac{Q_{ж}}{H_{ж} \cdot B_{ж}} = \frac{0{,}0202}{0{,}105 \cdot 0{,}3} = 0{,}64 м/с, \quad (9.19)$$

что соответствует нормативной скорости.

Определяем общую площадь отверстий:

$$f_{ж} = K_{ж} \cdot w_{кр} = 0{,}46K_{ж} \cdot \sqrt[3]{Q_{ж}^2 \cdot B_{ж}} = 1{,}03 \cdot 0{,}46 \cdot \sqrt[3]{0{,}0202^2 \cdot 0{,}3} = 0{,}0242 м^2 , \quad (9.20)$$

где $K_{ж}$ – коэффициент перфорации: 1,03;

$Q_{ж}$ – расход воды, собираемой желобом, $Q_{ж}$ =0,0202 м^3/с.

Количество отверстий:

$$n = \frac{f_{ж}}{f_{отв}} = \frac{0{,}0242}{0{,}00071} = 34{,}1 шт , \quad (9.21)$$

Принимаем 34 отверстия. Шаг отверстий, располагаемых в шахматном порядке, равен

$$l_o = l_{ж} : n = 30 : 34 = 0.882 м. \quad (9.22)$$

9.4 КАМЕРЫ ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ

Принята к проектированию камера хлопьеобразования, имеющая слой взвешенного осадка и распределение воды по камере с помощью перфорированных труб. Число камер принимается по числу горизонтальных отстойников и составляет 4 шт.

Расход воды, приходящейся на одну камеру, составляет

1747,3 : 4 = 436,8 *м^3/ч*.

Исходя из качества воды (средней мутности), скорость восходящего потока согласно п. 6.56 СНиП принимаем 2,2 *мм/с*.

Площадь камеры хлопьеобразования

$$F_{кх} = \frac{Q_{кх}}{3{,}6 \cdot v} = \frac{436{,}8}{3{,}6 \cdot 2{,}2} = \frac{436{,}8}{7{,}92} = 55{,}2 \approx 55 м^2 . \quad (9.23)$$

где v – скорость восходящего потока в верхнем сечении, v =2,2 *мм/с*.

Конструктивно размер одной камеры принимаем: ширина: 6*м* (по ширине отстойника), длина: 55 : 6 = 9,2 *м*, высота камеры равна высоте отстойника у отжимного щита 4,13*м*. Перепад на водослив измеряется десятыми долями миллиметра, поэтому его не учитываем.

Время пребывания воды в камере хлопьеобразования

$$t = \frac{W}{q} = \frac{6 \cdot 9{,}2 \cdot 4{,}13}{436{,}8} = 0{,}522ч \text{ или } 31{,}32 \text{ мин}. \qquad (9.24)$$

что удовлетворяет требованиям СНиП t ≥ 20 *мин*.

Слой взвешенного осадка принимаем 3*м*.

Распределение воды по площади камеры хлопьеобразования предусмотрено при помощи перфорированных распределительных труб с отверстиями, направленными под углом 45º. В каждой камере размещают три трубы на расстоянии по осям 2 *м* и до стен 1 *м*. Расход воды по каждой требуемой трубе составит: $q_{тр}$ = 436,8 : 3 = 145,6 $м^3/ч$ или 40,4 *л/с*.

Принимаем стальные трубы с условным проходом $d_y = 300$ *мм*, скорость движения воды 0,58 *м/с*, потери напора 1,94 на 1000 *п.м*.

Площадь отверстий диаметром 25 *мм* в стенке перфорированной распре де

лительной трубы составляет 30-40 процентов площади ее поперечного сечения. Принимаем коэффициент перфорации $К_п$ = 0,32, тогда общая площадь отверстий: $\Sigma f_{отв}$ = 0,32 · 0,073 = 0,02336 $м^2$.

Необходимое количество отверстий на трубе при площади одного отверстия, равной 0,00049 м^2, составит

$$n = \frac{\sum foom}{f_{отв}} = \frac{0{,}02336}{0{,}00049} = 47{,}3шт, \qquad (9.25)$$

принимаем 48 отверстий. Отверстия располагаются в два ряда в шахматном порядке.

Из камеры в горизонтальный отстойник воду отводят над затопленным водосливом. Верх стенки водослива располагают ниже уровня воды в отстойнике на величину

$$h_b = \frac{q_k}{3600 \cdot v_b \cdot b_k} = \frac{436,8}{3600 \cdot 0,1 \cdot 6} = 0,2 м , \quad (9.26)$$

где $\upsilon_в$ – скорость движения воды через водослив, $\upsilon_в$ =0,1 *м/с*.

За стенкой водослива устанавливают подвесную перегородку, погруженную на ¼ высоты отстойника, чтобы отклонять поток воды к низу. Скорость между стенкой водослива и перегородкой должна быть не более 0,03 *м/с*. Расстояние от стенки водослива до перегородок:

$$l = \frac{Q}{3600 \cdot v \cdot b_k} = \frac{436,8}{3600 \cdot 0,03 \cdot 6} = 0,67 м . \quad (9.27)$$

10. БАРАБАННЫЕ СЕТКИ И ВХОДНАЯ КАМЕРА

Расход воды на собственные нужды барабанных сеток следует принимать в объеме 0,5% от расхода воды, подаваемой на очистные сооружения. Следовательно, расчетная производительность барабанных сеток:

$$S_{бс} = 1,005 \cdot S_{расч} , \quad (10.1)$$

$$S_{бс} = 1,005 \cdot 41872,81 = 42082,2 \text{ м}^3/\text{сут} = 1753,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

К установке принимаем 2 барабанные сетки (1 рабочая и 1 резервная) марки БС 1,5 х 3 производительностью 30000 м^3/сут каждая. Расчетная производительность барабанной сетки

$$Q_{бс} = \frac{S_{бс}}{2} = \frac{42082,2}{2} = 21041,1 м^3 / сут . \quad (10.2)$$

Диаметр трубопроводов, подводящих воду на барабанные сетки, принимается из расчета расхода воды 21041,1 м^3/сут = 243,5 *л/с* и скорости движения воды 1,0 *м/с*. Исходя из этого принимаем: *d* = 700 *мм*, *υ* = 0,84 *м/с*.

Промывка барабанных сеток производиться водой, прошедшей сетки и подаваемой специальными насосами.

Производительность насоса рассчитывается на подачу максимального расхода, равного 3% производительности барабанных сеток:

$$Q_{нас} = \frac{Q_{бс}}{24} \cdot 0{,}03 = \frac{21041{,}1}{24} \cdot 0{,}03 = 26{,}3 м^3/ч . \qquad (10.3)$$

Напор насоса определяется исходя из необходимости создания свободного напора в трубопроводе у разбрызгивателей 100 – 150 Па (10-15 *м.в.ст.*) и потерь в промывном трубопроводе и промывном устройстве.

К установке принимаем 3 насоса ВК-5/24 (2 рабочих и 1 резервный),

Q = 17,2 *м^3/ч*, *H* = 20*м*, электродвигатель *N* = 10 *кВт*, *n* = 1450 *об/мин*, КПД = 35%.

Диаметр промывной трубы принимается из расчета расхода воды 26,30 *м^3/ч* или 7,3 *л/с* и скорости не более: 1,5 *м/с*. Исходя из этого принимаем:*d* = 90 *мм*, *υ* = 1,46 *м/с* (трубы стальные 88,5 х 3,5) (υ≤ 1,5 *м/с*)

Барабанные сетки устанавливаются в камерах с водосливной стенкой. Их целесообразно располагать над входной камерой. Размер камер определяем в соответствии с маркой сеток. Для БС 1,5 х 3 длина камеры составляет 4196 *мм*, ширина – 2600 *мм*. Размеры входной камеры в плане определяются числом установленных барабанных сеток, размерами камер, в которых размещаются барабанные сетки, толщиной стенок этих камер 200 *мм*, шириной канала исходной воды и сборного канала 0,7 – 1,2 *м*.

Высота входной камеры определяется отметкой дна камеры барабанной сетки, которая в свою очередь, определяется высотным расположением водоочистных сооружений, диаметром барабана и его установочными размерами.

Объем входной камеры должен обеспечить двухминутное пребывание воды в ней

$$W_{вк} = \frac{2 \cdot S}{60} = \frac{2 \cdot 1753{,}4}{60} = 59 м^3 . \qquad (10.4)$$

11. РЕЗЕРВУАР ЧИСТОЙ ВОДЫ

Общий объем РЧВ должен включать (рис. 11.1) регулирующий $W_р$, неприкосновенный противопожарный объем воды $W_{пож}$ и объем воды на промывку фильтров $W_{пр}$; кроме того, следует предусматривать объем воды, необходимый для контакта ее с хлором продолжительностью не менее 1 часа, определяем как:

$$W_{рчв} = W_р + W_{пож} + W_{пр} . \qquad (11.1)$$

Регулирующий объем резервуара чистой воды можно определить по совмещенным графикам работы насосов первого и второго подъемов. Для построения графика по заданному коэффициенту часовой неравномерности, принимаем часовое потребление воды городом и строим график водопотребления. На этом графике показываем режим работы насосов 1-го и 2-го подъема (исходные данные для построения графика водопотребления при различных значениях при *Кч* = 1,40 (см. *прил*. №8).

Регулирующая емкость РЧВ,%, будет равна площади CEFK или ее сумме площадей ABCД и KLPM:

$$Wp = (4{,}5 – 4{,}17) \cdot 16 = (4{,}17 – 3{,}5) \cdot 8 \approx 5{,}3\%.$$

При полезном расходе $Q_{пол}$ = 37000 м^3/сут регулирующая емкость

$$Wp = 37000 \cdot 5{,}3 : 100 = 1961 м^3.$$

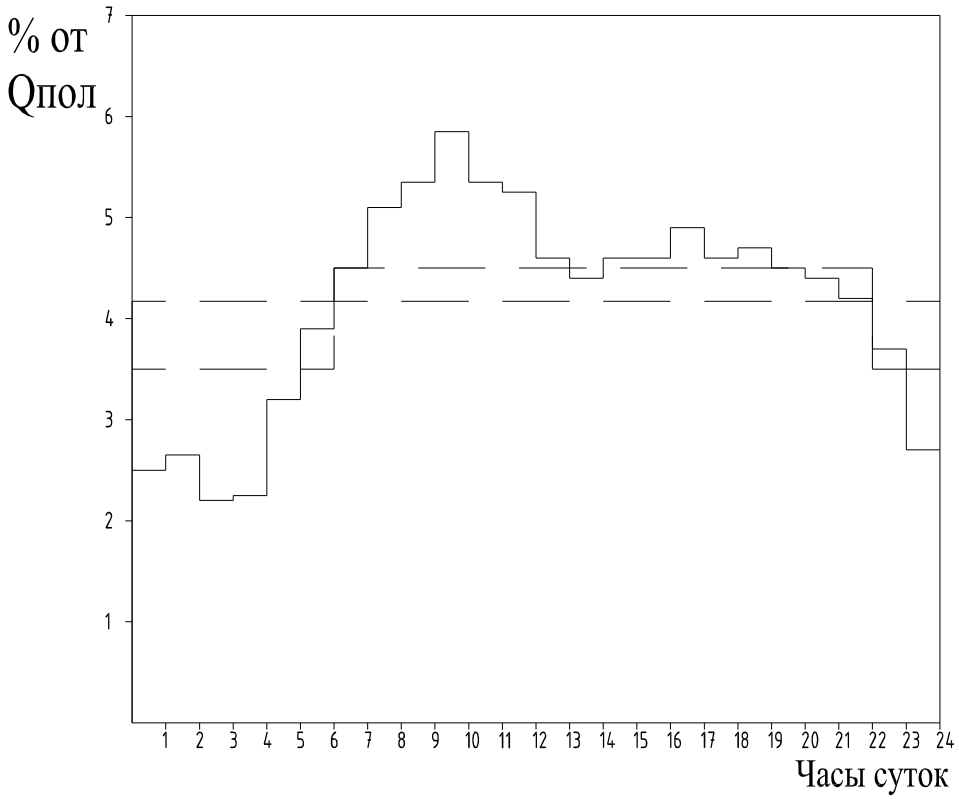

Рис.11.1 – График водопотребления и режима работы насосов на насосной станции I-го и II-го подъёма

Неприкосновенный противопожарный объем воды при длительности пожара равной 3 часа, определяем по формуле

$$W_{пож} = Q_{пож} + \Sigma Q_{max} - Q_1 \,, \qquad (11.2)$$

где $Q_{пож}$ – расход воды для тушения пожара, $Q_{пож}$ =122,6 $м^3/ч$ = 2942,4 $м^3/сут$;

$\Sigma qmax$ – суммарный расход за 3 часа наибольшего водопотребления (принимаем за графиком), $\Sigma qmax$ =6179 $м^3$;

ΣQ_1 – суммарный расход воды за 3 часа, поступающей от насосной станции 1-го подъема в РЧВ, ΣQ_1 =4440 $м^3$.

$$Q_1 = \frac{4 \cdot 37000 \cdot 3}{100} = 4440 м^3 ,$$

$$W_{пож} = 2942{,}4 + 6179 - 4440 = 9121{,}4 - 4440 = 4681{,}4\ м^3.$$

$$\sum Q_{\max} = \frac{370200 \cdot 5{,}4 + 37000 \cdot 5{,}9 + 37000 \cdot 5{,}4}{100} = 6179 м^3.$$

Запас воды на промывку контактных осветлителей надлежит предусматривать с учетом двух промывок одного скорого фильтра. Из расчета скорых фильтров принимаем расход воды на промывку одного фильтра 864 *л/с* и определяем объем воды, необходимый для двух промывок:

$$864 \cdot 3{,}6 \cdot 0{,}1 \cdot 2 = 622{,}08\ м^3.$$

Объем резервуара чистой воды:

$$W_{РЧВ}^{общ} = 1961 + 4681{,}4 + 622{,}08 = 7265 м^3.$$

Принимаем два РВЧ объемом 7000 $м^3$ каждый с размерами:

- ширина: 49 *м*;
- длина: 49 *м;*
- высота (строительная): 3,1 *м*.

Типовые размеры РЧВ приведены в *приложении* № 8.

12. КОМПОНОВКА ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ

При компоновке сооружений и разработке генерального плана очистной станции следует принимать во внимание типовые проекты или их паспорта, что и было выполнено в курсовом проекте.

В соответствии со СНиП при разработке генплана очистной станции необходимо стремиться к блокированию сооружений и помещений, связанных общим технологическим процессом. Запроектированы все технологические, обслуживающие и подсобные помещения и сооружения. Блок основных сооружений, в здании которого размещен вертикальный смеситель, отстойники со встроенными камерами хлопьеобразования, блок фильтров и блок служебных помещений. Реагентное хозяйство размещается в отдельно стоящем здании. На площадке очистных сооружений имеется 2 резервуара чистой воды, насосная

станция второго подъема, сооружения для повторного использования промывной воды, песковое хозяйство, проходная. Возможно размещение сооружений по обезвоживанию осадка. Территория, где находится станция водоподготовки, ограждается в соответствии с требованиями и рекомендациями СНиП.

При компоновке очистных сооружений необходимо предусматривать возможность планомерного их расширения без прекращения работы. С этой целью количество элементов станции, их взаимное расположение и соединяющие их коммуникации выбирают с учетом возможного добавления дополнительных элементов и строительства помещения для них. Стороны здания, в направлениях которых намечено расширение станции, не должны загромождаться постройками постоянного типа и подземными сооружениями.

Надежность работы водоочистной станции обеспечивается устройством обводных линий, позволяющих отключать то или иное сооружение или блок, пропуская воду в обход. При этом станции производительностью 10000-100000 $м^3/сут$. Предусматривают возможность отключения не более 20% сооружений. Кроме того, необходимо предусматривать обводную линию от насосной станции 1 подъема к насосной станции 2 подъема непосредственно (если насосная станция 1 подъема находится в пределах водоочистной станции). При производительности станции более 100000 $м^3/сут$, обводные коммуникации можно не устраивать.

На генплане должны быть показаны основные сооружения, наружные трубопроводы, дороги, подъезды, пешеходные дорожки и зеленые насаждения.

Диаметр основных трубопроводов, нанесенных на генплан, определяем из таблицы гидравлического расчета стальных труб по заданному расходу, который принимается больше расчетного из балансовой схемы на 20-30 процентов и рекомендуемой скорости движения воды.

Детальная полная технологическая схема очистных сооружений хозяйственно-питьевого назначения при заборе исходной воды из поверхностного источника приведена на рис. 12.1.

Результаты гидравлического расчета трубопроводов для проектируемой станции водоочистки приведены в табл. 12.1.

Таблица 12.1 – Гидравлический расчет трубопроводов для очистных сооружений водопровода

Название трубопровода	Расходы на один трубопровод		Расчетная скорость, *м/с*	Диаметр, *мм*	Рекомендуемая скорость, *м/с*
	$м^3$ /сут	*л/с*			
От насосной станции 1-го подъема к смесителям	37 303,8:2= = 18 651,9	216	1,35	500	1,0-1,5
От смесителя к камере хлопьеобразования	41 872,8:2= =20 936,4	242	0,85	600	0,8-1,0
От фильтров до резервуара чистой воды	41 628,6:2= =20 814,3	241	1,22	500	1,0-1,5
От резервуаров чистой воды до насосной станции 2 подъема	41 707,6:2= =20 853,8	242	1,23	500	1,0-1,5
От насосной станции 2-го подъема к потребителям	37 000:2= =18 500	214	1,69	400	1,2-2,0

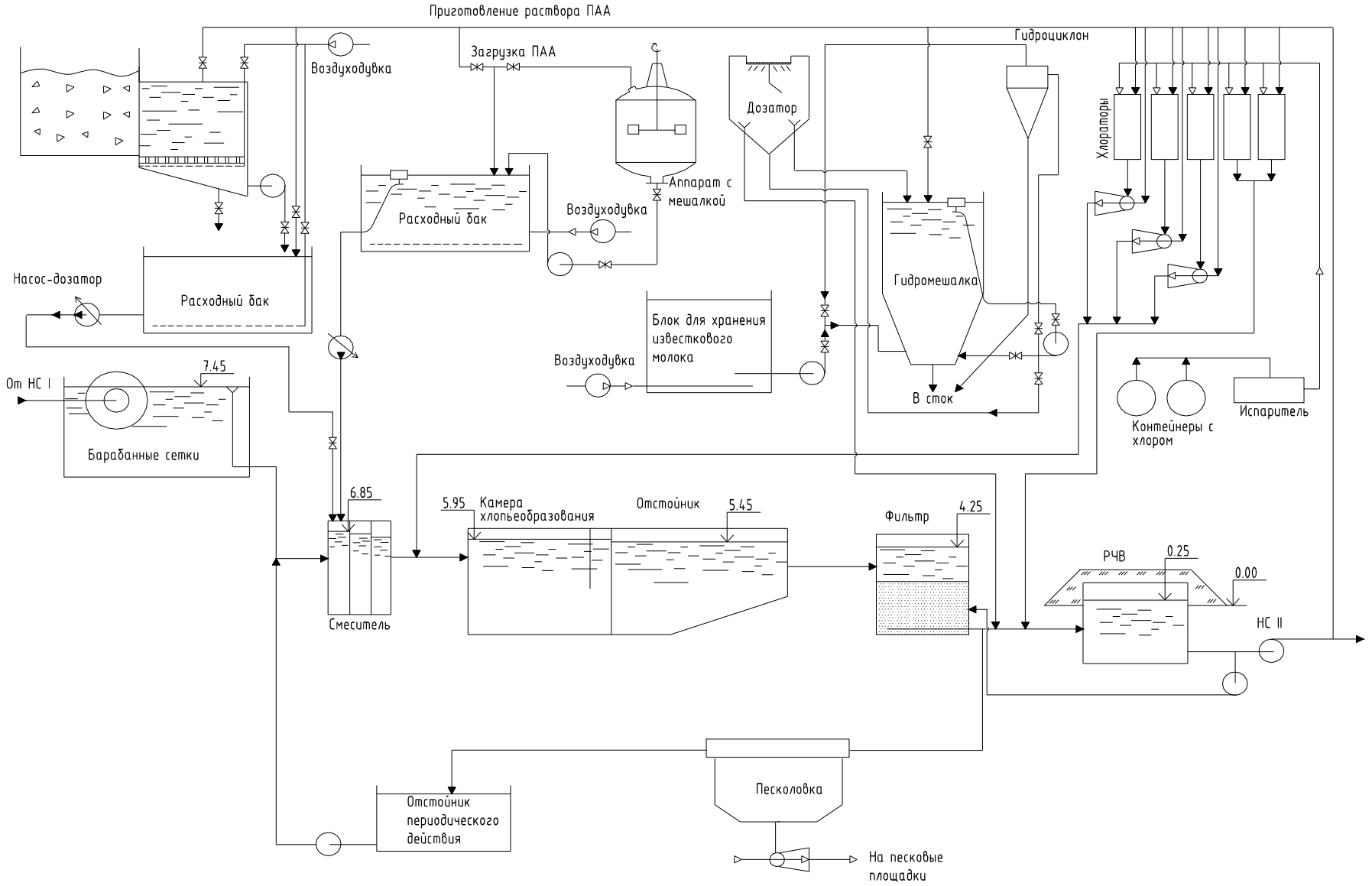

Рис. 12.1 – Технологическая схема очистных сооружений

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения курсового проекта разработана схема водоподготовки, произведена компоновка станции водоочистки и рассчитаны основные сооружения станции: барабанные сетки, реагентное хозяйство (включающее приготовление коагулянта, флокулянта, известкового молока, хлорной воды), вертикальный смеситель, горизонтальный отстойник совмещенный с камерой хлопьеобразования, скорые фильтры, резервуары чистой воды.

Графическая часть проекта предусматривает наличие чертежа формата А-4, на котором изображены:

- генплан очистных сооружений станции водоподготовки для хозяйственно-питьевых целей;
- технологическая схема очистки воды на очистных сооружениях.

Кроме того, в пояснительной записке выполнены рисунки формата А-4, которые отображают процессы приготовления коагулянта, флокулянта, известкового молока для реагентного хозяйства. Имеется график водопотребления города в зависимости от коэффициента часовой неравномерности потребления воды потребителями в течение суток.

Произведены гидравлические расчеты основных трубопроводов для проектируемой водоочистной станции, а также выполнена балансовая схема расходов воды по водоочистным сооружениям.

Представлена высотная схема основных сооружений водоочистной станции с расчетом потерь напора в основных сооружениях и соединительных коммуникациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СНиП 2.04.02 – 84. – М.: Стройиздат, 1985. – 136с.
2. ГСанПин «Вода питьевая, гигиенические требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения».
3. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. – К.: Вища школа, 1981. – 328 с.
4. Кульский Л.А., Булава М.Н., Гороновский И.Т. и др. Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов. – К.: Будівельник, 1972. –424 с.
5. Москвитин А.С. и др. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: Справочник монтажника/ Под ред.. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 140с.
6. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой и технической воды: Примеры и расчёты. – М.: Стройиздат, 1971. – 303с.
7. Кульский Л.А.,Гороновский И, Т. и др. Справочник по свойствам, методам анализа воды. – К.: Наукова думка, 1980. – 1206с.
8. Кульский Л.А., Булава М.Н. и др. Проектирование и расчёт очистных сооружений водопроводов. – К.: Будівельник, 1972. – 424с.

Приложение 1

Потери напора при движении воды между сооружениями очистной станции и в самих сооружениях (для ориентировочных расчетов) (п.6.219 [1])

№ п/п	Наименование потерь напора	Потери напора, *м*
	в сооружениях	
1	На сетчатых барабанных фильтрах (барабанные сетки, микрофильтры)	0,4-0,6
2	Во входных контактных камерах	0,3-0,5
3	В устройствах ввода реагентов	0,1-0,3
4	В гидравлических смесителях	0,5-0,6
5	В механических смесителях	0,1-0,2
6	В гидравлических камерах хлопьеобразования	0,4-0,5
7	В механических камерах хлопьеобразования	0,1-0,2
8	В отстойниках	0,7-0,8
9	В осветлителях со взвешенным осадком	0,7-0,8
10	На скорых фильтрах	3-3,5
11	В контактных осветителях и префильтрах	2-2,5
12	В медленных фильтрах	1,5-2
	в соединительных коммуникациях	
13	От сетчатых барабанных фильтров или входных камер к смесителям	0,2
14	От смесителей к отстойникам, осветителям со взвешенным осадком и контактным осветителям	0,3-0,4
15	От отстойников, осветителей со взвешенным осадком или префильтров к фильтрам	0,5-0,6
16	От фильтров или контактных осветителей к РЧВ	0,5-1

Приложение 2

Расход воды на наружное пожаротушение на промышленных предприятиях на один пожар (табл.. 7 [1])

Степень огне-стойко-сти зда-ний	Категория производства по пожарной опасности	Расход воды на наружное пожаротушение производственных зданий с фонарями, а также без фонарей шириной до 60 м на один пожар, *л/с*, при объёмах зданий, *тыс. м*^{3}						
		до 3	**3-5**	**5-20**	**20-50**	**50-200**	**200-400**	**400-600**
I и II	Г, Д, Е	10	10	10	10	15	20	25
I и II	А, Б, В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г, Д	10	10	15	25	35	-	-
III	В	10	15	20	30	40	-	-
IV и V	Г, Д	10	15	20	30	-	-	-
IV и V	В	15	20	25	40	-	-	-

Приложение 3

Расход воды на наружное пожаротушение на один пожар и количество одновременных пожаров в населённом пункте (табл.. 5 [1])

Число жителей в населённом пункте, *тыс. чел.*	Расчётное количество одновременных пожаров	Расход на наружное пожаротушение в населённом пункте на один пожар, *л/с*	
		застройка зданиями высотой …. независимо от степени огнестойкости	
		до двух этажей включительно	три этажа и выше
До 1	1	5	10
1 - 5	1	10	10
5 – 10	1	10	15
10 – 25	2	10	15
25 – 50	2	20	25
50 – 100	2	25	35
100 – 200	3	-	40
200 – 300	3	-	55
300 – 400	3	-	70
400 – 500	3	-	80
500 – 600	3	-	85
600 – 700	3	-	90
700 – 800	3	-	95
800 – 1 000	3	-	100

Приложение 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ РЕАГЕНТОВ

Определение дозы коагулянта (п.6.16 [1]):

Дозу коагулянта $Д_к$, *мг/дм*^{3}, в расчёте на $Al_2(SO_4)_3, FeCl_3, Fe_2(SO_4)_3$ (по безводному веществу) допускается принимать при обработке:

цветных вод по формуле

$$Д_к = 4\sqrt{Ц}\ , \qquad (6)$$

где *Ц* – цветность обрабатываемой воды, *град ПКШ*.

мутных вод по табл.16 [1]

Таблица 16

Мутность воды, *мг/дм^3*	Доза безводного коагулянта для обработки мутных вод, *мг/дм^3*
До 100	25 - 35
100 – 200	30 - 40
200 – 400	35 – 45
400 – 600	45 – 50
600 – 800	50 – 60
800 – 1 000	60 – 70
1 000 – 1 500	70 - 80

Примечание. При одновременном содержании в воде взвешенных веществ и цветности принимается большая из доз коагулянта, определённых по табл. 16 и формуле (6).

Определение дозы флокулянтов (п. 6.17 [1]):

Дозу флокулянтов (в дополнение к дозам коагулянтов) следует принимать:

а) **ПАА** по безводному продукту:

при вводе перед отстойниками или осветителями со взвешенным осадком – по табл.17 [1];

Таблица 17

Мутность воды, *мг/дм^3*	Цветность воды, *мг/дм^3*	Доза безводного ПАА, *мг/дм^3*
До 10	Свыше 50	1- 1,5
10 – 100	30 – 100	0,3 – 0,6
100 – 500	20 – 60	0,2 -0,5

при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке – 0,05-0,1 *мг/дм^3;*

при вводе перед контактными осветителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами – 0,2-0,6 *мг/дм^3;*

б) **АК** (по SiO_2):

при вводе перед отстойниками или осветителями со взвешенным осадком для воды с $t \geq 5-7^oC$ - 2-3 *мг/дм^3*, с $t \leq 5-7^oC$ - 3-5 *мг/дм^3;*

при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке – 0,2-0,5 *мг/дм^3;*

при вводе перед контактными осветителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами - 1-3 *мг/дм*^{3}.

Флокулянты следует вводить в воду после коагулянта. При очистке высокомутных вод допускается ввод флокулянтов до коагулянтов. Следует предусматривать возможность ввода флокулянтов и коагулянтов с разрывом во времени 2-3 *мин* в зависимости от качества обрабатываемой воды.

Определение дозы хлора (п. 6.18 [1]):

Дозу хлор содержащих реагентов (по активному хлору) при предварительном хлорировании и для улучшения хода коагуляции и обесцвечивания воды, а также для улучшения санитарного состояния сооружений следует принимать 3-10 *мг/дм*^{3}.

Реагенты рекомендуется вводить за 1-3 *мин* до ввода коагулянтов.

Определение дозы подщелачивающих реагентов (п. 6.19 [1]):

Дозы подщелачитвающих реагентов, $Д_{щ}$, *мг/дм*^{3}, необходимых для улучшения процесса хлопьеобразования, надлежит определять по формуле

$$Д_{щ} = K_{щ}\left(\frac{Д_{к}}{e_{к}} - Щ_{o}\right) + 1, \qquad (7)$$

где $Д_{к}$ – максимальная, в период подщелачивания, доза безводного коагулянта, *мг/дм*^{3};

$e_{к}$ - эквивалентная масса коагулянта (безводного), *мг-экв/дм*^{3}, принимается для $Al_2(SO_4)_3 - 57, FeCl_3 - 54, Fe_2(SO_4)_3 - 67$;

$K_{щ}$ – коэффициент, равный для извести (по CaO) – 28, для соды (по Na_2SiO_3) – 53;

$Щ_{o}$ – минимальная щёлочность воды, *мг-экв/дм*^{3}.

Реагенты следует вводить одновременно сводом коагулянтов.

Определение дозы реагентов для обеззараживания:

Дозу активного хлора (п.6.146 [1]) при отсутствии данных технологического анализа для предварительных расчётов следует принимать для поверхностных вод после фильтрования 2-3 *мг/дм*^{3}.

Необходимую ***дозу озона*** (п.6.171 [1]) для обеззараживания надлежит принимать для фильтрованной воды - 1-3 *мг/дм*^{3}.

Приложение 5

СКОРЫЕ ФИЛЬТРЫ

Таблица 21 [1] - Характеристика фильтрующего слоя и скорости фильтрования скорых фильтров

Фильтры	Характеристика фильтрующего слоя						Скорость фильтрования, *м/ч*	
	Материал загрузки	Диаметр зёрен, *мм*			Коэффициент неоднородности загрузки	Высота слоя, *м*	при нормальном режиме $v_н$	при форсированном режиме $v_ф$
		min	max	*экв.*				
Однослойные фильтры с загрузкой различной крупности	Кварцевый песок	0,5	1,2	0,7-0,8	1,8-2	0,7-08	5-6	6-7,5
		0,7	1,6	0,8-1	1,6-1,8	1,3-1,5	6-8	7-9,5
		0,8	2	1-1,2	1,5-1,7	1,8-2	8-10	10-12
	Дроблёный керамзит	0,5	1,2	0,7-0,8	1,8-2	0,7-0,8	6-7	7-9
		0,7	1,6	0,8-1	1,6-1,8	1,3-1,5	7-9,5	8,5-11,5
		0,8	2	1-1,2	1,5-1,7	1,8-2	9,5-12	12-14
Скорые фильтры с двухслойной загрузкой	Кварцевый песок	0,5	1,2	0,7-0,8	1,8-2	0,7-,08	7-10	8,5-12
	Дроблёный керамзит	0,8	1,8	0,9-1,1	1,6-1,8	0,4-0,5		

Таблица 22 [1] – Поддерживающие слои

Крупность зёрен, *мм*	Высота слоя, *мм*
40-20	Верхняя граница слоя должна быть на уровне верха распределительной трубы, но не менее чем на 100 мм выше отверстий
20-10	100-150
10-5	100-150
5-2	50-100

Приложение 6

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ОТСТОЙНИКИ

Таблица 19 [1] – Средняя по всей высоте осадочной части отстойника концентрация твёрдой фазы осадка δ

Мутность исходной воды, *мг/дм*^{3}	Применяемые реагенты	Средняя по высоте осадочной части отстойника концентрация твёрдой фазы в осадке δ, *г/м*^{3}, при интервалах между сбросами осадка, *ч*		
		6	12	24 и более
До 50	Коагулянт	9 000	12 000	15 000
50-100	«»	12 000	16 000	20 000
100-400	«»	20 000	32 000	40 000
400-1 000	«»	35 000	50 000	60 000
1 000-1 500	«»	80 000	100 000	120 000
» 1 500	Флокулянт	90 000	140 000	160 000
» 1 500	Без реагентов	200 000	250 000	300 000

Примечание. При обработке исходной воды коагулянтами совместно с флокулянтами δ надлежит принимать:

- на **25%** больше для маломутных вод;
- на **15%** больше для вод средней мутности.

Приложение 7

КАМЕРЫ ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ

Таблица 18 [1] – Скорость выпадения взвеси во встроенных камерах хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка

Характеристика обрабатываемой воды и способ обработки	Скорость выпадения взвеси U_o, задерживаемой отстойниками, *мм/с*
Маломутные цветные воды, обрабатываемые коагулянтом	0,35-0,45
Воды средней мутности, обрабатываемые коагулянтом	0,45-0,5
Мутные воды, обрабатываемые:	
• коагулянтом	0,5-0,6
• флокулянтом	0,2-0,3
Мутные воды, не обрабатываемые коагулянтом	0,08-0,15

Примечание. **1**. В случае применения флокулянтов при коагулировании воды скорости выпадения взвеси следует увеличивать на 15-20%.

2. Нижние пределы U_o указаны для хозяйственно-питьевых водопроводов.

Приложение 8

РЕЗЕРВУАРЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ

Примерные величины расходов воды по часам суток на хозяйственно-питьевые нужды населения города

Часы суток	Часовой расход, % от суточного при коэффициенте часовой неравномерности $k_ч$								
	1,20	**1,25**	**1,30**	**1,35**	**1,40**	**1,45**	**1,50**	**1,7**	**1,8**
0-1	3,50	3,35	3,20	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	1,30
1-2	3,45	3,25	3,25	3,20	2,65	2,10	1,50	1,00	1,30
2-3	3,45	3,30	2,90	2,50	2,20	1,85	1,50	1,00	1,30
3-4	3,40	3,20	2,90	2,60	2,25	1,90	1,50	1,00	1,30
4-5	3,40	3,25	3,35	3,50	3,20	2,85	2,50	2,00	1,30
5-6	3,55	3,40	3,75	4,10	3,90	3,70	3,50	3,00	3,50
6-7	4,00	3,85	4,15	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	7,00
7-8	4,40	4,45	4,65	4,90	5,10	5,30	5,50	6,50	7,50
8-9	5,00	5,20	5,05	4,90	5,35	5,80	6,25	6,50	7,50
9-10	4,80	5,05	5,40	5,60	5,85	6,05	6,25	5,50	7,50
10-11	4,70	4,85	4,85	4,90	5,35	5,80	6,25	4,50	6,50
11-12	4,55	4,60	4,60	4,70	5,25	5,70	6,25	5,50	5,20
12-13	4,55	4,60	4,50	4,40	4,60	4,80	5,00	7,00	3,60
13-14	4,45	4,55	4,30	4,10	4,40	4,70	5,00	7,00	3,60
14-15	4,60	4,75	4,40	4,10	4,60	5,05	5,50	5,50	4,00
15-16	4,60	4,70	4,55	4,40	4,60	5,30	6,00	4,50	5,60
16-17	4,60	4,65	4,50	4,30	4,90	5,45	6,00	5,00	6,20
17-18	4,30	4,35	4,25	4,10	4,60	5,05	5,50	6,50	6,20
18-19	4,35	4,40	4,45	4,50	4,70	4,85	5,00	6,50	6,20
19-20	4,25	4,30	4,40	4,50	4,50	4,50	4,50	5,00	5,20
20-21	4,25	4,30	4,40	4,50	4,40	4,20	4,00	4,50	3,40
21-22	4,15	4,20	4,60	4,80	4,20	3,60	3,00	3,00	2,20
22-23	3,90	3,75	4,20	4,60	3,70	2,85	2,00	2,00	1,30
23-24	3,80	3,70	3,50	3,30	2,70	2,10	1,50	1,00	1,30
Всего:	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*	*100%*

Основные параметры резервуаров чистой воды

Номер типового проекта	Вместимость, $м^3$	Размер		
		ширина	длина	высота
901-4-57.83	50	3,0	6,0	38
901-4-58.83	100	6,0	6,0	3,8
901-4-58.83	150	6,0	9,0	3,8
901-4-58.83	200	6,0	12,0	3,8
901-4-58.83	250	6,0	15,0	3,8
901-4-58.83	500	12,0	12,0	3,8
901-4-59.83	700	12,0	18,0	3,8
901-4-59.83	1000	12,0	24,0	3,8
901-4-59.83	1200	12,0	30,0	3,8
901-4-60.83	1400	18,0	18,0	4,8
901-4-60.83	1900	18,0	24,0	4,8
4-18-851	2000	24,0	18,0	4,8
901-4-60.83	2400	18,0	30,0	4,8
901-4-61.83	2500	24,0	24,0	4,8
4-18-852	3000	30,0	24,0	4,8
901-4-61.83	3200	24,0	30,0	4,8
901-4-61.83	3900	24,0	36,0	4,8
4-18-853	6000	60,0	36,0	4,8
4-18-854	10 000	48,0	48,0	4,8
901-4-76.83	12 000	54,0	48,0	4,8
901-4-76.83	14 000	54,0	48,0	4,8
901-4-76.83	15 000	54,0	60,0	4,8
901-4-76.83	17 000	54,0	66,0	4,8
901-4-76.83	18 000	54,0	72,0	4,8
901-4-76.83	20 000	54,0	78,0	4,8

Приложение 9

Характеристика воздуходувок типа ВК

Марка воз-духодувки	Подача воздуха, $м^3/мин$	Габаритные размеры, *мм*			Мощность электро-двигателя, *кВт*
		длина	ширина	высота	
ВК-1,5	1,4	660	562	850	4,0
ВК-3	3,1	1225	527	990	7,5
ВК-6	5,7	1500	580	1370	18,5
ВК-12	10,4	1840	780	1750	22,0

Приложение 10

Сводная таблица насосов

Марка насосов	Подача, $м^3/ч$	Напор, м	Мощность электродвигателя, *кВт*	Частота вращения, *об/мин*	КПД, %	Завод-изготовитель
Насосы для агрессивных жидкостей						
НД 100/10	0,1	100	0,27	1 500	-	Ригахиммаш
НД 630/10	0,63		1,1			
НД 1000/10	1		2,2			
1В:/10х	0,45-4,3	60	4	1 450	-	Ливгидромаш
НД 1600/10	1,6	100	3	1 500	-	Ригахиммаш
НД 2500/10	2,5					
1,5Х-6Л-1	5,4-12	20-14,5	3; 4	2 850	-	Свердловский насосный
1,5Х-6Д-1-41	8,64	17,8	3; 4	2 850	-	Катайский насосный
2Х-9Л-1	12-29	20-14	3; 4	2 850	-	Свердловский насосный
2Х-6Л-1	12-29	34,5-25	5,5; 7,5	2 900	-	Свердловский насосный
2Х-9Д-1-41	19,5	18	4; 5,5	2 900	31-42	Катайский насосный
3Х-9Л-1	29-60	35-26	10; 13	2 920	-	Свердловский насосный
3х-9д-1-41	45	31	13; 17	2 900	35-44	Катайский насосный
ЦНСК60-66	60	66	22	3 000	66	Ясногорский машиностроительный
ЦНСК60-99		99	30			
ЦНСК60-132		132	55			
ЦНСК60-165		165	40			
ЦНСК60-198		198	55			
ЦНСК60-231		231	75			
ЦНСК60-264		264	75			
ЦНСК60-297		297	75			
ЦНСК60-330		330	100			
4Х-12Л-1	61-116	31-27	22; 30	2 900	-	Свердловский насосный
4Х-12Д-1-41	90	33,5	30; 40	2 900	41-40	Катайский насосный

5Х-18Л-1	118-198	34-23	30; 40	2 900	-	Свердловский насосный
6Х-9Д-1	162	30	40;55	1485	-	Катайский насосный
ЦНСК300-120	300	120	160	1 500	73	Ясногорский машино-строительный
ЦНСК300-180		180	250			
ЦНСК300-240		240	320			
ЦНСК300-300		300	400			
ЦНСК300-360		360	500			
ЦНСК300-420		420	630			
ЦНСК300-480		480	630			
ЦНСК300-540	300	540	800	1 500	73	Свердловский насосный
ЦНСК300-600		600	800			
Насосы фекальные						
ФГ 14,5/10-б	6,1-16,7	7,7-6,3	1,1	1 450	54	Рыбницкий насосный
ФГ 14,5-10-а	6,9-17	9,4-7,5	1,1	1 450	54	
ФГ 14,5/10	8,1-19	11-8,9	1,5	1 450	54	
ФГ 16/27-б	6,6-16,5	21,5-18	3	2 900	49	
ФГ 16/27-а	7,6-19,5	25,5-21	3	2 900	49	
ФГ 16/27	9,0-21	20-25	4	2 900	49	
ФГ22,5/14,5-б	10,8-27	11,5-9,5	2,2	1 450	58	
ФГ 22,5/14,5-а	12,3-29,5	13,4-11,5	3	1 450	58	
ФГ 22,5/14,5	14-35	16,2-13,2	3	1 450	58	
ФГ 29-/40-б	12,6-13,4	31-25	5,5	2 900	54	
ФГ 29/40-а	13,8-34	37-31	7,5	2 900	54	
ФГ 29/40	15-38	44-36	10	2 900	54	
ФГ 51/58-б	21,6-54	46-36	13	2 900	58	
ФГ 51/58-а	24,6-59	52-46	17	2 900	58	
ФГ 51/58	28-70	65-54	22	2 900	58	
ФГ 57,5/9,5-б	25-71	9-6	3	1 450	61	
ФГ 57,5/9,5-а	28-77	10-7	4	1 450	61	
ФГ 57,5/9,5	31-86	12-8	4	1 450	61	

Приложение 11

ОБОРУДОВАНИЕ ХЛОРАТОРНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Характеристика хлораторов

Основные показатели	Марка хлоратора						
	ЛК-10м	ЛК-10с	ЛК-10б	ЛК-10ц	ЛК-11	ЛК-12	ЛОНИИ-100
Производительность по хлору, *кг/ч*	0,04-0,8	1-5,4	2-25	5-100	0,5-5	1,8-25,4	Зависит от материала поплавка: эбонит 1,28-8,1 и дюралюминий 2,05-12,8
Расход воды, $м^3/ч$	5	5	30	30	5	30	8
Масса, *кг*	12,35	12,5	45	43	12	10	32

Характеристика бочек (контейнеров) для жидкого хлора

Параметр	Объём бочки, *л*		
	500	800	1 000
Масса тары, *кг*	428	660	970
Масса жидкого хлора, *кг*	640	1 000	1 250
Объём жидкого хлора, *л*	410	600	800
Рабочее давление, $кгс/см^2$	15	15	15

Приложение 12

ПРИГОТОВЛЕНИЕ КОАГУЛЯНТА

Характеристика автоматических дозаторов для $Al_2(SO_4)_3$ (Союзводоканапроект)

Параметр	Производительность, $м^3/ч$	
	до 1,5	до 5
Количество подаваемого раствора к дозатору, $м^3/ч$	3	10
Материал конструкций, соприкасающихся со средой	Винипласт	Нержавеющая сталь
Масса, *кг*	61	44

Характеристика поплавковых дозаторов (Союзводоканапроект)

Марка дозатора	Реакция реагента	Максимальный расход реагента, $м^3/ч$	Размеры, *мм*		Масса, *кг*
			D	*H*	
ПДк-40	Кислая	0,9	350	150	3,68
ПДк-60		2,2			4,08
ПДк-70		2,5			5,66
ПДщ-32		0,9			4,27
ПДщ-50		2,2			5,28
ПДщ-70		6,5			7,36

Приложение 13

Характеристики реагентов, применяемых для обработки воды

Реагент, ГОСТ	Внешний вид	Формула и %-ное содержание основного действующего вещества	Вид поступления
Алюминий сернокислый технический неочищенный (сульфат алюминия) ГОСТ 51 55-74	Белые или серые с зеленоватым оттенком гранулы, брикеты, куски неопределённой формы	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ $Al_2(SO_4)_3$ не менее 30,2%	Навалом в кусковом виде
Алюминий сернокислый технический очищенный (сульфат алюминия, гидрат) ГОСТ 12966-75	Белые с серовато-тым, голубоватым или розоватым оттенком гранулы, брикеты, плотные куски массой не более 10 *кг*	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ $Al_2(SO_4)_3$ не менее	Навалом в кусковом виде
сорт экстра		46,88	
сорт А		45,3	
сорт В		45,3	
сорт С		45,3	
Стекло натриевое жидкое ГОСТ 13078-67	Густая жидкость жёлтого или серого цвета	$Na_2O \cdot nSiO_2$ SiO_2 28,5%-29,5%	Железные бочки ёмкостью 250*л*
Полиакриламид технический АМФ СТУ 12-02-21-64	Желе образная масса от голубого до жёлтого цвета	8% активной части	Полиэтиленовые мешки или стальные барабаны
Гашёная и негашёная воздушная известь (гидроксид и оксид кальция) ГОСТ 9179-70		$Ca(OH)_2; CaO$	
Негашёная комовая (кипелка)		$CaO + MgO$ не менее	Известь негашёную комовую поставляют навалом или в контейнерах
I-ый сорт		90	
II-ой сорт		80	
III –й сорт		70	

Негашёная молотая			Негашёную молотую поставляют в цементовозах, контейнерах или бумажных битумированных мешках из крафтцеллюлозы.
I-ый сорт		90	
II-ой сорт		80	
III –й сорт		70	
Гашёная гидратная (пушинка)			Гашёную гидратную поставляют в цементовозах, контейнерах или непропитанных мешках из крафтцеллюлозы
I-ый сорт		67	
II-ой сорт		60	
Хлор жидкий ГОСТ 6718-68	Маслянистая жидкость бледно-оранжевого цвета	Cl_2 не менее 99,6%	Баллоны, бочки, контейнеры или цистерны
Перманганат калия (калий марганцево-кислый) ГОСТ 5777-71	Тёмно-фиолетовые кристаллы с синестальным блеском	$KMnO_4$ не менее	Стальные барабаны (брутто не более *60* кг), стальные банки (брутто не более 25 *кг*)
I-ый сорт		99,0	
II-ой сорт		98,0	
Фторид натрия (натрий фтористый) технический	Порошок белого или серого цвета	NaF не менее	Стальные барабаны вместимостью до 100 *л*, полиэтиленовые мешки до 50 *кг*
I-ый сорт		95,0	
II-ой сорт		80,0	
Гексафторсиликат натрия (натрий кремнефтористый) ГОСТ 87-66	Кристаллический порошок белого цвета (допускается серый или жёлтый оттенок)	Na_2SiF_6 не менее	Фанерные или деревянные бочки (вместимость 40-50 *л*)

Высший сорт		98	
I-ый сорт		95	
II-ой сорт		93	
Гексаметафосфат натрия МРТУ 6-08-5-64	Стекловидная масса в виде бесцветных или слегка окрашенных в жёлтый или зелёный цвет кусков	$(NaPO_3)_6$ активность по $BaCl_2$ не менее 70%	Фанерные ящики, выселенные внутри бумагой или пергаментом, масса нетто 45-50 *кг*

Приложение 14

СТАБИЛИЗАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА И ПОДЩЕЛАЧИВАНИЕ ВОДЫ

Техническая характеристика известегасильных аппаратов

Тип установки	Производительность по известекипелке, *т/ч*	Мощность электродвигателя, *кВт*	Габаритные размеры, *мм*			Масса, *кг*
			длина	ширина	высота	
С-322, лопастная	1	4,5	1 900	1 800	1 590	1 250
ЮЗ, бегунковая	1,5-2	6	2 654	3 640	2 850	3 925
Барабанные						
● термомеханическая непрерывного действия	1-2	2,8-4,5	3 500-6 100	1 800-2 610	1 600-2850	2 000-3 450
● «Микка» периодического действия	1-2	2,8-4,5	5 500	2 600	3 850	5 500
Фрезёрный						
● АЧ-2	1,5-2	7,8	1 520	1 018	1 792	630
● ФИС	4-5	7,8	1 860	1 200	1 290	532

Характеристика гидравлических мешалок (Таганрогский завод)

Марка гидравлической мешалки	Рабочий объём, $м^3$	Размеры, *мм*		
		Диаметр, *D*	Высота	
			H	H_1
МГК-1	1	1200	1645	1095
МГК-2	2	1600	1860	1210
МГИ-1	1	1200	1695	1645
МГИ-2	2	1600	1925	1800
МГИ-4	4	1600	2900	1670
МГИ-8	8	2000	3800	1970
МГИ-14	14	2600	4600	2300

Характеристика лопастных мешалок

Марка	Объём бака, $м^3$	Размеры, *мм*		Частота вращения вала, *об/мин*	Мощность электро-двигателя, *кВт*	Масса, *кг*
		Диаметр, *D*	Высота, *H*			
МЛ-1,5х1,5	2,2	1 500	2 595	36	1	284
МЛ-2х2	5,5	2 000	3 095	29	1,7	315
МЛ-2,5х2	8,5	2 500	3 095	22	1,7	317
МЛ-3х3	19,0	3 000	3 980	19	2,8	533
МЛ-4х3	35,0	4 000	3 980	14	2,8	548

Характеристика дозаторов типа «ДИМБА»

Основные показатели	Типы дозаторов				
	ДИМБА 1	ДИМБА 3	ДИМБА 10	ДИМБА 20	ДИМБА40
Количество расходуемой извести, *т/сут*	1	4	5-10	15-25	30-50
Количество раствора, подаваемого к дозатору, $м^3/ч$	2	6	15	30	60
Размеры дозатора (ширина х длина х высота), *мм*	70х800х756	80х1000х935	80х1220х785	100х1500х1035	100х2250х1420

Основные размеры гидроциклонов

Диаметр $D_г$, *мм*	Доля диаметра сливного отверстия от $D_г$	Размеры питающего отверстия, *мм*	Эквивалентный диаметр питающих отверстий, *мм*	Диаметр сливных насадок, *мм*	Высота, *мм*			Масса, *кг*
					H	H_1	H_2	
75	0,35-0,45	10х30; 15х30	20; 24	8; 12	305	185	48	37
150	0,25-0,4	10х45; 20х45	24; 34	12; 17	695	350	110	115
250	0,2-0,5	20х65; 30х65	41; 50	17; 24	1070	440	145	251
350	0,2-0,4	20х90; 40х90	48	24; 34	1450	535	190	424
500	0,2-0,4	20х140;40х140	60	24; 34	2015	670	175	772

Приложение 15

Характеристика неметаллических труб

Материал труб	Внутренний диаметр, *мм*	Длина трубы, *м*	Расчётное давление, *кгс/см²*	Завод-изготовитель
Винипласт (ТУ 16-05-1573-72)	10, 15,18, 20, 25, 32, 40, 50, 60	1-3	6	Владимирский завод
	20, 25, 32, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 240		2,5	
Поливинилхлорид:				
▪ марки ПВХ-60 (ТУ 6-05-1791-76)	40, 50	1-3	4	Броварской завод пластмасс
	25, 32, 40, 50, 63, 75, 90,		6	
	20, 25, 32		10	
▪ марки ПВХ-100 (ТУ 6-05-051-161-76)	160, 225, 280, 315	1-3	6	
	110, 160, 225, 280, 315		10	
Полиэтилен:				
▪ высокой плотности (ТУ 21-26-100-74, ГОСТ 18509-73)	50, 70, 85, 100, 130, 150, 225, 315,630	6-8	2,5	Ахангаранский комбинат стройпластмасс, Вильнюский завод пластмассовых изделий
	32, 40, 50 70, 85, 130, 225, 315, 400		4	
	32, 40, 50, 70, 85, 100, 130, 150, 225, 315		6	
	25, 32, 40, 50, 70, 85, 100, 130, 150, 225		10	
▪ низкой плотности (ГОСТ 18599-73, ТУ 6-05-1759-76)	25,32, 40, 50, 70, 85, 100, 115, 130, 150	6-8	2,5	Ахангаранский комбинат стройпластмасс
	20, 25, 32, 40, 50, 70, 85, 100, 115, 130, 150		4	
	20, 25, 32, 40, 50, 70, 85, 100, 115, 130, 150		6	
	6, 8, 10, 12, 20, 25, 32, 40, 50, 70, 85, 100, 115		10	
Фаолит (МРТУ № 6-05-1170-69)	32, 50	2	6	Владимирский химзавод
	80, 100	2	5	
	150, 200	1	3	
	250, 300	1	2	
	350	1	1,5	
Флоропласт (ТУ № 6-05-987-74)	200, 300, 400	0,5-3,2	2,5	ПО «Уралхиммаш»
	30, 75, 100		5	
Бипластмасса	100	6	16	Северодонецкий завод стеклопластиков

Учебное издание

Методические указания к выполнению курсовой работы «Водопроводные очистные сооружения с двухступенчатой схемой очистки поверхностных вод» из курса «Технология очистки природных и сточных вод» (для бакалавров специальности 6.092600 – «Водоснабжение, водоотведение»)

Составитель: Крамаренко Леся Васильевна

Редактор М.З. Алябьєв

План 2008, поз. 333 М

Подп. к печати 01.02.2008г. Формат 60х84 1/16 Бумага офисная

Печать на ризографе Усл.-печ. л. 3,7. Уч.-изд. л. 5,55

Тираж 100 экз. Зак. № _____ .

61002 г. Харьков, ХНАГХ, ул. Революции, 12

Сектор оперативной полиграфии при ИВЦ ХНАГХ

61002 г. Харьков, ул. Революции, 12