М и н и с т е р с т в о
высшего и среднего специального образования РСФСР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ЗАОЧНЫЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

Утверждено
проректором
по учебной работе

В О Д О С Н А Б Ж Е Н И Е

Задание и методические указания
к курсовому проекту № 3
"Очистные водопроводные сооружения"
для студентов У I курса
специальности
"Водоснабжение и канализация" (I209)

М о с к в а I 9 8 3

С о с т а в и т е л и:
В.С. Животнев, канд.техн. наук, доц.
О.Д. Минц, канд.техн. наук, доц.
В.А. Кузнецов, канд.техн. наук, доц.
З а в. к а ф е д р о й
Г.С. Пошкович, проф.
Р е ц е н з е н т
Н.А. Чулков, канд.техн. наук, доц.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие указания 3
Задание 3
Состав проекта 4
Методические указания к выполнению проекта 4
Приложения 20
Литература 24

Редактор Н.С. Плоткина
Технический редактор А.В. Клёсова
Корректор И.А. Щербакова

Подписано в печать 05.08.83
Формат 60х84 1/16. Объем 1,5 п.л.
1,4 уч.-изд.л. Тираж 3000 экз.
Офсетная печать. Изд. № 201
Заказ № 2788А Бесплатно

ВЗИСИ
109807, ГСП, Москва, Ж-29,
Ср. Калитниковская ул., д. 30

ПО "Луч" Управления издательств,
полиграфии и книжной торговли
Мосгорисполкома
Москва, Ж-147, Таганская ул., д. 58

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

При выполнении курсового проекта нужно руководствоваться задачами, выдвинутыми XXVI съездом КПСС в области повышения эффективности капитальных вложений путем ускорения технического прогресса в строительстве, дальнейшего развития индустриализации, развития строительной науки и техники, совершенствования проектирования сооружений, экономии энергоресурсов и материалов.

При выполнении курсового проекта студент на основании знаний, полученных в результате изучения теоретической части курса, должен самостоятельно найти наилучшее и экономически обоснованное решение поставленной перед ним задачи.

ЗАДАНИЕ

При выполнении курсового проекта необходимо:

I. Определить расчетную производительность очистной станции с учетом расхода воды на собственные нужды станции.

2. Выбрать технологическую схему обработки воды и состав сооружений для осветления воды в соответствии с рекомендациями [4, табл.2I, 22].

3. Составить вертикальную схему движения воды по очистным сооружениям.

4. Рассчитать основные сооружения и коммуникации очистной станции.

5. Сделать эскизные чертежи основных сооружений очистной станции (планы, разрезы).

6. Составить генеральный план площадки очистных сооружений в масштабе I:500 или I:1000.

7. Определить себестоимость очистки воды.

Исходные данные следует принять в соответствии с шифром студента по прил. I.

СОСТАВ ПРОЕКТА

Проект состоит из графической части и пояснительной записки.

Графическая часть должна содержать 1,5–2 листа ватмана стандартного формата. На одном из них следует разместить генеральный план площадки очистных сооружений и вертикальную схему очистки воды. На втором листе необходимо дать общеувязочный план очистной станции со всеми коммуникациями и оборудованием в масштабе 1:100 и разрезы по основным сооружениям в масштабе 1:200. На чертежах надо показать основные размеры сооружений, диаметры трубопроводов.

Пояснительная записка должна содержать: задание; определение расчетной производительности очистной станции; обоснование принятой технологической схемы обработки воды и состава очистных сооружений; расчет сооружений для хранения, приготовления и дозирования реагентов, а также смешения реагентов с водой; расчет сооружений для осветления и обеззараживания воды, гидравлический расчет самотечных и напорных трубопроводов; определение расходов промывной воды и потерь напора в распределительной системе с подбором насосов; перечень лабораторий и других вспомогательных помещений очистной станции, их ориентировочные размеры в плане; определение себестоимости очистки воды, перечень основных мероприятий по технической эксплуатации сооружений.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОЕКТА

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Изучив исходные данные для проектирования (см.прил. 1) и сопоставив их с требованиями, предъявляемыми к питьевой воде (ГОСТ 2874-73) (ом.прил. 2), необходимо выбрать способ химической обработки воды и технологическую схему. При выборе способа химической обработки следует руководствоваться указаниями [4, табл. 21].

Выбирая технологическую схему очистки воды и состав основных сооружений для ее обесцвечивания и осветления, необходимо учитывать указания [4, табл. 22].

Подобрав состав основных сооружений, нужно построить вертикальную схему движения воды по этим сооружениям. Построение высотной схемы следует начать с конечного сооружения, т.е. с резервуара чистой воды.

Отметка уровня воды в резервуаре принимается 0 м и должна быть на I-I,5 м выше отметки земли. Потери напора при движении воды в сооружениях и в коммуникациях между ними принимают ориентировочно по [2, с. 77, п. 6.374].

РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ РЕАГЕНТНОГО ХОЗЯЙСТВА

Проектирование сооружений станции очистки воды следует начать с расчета реагентного хозяйства.

В соответствии с данными анализов качества воды в источнике водоснабжения принимают необходимые для обработки воды реагенты по [4, табл. 21].

Последовательность введения реагентов и интервалы времени между введением отдельных видов реагентов надлежит принимать в соответствии с указаниями [4, табл. 25].

В состав реагентного хозяйства входят сооружения для приготовления раствора коагулянта необходимой концентрации, известкового молока, полиакриламида, для фторирования и обесфторивания воды, углевания, аммонизации и других процессов в соответствии с выбранной технологической схемой обработки воды. Для улучшения процесса коагулирования рекомендуется первичное хлорирование.

В целях интенсификации процесса растворения реагентов следует применять перемешивание воздухом, для чего необходимо предусмотреть установку воздуходувок.

Должен быть проведен расчет склада реагентов на 30-дневный запас.

Необходимо применять сухое или мокрое хранение коагулянта, при этом концентрация раствора при мокром хранении должна быть 15-20%, считая по чистому безводному продукту.

Число баков-хранилищ предусматривают не менее четырех. При необходимости известкования воды, при получении комовой извести можно принять сухое или мокрое хранение реагента. Склады для хранения реагентов следует располагать вблизи помещений, предназначенных для приготовления растворов, т.е. в реагентном хозяйстве.

Дозирование растворов реагентов осуществляется насосами-дозаторами или специальными дозирующими устройствами. Смешение реагентов с обрабатываемой водой производится в смесительных устройствах. Смесительные устройства должны обеспечивать последовательное (с необходимым перерывом во времени) введение реагентов и равномерное распределение их в обрабатываемой воде.

Смесительное устройство следует выбирать в зависимости от производительности станции в соответствии с рекомендациями [4]. Рассчитывая смесительные устройства, можно руководотвоваться [4], а также примерами, приведенными в [5, с. 67-73]. При наличии известкования надо применять вертикальный вихревой смеситель. При обработке высокоцветных вод (при наличии планктона) необходимо предусмотреть установку микрофильтров.

Если в соответствии с выбранной технологической схемой обработки воды в состав очистных сооружений входят камеры хлопьеобразования, то их принимают примыкающими или встроенными в отстойники.

Тип камер хлопьеобразования зависит от производительности станции и типа применяемых отстойников.

При вертикальных отстойниках следует предусмотреть камеру хлопьеобразования водоворотного типа; при горизонтальных – камеру хлопьеобразования, встроенную в отстойник, перегородчатого или вертикального типа со слоем взвешенного осадка. Расчет и проектирование таких камер хлопьеобразования следует выполнять согласно [4, с. 39, п.6.84]. Число камер принимают равным числу горизонтальных отстойников. Пример расчета приведен в [5, с. 80-82]. После расчета камер хлопьеобразования приступают к проектированию сооружений для осветления воды.

РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОСВЕТЛЕНИЯ ВОДЫ

Горизонтальные отстойники

Горизонтальные отстойники применяют для предварительного осветления воды перед поступлением ее на фильтры.

Расчет отстойников заключается в определении их числа, размеров в плане (ширины и длины) и высоты.

Площадь отстойников в плане зависит от принятой конструкции, расчетного расхода и типа камеры хлопьеобразования. Определение площади отстойников с торцевым сбором воды осуществляют по [4, формула (I6)]. В проекте рекомендуется принимать отстойники с встроенной камерой хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка и с рассредоточенным сбором осветленной воды, как более экономичные по сравнению с отстойниками с торцевым сбором осветленной воды.

Площадь отстойников с рассредоточенным сбором осветленной воды определяют по формуле

$$F = \frac{q}{3{,}6 \cdot u_0},$$

где q – расчетный расход, $м^3/ч$;

u_0 – скорость выпадения взвеси (в мм/с), принимаемой в зависимости от количества взвешенных веществ: для маломутных вод (до 50 мг/л) – 0,5, для вод средней мутности (от 50 до 250 мг/л) – 0,6, для мутных вод (от 250 до 2500 мг/л) – 0,7–0,8.

При применении флокулянтов , скорость выпадения взвеси следует увеличить на 15–20% [2, с. 40, п. 6.85–6.87].

Ширину отстойника определяют по формуле

$$B = \frac{q}{3{,}6 \cdot v_{ср} \, H \cdot N},$$

где $v_{ср}$ – средняя горизонтальная скорость движения воды в отстойнике (в мм/с) принимается: для маломутных вод – 6–8, для вод средней мутности – 7–10, для мутных вод – 9–12;

H – средняя высота зоны осаждения (в м) принимается от 2,5 до 3,5;

N – расчетное число отстойников. При числе отстойников менее шести, следует предусматривать один резервный.

Ширина отстойника не должна превышать 6 м.

Длину отстойника определяют по формуле

$$L = \frac{F}{B \, N}.$$

Длина отстойника должна превышать среднюю высоту зоны осаждения в 10–25 раз.

Общую высоту отстойника определяют как сумму принятой высоты зоны осаждения (2,5–3,5 м) и высоты зоны накопления и уплотнения осадка. Высота зоны накопления осадка зависит от его объема и принятого для его удаления способа. Способ удаления осадка из отстойников принимают, как правило, механизированный (гидравлический). Объем зоны накопления осадка определяют по [4, формула (14)] и указаниям п. 6.75 того же источника. Расчетная высота зоны накопления не должна превышать 1 м. При невыполнении этого условия продолжительность периода работы отстойников между чистками следует уменьшить до 12 ч.

Расчетные параметры и конструктивные особенности систем для гидравлического способа удаления осадка приведены в [4, пп. 6.30 и .76].

Для улучшения работы отстойников предусматривают систему с рассредоточенным сбором осветленной воды, позволяющую уменьшить объемы отстойника. Расчетные параметры и конструкцию этой системы принимают с учетом данных [4, п. 6.87].

Диаметры подводящих, распределительных и отводящих трубопроводов определяют с учетом пропуска воды на 20–30% больше расчетного расхода.

Скорости движения воды в трубопроводах рекомендуются:
от смесителя к камерам хлопьеобразования – 0,8–1 м/с;
от отстойников до фильтров – 1–1,2 м/с.

Пример расчета горизонтальных отстойников приведен в [5, с.91–97].

Осветлители со взвешенным осадком

Осветлители со взвешенным осадком так же, как и отстойники, предназначены для предварительного осветления воды. При применении осветлителей камеры хлопьеобразования предусматривать не следует.

Проектирование осветлителей заключается в определении площадей зон осветления и отделения осадка, высоты осветлителя, в расчете труб для распределения воды по площади осветлителя и сбора осветленной воды, в расчете осадкоприемных окон, труб для удаления осадка из осадкоуплотнителя, а также объема зоны накопления и уплотнения осадка.

Площадь зоны осветления воды принимают по [4, формула (20)], а зоны отделения осадка по [4, формула (21)] с учетом указаний пп. 6.89 и 6.90 того же источника.

Скорости восходящего потока воды в зоне осветления принимают в зависимости от величины содержания взвешенных веществ в воде, поступающей на осветлитель, по [4, табл. 31]; большие скорости принимают для более мутных вод.

Зоны площадей осветления и накопления осадка определяют для периода максимальной мутности при летнем (наибольшем) расходе воды и для минимальной мутности при зимнем (наименьшем) ее расходе. За расчетные принимают наибольшую сумму этих значений.

В курсовом проекте рекомендуется принимать осветлители коридорного типа. В этом случае общая площадь осветлителя равна сумме площадей двух зон. Число осветлителей следует принимать не менее шести; их размеры в плане должны быть кратными 3 м. Полную высоту осветлителя определяют как сумму высоты слоя взвешенного осадка (2–2,5 м) и высоты зоны осветления (1,5–2 м).

Объем зоны накопления и уплотнения осадка рассчитывают по [4, формула (14)] с учетом указаний пп. 6.92 и 6.93 того же источника. Расчет труб, распределяющих воду по площади осветлителя, производят

в соответствии с указаниями [4, п. 6.94]. Для обеспечения приблизительно равных скоростей движения воды в начале и конце труб их рекомендуется принимать телескопическими, с уменьшением диаметра по ходу движения воды.

Сбор осветленной воды из зоны осветления принимают с помощью желобов с треугольными вырезами или затопленными отверстиями. Расчет их осуществляют в соответствии с указаниями [4, пп. 6.7I и 6.I6I]. Сбор осветленной воды из осадкоуплотнителя осуществляют при помощи дырчатых труб с затопленными отверстиями. Проектирование и расчет этих труб производят с учетом указаний [4, п. 6.97]. Диаметр труб для удаления осадка из осадкоуплотнителя определяют с учетом рекомендуемых скоростей движения осадка и времени его удаления. Расчетные параметры приведены в [4, п. 6.99].

Пример расчета коридорных осветлителей со взвешенным осадком приведен в [5, с. I07-II6].

Скорые фильтры

Скорые фильтры предназначены для удаления из предварительно коагулированной и отстоенной воды взвешенных и коллоидных частиц. Наиболее часто они применяются как вторая ступень осветления для окончательного удаления взвеси.

Конструктивно скорые фильтры могут быть выполнены с открытой и закрытой (так называемые напорные) фильтрующей поверхностью. Следует применять открытые фильтры, проектирование которых заключается в выборе типа фильтра с соответствующими расчетно-конструктивными параметрами, определении общей площади фильтрации, числа фильтров, расчете распределительной дренажной системы и системы для отвода промывной воды. Площадь фильтров определяют по [4, формула (24)] с учетом принятой скорости фильтрования и расхода воды на промывку собственно фильтров (в зависимости от их конструкции).

Расчетную скорость фильтрования принимают по [4, табл. 32] в зависимости от принятого типа фильтра и параметров фильтрующей загрузки. При выборе типа фильтра следует отдавать предпочтение таким конструкциям, которые позволяют принять большую скорость фильтрования (фильтры с двухслойной загрузкой, с крупнозернистой загрузкой, двухпоточные). Число фильтров определяют по эмпирической формуле $N_ф = 0{,}5\sqrt{F}$, где F – общая площадь фильтрации. Число фильтров должно быть не

менее четырех и удовлетворять требованиям обеспечения расчетной скорости фильтрования при форсированном режиме (при выключении фильтров на ремонт), определяемой по [4, формула (25)] и соответствующей продолжительности фильтроцикла, определяемой по [4, формула (23)]. Если эта скорость получается больше рекомендованной, то число фильтров следует увеличивать.

Высоту слоя фильтрующей загрузки и ее гранулометрический состав принимают в соответствии с типом фильтра по табл. 32 того же источника. Следует принимать двухслойную или крупнозернистую загрузку.

Распределительные дренажные системы применяют большого сопротивления с гравийными поддерживающими слоями или без них. Эти системы могут быть трубчатыми или колпачковыми. Крупность фракций и высоту поддерживающих слоев принимают по [4, табл. 33].

Расчетный расход промывной воды определяют как произведение интенсивности промывки фильтров, принимаемой в зависимости от параметров фильтрующей загрузки по [4, табл. 34], и площади фильтра.

Расчет трубчатой распределительной системы большого сопротивления заключается в определении диаметра коллектора или канала, числа и диаметра ответвлений и отверстий на них. Рекомендуемые скорости в коллекторе и ответвлениях, общую площадь отверстий или щелей в ответвлениях, их диаметр и расположение принимают в соответствии с [4, п. 6.114]. Число ответвлений определяют исходя из расстояния между осями труб, принимаемого равным 250–350 мм, а число отверстий – исходя из расстояния между осями отверстий – 200–300 мм. Распределительную систему с колпачками выполняют без гравийных поддерживающих слоев и рассчитывают в соответствии с [4, п. 6.115]. Для удаления воздуха из трубопроводов дренажной системы предусматривают стояки-воздушники диаметром 75–100 мм. Дренажную систему двухпоточных фильтров располагают в толще фильтрующей загрузки на расстоянии 500–600 мм от поверхности загрузки и выполняют из щелеванных труб, число которых и их диаметр, а также суммарную площадь щелей принимают в соответствии с [4, п. 6.117].

В целях сокращения расходов воды на промывку фильтрующей загрузки рекомендуется применять водовоздушную промывку. В этом случае распределительные системы должны быть колпачковыми или трубчатыми, раздельными для воды и воздуха. Расчетные параметры этих систем приведены в [4, пп. 6.127 и 6.128].

Расчет системы отвода промывной воды состоит в определении числа желобов, размеров их поперечного сечения, высоты расположения их над фильтрующей загрузкой с учетом ее расширения при промывке. Число желобов назначают исходя из расстояния между их осями не более 2,2 м. Ширину желоба и расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до кромок желоба определяют по [5, формулы (29), (30)].

Подачу промывной воды осуществляют с помощью специальных насосов или напорного резервуара. Для определения напора насосов при подаче промывной воды или отметки днища бака напорного резервуара необходимо вычислить потери напора при промывке фильтров, которые слагаются: из потерь напора в распределительной системе, в фильтрующем слое, в поддерживающих слоях, в трубопроводах, подводящих промывную воду к фильтрам. Потери напора в распределительной системе определяют в соответствии с [2, п. 6.98]. Потери напора в фильтрующей загрузке $H_ф$ и в поддерживающих слоях $H_{гр.с}$ определяют по формулам:

$$H_ф = (a + в\omega)\, h_ф;$$

$$H_{гр.с} = 0{,}22\, h_{гр.с}\, \omega,$$

где a и в – параметры, зависящие от крупности зерен песка:
от 0,5 до I мм – a = 0,76; в = 0,0I7;
" I " 2 " – a = 0,85; в = 0,04;

ω – интенсивность промывки, л/с/м^2;

$h_ф$ – высота слоя загрузки;

$h_{гр.с}$ – высота поддерживающего слоя.

Потери напора в трубопроводах, подающих промывную воду, определяют как сумму потерь по длине (согласно таблицам для гидравлического расчета) и на местные сопротивления (по обычным формулам).

Производительность промывного насоса должна быть рассчитана на промывку одного фильтра. В случае подачи воды из напорного бака объем его рассчитывают на две–три промывки в зависимости от общего числа фильтров на станции. Производительность насоса для подачи воды в бак определяют из условия наполнения бака за промежуток времени между промывками фильтров. Забор воды для промывки фильтров осуществляют из резервуаров или трубопровода фильтрованной воды.

Диаметры трубопроводов фильтра определяют согласно таблицам для гидравлического расчета труб по заданному расходу и рекомендуемой скорости движения воды (в м/с):

Подача осветленной воды на фильтры	0,8–I,2
Отвод фильтрованной воды	I–I,5
Подача и отвод промывной воды	I,5–2

Размеры трубопроводов, обслуживающих каждый фильтр, принимают из условия форсированного режима работы (при выключении одного фильтра на промывку). Для полного опорожнения фильтра предусматривают спускную трубу диаметром 100-200 мм. Пример расчета фильтра приведен в [5, с. 136-150, 164-171].

Контактные осветлители

Контактные осветлители применяют для одноступенного осветления маломутных (до 150 мг/л) высокоцветных вод (до 150°). При применении контактного осветлителя устройство камеры хлопьеобразования не требуется.

Проектирование контактных осветлителей заключается в определении их площади, расчете и конструировании распределительной системы и системы отвода промывных вод. С целью исключить попадание в распределительную систему и зернистую загрузку крупной взвеси, водорослей и других примесей перед контактными осветлителями устанавливают специальное устройство - барабанные сетки. При числе рабочих агрегатов от 1 до 5 необходимо принимать один агрегат резервный. Установку барабанных сеток следует предусматривать в камерах. Максимальный уровень воды внутри барабана должен быть на 10 см ниже кромки воронки сбора промывной воды; уровень воды в камере принимается на 20 см ниже уровня воды в барабане и стабилизируется водосливом на отводе воды из камеры. Камеры должны быть оборудованы спускной трубой. В подводящем канале следует предусмотреть аварийный перелив.

Промывка барабанных сеток должна осуществляться водой, прошедшей через них; для этого необходимо предусмотреть напорный трубопровод с давлением воды не менее 1,5 кгс/см^2. Расход воды на собственные нужды следует принимать для барабанных сеток - 0,5% расхода воды, передаваемой на станцию.

Конструирование и расчет барабанных сеток осуществляют в соответствии с [4, п.п. 6.47 - 6.50]. Скорость фильтрования принимают равной 10-25 л/с/м^2. Условные размеры барабанных сеток (диаметр и длина в м) и соответствующая им расчетная производительность (в тыс.м^3/сут) приведены ниже:

1,5 x 1	10
1,5 x 2	20
1,5 x 3	30
3,0 x 1,5	35

Площадь контактных осветлителей определяют аналогично площади скорых фильтров по [4, формула (24)] с учетом времени сброса первого фильтрата, которое принимают равным 10–15 мин.

Расчетную скорость фильтрования в зависимости от числа контактных осветлителей принимают равной:

4,5 м/ч	–	4 КО
4,8 "	–	5 КО
5 "	–	6 КО (и более)

При форсированном режиме работы (выключении одного из КО на ремонт) скорость фильтрования не должна превышать 6 м/ч.

Следует принимать не менее четырех контактных осветлителей. В качестве фильтрующей загрузки применяют кварцевый песок, а также другие фильтрующие материалы. Высоту фильтрующего слоя принимают равной 2–2,3 м; крупность зерен песка должна быть 0,7–1,2 мм. Для промывки контактных осветлителей можно использовать очищенную или неочищенную воду, если мутность последней не превышает 10 мг/л, а коли-индекс 1000. Промывают их восходящим потоком воды с интенсивностью 13–15 л/с·м^2 в течение 7–8 мин. Возможно совместное применение воды и воздуха.

Для равномерного распределения воды при промывке по всей площади в контактных осветлителях предусматривают распределительные системы: трубчатую – большого сопротивления с гравийными подстилающими слоями и безгравийную. Расчет и конструирование трубчатой распределительной системы контактных осветлителей следует производить в соответствии с указаниями [4, п.п. 6.114, п.п. 6.124 – 6.127 и п.п. 6.159].

При применении водовоздушной промывки следует предусматривать систему горизонтального отвода промывной воды. Отбор осветленной воды производится без желобов. Нижняя кромка водосливной стенки устанавливается на 20–30 мм выше поверхности фильтрующей загрузки. Воздух подается через отдельную трубчатую распределительную систему с интенсивностью 18–20 л/с·м^2.

Режим промывки следует принимать, руководствуясь указаниями [4, п.п. 6.160 и 6.161]. Расход промывной воды, приходящийся на один контактный осветлитель, определяется из формулы

$$q_{пр} = \omega f_{К.О},$$

ω – интенсивность промывки л/с·м^2;

$f_{К.О}$ – площадь контактного осветлителя.

Трубопроводы контактных осветлителей следует рассчитывать согласно [4, п. 6.125], при этом низ трубопровода, отводящего воду из кон-

тактного осветлителя, должен быть выше уровня воды в сборном канале при промывке.

Необходимый напор перед контактными осветлителями (от уровня кромок переливных желобов) определяется суммой потерь напора в загрузке и в подводящих коммуникациях с учетом местных сопротивлений.

Расчет желобов для отбора и отвода промывной воды и расчет сборного канала производится аналогично скорым фильтрам.

Учитывая, что в верхней части осветлителей находится осветленная вода, они должны быть изолированы от коридора управления остекленной перегородкой (высотой не менее 2,5 м), нижняя часть которой на высоте I м должна быть глухой.

РАСЧЕТ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

В проекте следует предусмотреть обеззараживание воды хлором. Дозу хлора для обеззараживания надо принимать для фильтрованной воды 2-3 мг/л по активному хлору.

Хлор для обеззараживания необходимо вводить в трубопровод фильтрованной воды. Для хлорирования воды надлежит предусмотреть расходный склад хлора и помещение для хлораторов (хлордозаторные). Расходный склад хлора должен быть рассчитан на первичное (перед коагулированием) и вторичное хлорированые воды (для обеззараживания). Хлордозаторные можно запроектировать отдельностоящими или располагаемыми в блоках очистных сооружений. При этом следует руководствоваться [4, п.п. 6.I7I, 6.I72 и 6.I73]. Дозирование газообразного хлора следует предусмотреть вакуумными хлораторами ЛОНИИ-I00. В хлораторной должно быть не менее двух рабочих приборов (один для первичного, другой для вторичного хлорирования) и один резервный.

Перед поступлением газообразного хлора в газодозаторы необходима предварительная его очистка, для чего нужно предусматривать установку промежуточного баллона и фильтра.

Пример расчета хлораторной установки приведен в [5, с. I96].

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ

В целях снижения стоимости очистки воды, уменьшения расхода реагентов для ее обработки, а также исключения загрязнения водоемов

следует предусматривать повторное использование промывных вод после фильтров, контактных осветлителей и при опорожнении отстойников. Состав сооружений для повторного использования вод будет зависеть от технологической схемы. При очистке воды двухступенчатым осветлением на отстойниках и фильтрах следует предусмотреть: песколовки (для улавливания песка или другого материала, выносимого при промывке фильтрующей загрузки), резервуары-усреднители, насосную станцию перекачки осветленной воды в головной узел очистных сооружений. При очистке воды одноступенчатым осветлением (только фильтрованием) вместо резервуара-усреднителя предусматривают отстойники.

Вместимость резервуара-усреднителя определяют по графику поступления и откачки промывных вод. Вместимость отстойника принимают из расчета времени отстаивания - I ч. Перед отстойниками рекомендуется вводить в воду полиакриламид. Число секций отстойников должно быть не менее двух. Промывные воды, поступающие на обработку в очистные сооружения, должны быть обязательно обеззаражены или путем первичного хлорирования вместе со всей обрабатываемой водой, или в сооружениях повторного использования. Для обработки осадка, образующегося в резервуарах-усреднителях или отстойниках, предусматривают площадки обезвоживания. Основные расчетные параметры таких площадок приведены в [4, с. 73-76].

После расчета и определения основных размеров сооружений для повторного использования промывной воды переходят к проектированию генплана площадок.

КОМПОНОВКА ВОДООЧИСТНОЙ СТАНЦИИ И ГЕНПЛАНА ПЛОЩАДКИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Компоновку водоочистной станции целесообразно осуществлять таким образом, чтобы все сооружения и помещения располагались в одном блоке. В блоке рекомендуется располагать: реагентное хозяйство, смесители, камеры хлопьеобразования, отстойники (без устройства над ними здания), осветлители с взвешенным осадком, фильтры, вспомогательные помещения. Состав и площадь вспомогательных помещений принимают согласно [4, табл. 50].

Размеры сооружений в плане должны быть кратными 3 м (в отдельных случаях - I,5 м), а по высоте - 0,6 м.

После определения основных размеров сооружений переходят к проектированию генплана площадки.

При составлении генплана очистных сооружений следует предусмотреть:

I. Компактную планировку сооружений и служебных помещений (по возможности все расположить в общем здании – блокировать).

2. Создание условий самотечного движения воды по всему комплексу сооружений с использованием рельефа местности.

3. Сокращение протяженности трубопроводов между сооружениями; обязательное устройство обводных трубопроводов.

При проектировании генерального плана площадки очистных сооружений, на ней, кроме водоочистной станции, следует располагать: резервуары чистой воды, насосную станцию П подъема, расходный склад хлора, котельную, проходную, сооружения для повторного использования промывных вод. На площадке необходимо показать трубопроводы: исходной и очищенной воды, производственной и бытовой канализации, хозяйственно-питьевого водопровода, теплотрассы, хлоргаза и др.

Расстояние между отдельными сооружениями и зданиями принимается равным 20 м. Ограждение площадки принимается на расстоянии не менее 30 м от стен резервуаров, фильтров и контактных осветлителей, насосной станции.

Основные требования к строительным решениям и конструкциям зданий и сооружений очистных станций приведены в [4, п. II.25].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Себестоимость очистки воды, т.е. отношение суммы годовых эксплуатационных затрат к годовой производительности определяют по формуле [7]:

$$Ц = \frac{С}{Q} \quad [руб/м^3],$$

где С – суммарные годовые эксплуатационные затраты, руб/год;

Q – среднегодовое количество воды, $м^3$/год.

Годовые эксплуатационные расходы определяют как сумму затрат

$$С = З + Х + Э + А + Р + П,$$

где З – заработная плата обслуживающего персонала, руб.;

Х – стоимость реагентов;

Э – стоимость электроэнергии;

А – амортизационные отчисления;
Р – текущий ремонт;
П – прочие расходы.

Заработная плата персонала складывается из фонда заработной платы и отчислений на социальное страхование. Заработную плату определяют исходя из численности эксплуатационного персонала и фонда заработной платы. Численность персонала зависит от производительности очистной станции, способа очистки и других условий. Для обслуживания станции с очисткой воды поверхностных источников производительностью 20–60 тыс.м^3/сут, рекомендуется принимать: инженерно-технических работников (ИТР) – 12, рабочих – 32, младшего обслуживающего персонала (МОП) – 2. При наличии оборота промывных вод следует дополнительно учесть 2 чел. ИТР и 7 чел. рабочих. Среднегодовая заработная плата (в руб.) ориентировочно может быть принята: для рабочих – 1350; ИТР – 1500; МОП – 850. Отчисления на социальное страхование принимают в размере 8% годового фонда заработной платы.

Затраты на реагенты определяют по формуле

$$Х = 0{,}85 \cdot 365 \cdot Q_{сут.макс} \, Д_{ср} \, С_х ,$$

где $Q_{сут.макс}$ – расчетный расход очистной станции, м^3/сут;
$Д_{ср}$ – средняя доза реагентов, т/м^3;
$С_х$ – стоимость 1 т реагентов, руб.

Среднюю за год дозу реагентов определяют путем умножения максимальной расчетной дозы на числовой коэффициент: для маломутных вод – 0,5; для вод средней мутности – 0,6; для вод высокой мутности – 0,7.

Стоимость реагентов следует принимать с учетом их перевозки автотранспортом (в руб.):

алюминий сернокислый неочищенный	– 23,55
железо хлорное	– 153,77
полиакриламид технический	– 272 01
натрий кремнефтористый технический	– 126,75
натрий фтористый технический	– 294,51
хлор жидкий	– 115,28
аммиак жидкий	– 137,5

Стоимость электроэнергии определяют исходя из ее суммарного расхода и действующего тарифа.

Годовой расход электроэнергии очистной станции А складывается из следующих расходов: подачи воды насосами I подъема на очистные сооружения $А_1$; подачи промывной воды и работы приводов технологических механизмов (воздуходувки, вентиляторы и др.) $А_2$; работы мелких силовых установок $А_3$.

Годовой расход электроэнергии насосами I подъема (в кВт) определяют по формуле

$$A_I = \frac{Q_{ср.год} \cdot H \cdot K}{102 \cdot \eta_{эл}},$$

где $Q_{ср.год}$ – среднегодовая производительность очистной станции, $м^3$/год: $Q_{ср.год} = 0,85 \cdot Q_{сут.макс} \cdot 365$;

H – высота подъема воды, м (принимают как разницу уровня воды в смесителе очистной станции и среднего уровня воды в источнике водоснабжения): $H = 30$ м;

K – коэффициент запаса, принимают равным I,I–I,25;

$\eta_{эл}$ – КПД насоса.

Годовой расход электроэнергии промывными насосами и на привод технологических механизмов равен:

$$A_2 = \frac{P_{мех} \cdot t}{\eta_{эл}},$$

где $P_{мех}$ – мощность электродвигателя;

t – число часов работы в год.

Дополнительный расход на мелкие силовые установки A_3 принимают в размере I0% расхода основных агрегатов. КПД электродвигателя принимают в зависимости от его мощности: до 40 кВт – 0,72–0,9I; 40–I00 кВт – 0,9I–0,92; I00–I000 кВт – 0,92–0,94.

Годовые затраты на электроэнергию определяют из формулы

$$Э = A \cdot C_э,$$

где $C_э$ – стоимость I кВт·ч.

При общей присоединенной мощности электродвигателя до I00 кВА стоимость электроэнергии определяют по одноставочному тарифу. В этом случае $C_э$ принимают равной 25–35 коп. за I0 кВт·ч. При общей мощности более I00 кВА стоимость электроэнергии определяют по двухставочному тарифу:

$$Э_I = A \cdot C_э + \frac{A \cdot C_{уст}}{\cos \varphi},$$

где $C_{уст}$ – стоимость кВА установленной мощности, которую в зависимости от энергосистемы принимают 22–33,7, руб./кВА;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности, принимают равным 0,9.

При двухставочном тарифе $C_э$ принимают равной от 8 до I5 и более коп. за кВт·ч (прейскурант 09-0I).

Амортизационные отчисления определяют по нормам Госплана СССР. Для водоочистных сооружений процент амортизационных отчислений принимают: для зданий и сооружений – 6%, для оборудования – I2,5 стоимости капитальных вложений (прил. 2).

Расходы на текущий ремонт принимают равными 1% общих капитальных затрат. Общие капитальные вложения на строительство очистной станции могут быть определены по укрупненным показателям, приведенным в прил. 2. Неучтенные эксплуатационные расходы принимают равными 6% общей суммы эксплуатационных расходов, исключая амортизационные.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ

Работа очистных сооружений во многом зависит от правильно организованной службы эксплуатации.

Эксплуатация очистной станции заключается в обеспечении нормальной работы смесителей, камер хлопьеобразования, отстойников или контактных осветлителей, фильтров, промывных насосов, резервуаров чистой воды, реагентных установок; в производственном контроле за качеством воды (отбор проб воды и реагентов и производство анализов обрабатываемой воды). Эксплуатация сооружений, устройств и оборудования станции водоочистки осуществляется путем планово-предупредительного осмотра ППО, планово-предупредительного ремонта ППР, а также текущего и капитального ремонта. В этом разделе необходимо перечислить состав основных работ и периодичность их выполнения по каждому сооружению [8, с. 61-67].

При описании эксплуатации реагентного хозяйства следует обратить особое внимание на соблюдение требований техники безопасности при работе с хлором, фторсодержащими реагентами, коагулянтами [8, с.68-90].

Эксплуатация водоочистной станции заключается также в производственном контроле за подготовкой воды. Контроль подразделяется на гидравлический, предусматривающий наблюдение за уровнями воды в сооружениях и расходами воды; химико-бактериологический и гидробиологический, осуществляемые соответствующими лабораториями; технологический, осуществляемый дежурным по станции и другими технологами. Следует перечислить контролируемые показатели работы сооружений и описать химико-бактериологический и гидробиологический анализы, указать места взятия проб [8, с. 92-96].

Эксплуатация насосных, воздуходувных и других установок осуществляется в соответствии с "Правилами безопасности при эксплуатации водопроводноканализационных сооружений" и "Правилами технической эксплуатации электроустановок" [8, с. 205-213].

В заключение этого раздела следует указать, какую отчетность ведут при эксплуатации очистной станции [., с. 67-68].

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Данные для подсчета производительности очистных сооружений и анализа качества исходной воды

Таблица I

Показатели	Две последние цифры шифра зачетной книжки студента		
	от 01 до 09	от 10 до 29	от 30 до 99
	Принимается равной двум последним цифрам шифра, умноженным:		
Полезная производительность очистной станции, м³/сут	на 1000 с добавлением 22220, например: 04x1000+22220 = = 26220 м³/сут	на 1600, например 17x1660 = = 28220 м³/сут	на 500, например: 60 x 500 = = 30000 м³/сут
	Принимается равной:		
Отметка площадки очистной станции над уровнем моря, м (площадка горизонтальная)	последней цифре шифра с добавлением 200, например: 02 + 200 = = 202 м	двум последним цифрам шифра, умноженным на 10, например: 25x10 = 250 м	двум последним цифрам шифра

Таблица 2

Показатели	Данные, принимаемые по последней цифре шифра студента									
	I	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Территориальная полоса СССР, где находится водопровод	Северная	Средняя	Южная	Северная	Средняя	Южная	Северная	Средняя	Средняя	Южная
Состав грунтов площадки:					Растительный слой					
от 0 до 0,6 м	Глина	Песок	Суглинок	Песок	Песок	Песок	Песок	Песок	Суглинок	Гравий
от 0,6 до 3 м	Глина	Песок	Глина	Суглинок	Глина	Гравий с галькой	Скала	Глина	Суглинок	Гравий
от 3 м и ниже										
Глубина уровня грунтовой воды (считая от отметки площадки), м	-4,5	-6		-3,8	-4,3	-4,3		-4,3	-2,8	-3,4
Цветность источника, град	60	50	85	75	55	65	60	90	45	40
Жесткость воды, мг-экв/л										
общая	0,5	3	6,8	0,7	2,5	4,7	0,9	4,3	I,8	5,9
карбонатная	0,2	I,5	2,I	0,3	I,2	0,9	0,6	2,4	I,2	I,3
Мутность источника, мг/л:										
наибольшая	I00	200	280	300	350	400	450	500	600	800
наименьшая	40	80	85	90	50	70	75	80	95	I00
Коли-титр	0,6	0,3	0,2	0,5	0,4	0,2	0,4	0,5	0,4	0,3
Окисляемость, мг/л	7,9	6,4	5,4	7,4	6,9	5,7	6,7	7,3	6,8	6,2
pH	7,5	7,I	6,8	7,3	7,2	6,9	7,2	7,3	7,2	7,I
Вкус баллов	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2
Запах "	2	2	3	3	2	3	2	2	2	3
Фтор, мг/л	0,3	0,4	0,5	0,4	0,7	0,5	0,9	0,3	0,2	0,2
Стоимость электроэнергии за I кВт·ч, коп.	2	I,8	I,6	I,4	I,2	I	0,8	0,7	0,6	0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Ориентировочная стоимость строительства водопроводных очистных сооружений

Сооружения	Стоимость, тыс.руб.		
	полная	строительная	оборудования
Водопроводная очистная станция с двухступенчатым осветлением воды производительностью, $м^3$/сут:			
20000	539,48	364	I75,48
50000	892,64	786,05	I06,59
То же, с контактными осветлителями производительностью, $м^3$/сут:			
20000	46I,35	407,99	53,36
32000	582,43	470,I9	II2,24
40000	633,63	5I0,95	I22,68
Хлораторная со складом хлора, производительностью, кг/ч:			
2	I8,63	I6,I7	2,46
I0	48,52	38,84	9,68
30	63,52	47,8I	I5,7I
Резервуары прямоугольные из сборных железобетонных элементов, вместимостью, $м^3$:			
500	I3,90	I3,52	0,38
I000	20,5	I9,94	0,56
2000	33,9	33,I8	0,72
3000	5I,5	50,82	0,68
6000	83	8I,52	I,48
Котельная	34,6	-	-
Водопроводная сеть протяженностью I км на площадке очистных сооружений при диаметре труб, мм:			
200-600	I5,2	-	-
600-800	50,2	-	-
Ограждение площадки протяженностью I00 м	I,59	-	-
Автомобильные дороги площадью поверхности I00 $м^2$	0,368	-	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Основные требования к качеству питьевой воды

Показатели по ГОСТ 2874-73	Единица измерения	Допускаемые величины
Мутность	мг/л	I,5
Цветность	град	20
Запах	баллы	2
Привкус	"	2
Активная реакция	pH	6,5-8,5
Общая жесткость	мг/экв/л	7
Сухой остаток	мг/л	I000
Содержание химических элементов и сеединений:	"	350
сульфатов	"	500
железа	"	0,3
марганца	"	0,I
меди	"	I
цинка	"	5
остаточного аллюминия	"	0,5
фосфатов	"	3,5
нитратов	"	I0
полиакриламидов	"	2
свинца	"	0,I
фтора	"	0,7-I,5
Общее количество бактерий	шт	I00
Коли-индекс	"	3
Коли-титр	см^3	300

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы Пленума Центрального Комитета КПСС. 22 ноября 1982 года. – М.: Политиздат, 1982. – 30 с.

2. Ю.В. Андропов. 60 лет СССР: Доклад на торжественном заседании Центрального Комитета КПСС, Верховного Совета СССР и Верховного Совета РСФСР в Кремлевском Дворце съездов 21 декабря 1982 г. – 30 с.

3. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.

4. СНиП-31-74. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

5. Кожинов В.Ф. Очистка питьевой воды. – М.: Стройиздат, 1971. – 235 с.

6. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. Киев: Вища школа, 1981. – 161 с.

7. Водоснабжение. Технико-экономические расчеты / Под ред. Г.М. Басса. – Киев: Вища школа, 1977. – 158 с.

8. Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации и газоснабжения / Под ред. С.М. Шифрина. – Л.: Стройиздат, 1976. – 215 с.

9. Справочник монтажника. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / Под ред. А.С. Москвитина. – М.: Стройиздат, 1979. – 430 с.