

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению практических работ

ПМ.03 Выполнение работ по очистке природных и сточных вод и

контролю качественных показателей

МДК 03.01 Очистка и контроль качества природных и сточных вод

Тема 2.1 Водоподготовка

для специальности

08.02.04 Водоснабжение и водоотведение

(Учебный план 2023)

Челябинск, 2023

АКТ СОГЛАСОВАНИЯ

на методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 2.1 «Водоподготовка» ПМ.03 «Выполнение работ по очистке природных и сточных вод и контролю качественных показателей», разработанных преподавателем ГБПОУ Южно-Уральского государственного технического колледжа Юсуповой Л. В.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 2.1 Водоподготовка ПМ.03 Выполнение работ по очистке природных и сточных вод и контролю качественных показателей, разработаны в рамках рабочей программы профессионального модуля, являющегося частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО 08.02.04 Водоснабжение и водоотведение базовой подготовки в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВДП): Выполнение работ по очистке природных и сточных вод и контролю качественных показателей и соответствующих профессиональных компетенций (ПК).

Настоящие методические рекомендации по выполнению практических работ представляют собой индивидуальные практические задания и служат для закрепления у студентов специальных знаний и умений при определении метода очистки воды и основных параметров очистных сооружений природных вод.

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 2.1 Водоподготовка ПМ.03 Выполнение работ по очистке природных и сточных вод и контролю качественных показателей соответствуют установленным требованиям и могут быть рекомендованы для использования в учебном процессе.

Генеральный директор ООО «Архитектурная Мастерская
Маркштетера»  А.А. Маркштетер



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по теме 2.1 Водоподготовка МДК 03.01 Очистка и контроль качества природных и сточных вод, предназначены для обучающихся по специальности 08.02.04 Водоснабжение и водоотведение.

Практические занятия являются важным элементом учебного процесса. В ходе выполнения практических работ обучающиеся систематизируют и закрепляют полученные теоретические знания, развивают интеллектуальные и профессиональные умения, формируют элементы компетенций будущих специалистов.

Методические рекомендации предназначены для организации выполнения практических работ по теме Водоподготовка.

Программой ПМ.03 Выполнение работ по очистке природных и сточных вод и контролю качественных показателей предусмотрено выполнение 9 практических работ, направленных **на формирование элементов следующих компетенций:**

<i>Шифр и наименование компетенций</i>	<i>Умения</i>	<i>Знания</i>	<i>Код ЛР</i>
<i>ОК 1 . Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.</i>	Распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; Анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; Правильно определить и найти информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; Составить план действия, Определить необходимые ресурсы; Владеть актуальными методами работы в	Знать актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; Знать основные источники информации и ресурсов для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте. Знать актуальные стандарты выполнения работ в профессиональной и смежных областях;	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17

	профессионально й и смежных сферах; Реализовать составленный план; Оценить результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).	Знать актуальные методы работы в профессиональной и смежных сферах.	
ОК 2. <i>Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</i>	Определять задачи поиска информации. Определять необходимые источники информации Планировать процесс поиска Структурировать получаемую информацию Выделять наиболее значимое в перечне информации Оценивать практическую значимость результатов поиска Оформлять результаты поиска	Номенклатуру информационных источников применяемых в профессиональной деятельности Приемы структурирования информации Формат оформления результатов поиска информации	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие	Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности	Содержание актуальной нормативно-правовой документации Современная научная и профессиональная терминология Возможные траектории профессионального развития и самообразования	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	Организовывать работу коллектива и команды. Взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Психология коллектива Психология личности Основы проектной деятельности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
ОК 6Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных	описывать значимость своей специальности;применять стандарты антикоррупционного поведения	сущность гражданско-патриотической позиции, общечеловеческих ценностей; значимость профессиональной деятельности по	ЛР 1 ЛР 2

<i>общечеловеческих ценностей.</i>		специальности	
ОК 7. <i>Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях</i>	Соблюдать нормы экологической безопасности Определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии (специальности)	Правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности Основные ресурсы задействованные в профессиональной деятельности Пути обеспечения ресурсосбережения.	ЛР 10
ОК9. <i>Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.</i>	Применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач. Использовать современное программное обеспечение	Современные средства и устройства информатизации Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17
ОК 10. <i>Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.</i>	Понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы, строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности, кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые), писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы	Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы, основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика), лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности, особенности произношения, правила чтения текстов профессиональной направленности	ЛР 4 ЛР 11 ЛР 13 ЛР 14 ЛР 15 ЛР 16 ЛР 17

ПК 3.1. Разрабатывать технологический процесс очистки природных и сточных вод

умений:

- выполнять контроль за соблюдением экологических стандартов и нормативов по охране окружающей среды;
- разрабатывать технологические схемы очистки природных вод, схемы обработки осадков;
- работать с нормативными документами и каталогами, осуществлять поиск необходимого оборудования;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения;
- применять современные технологии строительства систем водоснабжения и водоотведения;
- использовать информационные технологии при подборе и поиске необходимого оборудования;

знаний:

- гигиенические требования к качеству питьевой воды и санитарные нормы очищенным сточным водам и водам водоёмов различного назначения;
- методы и параметры контроля природных и сточных вод;
- основы проектирования и конструирования;
- состав и порядок разработки проектной документации;
- строительные нормы и правила;
- передовые технологии и современное оборудование;

Описание каждой практической работы содержит номер, название и цель работы, формируемые в процессе выполнения работы знания, умения и элементы компетенций.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№	Наименование	Количество часов
1.	Определение пьезометрических отметок и построение пьезометрических линий	3
2.	Методика разработки конструкции трубчатого колодца	4
3.	Выбор метода обработки и состава сооружений	4
4.	Определение дозы реагентов	4
5.	Выбор и расчёт смесителей и распределителей реагентов	4
6.	Расчёт камер хлопьеобразования	4
7.	Расчёт вертикальных и горизонтальных отстойников	4
8.	Расчёт скорого фильтра	4
9.	Привязка типового проекта к местности	4
Всего		35

Содержание отчёта и требования к его оформлению

1. Отчёт по практической работе выполняется в соответствии с требованиями действующих стандартов (ГОСТ).

2. Отчёт включает в себя разделы, отражающие все этапы выполнения работы.

2.1. Номер, название и цель работы.

Цель работы отражает основные задачи теоретического плана в данной работе.

2.2. Расчётное задание.

Каждый этап расчёта должен иметь свой подзаголовок, приводится расчётная схема (при необходимости), исходные данные, расчётные формулы, результаты расчётов в виде таблицы.

3. Графическая часть отчёта (схемы, таблицы, диаграммы, графики) выполняется карандашом с применением чертёжных инструментов.
4. Каждая отчетная работа должна быть аккуратно оформлена и вложена в папку с файлами. Отчет можно выполнять в рукописном варианте или с применением ПК. Первый файл в папке должен содержать титульный лист установленного образца (приложение А). Каждая отчетная работа подписывается преподавателем после её защиты и хранится в папке у студента до конца текущего семестра. В конце семестра студент обязан сдать папку со всеми, подписанными преподавателем, работами и получить зачет по практическим работам за семестр. Зачет по практическим работам за семестр ставится при наличии в папке всех отчетных работ, проведенных в группе.

Критерии оценивания практических работ

- **«отлично»** выставляется обучающемуся за работу, выполненную безошибочно, в полном объеме с учетом рациональности выбранных решений;
- **«хорошо»** выставляется обучающемуся за работу, выполненную в полном объеме с недочетами;
- **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (не менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы);
- **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся за работу, выполненную в не полном объеме (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИХ ОТМЕТОК И ПОСТРОЕНИЕ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Цель работы: определить пьезометрические и свободные напоры на все случаи работы сети и по результатам расчётов построить пьезометрические линии.

знания (актуализация):

- классификация и трассировка водопроводных сетей и водопроводов;
- гидравлический расчёт сети;
- напоры в системе водоснабжения.

умения:

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения.

Расчётные формулы:

1. Потери напора на участках: $h_{i-k} = i \cdot L / 1000$, м
2. Пьезометрический напор: $H_p = Z + H_{св}$, м
3. Свободный напор: $H_{св} = H_p + h_{i-k} - Z$, м

Порядок выполнения работы:

1. Вычертить схему трубчатого колодца.

2. Описать технологию монтажа.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды водозаборных сооружений, применяемых для забора подземных вод.
2. При каких условиях применяется трубчатый колодец?

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84*
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

Оформите и сдайте отчет

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТРУБЧАТОГО КОЛОДЦА

Цель работы: 1. научиться работать с литературой;
2. научиться вычерчивать схему трубчатого колодца.

знания (актуализация):

- передовые технологии и современное оборудование;
- основные гидротехнические сооружения, используемые в системах водоснабжения и водоотведения;
- Сооружения для приема подземных вод.

умения:

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения;
- применять современные технологии строительства систем водоснабжения и водоотведения.

Порядок выполнения работы:

1. Вычертить схему трубчатого колодца.
2. Описать технологию монтажа.
3. Ответить на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

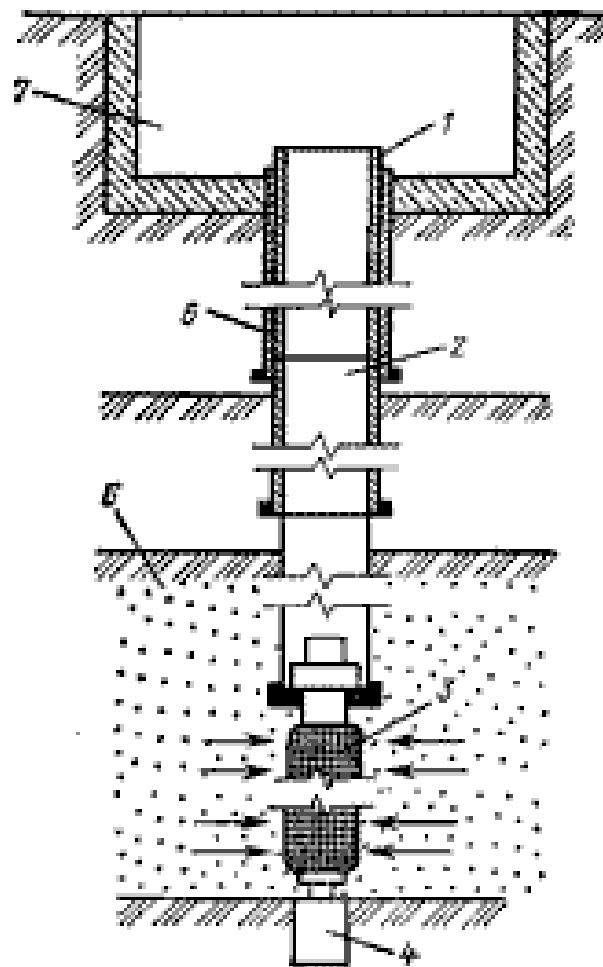
Трубчатые колодцы применяют в основном при глубоком залегании водоносных пластов и значительной их мощности. Диаметр такого колодца должен быть небольшим, но с относительно большой длиной водоприемной части. Трубчатые колодцы служат для подъема подземных вод, как безнапорных, так и напорных.

Рисунок 1 - Схема трубчатого колодца

1 - устье (оголовок); 2 - ствол; 3 - фильтр; 4 - отстойник;

5 - водоносный слой; 6 - обсадная труба; 7 - шахта.

Сооружают трубчатые колодцы путем бурения скважин. Стенки колодца укрепляют обсадными трубками, выполненными из стали, асбестоцемента или полиэтилена. Для водоснабжения крупных населенных пунктов или сельскохозяйственных сооружений устраивают несколько трубчатых колодцев, которые объединяют в общую систему водосборных сооружений.



На рисунке 1 показано устройство распространенного трубчатого колодца. Он состоит из водоприемной части - фильтра, водоподъемной части - ствола 2 и устья - оголовка 1.

Первую колонну обсадных труб 6 опускают до верхней границы водоносных пород, а затем опускают трубы меньшего диаметра. Их доводят до нижней границы водоносных слоев и несколько заглубляют в водонепроницаемые породы. Если водоносный слой расположен глубоко, то применяют обсадные трубы с постепенно уменьшающимся диаметром, при этом колодец приобретает телескопический вид.

Верхняя часть колонны обсадных труб должна выступать над полом шахты 7 не менее чем на 500 мм. Оголовок скважины делают герметичным, чтобы загрязнения не попадали в межтрубное пространство. Над шахтой

устанавливают павильон, в котором размещают электрооборудование и контрольно-измерительные приборы.

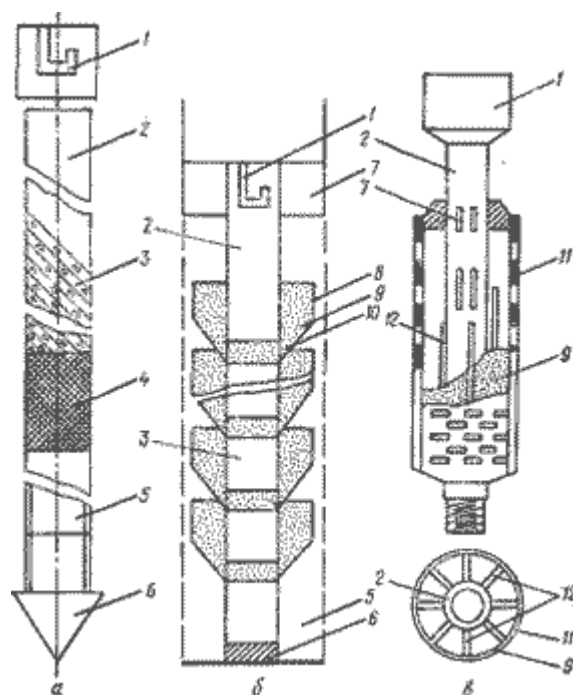


Рисунок 2 - Фильтры трубчатых колодцев

а - сетчатый; б - гравийно-песчаный; в - штампованный;

1 - замок; 2 - надфильтровая труба; 3 - каркас фильтра; 4 - сетка; 5 - отстойник;
6 - пробка; 7 - сальник; 8 - металлическая корзина; 9 - фильтрующая засыпка; 10
- мелкий гравий; 11 - кожух; 12 - перемычка.

В трубчатых колодцах в зависимости от типа водовмещающих пород и глубины скважины применяют фильтры (рис. 2а, б, в): сетчатые, гравийно-песчаные, штампованные, щелевые и проволочные.

Сетчатый фильтр состоит из верхней, рабочей и нижней частей. Верхняя надфильтровая часть имеет прорезы для опускания и установки фильтра. Рабочая часть фильтра представляет перфорированный каркас 3 со спирально намотанной проволокой; расстояние между витками 5...10 мм. На проволоку накладывается латунная или стальная сетка 4. Через перфорированный каркас фильтра вода поступает в скважину. Отстойник 5 в нижней части предохраняет от проникновения в колодец мелких частиц грунта. Применяют также фильтры из полиэтиленовых труб с наплавленной стеклотканью и фильтры из перфорированных асбестоцементных труб с полиамидной или нейлоновой сеткой.

Гравийно-песчаный фильтр имеет перфорированную трубу 2, вокруг которой установлены металлические корзины 8 с фильтрующей засыпкой 9 из крупного песка и мелкого гравия размером не менее 50 мм.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды водозаборных сооружений, применяемых для забора подземных вод.
2. При каких условиях применяется трубчатый колодец?

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84*
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ВЫБОР МЕТОДА ОБРАБОТКИ И СОСТАВА СООРУЖЕНИЙ

Цель работы: 1. научиться работать с литературой;
2. сравнить качество исходной воды с требованиями потребителей;
3. назначить технологическую схему обработки воды.

знания (актуализация):

- требования, предъявляемые к природным водам различными водопотребителями;
- способы улучшения качества воды.

умения:

- работать с нормативными документами;
- разрабатывать технологические схемы очистки природных.

Порядок выполнения работы:

1. Подобрать справочную литературу;
2. Сравнить качество исходной воды с требованиями потребителей;
3. Назначить технологическую схему обработки воды и зарисовать её.
4. Ответить на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Выбор метода обработки воды и состава очистных сооружений

Метод обработки воды и необходимый для этого состав очистных сооружений устанавливаются в зависимости от производительности и качества воды в источнике, определяемого физико-химическими и бактериологическими показателями и требованиями СанПиН 2. 1. 4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

Метод обработки воды без применения коагулянта возможен только при цветности воды в источнике водоснабжения до 50° и при небольшом ее расходе (до 5000 м³/сут).

Метод обработки воды с применением коагулянтов используется при любой цветности и мутности воды в источнике водоснабжения и при различной производительности очистных сооружений.

Состав объектов станций водоподготовки зависит от метода обработки воды. В зависимости от этого технологические схемы подразделяются на безреагентные и реагентные. Кроме этого очистка воды может осуществляться по одноступенчатой или двухступенчатой схемам в зависимости от количества основных технологических процессов.

Примерный состав основных технологических сооружений следует принимать в соответствии с [1, табл. 15].

Применение реагентной обработки предусматривают использование коагулянтов и флокулянтов для эффективного обесцвечивания и осветления воды. Для обработки высокоцветных вод возможно применение процесса предварительного частичного обесцвечивания с помощью окислителей.

Присутствие в воде водоема фито- и зоопланктона более 1000 кл/мл требует введения в технологическую схему специальных сооружений по предварительному осветлению исходной воды.

Для удаления из воды повышенных концентраций железа, марганца, фтора и других примесей в технологической схеме необходимо предусмотреть методы обработки воды, направленные на их снижение в соответствии с требованиями действующего СанПиНа.

Устранение привкусов и запахов природной воды может быть обеспечено с помощью окислительных и адсорбционных методов.

Контрольные вопросы

1. Укажите основные параметры воды, определяющие способ её очистки.
2. Перечислите органолептические показатели воды.
3. Укажите назначение коагулянтов и флокулянтов.

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.
2. СанПиН 2. 1. 4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль

качества».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗЫ РЕАГЕНТОВ

Цель работы: определить дозы коагулянта, флокулянта, подщелачивающих реагентов.

знания (актуализация):

- реагентное хозяйство;
- коагулирование примесей воды.

умения:

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Порядок выполнения работы:

1. Определить дозу коагулянта;
2. Определить дозу флокулянта;
3. Определить дозу подщелачивающих реагентов.
4. Ответить на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Определение расчетных доз реагентов

При обработке воды с помощью реагентов, в зависимости от показателей качества воды в источнике, необходимо применять способы химической обработки, рекомендуемые нормативной литературой [1].

Расчетные дозы реагентов устанавливаются на основании технологических исследований или по результатам работ очистных сооружений в аналогичных условиях. Для ориентировочных расчетов при разработке проекта максимальные и среднегодовые дозы коагулянтов, выпускаемых в настоящее время промышленностью, допускается определять следующим образом:

- дозу безводного коагулянта в расчете на $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ при обработке цветных вод определяют по [1, табл. 16];
- для обработки цветных вод дозу реагента определяют по формуле

$$D_k = 4\sqrt{Ц},$$

где D_k – доза коагулянта в расчете на безводный продукт, мг/л;

$Ц$ – цветность исходной воды в градусах платиново-кобальтовой шкалы.

При одновременном содержании в воде источника водоснабжения веществ, обуславливающих цветность и мутность, принимается большая из доз.

В дополнение к основным коагулянтам для интенсификации процесса коагуляции применяют флокулянты. Наиболее распространенные на сегодняшний день флокулянты: полиакриламид (ПАА) и активная кремневая кислота (АК).

Расчетная доза флокулянта при проектировании принимается в зависимости от места его введения следующим образом:

а) доза полиакриламида (ПАА) в пересчете на 100% -ый продукт:

- при вводе перед отстойниками или осветлителями со слоем взвешенного осадка принимается в соответствии с [1, табл. 17];

- при вводе перед фильтрами или двухступенчатой очистке – 0,05 ... 0,1 мг/л;

- при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой схеме очистки, а также перед префильтрами – 0,2 ... 0,6 мг/л;

б) доза активированной кремнекислоты (АК) в пересчете на SiO_2 :

- при вводе перед отстойниками или осветлителями со слоев взвешенного осадка для воды с температурой более 5 ... 7°C – 2..3 мг/л, с температурой менее 5...7°C – 3..5 мг/л;

- при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке, а также перед префильтрами – 1...3 мг/л;

- при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами – 1...3 мг/л.

Флокулянты следует вводить в воду после коагулянта. При очистке высокомутных вод допускается подача флокулянта до коагулянтов.

Для улучшения процесса коагуляции и обесцвечивания воды поверхностных источников, а также для улучшения санитарного состояния очистных сооружений рекомендуется [1] производить предварительное хлорирование. Дозу хлорсодержащих реагентов (по активному хлору) следует принимать в пределах 3...10 мг/л.

Для улучшения процесса хлопьеобразования при недостаточной щелочности воды ее следует подщелачивать. Доза подщелачивающего реагента определяется по формуле

$$D_{\text{щ}} = K_{\text{щ}} (D_{\text{к}}/e_{\text{к}} - \text{Щ}_0) + 1,$$

где $K_{\text{щ}}$ - коэффициент, равный для извести (по CaO) 28, для соды (NaCO_3)- 53; $D_{\text{к}}$ - максимальная доза безводного коагулянта в период подщелачивания, мг/л; $e_{\text{к}}$ - эквивалентная масса безводного коагулянта, мг/мг-экв, принимаемая для $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ - 57, FeCl_3 – 54, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ – 67; Щ_0 - минимальная щелочность воды, мг-экв/л.

В случае если концентрация фтора в воде источника водоснабжения составляет менее 0,5 мг/л, необходимо предусматривать фторирование воды и технологическую схему установки рекомендуется принимать согласно [1, прил.6].

Фторирование воды осуществляется фтористым натрием, кремнефтористым аммонием. Доза фторсодержащего реагента определяется по формуле

$$D_{\text{ф}} = [m\alpha - (F)] \frac{100 \cdot 100}{K \cdot C_{\text{ф}}},$$

где m - коэффициент, учитывающий потери напора в зависимости от места ввода реагента. При введении фторсодержащего реагента после очистных сооружений $m = 1$, перед скорыми фильтрами или контактными осветлителями $m = 1,1$;

α - необходимая концентрация фтора в питьевой воде, принимаемая в пределах 0,7 ... 1,2 мг/л в зависимости от климатических условий;

(F) – содержание фтора в исходной воде, мг/л;

K – содержание фтора в чистом реагенте (табл. 1), %;

$C_{\text{ф}}$ – содержание чистого вещества в техническом продукте (табл. 1).

Таблица 1 - Фторсодержащие реагенты, применяемые при обработке воды

Наименование реагента	Содержание фтора в чистом веществе, %	Содержание чистого вещества в техническом продукте, %		
		Высший	1-й сорт	2-й сорт

		сорт		
Натрий фтористый	45	94	84	80
Натрий кремнефтористый	60	98	95	98
Аммоний кремнефтористый	64	-	-	93

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды коагулянтов, применяемых для очистки воды и условия их ввода.
2. Перечислите основные флокулянтов, применяемых для очистки и условия их ввода.

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.
2. СанПиН 2. 1. 4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: ВЫБОР И РАСЧЁТ СМЕСИТЕЛЕЙ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ РЕАГЕНТОВ

Цель работы: в зависимости от производительности и вводимых реагентов подобрать конструкции смесителя и распределителя реагентов, используя справочную литературу [1], выполнить расчёт.

знания (актуализация):

– Смещение реагентов с обрабатываемой водой

умения:

– работать с нормативными документами;

– выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Порядок выполнения работы:

1. Подобрать справочную литературу для расчёта смесителя.
2. В зависимости от производительности и вводимых реагентов, подобрать конструкцию смесителя.
3. Определить основные параметры смесителя.
4. Зарисовать схему смесителя.
5. Ответить на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Расчёт смесителей

Смесители предназначены для быстрого и равномерного распределения реагентов в объеме обрабатываемой воды, что способствует более благоприятному протеканию последующих реакций. Для эффективного смешения реагентов с обрабатываемой водой необходимо обеспечить турбулентное движение ее потока.

Смесительные устройства по принципу их действия могут быть разделены на два основных типа:

– гидравлические, в которых турбулентный поток создается сужениями или дырчатыми перегородками;

– механические, в которых турбулизация потока достигается вращением лопастей или пропеллеров электродвигателем.

К рекомендованным для проектирования открытым гидравлическим смесителям относятся дырчатые, перегородчатые, коридорные, вихревые.

Выбор типа смесителя должен обосновываться конструктивными соображениями и компоновкой технологических сооружений станции с учетом ее производительности и метода обработки воды.

Расчет перегородчатого смесителя

Перегородчатые смесители применяются на очистных сооружениях производительностью не более 500...600 м³/ч. Они представляют собой лоток прямоугольного сечения с тремя перегородками (рис. 3). Расстояние между перегородками равно двойной ширине лотка. Скорость движения воды в смесителе V_l принимается согласно [1] от 0,7 до 0,5 м/с.

Площадь сечения лотка определяется по формуле

$$f_l = q_c / V_l.$$

Приняв высоту слоя воды в конце смесителя после перегородок H равной 0,5 м (минимальная допустимая величина 0,4...0,5 м), ширина лотка определяется по формуле

$$B_l = f_l / H.$$

Потери напора в каждом сужении перегородчатого смесителя при скорости в них, $V_c = 1$ м/с, определяются по формуле

$$h_c = V_c^2 / 2g.$$

Определение суженных проходов для воды

Площадь суженных проходов в центральной перегородке определяется по формуле

$$f_u = 0,5 q_c / V_c.$$

Высота слоя воды ниже центральной перегородки определяется по формуле

$$h_2 = H + h_c$$

Глубина затопления проходов от уровня воды до их верха должна быть не менее 0,1...0,5 м. Высота каждого из двух боковых проходов в центральной перегородке составляет

$$h_{np} = h_2 - (0,1...0,15).$$

Ширина суженного бокового прохода определяется по формуле

$$b_{np} = f_u / h_{np}.$$

В первой и третьей перегородках устраиваются по одному суженному проходу, площадь которого определяется по формуле

$$f_{1,3} = q_c / V_c .$$

Общие потери напора в смесителе составят

$$h = \sum h_c .$$

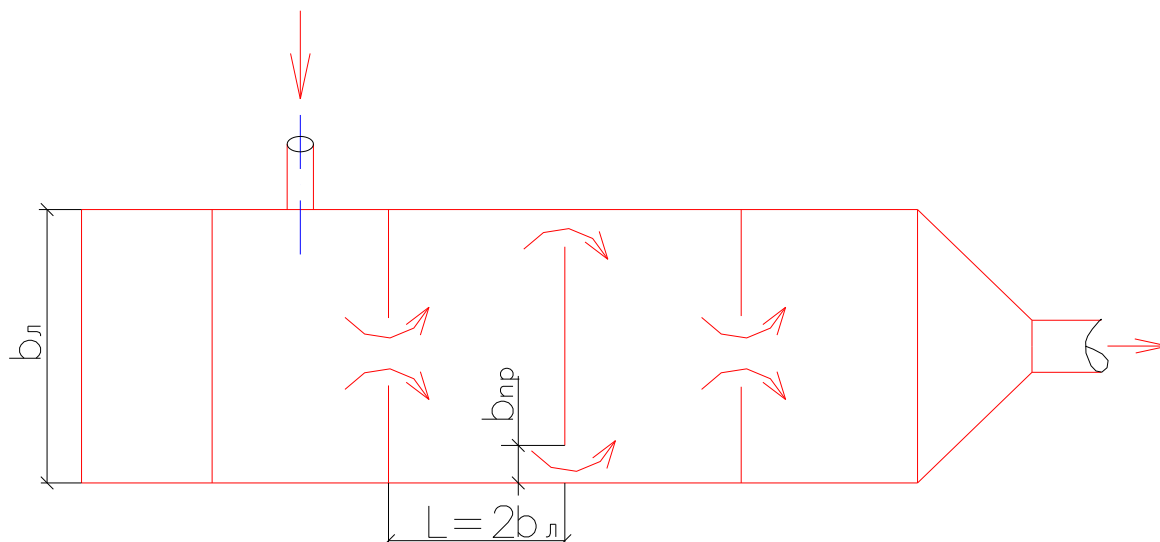


Рисунок 3 - Схема перегородчатого смесителя

Расчет вертикального вихревого смесителя

Вихревые (вертикальные) смесители могут устраиваться круглыми или прямоугольными в плане с коническим или с пирамидальным днищем, с углом между стенками днища $30...40^\circ$ (рис. 4). Подвод воды в вихревой смеситель следует предусматривать сбоку в нижнюю наклонную коническую или пирамидальную часть. Скорость выхода воды из подводящего трубопровода в нижнюю часть принимается в пределах $1...1,2$ м/с, скорость восходящего потока воды на уровне водосборного устройства (вверху) смесителя $0,025$ м/с, скорость движения воды в конце водосборного лотка принимается равной $0,6$ м/с.

Данный тип смесителя применяется на очистных сооружениях как средней, так и большой производительности при условии, что на один смеситель будет приходиться расход воды не более $1200...1500$ м³/ч.

В смесителе следует предусматривать переливной трубопровод, а также трубопровод для опорожнения и выпуска осадка.

Расчет смесителя сводится к определению его линейных размеров. Площадь горизонтального сечения, м², в верхней части смесителя

$$F_{\text{в}} = \frac{q}{V_{\text{в}}},$$

где q – часовой расход воды, м³/ч; $V_{\text{в}}$ – скорость движения воды в прямоугольной части, м/ч.

Для квадратного в плане смесителя, ширина, м, в верхней части

$$b_{\text{в}} = \sqrt{F_{\text{в}}}.$$

Размеры нижней части смесителя принимаются исходя из размера подводящего трубопровода, диаметр которого принят по скорости движения воды 1...1,2 м/с. Высота, м, нижней, пирамидальной, части смесителя определяется по формуле

$$h_{\text{н}} = \frac{1}{2}(b_{\text{в}} - b_{\text{н}}) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

где $b_{\text{н}}$ – ширина нижней части смесителя, равная диаметру подающего трубопровода, м; α – угол между наклонными стенками днища.

Объем, м³, пирамидальной части смесителя определяется по формуле

$$W_{\text{н}} = \frac{1}{3} h_{\text{н}} (f_{\text{в}} + f_{\text{н}} + \sqrt{f_{\text{в}} f_{\text{н}}}).$$

Полный объем, м³, смесителя

$$W = \frac{q_{\text{ч}} t}{60},$$

где t – время пребывания воды в смесителе, не более 2 мин.

Объем, м³, верхней части смесителя

$$W_{\text{в}} = W - W_{\text{н}}$$

Высота, м, верхней части составляет

$$h_{\text{в}} = \frac{W_{\text{в}}}{F_{\text{в}}}$$

В результате расчета высота верхней части смесителя должна быть равной 1...1,5 м, если $h_{\text{в}}$ получилась меньше 1 м, то необходимо сделать её пересчёт увеличив $V_{\text{в}}$. Если при повторном расчете величина $h_{\text{в}}$ не получится больше 1 м, то данный тип смесителя не подходит для расчетного случая и необходимо принять другой тип смесителя.

Полная высота, м, смесителя определяется по формуле

$$H = h_{\text{в}} + h_{\text{н}}.$$

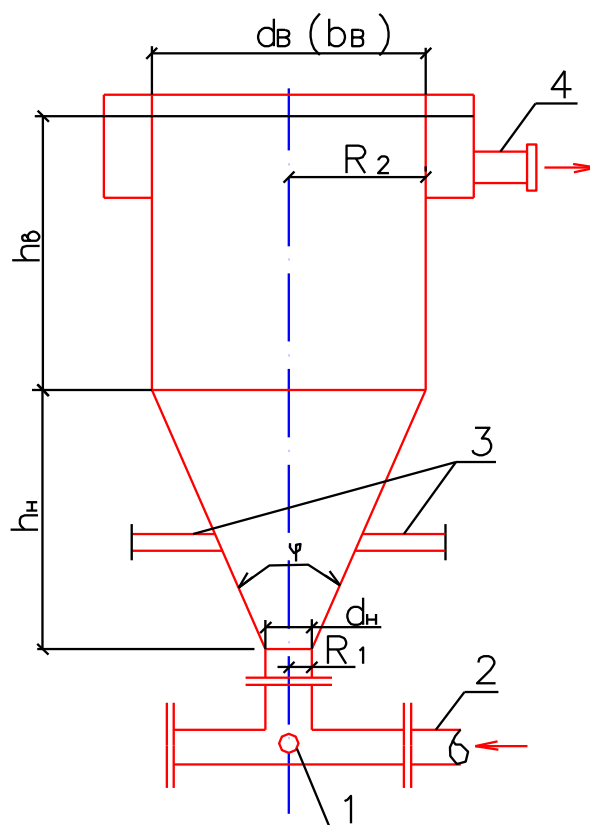


Рисунок 4 - Схема вихревого смесителя

1 – трубопровод для опорожнения и спуска осадка; 2 – трубопровод подачи исходной воды; 3 – трубопроводы подачи реагентов; 4 – отводной трубопровод

Расчёт сборных отводящих лотков смесителя

Площадь, м^2 , живого сечения лотка определяется по формуле

$$\omega = \frac{q}{Vn \cdot 3600},$$

где V – скорость движения воды в лотке 0,6 м/с; n – число водосборных лотков (обычно 2).

Задаваясь шириной лотка b , находим высоту слоя воды в нем по формуле

$$h = \frac{\omega}{b}.$$

Уклон дна лотка принимается равным $i = 0,02$. Площадь, м^2 , всех затопленных отверстий в стенках сборных лотков составляет

$$F_0 = \frac{q}{V_0 \cdot 3600},$$

где V_0 – скорость движения воды через отверстия, м/с.

Задаваясь размерами одного отверстия f_0 , находим их количество по формуле

$$n_0 = \frac{F_0}{f_0}$$

Расстояние, м, между осями отверстий определяется из соотношения

$$\ell_0 = \frac{P_{\text{л}}}{n_0},$$

где $P_{\text{л}}$ – внутренний периметр лотка.

Отверстия размещаются по боковой поверхности лотка на глубине 110 мм от верхней кромки лотка до оси отверстий.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение смесителя.
2. Охарактеризуйте понятие турбулентности.
3. Перечислите основные виды смесителей.

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84*
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ: РАСЧЁТ КАМЕР ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ

Цель работы: определить размеры основных элементов гидравлической камеры хлопьеобразования.

знания (актуализация):

– Камеры хлопьеобразования

умения:

- работать с нормативными документами;
- выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Порядок выполнения работы:

1. В зависимости от производительности очистной станции, подобрать конструкцию камеры хлопьеобразования;
2. Определить основные параметры камеры хлопьеобразования.
3. Зарисовать схему камеры хлопьеобразования.
4. Ответить на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Расчет камер хлопьеобразования

Камеры хлопьеобразования предназначены для протекания физико-химических процессов, обуславливающих образование крупных, прочных, быстрооседающих хлопьев гидроксида алюминия или железа с извлекаемыми из воды примесями.

Установка камер хлопьеобразования необходима перед отстойниками различных конструкций. В современной практике водоподготовки применяется несколько типов камер хлопьеобразования: перегородчатые, водоворотные, вихревые, со слоем взвешенного осадка, отличающихся способом перемешивания воды, режимом формирования хлопьев и предназначенных для различных типов отстойников. При осветлении воды в вертикальных отстойниках применяются камеры водоворотного типа, которые располагают в центральной части отстойника. В случае использования горизонтальных отстойников применяются перегородчатые камеры хлопьеобразования с горизонтальным или вертикальным движением воды, вихревые камеры хлопьеобразования и встроенные камеры хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка.

Расчёт перегородчатых камер хлопьеобразования с вертикальной циркуляцией воды

В перегородчатых камерах хлопьеобразования устраивают ряд перегородок, заставляющих воду изменять направление своего движения либо в вертикальной, либо в горизонтальной плоскости, что обеспечивает необходимое перемешивание воды. Применение перегородчатых камер хлопьеобразования с вертикальной циркуляцией воды целесообразно при производительности очистных сооружений не менее 6 тыс. м³/сут.

Объём камеры хлопьеобразования определяется по формуле

$$W = \frac{q_{\text{ч}} \cdot t}{60},$$

где t – время пребывания воды в камере (для цветных вод – 20 мин, для мутных вод – 30 мин).

Высота камеры хлопьеобразования H принимается в соответствии с высотной схемой очистной станцией, (рекомендуется принимать высоту камеры примерно равной высоте отстойника, т.е. 2...3 м.)

Площадь камеры хлопьеобразования в плане определяется по формуле

$$F = W/H$$

Скорость движения воды в камере V принимается согласно [1, п. 6.54] и равна 0,2...0,3 м/с – в начале камеры и 0,05...0,1 м/с – в конце камеры хлопьеобразования.

Площадь одной ячейки камеры хлопьеобразования определяется по формуле

$$f = q_{\text{ч}}/3600 V$$

Число ячеек в камере составит

$$n = F/f.$$

В каждом ряду по ширине камеры размещаем, например, по 6 ячеек, а по длине камеры – по $n/6$ ячеек в каждом ряду. Тогда общее число поворотов потока в камере составит

$$m = n/6 - 1.$$

Размеры каждой ячейки в плане должны быть не менее 0,7 x 0,7 м.

Полная ширина B и длина L камеры хлопьеобразования определяется в зависимости от принятых размеров ячеек и их количества.

Действительная скорость движения воды в камере при фактической площади ячейки f_l составит

$$V_l = q_{\text{ч}} / 3600 f_l.$$

Потери напора в такой камере определяются по формуле

$$h_{\text{к}} = 0,15 V_l^2 m,$$

где V_l – фактическая скорость движения воды в камере, m – общее число поворотов потока.

Расчет перегородчатой камеры хлопьеобразования с горизонтальной циркуляцией воды

Перегородчатые камеры хлопьеобразования с горизонтальной циркуляцией воды применяются при производительности очистных сооружений не менее 40...45 тыс. м³/сут.

Высоту камеры, H , принимают в пределах 2...3 м.

Площадь камеры определяется по формуле (3.6.2).

Ширина первого коридора камеры (рис. 6) при $V_l = 0,2...0,3$ м/с в начале камеры определяется по формуле

$$B_l = \frac{q_{\text{ч}}}{3600 V_l H}.$$

По [1, п. 6.54] скорость движения воды V в коридорах должна уменьшаться за счёт увеличения ширины коридоров.

Число поворотов потока согласно [1] должно быть равным 8...10, тогда ширина последующих коридоров составит

$$B_{2,3,...} = \frac{q_4}{3600 V_{2,3...} H},$$

где V_2, V_3 – скорость движения воды во втором, третьем и т.д. коридоре.

Общая длина камеры при толщине перегородок $\sigma = 0,15...0,18$ м определяется по формуле

$$L = B_1 + B_2 + ... + B_9 + n\sigma,$$

где n – количество перегородок.

Ширина камеры хлопьеобразования в плане определяется по формуле

$$B = F/L.$$

Потери напора в камере определяются как сумма потерь напора на поворотах

$$h_k = h_1 + h_2 + h_3 + ...,$$

где $h_{1,2}$ – потери напора на повороте, определяются по формуле

$$h_1 = V^2/2q,$$

При числе поворотов n количества коридоров $m = n+1$ количество перегородок составит

$$n' = m + 1.$$

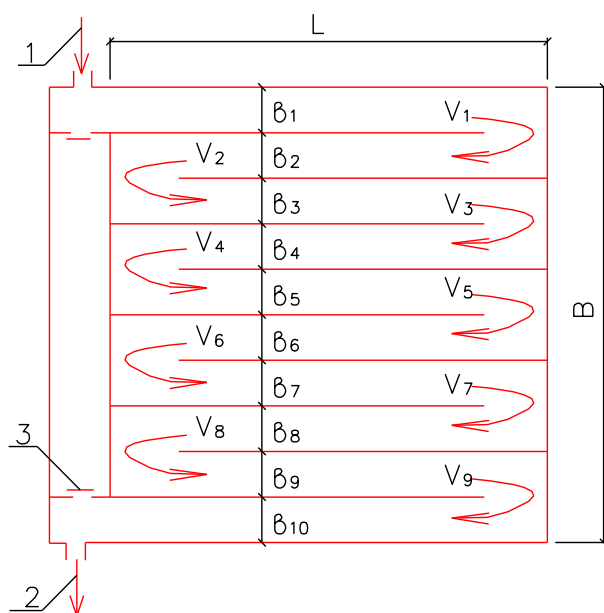


Рисунок 6 - Схема перегородчатой камеры хлопьеобразования с горизонтальной циркуляцией воды:

1 – трубопровод подачи исходной воды; 2 – отводящий трубопровод; 3 – шибер

Расчёт камеры хлопьеобразования вихревого типа

Вихревая камера хлопьеобразования выполняется в форме усеченного пирамидального или конусообразного резервуара (рис. 7) с углом между его стенками $50...70^\circ$. Процесс хлопьеобразования в вихревой камере заканчивается значительно быстрее, чем в камерах других типов.

Объём камеры хлопьеобразования определяется по формуле

$$W = \frac{q_u \cdot t}{60},$$

где t - время пребывания воды принимается согласно [1, п. 6.55] равным $6...12$ мин.

Скорость восходящего потока V_ε на выходе из камеры принимается равной $4...5$ мм/с, на входе воды в камеру $V_{\text{вх}} = 0,7...1,2$ м/с. Скорость движения воды в трубопроводе от смесителя к камере принимается равной $0,8...1$ м/с.

Площадь поперечного сечения верхней части камеры

$$f_k = q_u / V_\varepsilon,$$

а диаметр её

$$D_\varepsilon = \sqrt{\frac{4f_k}{\pi}}$$

Диаметр нижней части камеры и её площадь определяются соответственно по формулам:

$$d_n = \sqrt{\frac{4q_u}{\pi V_{\text{вх}}}},$$

$$f_n = \pi d_n^2 / 4.$$

Диаметр нижней части камеры принимается равным диаметру трубопровода, подающего воду от смесителя в камеру.

Высота конической части камеры хлопьеобразования при принятом угле конусности составит

$$h_{\text{кон}} = 0,5(D_{\text{в}} - d_{\text{н}})ctq\beta / 2 .$$

Потери напора в вихревой камере хлопьеобразования составляют 0,2...0,3 м на 1 м высоты конуса.

Объём конической части камеры определяется по формуле

$$W_{\text{кон}} = \frac{1}{3} h_{\text{кон}} (f_{\text{в}} + f_{\text{н}} + \sqrt{f_{\text{н}} f_{\text{н}}}) .$$

Объём цилиндрической надставки над конусом определяется по формуле

$$W_{\text{цил}} = W_{\text{кх}} - W_{\text{кон}} .$$

Высота цилиндрической части камеры определяется по формуле

$$h_{\text{ц}} = W_{\text{цил}} / f_{\text{в}} .$$

Вода, прошедшая камеру хлопьеобразования, собирается верхним кольцевым желобом через затопленные отверстия, размещенные по периметру его внутренней стенки.

Площадь поперечного сечения желоба при двухпоточном направлении к отводящему трубопроводу составляет

$$f_{\text{ж}} = \frac{q_{\text{сек}}}{2V_{\text{ж}}} ,$$

где $V_{\text{ж}}$ – скорость движения воды в желобе, равная 0,1 м/с для мутных вод и 0,05 м/с для цветных вод.

Принимаем ширину желоба $B_{\text{ж}} = 0,4$ м, тогда высота желоба составит

$$h_{\text{ж}} = f_{\text{ж}} / B_{\text{ж}} .$$

Необходимое количество затопленных отверстий, диаметром, равным 50 мм, определяется по формуле

$$n_0 = q_c / V_{\text{ж}} f_0 ,$$

где f_0 – площадь одного отверстия.

Периметр кольцевого желоба по внутренней стенке составит

$$P = \pi D_{\text{в}} .$$

Шаг оси затопленных отверстий определяется по формуле

$$L_0 = P / n_0 .$$

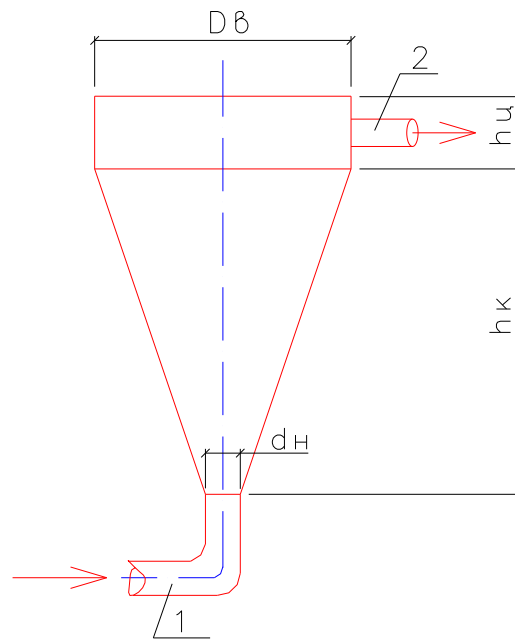


Рисунок 7 - Схема вихревой камеры хлопьеобразования:

1 – трубопровод подачи исходной воды; 2 – отводящий трубопровод

Расчет встроенной камеры хлопьеобразования со взвешенным слоем осадка

Такие камеры устраивают непосредственно встроенными в горизонтальные отстойники в их передней части.

Площадь всех камер определяется по формуле

$$\sum F_{\kappa} = \frac{q_{\text{час}}}{3600V},$$

где V – скорость восходящего потока воды в верхнем сечении встроенной камеры хлопьеобразования, равная: 0,65...1,6 мм/с – для вод средней мутности; 0,8...2,2 мм/с – для вод высокой мутности.

Число камер n принимается по числу горизонтальных отстойников.

Площадь одной камеры определяется по формуле

$$f_{\kappa} = \frac{\sum F_{\kappa}}{n}.$$

Ширина камеры B_{κ} принимается равной ширине отстойника.

Длина камеры определяется по формуле

$$L_k = \frac{f_k}{B_k} .$$

Высоту камеры h_k принимаем равной высоте отстойника $h_{омс}$ с учетом потерь напора в камере Δh_k :

$$h_k = h_{омс} + \Delta h_k .$$

Время пребывания воды в камере согласно [1] должно быть в пределах 20...30 мин и определяется по формуле

$$t = \frac{h_k}{V60} .$$

Расход воды, приходящийся на каждую камеру составляет

$$q_k = \frac{q_{час} 1000}{n 3600} .$$

Распределение воды по площади камеры предусматривается при помощи перфорированных труб с отверстиями, направленными вниз под углом 45^0 .

В каждой камере размещают две – четыре перфорированные трубы на расстоянии 2 м друг от друга и 1 м от стенки камеры.

Расход воды по каждой трубе составляет

$$q_{тр} = q_k / n_{тр} ,$$

где $n_{тр}$ – число труб.

Диаметр трубы D принимается по [2] при скорости движения воды в ней равной 0,5...0,6 м/с.

Суммарная площадь отверстий равна 30...40 % площади сечения распределительной трубы:

$$\sum f_{омс} = 0,3...0,4 \frac{\pi D^2}{4} .$$

Число отверстий составит

$$n_0 = \sum f_{омс} / f_0 ,$$

где f_0 – площадь одного отверстия при диаметре его не менее 25 мм [1].

Расстояние между отверстиями определяется по формуле

$$l_0 = 2 l_{mp} / n_0.$$

Из камеры в горизонтальный отстойник воду отводят через затопленный водослив. Верх стенки водослива располагают ниже уровня воды в отстойнике на величину

$$h_в = \frac{q_k}{V_k B_k},$$

где q_k – расход воды, приходящийся на каждую камеру, м³/с; $V_в$ – скорость движения воды через водослив, равная 0,05 м/с для цветных вод и 0,1 м/с для мутных вод; B_k – ширина камеры.

За стенкой устанавливается подвесная перегородка, погруженная на ¼ высоты отстойника.

Скорость движения воды между стенкой и перегородкой следует принимать не более 0,03 м/с. Потери напора в дырчатых распределительных трубах определяют по формуле

$$h = \xi V^2 / 2g,$$

где ξ – коэффициент сопротивления, определяемый по формуле

$$\xi = \frac{2}{K_n^2} + 1,$$

где V – скорость движения воды в начале дырчатого участка распределительной трубы, м/с; K_n – отношение суммы площадей всех отверстий в трубе к площади поперечного сечения трубы.

При применении встроенных камер хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка расчетную скорость осаждения взвеси в отстойнике необходимо принимать на 15...20 % более, чем указано в [1, табл. 18].

Контрольные вопросы

1. Дайте определение камеры хлопьеобразования.

2. Перечислите основные виды камер хлопьеобразования и условия их применения.

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84*
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:

РАСЧЁТ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКОВ

Цель работы: определить площадь и основные размеры отстойника, рассчитать размеры тонкослойных элементов.

знания (актуализация):

– Отстаивание воды

умения:

– работать с нормативными документами;

– выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Порядок выполнения работы:

1. Определить площадь и основные размеры отстойника.
2. Рассчитывать размеры тонкослойных элементов
3. Зарисовать схему отстойника
4. Ответить на контрольные вопросы

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Расчет отстойников

Отстойники применяются для выделения из осветляемой воды взвешенных веществ перед ее поступлением на вторую ступень осветления – скорые фильтры. Количество взвешенных веществ в воде после отстойников не должно превышать 8...12 мг/л.

Для устранения разрушения хлопьев в трубопроводах, соединяющих камеру хлопьеобразования с отстойником, следует устраивать их встроенными в отстойники или непосредственно примыкающими к ним. Тип отстойника выбирают в зависимости от производительности очистных сооружений.

Расчет горизонтальных отстойников

Горизонтальные отстойники рекомендуется применять при производительности сооружений более 30 000 м³/сут, содержании взвешенных веществ до 1500 мг/л и любой цветности. При горизонтальных отстойниках устраиваются камеры хлопьеобразования: перегородчатого типа, вихревые и встроенные со слоем взвешенного осадка. Перегородчатые камеры хлопьеобразования принимаются с горизонтальным или вертикальным движением воды. При проектировании горизонтальных отстойников следует применять встроенные камеры хлопьеобразования, так как они наиболее эффективны по сравнению с другими.

Горизонтальный отстойник имеет прямоугольную форму в плане. По высоте отстойника различают две зоны: осаждения взвеси и накопления и

уплотнения осадка. Средняя глубина зоны осаждения принимается 3,0...3,5 м в зависимости от высотной схемы очистных сооружений. Глубина зоны накопления и уплотнения осадка зависит от средней концентрации взвешенных веществ и продолжительности работы отстойника между двумя чистками.

Суммарная (общая) площадь горизонтальных отстойников в плане

$$F_{общ} = \frac{\alpha_{об} \cdot q_{час}}{3,6 \cdot U_o},$$

где $q_{ч}$ – расчетный расход воды, м³/ч; U_o – скорость выпадения взвеси, мм/с, принимаемая по [1, табл. 18] с учетом сезонных изменений показателей качества исходной воды; $\alpha_{об}$ – коэффициент объёмного использования отстойников, принимаемый равным 1,3 [1, п. 6.67].

Длина отстойников L , м, определяется по формуле [1, п. 6.68]

$$L = \frac{H_{cp} V_{cp}}{U_o},$$

где H_{cp} – средняя высота зоны осаждения, м, принимаемая равной 3...3,5 м в зависимости от высотной схемы; V_{cp} – расчетная скорость горизонтального движения воды в начале отстойника: для мало мутных принимается равной 6...8 мм/с, для вод средней мутности – 7...10 мм/с, для мутных вод – 9...12 мм/с.

Ширина горизонтального отстойника определяется по формуле

$$B_I = \frac{F_{общ}}{LN_p},$$

где N_p – количество отстойников.

Согласно [1, п. 6.68] отстойник должен быть разделен продольными перегородками на самостоятельно действующие секции шириной не более 6 м.

Ширина одной секции определяется следующим образом:

$$\frac{B_I}{n} = B_{сек} \leq 6м,$$

где n – количество секций в одном отстойнике.

При количестве секций менее 6 следует предусматривать одну резервную на каждый отстойник.

Горизонтальные отстойники необходимо проектировать с гидравлическим или механическим удалением осадка или предусматривать в них гидравлическую систему смыва осадка с периодическим отключением подачи воды в отстойник.

При гидравлическом или напорном смыве осадка объём зоны накопления и уплотнения осадка определяется по формуле

$$W_{oc} = \frac{T_{час} q_{час} (C_{св} - M_{осв})}{N_p \delta},$$

где $q_{ч}$ – расчетный расход воды, м³/ч; T_p – продолжительность работы отстойника между чистками, принимается не менее 6 ч [1, п. 6.65]; N_p – количество рабочих отстойников; δ – средняя концентрация уплотненного осадка, определяемая по [1, табл. 19], в зависимости от мутности исходной воды, интервалов между сбросом осадка и применяемых реагентов, г/м³; $M_{осв}$ – мутность воды, выходящей из отстойника, г/м³, принимаемая от 8 до 15 г/м³; $C_{св}$ – концентрация взвешенных веществ в воде, г/м³, поступающих в отстойник, которая определяется по формуле

$$C_{св} = M + K_k D_k + 0,25Ц + B_u,$$

где M – количество взвешенных веществ в исходной воде, г/м³; D_k – доза коагулянта по безводному продукту, г/м³; K_k – коэффициент, принимаемый для очищенного сульфата алюминия равным 0,5; для хлорного железа – 0,7; $Ц$ – цветность исходной воды, град; B_u – количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м³, которое определяется по формуле

$$B_u = (D_u / K_u) - D_u,$$

где K_u – долевое содержание СаО в извести; D_u – доза извести по СаО, г/м³.

Высота отстойника определяется как сумма высот зоны осаждения и зоны накопления осадка с учетом величины превышения строительной высоты над расчетным уровнем воды не менее 0,3 м.

Средняя высота зоны накопления осадка определяется по формуле

$$h_{oc} = \frac{W_{oc}}{F_1},$$

где W_{oc} – объем зоны накопления осадка для первого отстойника.

Суммарная высота отстойника составит

$$H = H_{cp} + h_{oc} + 0,3,$$

где H_{cp} – высота зоны осаждения; h_{oc} – высота зоны накопления осадка.

Объем одного отстойника определяется по формуле

$$W = LB_1H.$$

Площадь одного отстойника определяется по формуле

$$F_1 = LB_1.$$

Количество воды, сбрасываемой из отстойника вместе с осадком, определяется по формуле

$$P = \frac{K_p W_{oc}}{24 q_{\text{ч}} T_p} 100\%,$$

где K_p – коэффициент разбавления осадка, принимаемый равным 1,5 – при гидравлическом удалении осадка, 1,2 – при механическом удалении осадка, 2...3 – при напорном смыве осадка; $q_{\text{ч}}$ – расход воды, приходящийся на один отстойник, м³/ч; T_p – продолжительность работы отстойника между чистками, согласно [1] не менее 12 ч.

Расчет сборной системы для удаления осадка

Сборная система из перфорированных труб укладывается на дно отстойника по его продольной оси и обеспечивает удаление осадка из отстойника в течение 20...30 мин [1, п. 6.71].

Расстояние между осями труб должно быть не более 3 м при призматическом днище и не более 2 м – при плоском.

Скорость движения осадка в конце труб должна быть не менее 1 м/с, в отверстиях – 1,5...2 м/с, диаметр отверстия должен быть не менее 25 мм, шаг отверстий – 300...500 мм.

Количество осадка в тоннах, которое необходимо удалить из каждого отстойника, за одну чистку определяется по формуле

$$P_{oc} = \frac{q_{ч} T 24 (C_{в} - M_{осв})}{N_p 1\,000\,000}.$$

Расход воды, сбрасываемой с осадком по дырчатой трубе, уложенной в каждом коридоре отстойника, определяется по формуле

$$q_{oc} = \frac{100 P_{oc}}{n P_m t},$$

где n – количество продольных коридоров, секций в отстойнике; P_m – среднее содержание взвешенных веществ в осадке в %, принимается 3,5%; t – продолжительность сброса осадка, равная 20...30 мин.

Площадь всех отверстий на одной трубе диаметром d для приема осадка определяется по формуле

$$\sum f_o = k_n f_{mp} = k_n \frac{\pi d^2}{4},$$

где d – подбирается исходя из количества воды и объёма осадка, сбрасываемого по дырчатой трубе; K_n – коэффициент перфорации, принимается равным 0,5...0,7 [1, п. 6.71].

Количество отверстий на одной трубе определяется по формуле

$$n_o = \frac{\sum f_o}{f_o},$$

где f_o – площадь одного отверстия.

Шаг оси отверстий, которые, например, размещены в два ряда в шахматном порядке составит

$$l_o = \frac{L}{n_o},$$

где L – длина отстойника.

Расчет системы удаления осветленной воды

Осветленная вода из отстойника собирается с помощью горизонтально расположенных по обе стороны от сборных желобов дырчатых труб с затопленными отверстиями.

Площадь отверстий в трубах находят, задаваясь скоростью движения воды в них V_0 , которая согласно [1] принимается равной 1 м/с:

$$F_0 = q_1 / V_0,$$

где q_1 – расход воды одного отстойника, м³/с, определяемый по формуле

$$q_1 = q_{\text{ч}} / N_p.$$

Диаметр отверстий в трубах принимают не менее 25 мм, площадь одного отверстия определяют по формуле

$$f_0 = \pi d_0^2 / 4.$$

Дырчатые трубы для рассредоточенного сбора воды располагают на участке 2/3 длины отстойника, считая от задней торцевой стенки

$$l = 0,75 L.$$

Количество дырчатых труб в отстойнике определяют с учетом того, что расстояние между осями труб должно быть не более $t_{mp} = 3$ м:

$$n_{mp} = l / t_{mp}.$$

Количество отверстий, приходящихся на один отстойник, составит

$$n_0 = F_0 / f_0.$$

Количество отверстий, приходящихся на одну трубу, составит

$$n_1 = n_0 / n_{mp}.$$

Расстояние по оси между отверстиями

$$l_0 = B_1 / n_1 .$$

Расчет желоба для отвода осветленной воды

Вода из дырчатых труб поступает в сборные желоба, которые устанавливаются в отстойнике на продольной стенке на 2/3 длины от торцевой стенки. Излив из трубы в сборные желоба должен быть свободным.

Ширину желоба определяют по формуле

$$B_{ж} = K \sqrt[5]{\frac{q_{ж}^2}{(1,57 + \alpha)^3}},$$

где $K = 2$; $\alpha = 1,5$.

Так как желоб является общим для двух отстойников, то его площадь определяется по формуле

$$F_{ж} = 2q_l / V_{ж} ,$$

где $V_{ж}$ – скорость движения воды в желобах, принимается по [1] равной 0,6...0,8 м/с.

Высота желоба

$$H_{ж} = F_{ж} / B_{ж} .$$

Вода из желоба отводится в торцевой сборный карман, скорость движения в котором принимается равной $V_{сб.к} = 0,8...1,2$ м/с. Площадь сборного кармана определяется по формуле

$$F_{сб.к} = q_l / V_{сб.к} .$$

Принимая ширину сборного кармана $B_{сб.к} = 1$ м, определяем его высоту

$$H_{сб.к} = F_{сб.к} / B_{сб.к} .$$

Из сборного кармана вода с помощью труб забирается и подается на скорые фильтры.

Расчет вертикального отстойника

Вертикальные отстойники применяются при производительности сооружений до 5000 м³/сут, содержании взвешенных веществ в исходной воде

до 1500 мг/л и любой цветности. Вертикальные отстойники проектируют совмещенными с водоворотными камерами хлопьеобразования (рис.8).

Площадь зоны осаждения одного отстойника определяется по формуле

$$F_{з.о.} = \frac{\beta_{об} q_{ч}}{3,6 V_p N_p},$$

где V_p – расчетная скорость восходящего потока, мм/с, принимается не более указанных в [1, табл. 18] величин скоростей выпадения взвеси с учетом [1, п. 6.56]; N_p – количество рабочих отстойников; $\beta_{об}$ – коэффициент, учитывающий объемное использование отстойника, величина которого принимается 1,3...1,5 (нижний предел принимается при отношении диаметра к высоте равным 1, верхний – при отношении диаметра к высоте равным 1,5).

Диаметр отстойника, при размещении в нем водоворотных камер хлопьеобразования определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4(F + f_{к.х})}{\pi}},$$

где $f_{к.х.}$ – площадь камеры хлопьеобразования, которая определяется по формуле

$$f_{к.х} = \frac{q_{ч} t}{60 H N_p},$$

где t – время пребывания воды в камере хлопьеобразования, мин; принимается 15...20 мин [1, п. 6.60]; H – высота камеры хлопьеобразования, принимается равной 3,5...4 м; N_p – расчетное число отстойников.

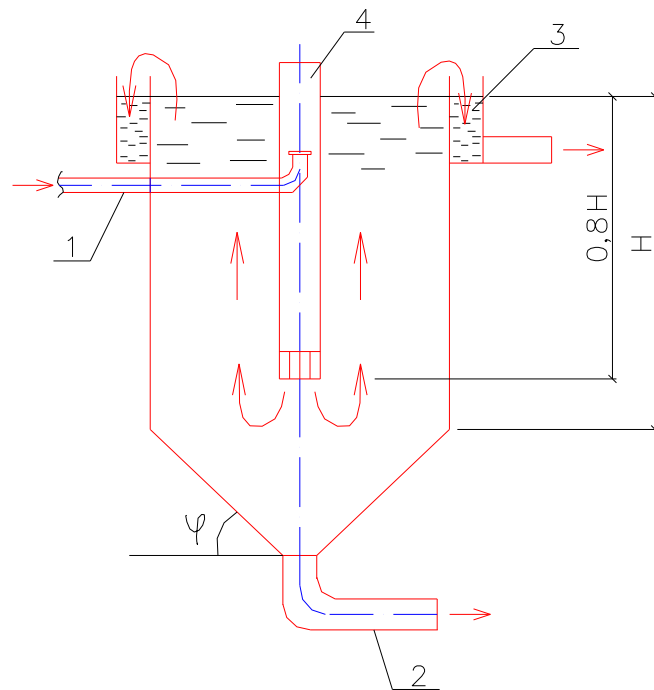


Рисунок 8 - Схема вертикального отстойника:

1— трубопровод подачи исходной воды; 2— трубопровод удаления осадка; 3— кольцевой желоб для сбора осветленной воды; 4— центральная труба, в которой устраивается водоворотная камера хлопьеобразования

Высота отстойника определяется из соотношения

$$D:H=1:1,5,$$

где $H = \frac{1:1,5}{D}.$

Диаметр трубы, подводящей воду к каждому отстойнику, принимается с учетом, что скорость входа воды должна быть в пределах 0,7...1,2 м/с [1].

Нижнюю осадочную часть вертикального отстойника проектируют с наклонными стенками. Угол между наклонными стенками следует принимать $\alpha = 70...80^{\circ}.$

Высота конической осадочной части отстойника определяется по формуле

$$h_k = \frac{D-d}{2tg(90-\alpha)},$$

где d — диаметр трубы отводящей осадок принимается по [1] не менее 200 мм.

Объем конической части отстойника определяется по формуле

$$W_{oc} = \frac{\pi h_k}{3} \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 + \frac{Dd}{4} \right].$$

Период работы отстойника между сбросами осадка определяется по следующей формуле и должен быть не менее 6 ч [1]

$$T_p = W_{oc} N_p \frac{\delta}{q_{\text{ч}} (C_{\text{в}} - M_{\text{осв}})} \geq 6 \text{ ч},$$

где δ – средняя по всей высоте осадочной части концентрация твердой фазы осадка, определяется по [1, табл. 19]; $C_{\text{в}}$ – концентрация взвешенных веществ в исходной воде, которая определяется по формуле (3.7.1).

При количестве отстойников меньше 6, необходимо предусматривать один резервный при площади до 12 м².

Для сбора осветленной воды в вертикальном отстойнике предусматривается один кольцевой и 4 радиальных желоба при площади больше 12 м² и меньше 30 м², при большей площади – 6...8 желобов.

Расчетная скорость движения воды в них должна быть 0,5...0,6 м/с.

Расчет кольцевого желоба

Площадь кольцевого желоба определяется по формуле

$$f_{\text{к.ж}} = \frac{q_{\text{сеч}}}{V_o}.$$

Суммарная площадь затопленных отверстий во внутренней стенке кольцевого желоба составит

$$\Sigma f_o = \frac{q}{V_o},$$

где V_o – скорость движения воды в отверстиях, равная 1 м/с.

При диаметре отверстия d_o и площади одного отверстия f_o количество отверстий составит

$$n_o = \frac{\Sigma f_o}{f_o},$$

шаг отверстий составит

$$l_o = \frac{p}{n_o},$$

где p – периметр стенки кольцевого желоба.

Расчет радиальных отстойников

Радиальные отстойники применяются при производительности очистных сооружений более 20 000 м³/сут, высокой степени минерализации и концентрации (более 2000 мг/л) взвешенных веществ.

Площадь радиального отстойника в плане определяется по формуле

$$F = 0,21 \left(\frac{q_u}{U_o} \right)^{1,07} + f,$$

где q_u – расчетный расход воды, м³/ч; U_o – скорость выпадения взвеси, задерживаемой отстойником, мм/с; принимается $U_o = 0,4 \dots 1,5$ мм/с; f – площадь вихревой зоны радиального отстойника, м².

Радиус вихревой зоны определяется по формуле

$$r_v = r_{p.y} + l,$$

где $r_{p.y}$ – радиус цилиндрического водораспределяющего устройства, величина которого должна быть в пределах 2...4 м (большая величина относится к отстойникам производительностью более 5000 м³/ч).

Внутренний радиус отстойника определяется по формуле

$$R_{omc} = \sqrt{\frac{F}{\pi}}.$$

По каталогу подбирается типовая конструкция отстойника, выпускаемая промышленностью.

Глубина отстойника у периферии принимается равной $h_n = 1,5 \dots 2,5$ м.

Уклон дна отстойника принимается в пределах $i = 0,04 \dots 0,05$.

Глубина отстойника в центральной части определяется по формуле

$$h_{\text{ч}} = h_n + R_{\text{отс}} i .$$

Осветленная вода собирается периферийным кольцевым желобом, имеющим затопленные отверстия.

Площадь всех отверстий определяется по формуле

$$\Sigma f_o = \frac{q_{\text{сеч}}}{V_o} ,$$

где $V_o = 0,8$ м/с – скорость прохода воды через отверстия.

Отверстия принимаются диаметром 40 мм, площадь одного отверстия определяется по формуле

$$f_o = \frac{\pi d^2}{4} ,$$

Необходимое число отверстий на кольцевом желобе составит

$$n_o = \frac{\Sigma f_o}{f_o} .$$

При длине кольцевого желоба

$$l_{\text{жс}} = 2\pi R_{\text{отс}} ,$$

расстояние между отверстиями определяется по формуле

$$l = \frac{l_{\text{жс}}}{n_o} .$$

Распределительное устройство радиального отстойника размещается в центре и представляет собой цилиндрическую дырчатую перегородку.

Боковая поверхность водораспределительного цилиндра определяется по формуле

$$F_{\text{ч}} = \pi d h_{\text{ч}} .$$

Суммарная площадь отверстий на боковой поверхности водораспределительного цилиндра составляет

$$\Sigma f_o = \frac{q_{сек}}{V_o},$$

где $V_o = 1$ м/с – скорость воды в отверстиях цилиндра.

Необходимое количество отверстий, диаметром 40 мм составляет

$$n_o = \frac{\Sigma f_o}{f_o},$$

где f_o – площадь одного отверстия, м².

Отверстия размещаются в 12 вертикальных рядах по окружности цилиндра с расстоянием между осями отверстий

$$l_{верт} = \frac{h_{ц}}{12}.$$

Расстояние между отверстиями в горизонтальных рядах при длине окружности $l_o = \pi d$, м, составляет

$$l_{гор} = l_o \frac{n_o}{12}.$$

Таблица 2 - Основные параметры радиальных отстойников

Внутренний диаметр отстойника D , м	Глубина отстойника H_n , м	Продолжительность одного оборота скребковой фермы, мин	Число оборотов за 1 час	Мощность электро двигателя, кВт
15	3	8	7,5	2,8
18	3,6	10	6	2,8
24	3,6	12	5	4,5
30	3,6	16	3,75	4,5
50	4,5	26	2,3	7
75	6	39	1,54	10
100	7	52	1,15	14

Контрольные вопросы

1. Дайте определение отстойника.
2. Перечислите виды отстойников и условия их применения.

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84*
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:

РАСЧЁТ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ

Цель работы: при заданной производительности очистных сооружений, типе фильтра, характеристике фильтрующей загрузки рассчитать площадь и высоту фильтра, распределительную систему и желоба.

знания (актуализация):

– Обработка воды фильтрованием.

умения:

– работать с нормативными документами;
– выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Порядок выполнения работы:

1. При заданной производительности очистных сооружений, типе фильтра , характеристике фильтрующей загрузки рассчитать площадь и высоту фильтра, распределительную систему и желоба.
2. Зарисовать схему.
3. Ответить на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Расчет скорых фильтров

Вода, поступающая для полного осветления на фильтры, после выхода из отстойников или осветлителей должна содержать не более 8...12 мг/л взвешенных веществ. После фильтрования мутность воды, предназначенной для питьевых целей, не должна превышать 1,5 мг/л, согласно СанПиН. Помимо взвешенных веществ фильтры должны задерживать большую часть микроорганизмов, понижать цветность воды до допускаемой СанПиНом нормы – 20⁰, снижать содержание в воде хлорорганических соединений, если таковые образуются в результате предварительного хлорирования исходной воды.

Классификация скорых фильтров и их основные параметры приведены в табл.3. В практике водоподготовке, как правило, применяются скорые безнапорные фильтры с одно- или двухслойной фильтрующей загрузкой. Схема скорого фильтра приведена на рис.5.

Загрузка фильтров принимается по данным [1, табл. 21], поддерживающие слои – 22 по [1, табл.].

Суммарная площадь скорых фильтров определяется по формуле

$$F_{\phi} = Q_{\text{сум}} / (T_{\text{см}} V_{\text{н}} - n_{\text{пр}} q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \tau_{\text{пр}} V_{\text{н}}),$$

где $q_{\text{пр}} = 3,6 \omega \tau_1$, τ_1 – продолжительность промывки равная 0,1 ч, ω определяется по табл. 23 [1]; $Q_{\text{сум}}$ – расчетная производительность станции, м³/сут; $T_{\text{см}}$ – продолжительность работы станции в течение суток, ч; $V_{\text{н}}$ – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч, принимаемая по [1, табл.21]; $n_{\text{пр}}$ – число промывок каждого фильтра за сутки при нормальном режиме эксплуатации, равное 2 (принимается 1...2 промывки в сутки); $q_{\text{пр}}$ – удельный расход воды на одну промывку, одного фильтра, м³/ч; $\tau_{\text{пр}}$ – время простоя фильтра в связи с промывкой, принимаемое для фильтров, промываемых водой и воздухом – 0,5 ч [1, п. 6.98].

Количество фильтров на станциях, производительностью более 1600 м³/сут должно быть не менее четырех, для станций, производительностью более 8...10 тыс. м³/сут количество фильтров определяется по формуле

$$N_{\phi} = \frac{\sqrt{F_{\phi}}}{2}.$$

При этом должно обеспечиваться соотношение

$$V_{\phi} = V_{\text{н}} N_{\phi} / (N_{\phi} - N_1),$$

где N_1 – количество фильтров, находящихся в ремонте, определяется по [1, п. 6.95]; V_{ϕ} – скорость фильтрования при форсированном режиме должна быть не более указанной в [1, табл. 21].

Площадь одного фильтра будет: $F = F_{\phi} : N_{\phi} \leq 100...120 \text{ м}^2$ [1, п. 6.99]

Расчет распределительной системы фильтра

Распределительная система служит для равномерного распределения промывной воды по площади фильтра и для сбора профильтрованной воды.

Количество промывной воды, необходимой для одного фильтра:

$$q_{\text{пр}} = FW.$$

Диаметр коллектора $D_{кол}$ распределительной системы определяем по рекомендуемой скорости входа промывной $V_{кол} = 0,8...1,2$ м/с [1, п. 6.106].

Площадь дна фильтра, приходящаяся на каждое ответвление распределительной системы при расстоянии между осями ответвления m (рекомендуется принимать $m = 0,25...0,35$ м [1, п. 6.105]) и наружном диаметре коллектора $D_{кол}$ составит

$$f_{отв} = \left(\frac{L_{\phi} - D_{кол}}{2} \right) m,$$

где L_{ϕ} – длина фильтра.

Расход промывной воды, поступающей через одно ответвление, определяется по формуле

$$q_{отв} = f_{отв} W.$$

Диаметр труб ответвлений $d_{отв}$, принимаем по [2] таким, чтобы скорость движения воды в них не превышала рекомендуемую скорость $1,6...2$ м/с [1, п. 6.106].

На ответвлениях трубчатого дренажа следует предусматривать при наличии поддерживающих слоев – отверстия диаметром $10...12$ мм, при их отсутствии – щели шириной на $0,1$ мм меньше минимального размера зерен фильтрующей загрузки [1, п. 6.105].

Общая площадь отверстий должна составить $0,25...0,5$ % рабочей площади фильтра, площадь щелей – $1,5...2$ % рабочей площади фильтра [1, п. 6.105].

Отверстия располагаются в два ряда в шахматном порядке под углом 45^0 к низу от вертикали. Щели должны размещаться равномерно поперек оси и по периметру трубы не менее чем в два ряда.

Общее количество ответвлений на каждом фильтре при расстоянии между осями ответвлений $l_o = 250...350$ мм [1] составит h'_o .

При длине каждого ответвления $l_{отв} = L_{\phi} - D_{кол}$, шаг оси отверстий на ответвлении должен составлять $150...200$ мм по рекомендациям [1, п. 6.105], между щелями – 20 мм.

Для удаления воздуха из трубопровода, подающего воду на промывку фильтра, в повышенных местах следует предусматривать установку стояков – воздушников диаметром $75...150$ мм с установкой на них запорной арматуры или автоматических устройств для выпуска воздуха.

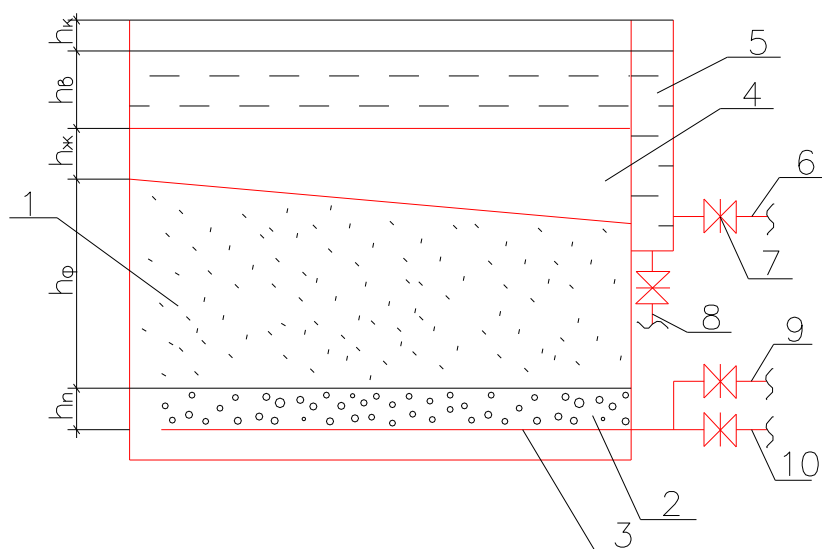


Рисунок 9 - Схема скорого фильтра:

1 – слой фильтрующей загрузки; 2 – поддерживающий гравийный слой; 3 – дренажная распределительная система; 4 – сборно-распределительный лоток; 5 – сборный карман; 6 – трубопровод подачи воды на осветление; 7 – запорная арматура автоматического действия; 8 – трубопровод отвода промывной воды; 9 – трубопровод подачи воды на промывку фильтра; 10 – трубопровод отвода осветленной воды

На коллекторе фильтра также следует предусматривать стояки – воздушники диаметром 50...75 мм, а их количество должно быть при площади фильтра до 50 м² – один, при большей площади – два: в начале и конце коллектора [1, п. 6.109].

Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке

Для сбора и отведения промывной воды следует предусматривать желоба полукруглого или пятиугольного сечения, размещаемых над поверхностью фильтрующей загрузки.

Расстояние между осями соседних желобов должно быть не более 2,2 м [1, п. 6.111].

Ширина желоба $B_{жел}$ определяется по формуле

$$B_{жел} = K_{жел} \sqrt[5]{\frac{q_{жел}^2}{(1,57 + \alpha_{жел})^3}},$$

где $q_{жел}$ – расход воды по желобу, м³/с; $\alpha_{жел}$ – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины, принимаемое от 1 до 1,5; $K_{жел}$ – коэффициент, принимаемый для желобов с полукруглым лотком – 2; для пятиугольных желобов – 2,1:

$$q_{жел} = q_{пр} : n_{жел}$$

где $n_{жел}$ – количество желобов, определяется в зависимости от длины фильтра и расстояния между соседними желобами, которое рекомендуется принимать не более 2,2 м.

Кромки всех желобов должны быть на одном уровне и строго горизонтальны. Лотки должны иметь уклон 0,01 к сборному каналу.

Высота прямоугольной части желоба $h_{пр} = 0,75B_{жел}$.

Полезная высота желоба $h = 1,25B_{жел}$.

Конструктивная высота желоба (с учетом толщины стенки) $h_k = h + 0,08$.

Скорость движения воды в желобах принимается 1,5...2 м/с [1, п. 6.117].

Расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до кромок желобов $H_{жс}$ определяется по формуле

$$H_{жс} = \frac{H_3 a_3}{100} + 0,3,$$

где H_3 – высота фильтрующего слоя, м; a_3 – относительное расширение фильтрующей загрузки, принимаемое по [1, табл.23], %.

Если конструктивная высота желоба $h_k > H_{жс}$, то в этом случае $H_{жс}$ увеличивается на столько, чтобы расстояние от низа желоба до верха загрузки фильтра было 0,005...0,06 м.

Расчет сборного канала

Загрязненная промывная вода из желобов скорого фильтра свободно изливается в сборный канал откуда отводится в сток.

При отводе промывной воды с фильтра сборный канал должен предотвращать создание подпора на выходе воды из желобов. Поэтому расстояние от дна желоба до дна бокового сборного канала должно быть не менее

$$H_{кан} = 1,73 \cdot 3 \sqrt{\frac{q_{кан}^2}{g B_{кан}^2}} + 2,$$

где $q_{кан}$ – расход воды в канале, м³/с; $B_{кан}$ – минимально допустимая ширина канала, принимаемая равной 0,7 м.

Скорость движения воды в конце сборного канала при площади поперечного сечения

$$f_{кан} = B_{кан} H_{кан},$$

составит

$$V_{кан} = q_{кан} / f_{кан},$$

что не должно быть менее 0,8 м/с.

Определение потерь напора при промывке фильтра

Потери напора складываются из следующих величин:

– потери напора в отверстиях труб распределительной системы фильтра:

$$h_{p.c.} = \left(\frac{2,2}{\alpha^2} + 1 \right) \frac{V_{кол}^2}{2g} + \frac{V_{p.m.}^2}{2g},$$

где $V_{кол}$ – скорость движения воды в коллекторе, м/с; $V_{p.m.}$ – скорость движения в распределительных трубах, м/с; α – отношение суммы площадей всех отверстий распределительной системы к площади сечения коллектора;

– потери напора в фильтрующем слое высотой H_{ϕ} по формуле А.И.Егорова

$$h_{\phi} = (a + v\omega)H_{\phi},$$

где $a = 0,76$; $v = 0,017$ – параметры для песка с крупностью зерен 0,5...1 мм; $a = 0,85$; $v = 0,004$ – параметры для песка с крупностью зерен 1...2 мм; ω – интенсивность промывки, л/(с·м²); H_{ϕ} – высота фильтрующей загрузки, м;

– потери напора в гравийных поддерживающих слоях высотой $H_{n.c.}$ по формуле проф. В.Т.Турчиновича

$$h_{n.c.} = 0,022H_{n.c.}\omega;$$

– потери напора в трубопроводе, подводящем промывную воду к общему коллектору распределительной системы, определяются по формуле

$$h_{n.m.} = il.$$

Подбор насосов для промывки фильтров

Расход воды, который должны подавать насосы равен расходу промывной воды.

Напор, который должен развивать насос при промывке фильтра, определяется по формуле

$$H = h_2 + \sum h + h_{з.н.},$$

где h_2 – геометрическая высота подъема воды от дна резервуара чистой воды до верхней кромки желобов над фильтром, определяемая по формуле

$$h_2 = H_{жс} + H_{\phi} + H_6,$$

где $H_{жс}$ – высота кромки желоба над поверхностью фильтра; H_{ϕ} – высота загрузки фильтра (фильтрующий слой + поддерживающий слой); H_6 – глубина воды в резервуаре чистой воды (по схеме); $\sum h$ – суммарные потери напора; $h_{н.з.}$ – запас напора (на первоначальное загрязнение фильтра и т.п.), равный 1,5 м.

Таблица 3 - Классификация фильтров

Тип фильтра		Характеристика фильтрующего слоя		Скорость фильтрования, м/ч	Конструкции и фильтров	Площадь м ²	Назначение фильтра
по скорости	по напору	диаметр зерен, мм	высота фильтрующего слоя, м				

Скорые	Безнапорные с кварц. загрузкой	0,5...1,2 0,7...1,6 0,8...2,0	0,7...0,8 1,3...1,5 1,8...2,0	6 8 10	Прямоугол. или круг. ж/б	4...120 5...60	Для полного осветления воды с коагулированной взвесью
	Безнапорные с двухслойной загрузкой: антрацитовой (верхний слой) кварцевой (нижний сл.)	0,8...1,8 0,5...1,2	0,4...0,5 0,6...0,7	10 10	То же	То же	То же
	Безнапорные двухпоточные (фильтры АКХ)	0,5...1,5	1,45...1,65	12	То же	То же	То же
	Напорные (P≤6 атм): вертикальные, горизонтальные	0,8...1,8 0,8...1,8	1,2 0,75	10...12 10...12	Стальные, цилиндрические, вертикальные, горизонтальные	0,8...9,1 15...30	Для частичного осветления воды, используют для технических целей
Сверх скорые	Напорные фильтры системы Г.Н. Никифорова (P>2,5 атм)	0,5...1	0,45	25...50	Стальные, цилиндрические, вертикальные	7 или 42	Для частичного осветления воды или для полного осветления воды с крупной взвесью

Контрольные вопросы

1. Дайте определение фильтровального сооружения.
2. Перечислите виды фильтров и условия их применения.
3. Укажите нормативы по мутности до и после фильтра.

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ:

ПРИВЯЗКА ТИПОВОГО ПРОЕКТА К МЕСТНОСТИ

Цель работы: выполнить компоновку очистных сооружений, построить высотную схему очистных сооружений.

знания (актуализация):

– Проектирование станций водоподготовки.

умения:

– работать с нормативными документами;
– выполнять и оформлять расчеты проектируемых элементов систем водоснабжения и водоотведения.

Порядок выполнения работы:

1. Вычертить высотную схему блока очистных сооружений
2. Вычертить генплан очистной станции и компоновку основного блока сооружений.
3. Ответить на контрольные вопросы.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Составление высотной схемы очистных сооружений водоснабжения

Высотная схема представляет собой графическое изображение в профиле всех сооружений станции с взаимной увязкой высоты их расположения на местности.

На схеме указываются высоты сооружений по ходу движения воды и устанавливается зависимость между абсолютными отметками уровней воды в технологических сооружениях (резервуар чистой воды – фильтр – отстойник или осветлитель со взвешенным слоем осадка – камеры хлопьеобразования – смеситель). На высотной схеме, выполняемой в произвольном масштабе, кроме отметок уровня воды указываются также отметки дна сооружений.

Для ориентировочных расчетов величины перепадов уровней воды принимаются потери напора в сооружениях согласно [1, п.6.219]. После проведения расчета очистных сооружений высотная схема уточняется.

Составление высотной схемы начинают с наиболее низко расположенного сооружения – резервуара чистой воды (РЧВ). При проектировании высотной схемы максимальная отметка уровня воды в резервуаре чистой воды принимается за исходную минимальную. Затем в зависимости от этой отметки определяются отметки уровня воды в других сооружениях. Максимальный уровень воды в РЧВ принимается 0,00 или на 0,5 м выше поверхности земли.

На рисунке показана упрощенная высотная схема цепи основных очистных сооружений, составленная исходя из максимальных приведенных значений потерь напора. Здесь за ноль условно принята наивысшая отметка в резервуаре чистой воды.

Отметка уровня воды в смесителе является наивысшей и по ней определяется требуемая величина подъема воды насосами станции первого подъема. Сооружения реагентного хозяйства требуют для приготовления растворов реагентов подачи воды на более высокие отметки (чем отметка смесителя), но необходимые для этого количества воды весьма малы по сравнению с расходом очищаемой воды. Поэтому воду для нужд реагентного хозяйства целесообразно подкачивать на необходимую дополнительную высоту.

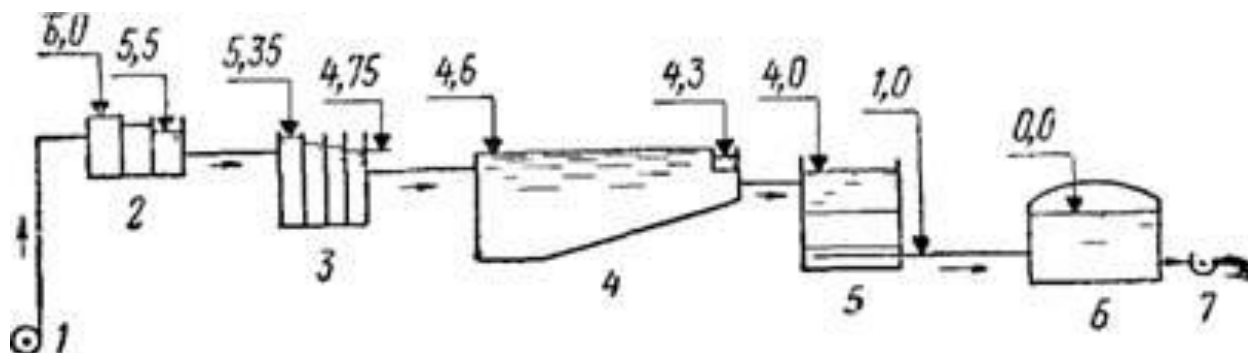


Рисунок – 10 Высотная схема водопроводных очистных сооружений

7 - насос станции первого подъема; 2 - смеситель; 3 - камера хлопьеобразования; 4 - отстойник; 5 - фильтр; 6 - резервуар чистой воды; 7 - насос станции второго подъема

Контрольные вопросы

1. Дайте определение генплана очистных сооружений.
2. Укажите принцип построения высотной схемы.

Литература:

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84*
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 31.13330.2012 (с изменениями №1,2) со СНиП 2.04.02.-84*
Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: ФГУП ЦПП, - 80 с.
2. СП 32.13330.2012 СНиП 2.04.01 - 85*. Внутренний водопровод и канализация зданий / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004, - 60 с.

4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода, Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

5. СНиП II - 89 - 80. Генеральные планы промышленных предприятий / Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004, - 60 с.

6. СанПиН 3. 1.4.1074-95. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения.

7. СНиП II - 60 - 75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов / ФГУП ЦПП, 2004

8. Водный кодекс Российской Федерации. М.: «Ось-89». 1995.- 80 с.

9. Шевелёв Ф. А. Таблицы для гидравлического расчёта стальных, чугунных и асбестоцементных водопроводных труб.-М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Министерство образования и науки Челябинской области
Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Южно-Уральский государственный технический колледж»

ОТЧЕТ

по выполнению практических работ

по теме **2.1 «Водоподготовка»**

**ПМ.03 Выполнение работ по очистке природных и сточных вод и
контролю качественных показателей**

Выполнил: студент группы ВВ-325/б

Иванов В.И.

Проверил: преподаватель Юсупова Л.В.

Челябинск, 202_