

Министерство образования и науки Российской Федерации
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ. РАСЧЕТ И КОМПОНОВКА РЕАГЕНТНОГО ХОЗЯЙСТВА

Методические указания по выполнению курсовых проектов

Составители

А. В. Приходченко, Д. И. Приходченко, Т. Ф. Рыльцева

Волгоград. ВолгГАСУ. 2016



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный
архитектурно-строительный университет», 2016



УДК 628.161.3(076.5)
ББК 38.761.104я73
Т384

Т384 **Технологические** схемы очистки питьевой воды. Расчет и компоновка реагентного хозяйства [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовых проектов / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. А. В. Приходченко, Д. И. Приходченко, Т. Ф. Рыльцева. — Электронные текстовые и графические данные (0,3 Мбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2016. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. — Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Излагаются сведения о применяемых реагентах в технологиях водоподготовки для питьевых целей. Рассматриваются вопросы аппаратурного оформления процессов приготовления и дозирования реагентов. Приводятся примеры компоновки реагентного хозяйства.

Для студентов всех форм обучения направления 08.03.01 (270800.62) «Строительство», профиль «Водоснабжение и водоотведение».

УДК 628.161.3(076.5)
ББК 38.761.104я73

План выпуска учеб.-метод. документ. 2016 г., поз. 43

Начальник РИО *М. Л. Песчаная*
Технический редактор *И. Б. Чижикова*

Минимальные систем. требования:
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0

Подписано в свет 29.08.2016.
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,2. Объем данных 0,3 Мбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»
Редакционно-издательский отдел
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1
<http://www.vgasu.ru>, info@vgasu.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ЕГО ОФОРМЛЕНИЕ	4
1.1. Общие положения	4
1.2. Порядок выполнения проекта	5
2. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ	5
2.1. Источники водоснабжения	5
2.2. Требования к качеству природных вод	6
2.3. Требования к качеству воды хозяйственно-питьевого назначения	6
2.4. Выбор методов обработки природных вод	7
2.5. Технологические схемы, применяемые при обработке воды	9
2.5.1. Безреагентный способ	9
2.5.2. Реагентный способ	10
2.6. Выбор технологической схемы очистки воды и состава сооружений	11
3. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕАГЕНТОВ	15
3.1. Коагулянты	15
3.2. Флокулянты	17
3.3. Подщелачивающие реагенты	19
4. РАСЧЕТ РЕАГЕНТНОГО ХОЗЯЙСТВА	21
4.1. Дозы реагентов	21
4.2. Подбор технологического оборудования	23
5. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ	27
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	30

ПРЕДИСЛОВИЕ

Качество воды в источниках водоснабжения часто не соответствует предъявляемым требованиям, поэтому возникает задача его улучшения. Улучшение качества природной воды для хозяйственно-питьевых нужд и технологических целей достигается различными специальными методами ее обработки (очистки). В целях улучшения качества питьевой воды и ее очистки в составе современных водопроводов возводятся специальные комплексы очистных сооружений, объединяемые в водоочистные станции. Водопроводные очистные сооружения предназначены для удаления загрязнений из природных вод перед подачей ее населению и промышленным предприятиям. Высокая эффективность работы очистной станции обеспечивается благодаря применению современных, экономически обоснованных технологических решений, что закладывается квалифицированным и грамотным проектированием, учитывающим опыт работы действующих сооружений, использованием простых и эффективных технических решений, найденных в процессе эксплуатации.

1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ЕГО ОФОРМЛЕНИЕ

1.1. Общие положения

Для выполнения курсового проекта каждому студенту выдается задание, содержащее сведения, необходимые при работе над проектом. В зависимости от конкретных условий руководитель курсового проектирования может вносить в задание дополнения и изменения.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и чертежей стандартного формата и включает в себя следующие разделы:

- определение полной производительности станции водоочистки с учетом собственных нужд;

- выбор состава очистных сооружений на основании показателей качества исходной воды и полезной производительности;

- определение необходимых доз реагентов и расчет реагентного хозяйства;

- расчет сооружений для очистки воды;

- компоновка станции водоочистки;

- составление высотной схемы и генерального плана очистной станции;

- расчет технико-экономических показателей.

Пояснительная записка выполняется на стандартных листах и должна содержать следующие разделы:

оглавление;
введение, где дается краткая характеристика источника водоснабжения;
расчетную часть, в которой производится выбор очистных сооружений и определение их параметров;
техничко-экономический расчет, состоящий из определения расходов на электроэнергию и реагенты;
список литературы.

Текстовый материал должен иметь краткую и четкую формулировку. Все расчеты сопровождаются простейшими эскизными схемами с нанесением на них определяемых размеров.

На первом листе вычерчиваются генплан площадки очистных сооружений и схема их высотного расположения. На втором листе располагается блок очистных сооружений в плане и разрезах.

1.2. Порядок выполнения проекта

Выполнение проекта производится в следующей последовательности:

1. Выбирается створ расположения водоприемных сооружений.
2. Выбирается технологическая схема обработки воды.
3. Выбирается состав очистных сооружений по возможным вариантам.
4. На основании технико-экономического сравнения вариантов принимается окончательный состав сооружений по обработке природной воды.
5. Рассчитывается реагентное хозяйство станции на основании принятых методов обработки воды и доз реагентов.
6. Рассчитываются очистные сооружения основного блока.
7. Выбирается способ промывки фильтровальных сооружений (промывные насосы или напорный бак) и проводится расчет.
8. Принимается метод дезинфекции воды, и выполняются необходимые расчеты по подбору оборудования и складов.
9. Просчитываются отметки уровней воды и подошв фундаментов сооружений для построения высотной схемы станции.
10. Выполняется графическая часть проекта.
11. Производится оформление расчетно-пояснительной записки.

2. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

2.1. Источники водоснабжения

Источниками природных вод могут быть поверхностные и подземные воды.

К поверхностным источниками принадлежат воды открытых водоемов: рек, озер, морей, каналов, водохранилищ и др. Состав поверхностных вод определяется климатическими и геоморфологическими факторами (рельеф,

форма, размер бассейна), почвенно-геологическими условиями (состояние почвы и пород), агро-и гидротехническими мероприятиями, развитием промышленности.

К подземным водам относят: верховодку, грунтовые, межпластовые, артезианские, трещинные и карстовые воды. Состав подземных вод определяется условиями их формирования.

2.2. Требования к качеству природных вод

Качество воды природных источников характеризуется физическими, химическими, бактериологическими и биологическими показателями.

К физическим показателям относятся: мутность, прозрачность, цветность, температура, запах, вкус и привкус, электропроводность.

К химическим показателям качества воды относят: общее количество растворенных веществ (сухой остаток), прокаленный остаток, рН, окисляемость, щелочность, жесткость, содержание газов, наличие азотных соединений, хлоридов, сульфатов, железа, марганца, калия, магния, микроэлементов, некоторых ядовитых и радиоактивных веществ.

Бактериологические (санитарные) показатели характеризуют бактериальную загрязненность воды, а также содержание в ней бактерий кишечной палочки. Биологические показатели определяются наличием водных организмов.

2.3. Требования к качеству воды хозяйственно-питьевого назначения

Хозяйственно-питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении, безвредной по химическому составу для организма человека, обладать хорошими органолептическими свойствами.

По микробиологическим показателям питьевая вода должна соответствовать следующим требованиям:

общее микробное число (число образующих колонии бактерий в 1 дм³ воды) — не более 50;

число бактерий группы кишечных палочек в 1 л воды (коли-индекс) не более 3.

Концентрации химических веществ, влияющих на токсикологические показатели воды, встречающихся в природных водах или добавляемых к воде в процессе ее обработки, не должны превышать (в мг/дм³):

Алюминий остаточный (Al_3^+) — 0,5.

Бериллий (Be^+) — 0,0002.

Молибден (Mo_2^+) — 0,25.

Мышьяк (As_3^+) — 0,05.

Нитраты (NO_3^-) — 45,0.

Полиакриламид остаточный — 2,0.

Свинец (Pb_2^+) — 0,03.

Селен (Se_2^+) — 0,001.

Стронций (Sr_2^+) — 7,0.

Фтор (F^-) для климатических районов:

для первого и второго — 1,5;

для третьего — 1,2;

для четвертого — 0,7.

Для водопроводов, подающих воду без специальной обработки по согласованию СЭС, допускается: сухой остаток — до 1500 мг/дм^3 , общая жесткость — до 10 град жесткости, железо — до 1 мг/дм^3 , марганец — до $0,5 \text{ мг/дм}^3$.

Концентрации химических веществ, влияющих на органолептические свойства воды, встречающихся в природных водах или добавляемых к воде в процессе ее обработки, не должны превышать (в мг/дм^3):

Водородный показатель (рН) — 6...9.

Железо (Fe_2^+ , Fe_3^+) — 0,3.

Жесткость общая (мг-экв/дм^3) — 7,0.

Марганец (Mn_2^+) — 0,1.

Медь (Cu_2^+) — 1,0.

Полифосфаты остаточные (PO_4^{3-}) — 3,5.

Сульфаты (SO_4^{2-}) — 500.

Сухой остаток — 1000.

Хлориды (Cl^-) — 350.

Цинк (Zn_2^+) — 5,0

2.4. Выбор методов обработки природных вод

В практике водоподготовки используются различные технологические приемы и методы улучшения качества воды. Выбор рациональной схемы обработки воды представляет определенные трудности из-за сложности состава природных вод, изменения состава воды водоема в результате деятельности человека, высоких требований к качеству очистки воды и т. д.

Характер обработки воды на водопроводных станциях зависит от качества воды источника водоснабжения. В табл. 1. приводятся основные способы химической обработки воды в зависимости от ее исходного качества.

Таблица 1

Основные способы химической обработки воды

Показатели качества воды	Способы химической обработки	Применяемые реагенты
Мутность, мг/дм^3	Коагулирование. Обработка флокулянтами	Коагулянты (ОХА, ПОХА и др). Флокулянты (ПАА, активная кремниевая кислота и др.)

Показатели качества воды	Способы химической обработки	Применяемые реагенты
Цветность, повышенное содержание органических веществ и планктона, град	Предварительное хлорирование, коагулирование. Обработка флокулянтами. Озонирование	Хлор. Коагулянты. Флокулянты. Озон
Низкая щелочность, затрудняющая коагулирование, мг-экв/дм ³	Подщелачивание	Известь. Сода
Привкусы и запахи, балл	Углевание. Предварительное хлорирование. Обработка перманганатом калия. Озонирование	Активный уголь. Жидкий хлор. Перманганат калия. Озон
Нестабильная вода с отрицательным индексом насыщения (коррозионная)	Подщелачивание. Фосфотирование.	Известь. Сода. Гексаметафосфат или триполифосфат натрия
Нестабильная вода с положительным индексом насыщения (коррозионная)	Подкисление. Фосфатирование	Кислоты (серная, соляная). Гексаметафосфат или триполифосфат натрия
Бактериальные загрязнения, КОЕ/мл	Хлорирование, озонирование	Хлор. Гипохлориты. Озон. Аммиак
Недостаток фтора (менее 0,5 мг/дм ³)	Фторирование	Фтористый или кремнефтористый натрий
Избыток фтора (более 1,5 мг/дм ³)	Обесфторивание	Сернокислый глинозем
Избыток железа, 1°Ж	Аэрация. Хлорирование. Подщелачивание. Коагулирование. Обработка перманганатом калия. Катионирование	Хлор. Известь. Сода. Коагулянты. Перманганат калия
Избыток солей жесткости, 1°Ж	Декарбонизация. Известково-содовое умягчение. Ионный обмен	Известь. Сода. Коагулянты (хлорное железо или железный купорос). Поваренная соль. Серная кислота
Содержание кремниевой кислоты выше нормы, мг-экв/дм ³	Коагулирование. Магнезиальное обескремнивание. Ионный обмен	Коагулянты. Каустический магнезит. Известь
Наличие сероводорода, мг/дм ³	Подкисление. Аэрация. Хлорирование. Коагулирование	Хлор. Коагулянты. Кислоты (H ₂ SO ₄ , HCl)
Избыточный растворенный кислород, мг/дм ³	Связывание кислорода восстановлением ионов серы (S ⁻² , S ⁺⁴)	Сульфит натрия. Сернистый газ

2.5. Технологические схемы, применяемые при обработке воды

Схема очистных сооружений водопровода представляет собой технологически связанный комплекс, работа которого решается на основании метода обработки воды и технико-экономических сравнений возможных вариантов.

По принципу перемещения масс воды в очистные сооружения различают самотечные и напорные системы. В самотечных системах поступающая на обработку вода протекает самотеком вследствие разницы гидростатических уровней как в различных частях сооружений, так и между отдельными сооружениями. В напорных системах используются сооружения закрытого типа, в которых вода циркулирует под давлением, создаваемым насосной станцией.

В практике водоочистки городских водопроводов наибольшее распространение получили схемы очистных сооружений с самотечным движением воды.

В зависимости от качества воды источника очистные сооружения водопроводов населенных мест осуществляют очистку воды по одноступенчатым или двухступенчатым схемам. Также их разделяют на безреагентные и реагентные способы очистки воды.

2.5.1. Безреагентный способ

Безреагентный способ осуществляется без добавления в обрабатываемую воду коагулянта. Этот способ применяется для станций с любой производительностью. Схемы водообработки в зависимости от качества исходной воды представлены в табл.2.

Таблица 2

Обработка воды без применения коагулянтов и флокулянтов

Степень очистки воды	Показатели исходной воды	Состав технологических установок	Степень очистки
Одноступенчатая	М < 50 мг/дм ³ Ц < 50 град рН = 6,5...9 Ж < 7 град Ж ЗП < 3 балл	Медленные фильтры с удалением песка при регенерации	50...55 % СанПин 2.4.1.1074.01
	М < 700 мг/дм ³ Ц < 50 град рН = 6,5...9 ЗП < 3 балл	Медленные фильтры с механическим рыхлением и гидросмывом	60...65 % СанПиН 2.4.1.1074.01
	М < 500 мг/дм ³ Ц > 50 град рН = 6,5...9 Ж _{общ} < 7 ммоль/дм ³ ЗП < 3 балл	Установка для одноступенчатого фильтрования. Водоочистная установка типа «Струя» в безреагентном варианте	70...75 % СанПиН 2.4.1.1074.01

Степень очистки воды	Показатели исходной воды	Состав технологических установок	Степень очистки
Двухступенчатая	$M < 500 \text{ мг/дм}^3$. Остальные показатели те же	Установка для двухступенчатого фильтрования	70...75 % СанПиН 2.4.1.1074.01
	$M < 2500 \text{ мг/дм}^3$. Остальные показатели те же	Тонкослойный отстойник. Мелкозернистый фильтр	80...85 % СанПиН 2.4.1.1074.01
Трехступенчатая	$M < 2500 \text{ мг/дм}^3$. Остальные показатели те же	1. Установка предварительного осветления: тонкослойный отстойник; акустический фильтр; гидроциклоны; горизонтальный отстойник. 2. Установка двухступенчатого фильтрования с фильтрами 1 и 2 ступени	90...95% СанПиН 2.4.1.1074.01
	$M < 2500 \text{ мг/дм}^3$. Остальные показатели те же	Акустический фильтр. Установка «Струя» в безреагентном варианте	80...85 % СанПиН 2.4.1.1074.01

Примечание. Ц — цветность; $J_{\text{общ}}$ — общая жесткость; ЗП — запах и привкус; М — мутность.

2.5.2. Реагентный способ

Наибольшая степень загрязнения воды обусловлена присутствием в ней различных нерастворимых примесей. Эта фракция должна быть удалена из воды. СанПиН допускает содержание в питьевой воде мутности не более 1.5 мг/дм^3 . Для выделения нерастворимых примесей из воды могут быть применены различные методы, основанные на двух различных принципах:

1. Непосредственное использование гравитационных сил путем прямой седиментации.

2. Процеживание или фильтрование.

В естественных условиях процесс осаждения частиц различных материалов и организмов может быть затянувшимся. В табл. 3 приводится время осаждения частиц различной природы и крупности.

Характеристика осаждения

Диаметр частиц, мм	Название частиц	Скорость осаждения, мм/с	Время осаждения частиц на глубину 1 м
1	Крупный песок	100	10 с
0,1	Мелкий песок	8	2 мин
0,01	Ил	0,154	2 ч
0,001	Глина, бактерия	0,00154	7...8 сут.
0,0001	Мелкая глина	0,0000154	2 года
0,00001	Коллоидная частица	0,00000015	20 лет

Естественная скорость осаждения коллоидных частиц очень мала, хотя, в тоже время, именно эта взвесь составляет большую часть примесей и обуславливает мутность воды. Требуется изменить условия осаждения таким образом, чтобы частицы могли коагисцировать между собой с образованием больших агломератов, которые легко удалить.

Чтобы осуществить осаждение коллоидных суспензий с достаточной скоростью, необходимо вызвать агломерацию коллоидных примесей с образованием относительно крупных частиц. Такое изменение суспензии может быть результатом двух процессов:

дестабилизации, которая достигается обычно добавлением химических реагентов, снимающих действие сил отталкивания; агломерации коллоидов.

В практике обработки воды термин «коагуляция» принято относить к процессам дестабилизации, а термин «флокуляция» — к агломерации нейтральных коллоидных растворов.

2.6. Выбор технологической схемы очистки воды и состава сооружений

Сравнивая качество воды природных источников (задание студенту) с требованиями потребителя, выбирают методы обработки воды. При подготовке питьевой воды, если забор ее производится из открытых водоемов, применяют следующие основные технологические операции: осветление-удаление взвешенных веществ; обесцвечивание — устранение веществ, обуславливающих цветность воды; обеззараживание — уничтожение содержащихся в воде бактерий.

Сооружения для коагулирования и осветления воды одновременно осуществляют обесцвечивание воды. Хлорирование воды производится дважды: перед смесителем (первичное хлорирование) и после фильтров (вторичное хлорирование).

Состав основных сооружений водоочистой станции для осветления и обесцвечивания выбирается в зависимости от качества исходной воды, а также производительности станции и местных условий (табл. 4) (рис. 1—4).

Таблица 4

Характеристика технологических схем

Наименование	Качество исходной воды		Производительность, м ³ /сут.
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Цветность, град	
Обработка воды с применением коагулянтов и флокулянтов			
1. Скорые фильтры (одноступенчатое фильтрование): напорные фильтры открытые фильтры	До 30 До 20	До 50 До 50	До 5000 До 50000
2. Вертикальные отстойники — скорые фильтры	До 1500	До 120	До 5000
3. Горизонтальные отстойники — скорые фильтры	До 1500	До 120	Св. 30000
4. Контактные пре-фильтры — скорые фильтры (двухступенчатое фильтрование)	До 300	До 120	Любая
5. Осветлители со взвешенным осадком — скорые фильтры	Не менее 50 до 1500	До 120	Св. 5000
6. Две ступени отстойников — скорые фильтры	Более 1500	До 120	Любая
7. Контактные осветлители	До 120	До 120	Любая
8. Горизонтальные отстойники и осветлители со взвешенным осадком для частичного осветления воды	До 1500	До 120	Любая
9. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	До 80	До 120	Любая
10. Радиальные отстойники для предварительного осветления высокомутных вод	Свыше 1500	До 120	Любая

Наименование	Качество исходной воды		Производительность, м ³ /сут.
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Цветность, град	
11. Трубчатый отстойник и напорный фильтр заводского изготовления (типа «Струя»)	До 1000	До 120	До 800
Обработка воды без применения коагулянтов и флокулянтов			
12. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	До 150	До 120	Любая
13. Радиальные отстойники для частичного осветления воды	Более 1500	До 120	Любая
14. Медленные фильтры с механической или гидравлической регенерацией песка	До 1500	До 50	Любая

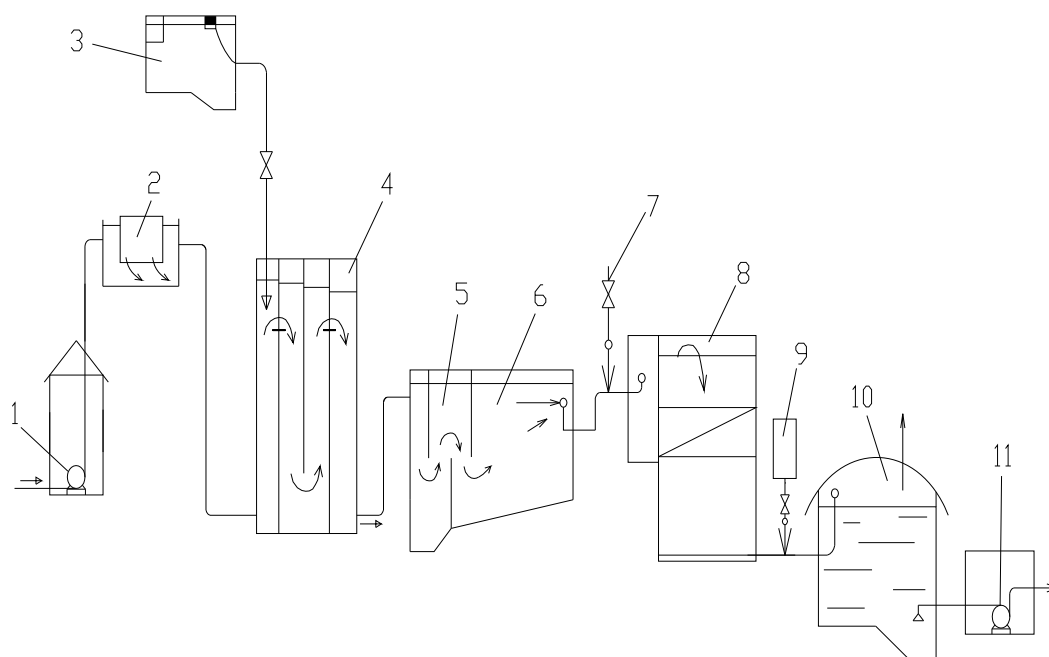


Рис. 1. Технологическая схема с горизонтальными отстойниками и скорыми фильтрами:
 1 — насосная станция I подъема; 2 — барабанные сетки (вариант); 3 — реагентное хозяйство;
 4 — перегородчатый (вариант) смеситель; 5 — вихревая камера хлопьеобразования; 6 — горизонтальный отстойник; 7 — ввод реагентов для дезодорации, фторирования или интенсификации процессов фильтрования; 8 — скорый фильтр; 9 — установка для обеззараживания воды;
 10 — резервуар чистой воды; 11 — насосная станция II подъема

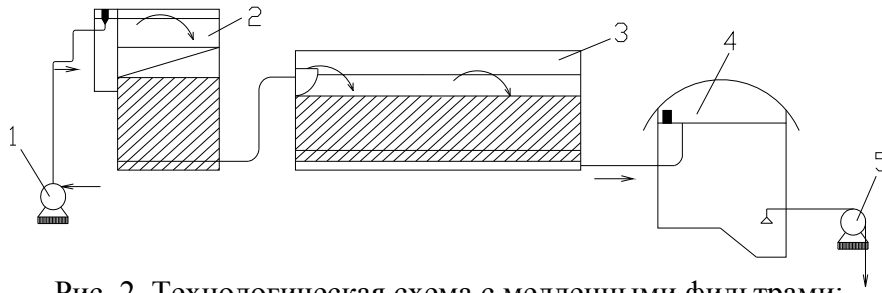


Рис. 2. Технологическая схема с медленными фильтрами:
 1 — насосная станция I подъема; 2 — предварительный скорый фильтр;
 3 — медленный фильтр; 4 — резервуар чистой воды; 5 — насосная станция II подъема

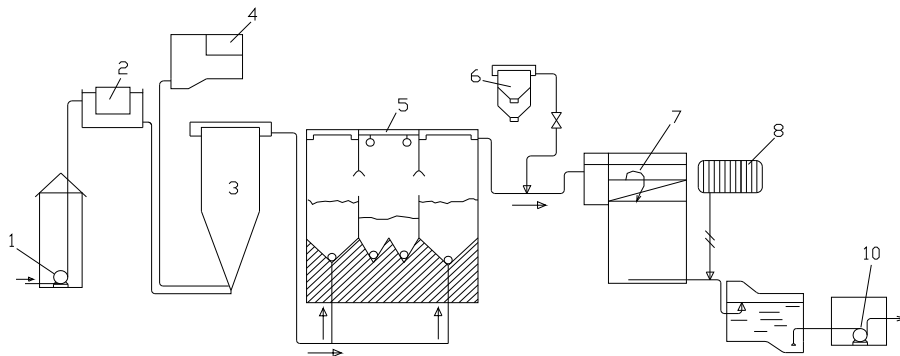


Рис. 3. Технологическая схема с осветлителем со слоем взвешенного осадка:
 1 — насосная станция I подъема; 2 — барабанные сетки (вариант); 3 — вертикальный смеситель;
 4 — реагентное хозяйство; 5 — осветлитель с взвешенным осадком; 6 — установка для дезодорации,
 фторирования или интенсификации процесса фильтрования; 7 — скорый фильтр;
 8 — установка для обеззараживания воды; 9 — резервуар чистой воды;
 10 — насосная станция II подъема

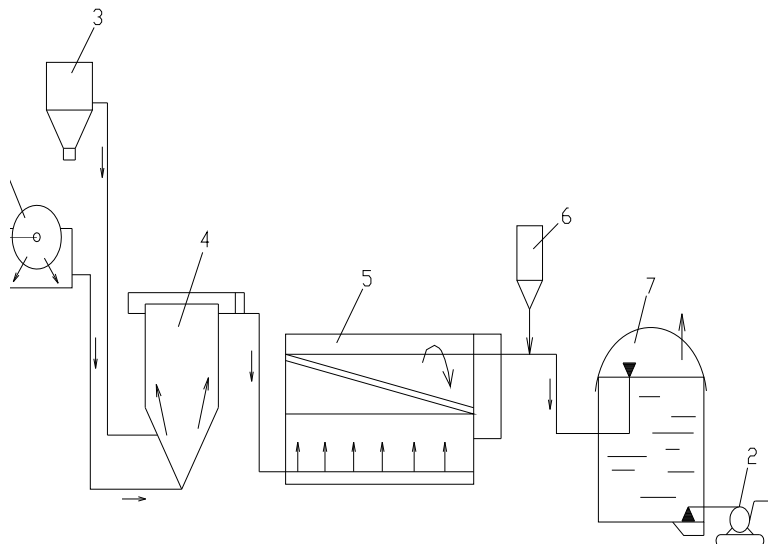


Рис. 4. Технологическая схема с контактными осветлителями и микрофильтрами:
 1 — микрофильтр; 2 — насосная станция II подъема; 3 — реагентное хозяйство;
 4 — вертикальный смеситель; 5 — контактный осветлитель; 6 — установка для фильтрования
 и обеззараживания воды; 7 — резервуар чистой воды

3. НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ РЕАГЕНТОВ

3.1. Коагулянты

Систематическое использование неорганических коагулянтов известно с конца 19 века. Были установлены законы, управляющие действием процесса коагуляции. Установлено, что процесс протекает в соответствии с рядом закономерностей: чем выше валентность металла, тем более эффективно коагулирующее действие. Этим объясняется причина применения трехвалентных солей железа для коагуляции на многих очистных системах коагуляционной обработки воды. Однако эти коагулянты имеют ряд недостатков:

гидролизуясь, вызывают нежелательные изменения физико-химических характеристик обрабатываемой воды: pH, удельной проводимости;

использование больших концентраций коагулянта ведет к образованию избыточных количеств осадка;

не всегда образуется осадок, обладающий характеристиками, необходимыми для его эффективного осаждения.

Применяют коагулянты как неорганические, так и органические. Наиболее часто в качестве коагулянтов используют соли железа и алюминия (табл. 5). Коагулирующее действие этих веществ начинается вслед за их растворением, но не приводит сразу к образованию гидроксидов, и, образуя промежуточные соединения — гидроксиалюминиевые комплексы, обуславливает изменения, необходимые для нейтрализации коллоидов, а также инициирования процесса флокуляции.

Таблица 5

Характеристика очищенного сернокислого алюминия

Определяемый показатель	Нормы для сорта		
	высший	1	2
Содержание, %			
H ₂ SO ₄ свободной, не более	0	0,05	0,1
Fe (в пересчете на Fe ₂ O ₃), не более	0,002	0,04	0,7
As (в пересчете на As ₂ O ₃), не более	0,001	0,003	0,003
Нерастворимого в воде остатка, не более	0,3	0,5	0,7

Весь продукт поступает в закрытых железнодорожных вагонах.

Оксихлорид алюминия Al₂(OH)₅Cl₆H₂O используется в качестве коагулянта. В твердом виде — зеленоватые кристаллы с содержанием основного вещества 40...44 % по Al₂O₃. Поставляется в виде 35%-го раствора. Растворы имеют кислую реакцию.

Полиоксихлорид алюминия (массовая доля алюминия 30 %) используется для очистки и кондиционирования питьевой воды

Алюминия оксид активированный гранулированный Al₂O₃ применяется для обесфторивания воды, поставляется в виде гранул размерами 1...5 мм в полиэтиленовых мешках.

Неочищенный сернокислый алюминий выпускают двух сортов — А и Б. Качество продукта определяется показателями, приведенными в табл. 6.

Таблица 6

Характеристика неочищенного сернокислого алюминия

Определяемый показатель, содержание, %	Нормы для сорта	
	А	Б
Al ₂ O ₃ не менее	9,5	9,5
H ₂ SO ₄ свободной не более	2,0	3,0
Fe (в пересчете на Fe ₂ O ₃), не более	0,5	0,9
As (в пересчете на As ₂ O ₃), не более	0,003	0,003
Нерастворимого в воде остатка по отношению к оксиду алюминия, не более	2,2	2,7

При обработке маломутных вод наличие в неочищенном коагулянте нерастворимых примесей улучшает процесс хлопьеобразования. Сернокислый алюминий чувствителен к изменениям температуры. При низких температурах воды возрастает гидратация гидроокиси алюминия. Золь гидроокиси алюминия стабилизируется и плохо коагулируется ионами HCO₃⁻, SO₄²⁻. Повышение устойчивости золя сильно влияет на скорость хлопьеобразования (замедление) и остаточный алюминий попадает в очищенную воду, а гидроокись алюминия осаждается в трубах.

Сульфат закиси железа FeSO₄·7H₂O — это кристаллы зеленоватоголубого цвета. Продукт выпускается двух сортов с качественным составом, приведенным в табл. 7.

Таблица 7

Характеристика сульфата закиси железа

Определяемый показатель, содержание, %	Нормы для сорта	
	1	2
FeSO ₄ , не менее	53,0	47,0
H ₂ SO ₄ свободной, не более	0,3	1,0
Нерастворимого остатка, не более	0,2	1,0

Скорость осаждения хлопьев гидроксида железа в 1,5 раза больше скорости осаждения хлопьев гидроксида алюминия. Процесс окисления происходит достаточно быстро только при рН воды свыше 8. Это вызывает необходимость в частом подщелачивании воды.

Сульфат железа Fe₂(SO₄)₃·7H₂O — это кусковой продукт, получаемый как отходы различных химических производств. Качество коагулянта определяется показателями, приведенными в табл. 8

Таблица 8

Характеристика сульфата железа

Определяемый показатель, содержание, %	Норма для сорта
Fe ₂ O ₃ , не менее	-20
H ₂ SO ₄ свободной, не более	-0,7
Fe ₂ в пересчете на FeO, не более	-1,5

Поступает реагент в железнодорожных вагонах или автомашинах.

Хлорное железо FeCl_3 — кристаллы фиолетового цвета с темно-зеленым оттенком, гидроскопичные. Получают вещество хлорированием железного лома при температуре $600 \dots 700$ °С. Выпускается продукт двух сортов, качество определяется показателями, представленными в табл. 9

Таблица 9

Характеристика хлорного железа

Определяемый показатель, содержание, %	Нормы для сортов	
	1	2
FeCl_3 , не менее	97	95
FeCl_2 , не более	1	2
Нерастворимых в воде примесей, не более	2	Не нормируется

Использование хлорного железа дает наиболее высокие результаты при совместном применении его с сернокислым алюминием и известью. Поступает в стальных барабанах с толщиной стенок $1 \dots 3$ мм, емкостью $75 \dots 100$ л, защищенной внутренней и наружной покрытиями.

3.2. Флокулянты

Если при введении коагулянта в воду начинается образование хлопьев, то их объем, массу, способность к слипанию можно увеличить тремя способами:

1. Контактom обрабатываемой воды с уже образовавшимся осадком при рециркуляции осадка, пропуская воду через взвешенный слой осадка.

2. Медленным и равномерным перемешиванием раствора для повышения вероятности контакта нейтрализованных коллоидных частиц с хлопьями.

3. Применением флокулянтов. Флокулянты используют для эффективности процессов коагуляции, фильтрования. Они могут ускорить флокуляцию хлопьев (плотность, адгезионные свойства).

Флокулянты могут быть по составу неорганическими или органическими, а по способу получения — синтетическими или природными. По электрическому заряду — анионными, катионными, неионогенными.

Активная кремниевая кислота относится к неорганическим флокулянтам и готовится на месте потребления перед ее использованием. Исходным сырьем являются жидкое стекло и активаторы — кислоты, кислые основные соли.

Полиакриламид (ПАА) — белое аморфное вещество. Готовится полимеризацией $4 \dots 9$ % водных растворов акриламида в окислительно-восстановительной среде в присутствии специальных инициаторов. Выделение полимера из водных растворов производят метанолом, этанолом, ацетоном. В нейтральной, слабокислой, слабощелочной средах проявляет себя как неионогенный полимер. ПАА применяется в виде раствора с концентрацией полимера $0,1 \dots 1$ %.

Приготовление раствора из технического полиакриламида надлежит производить в баках с механическими лопастными мешалками.

Продолжительность приготовления раствора из ПАА геля 25...40 мин, из ПАА сухого — 2 ч. Для ускорения приготовления раствора ПАА используют горячую воду с температурой не выше 50 °С.

Технический ПАА — желеобразная масса, образующая с водой гомогенные растворы. Изготавливают два сорта ПАА — известковый и аммиачный. Первый содержит 6 % полимера и не более 0,5% кальция, второй — 4...6 % полимера и не более 13% сульфата аммония.

Технический ПАА относится к анионным флокулянтам. Флокулянты следует вводить в воду после коагулянта. При очистке высокомутных вод допускается ввод флокулянтов и коагулянтов с разрывом во времени до 2...3 мин, в зависимости от качества обрабатываемой воды.

Флокулянт может вводиться перед отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком, перед префильтрами.

Для интенсификации процесса осветления мутных вод применяют флокулянты серии К (К-4, К-6). Эти полуфункциональные полимеры амфотерного типа, содержащие в молекуле карбоксильные, карбоксилатные, амидные и имидные группы.

Дозы принимаются от 0,5 до 2 мг/дм³. Выпускается в виде 10..16%-ной вязкой, густой пасты, хорошо растворимой в воде при температуре 10...16 °С с образованием щелочных растворов.

Применяют также синтезированные флокулянты катионного типа ВА-2, ВА-3, ВА-2Т, ВА-3М, ВА-102, ВА-212. Эти флокулянты используются как самостоятельно действующие органические коагулянты. Применяемые дозы летом — до 3 мг/дм³, в паводок — 0,75...1.5 мг/дм³. Их целесообразно применять при осветлении мутных вод. При очистке цветных вод они малоэффективны (табл. 10).

Таблица 10

Основные характеристики флокулянтов

Флокулянт	Тип флокулянта	Товарный вид	Содержание ионогенных групп, %	Обменная емкость, мг-экв/г	Заряд, мв
Полимеры акриламида серии АК 636: К 1020 К 555 К 580	Слабокатионный	Порошок	18...22	1,44	+79
	Сильнокатионный		50...55	3,4	
	Сильнокатионный		75...80	4,0	+46
Полимеры акриламида серии АК 631: А 930 А 1510 Н 150	Среднеанионный	Порошок	20...30		-59
	Слабоанионный	Порошок	5...10		-32
	Неионный	Порошок	3		-25
Флокатор 100 Флокатор 200 Флокатор 109	Сильнокатионный	Гель 50 %	100	4.1	+79
					+59
					+118
ВПК 101 ВПК 402	Сильнокатионный	Жидкость 25 %	100	4,5	+37
					+50
Полиакриламид	слабоанионный	Гель 8 %	6...8		

3.3. Подщелачивающие реагенты

По нормам остаточная щелочность воды должна быть не ниже 1 ммоль/дм³. Если щелочность природной воды недостаточна для успешного протекания гидролиза коагулянта, ее подщелачивают различными реагентами. При этом поддержание pH > 6,5 существенно не только для снижения коррозионных свойств очищенной воды, но и для уменьшения остаточного содержания в ней алюминия и железа (табл. 11).

Для подщелачивания и стабилизации воды следует применять известь. На станциях в качестве реагента используется негашеная известь CaO, гидратная известь, известковое тесто (рис. 5—8).

Таблица 11

Реагенты, применяемые при водоподготовке

Реагенты	Химическая формула	ГОСТы и нормативные документы	Насыпная масса, т/м ³	Назначение при обработке воды
Алюминий сернокислый технический очищенный (сульфат алюминия)	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O Al ₂ (SO ₄) ₃ ·14H ₂ O	ГОСТ 12966—85	1,1...1,4	Коагуляция примесей воды при осветлении и обесцвечивании воды
Алюминий сернокислый технический неочищенный	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	То же	1,1...1,4	То же
Хлорное железо (хлорид железа (III))	FeCl ₃	—	1,5	То же, целесообразно при низких температурах воды
Сернокислое окисное железо (сульфат железа (III), гидрат)	Fe ₂ (SO ₄) ₃ ·9H ₂ O	ВТУУХКП 52—80	0,96	То же
Железный купорос технический (сульфат железа (II), гидрат)	Fe ₂ SO ₄ ·7H ₂ O	—	1,15	То же, применяется при известковом и известково-содовом умягчении воды
Стекло натриево жидкое (метасиликат натрия технический)	Na ₂ SiO ₃	ГОСТ13078—81*	1,43...1,55	После активации в качестве флокулянта
Полиакриламид технический	Сополимер амида и солей акриловой кислоты	СТУ 120221—84 ВТУ 70401—86	—	Флокуляция для интенсификации процесса хлопьеобразования
Хлор жидкий	Cl ₂	ГОСТ 6718—88*	1,41	Хлорирование воды для обеззараживания и интенсификации процессов ее осветления и обесцвечивания
Хлорная известь	CaOCl ₂	ГОСТ 1692—85	1,2	Хлорирование воды для обеззараживания и интенсификации процессов ее осветления и обесцвечивания

Реагенты	Химическая формула	ГОСТы и нормативные документы	Насыпная масса, т/м ³	Назначение при обработке воды
Гипохлорит натрия	NaClO	ГОСТ 11086—86*	Раствор	То же
Уголь активный марки: ОУ, сухой БАУ (древесный)		ГОСТ 4453—84* ГОСТ 6217—84*	0,22 0,22	Устранение привкусов и запахов, придаваемых воде органическими веществами
Марганцовокислый калий технический (перманганат калия)	KMnO ₄		136	Устранение привкусов и запахов воды

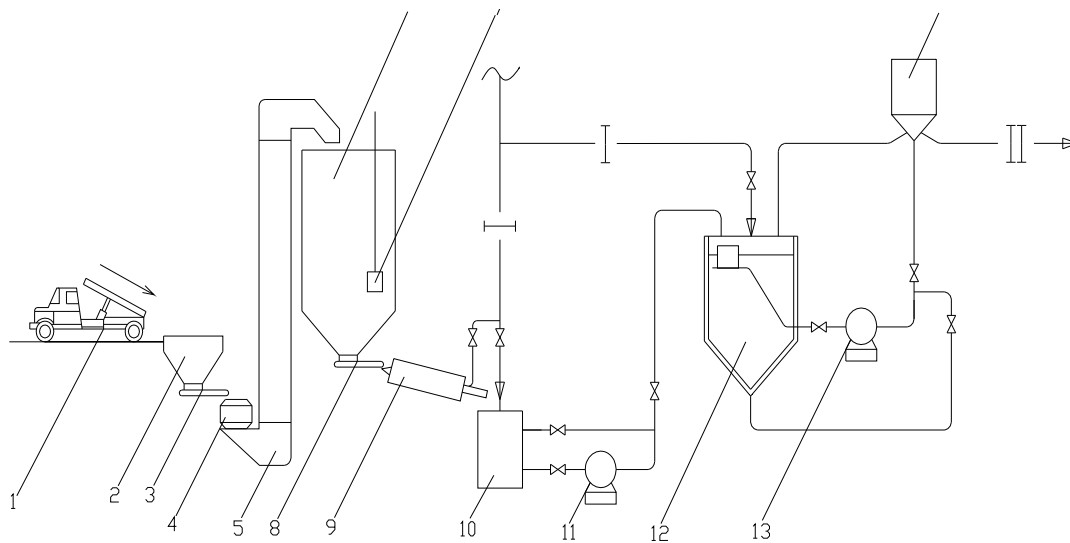


Рис. 5. Схема известкового хозяйства с поступлением комовой негашеной извести:
 1 — автосамосвал; 2 — бункер; 3 — питатель; 4 — дробилка; 5 — элеватор;
 6 — бункер-хранилище; 7 — вибратор; 8 — питатель; 9 — известегасилка;
 10 — промежуточный бак; 11 — насосы; 12 — бак с гидравлическим перемешиванием;
 13 — дозатор

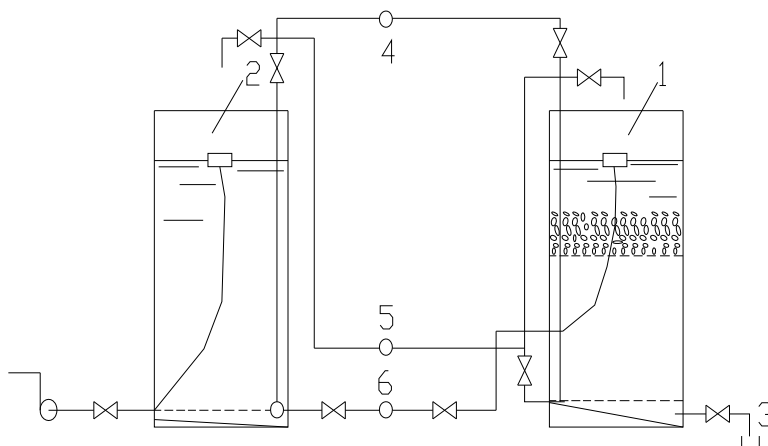


Рис. 6. Организация коагулянтного хозяйства при мокром хранении коагулянта:
 1 — растворный бак-хранилище; 2 — расходный бак; 3 — канализационные лотки;
 4 — воздухопровод; 5 — водопровод; 6 — трубопровод перепуска раствора в расходный бак

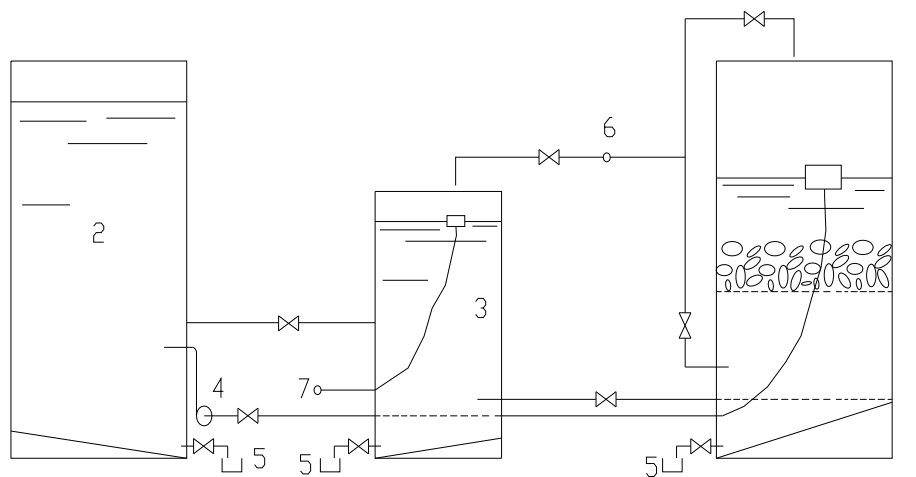


Рис. 7. Организация коагулянтного хозяйства при мокром хранении коагулянта: 1 — растворный бак; 2 — резервуар-хранилище; 3 — расходный бак; 4 — насос перекачки коагулянта из растворных баков в резервуары-хранилища; 5 — канализационные лотки; 6 — водопровод; 7 — трубопровод к насосам-дозаторам

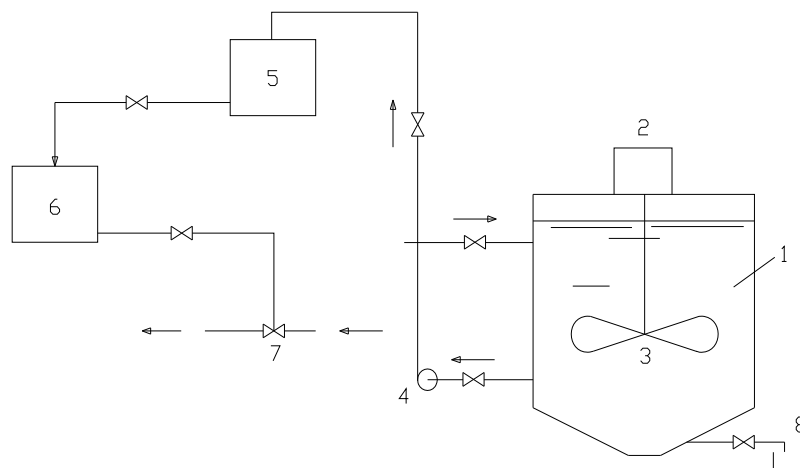


Рис. 8. Приготовление и дозирование полиакриламида: 1 — растворный бак; 2, 3 — механическая мешалка; 4 — циркуляционный насос; 5 — расходный бак; 6 — дозатор; 7 — эжектор; 8 — сброс осадка в канализацию

4. РАСЧЕТ РЕАГЕНТНОГО ХОЗЯЙСТВА

4.1. Дозы реагентов

Для устранения повышенной цветности и мутности природных вод производят обработку их коагулянтами. Дозу коагулянта, мг/дм³, считая на безводное вещество, при обработке мутных вод следует принимать по табл. 11, а при обработке цветных вод определять по формуле

$$Д = 4\sqrt{Ц}, \quad (1)$$

где Ц — цветность исходной вод в градусах платиновокобальтовой шкалы.

При одновременном наличии взвешенных веществ и цветности принимается большая из доз, определенных по табл. 12 или по формуле (1).

Для определения дозы коагулянта на водопроводной станции необходимо проведение пробного коагулирования с учетом действия окислителя

Таблица 12

Выбор дозы коагулянта по мутности

Мутность воды, мг/дм ³	Доза безводного коагулянта для обработки мутных вод, мг/дм ³
До 100	25...30
От 100 до 200	30...40
От 200 до 400	35...45
От 400 до 600	45...50
От 600 до 800	50...60
От 800 до 1000	60...70
От 1000 до 1500	70...80

При применении контактных осветлителей или контактных фильтров эта доза может быть уменьшена на 10...15%. При коагулировании воды алюминатом натрия его доза составляет 1/10...1/20 от дозы сернокислого алюминия.

Для улучшения процесса хлопьеобразования при недостаточной щелочности исходной воды одновременно с применением коагулянтов проводят подщелачивание воды.

Дозу подщелачивающего реагента, мг/дм³, определяют по формуле

$$D_{щ} = K_{щ} \left(\frac{D_k}{P_k} - \text{Щ}_0 \right) + 1,$$

где D_k — максимальная, в период подщелачивания, доза безводного коагулянта, мг/дм³; P_k — эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/мг-экв, принимают согласно СНИП 2.04.02—84*; $K_{щ}$ — коэффициент, равный для извести (по CaO) — 28, для соды (Na₂CO₃) — 53; Щ_0 — минимальная щелочность исходной воды, моль/дм³.

Подщелачивающие реагенты вводят одновременно с вводом коагулянтов. Если по расчету величина $D_{щ}$ получается отрицательной, то подщелачивание не требуется.

Одним из вспомогательных средств, улучшающих осветление и обесцвечивание воды, является использование флокулянтов: полиакриламида (ПАА) для мутных вод и активированной кремнекислоты (АК) для цветных маломутных вод.

Дозу флокулянтов следует принимать по таблице 13:

1. ПАА по безводному продукту: при вводе перед отстойниками или осветлителями со слоем взвешенного осадка по таблице 13, при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,05...0,1 мг/дм³; при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при двухступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 0,2...0,6 мг/дм³.

Рекомендуемые дозы ПАА

Мутность воды, мг/дм ³	Цветность воды, град	Доза безводного ПАА, мг/дм ³
До 10	Свыше 50	0,1...0,5
От 10 до 100	30...100	0,3...0,6
От 100 до 500	20...60	0,2...0,5
От 500 до 1500	—	0,2...1

2. Активной кремнекислоты (по SiO₂): при вводе перед отстойниками или осветлителями со слоем взвешенного осадка для воды с температурой:

более 5...7 °С — 2...3 мг/дм³;

менее 5...7 °С — 3...5 мг/дм³.

При вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,2...0,5 мг/дм³; при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 1...3 мг/дм³

В случае образования хлорфенольных запахов за 2...3 мин до первичного хлорирования, в воду иногда вводится раствор аммиака (преаммонизация воды). Количество аммиака составляет 20...25 % от дозы хлора.

Для хлорсодержащих реагентов (по активному хлору) принимается: для обеззараживания воды поверхностных источников после ее очистки — до 2...3 мг/дм³, подземных источников — 0,7...1 мг/дм³. При большом содержании органических веществ в исходной воде для улучшения процессов коагуляции и обесцвечивания иногда производится предварительное ее хлорирование с дозой хлора более 3 мг/дм³.

Дозы порошкового активированного угля или перманганата калия, используемых для удаления привкусов и запахов из воды, определяются по результатам технологических исследований.

Суточный расход реагентов, кг, подсчитывается по формуле

$$C_{\text{сут}} = \frac{DQ_{\text{сут}} \cdot 100}{1000\rho},$$

где D — доза реагента, мг/дм³; $Q_{\text{сут}}$ — полная производительность станции, м³/сут. (для суток с максимальным водопотреблением); ρ — содержание активного вещества в реагенте, %.

4.2. Подбор технологического оборудования

На складах должен храниться запас реагента на срок до 30 суток (в зависимости от полной производительности станции). Расчетный запас реагентов (доставляемых навалом) округляется до единиц, кратных грузоподъемности транспортных средств (вагоны — 60 т, автосамосвал — 4 т), а для реагентов, доставляемых в таре, — кратным весу одной упаковки.

Годовой расход реагентов $C_{\text{год}}$, т, определяется по формуле

$$C_{\text{год}} = \frac{D_{\text{ср}} Q_{\text{сут.ср}} \cdot 365 \cdot 100}{1 \cdot 10^6 \rho},$$

где $D_{\text{ср}}$ — средняя для разных периодов года доза реагента, мг/дм³; $Q_{\text{сут.ср}}$ — полная производительность станции, м³/сут. (для суток со средним водопотреблением); ρ — содержание безводного продукта в коагулянте, %.

Поставки и хранение реагентов на водопроводной станции производятся в сухом и жидком состоянии, а их дозирование в воду — в виде растворов, суспензий или сухого порошка.

Схема приготовления коагулянта при сухом хранении целесообразна при расходе коагулянта до 5...6 т/сут. Транспортирование коагулянта по складу и загрузка в растворные баки осуществляется с помощью кран-балки и подвесного грейфера емкостью до 0,5 м³ с помощью дистанционного пульта

Склад коагулянта находится в неотапливаемом помещении. Высота склада должна позволять производить беспрепятственную выгрузку коагулянта и его транспортирование по складу.

Площадь складов, м², рассчитывается на хранение 30-дневного запаса, считая по периоду максимальной потребности реагента:

$$F_{\text{скл}} = 1,15 \frac{Q_{\text{сут}} D T}{10000 \rho \gamma_0 h},$$

где $Q_{\text{сут}}$ — полная производительность очистной станции, м³/сут.; D — доза реагента, г/м³; T — продолжительность хранения реагента, сут.; ρ — содержание активного вещества в реагенте, %; γ_0 — объемная насыпная масса реагента, т/м³; h — допустимая высота складирования (1,5...2,5 м).

Расходные баки находятся в отапливаемом помещении, отделяемом от склада капитальной перегородкой. Над этим помещением находятся помещения для хранения других реагентов. Из растворных баков раствор коагулянта концентрацией 10...15 % переходят в расходные баки, где разбавляются до рабочей концентрации (4...10 %). Для перемешивания раствора в нижнюю часть баков через дырчатую систему труб подается воздух. Из расходных баков раствор коагулянта подается в смеситель насосом-дозатором. Количество расходных баков принимаем 3 шт., растворных — 2 шт. Насосов должно быть не менее двух.

Схема хранения коагулянта в мокром виде представлена на рис. 7.

Коагулянт доставляется автотранспортом и загружается в растворные баки-хранилища, где растворяется и хранится концентрированный раствор (15...20 %). Емкость баков-хранилищ рассчитывается на 30-суточный расход реагента. Количество баков должно быть не менее 3 шт.

После этого производится отстаивание коагулянта. Осадок собирается в нижней части баков и сбрасывается в канализационный лоток. Из верхней отстойной части баков-хранилищ раствор коагулянта забирается насосом с помощью поплавка и перекачивается в расходные баки, где готовится рабочий раствор.

Для растворения и перемешивания коагулянта в баках предусматривается подвод воздуха от воздуходувок. Обычно применяют водокольцевые насосы-воздуходувки типа ВК. Производительность воздуходувок, м³/мин, определяется по формуле

$$Q_{\text{в}} = \sum (i_i \cdot F_i) \frac{60}{1000},$$

где i_i — интенсивность подачи воздуха в баки с реагентами, л/с·м²; F_i — площадь в плане баков с реагентами.

Интенсивность подачи воздуха для перемешивания растворов в баках принимается:

- для растворных баков коагулянта — 8...10, л/с·м²;
- для расходных баков коагулянта — 3...5, л/с·м²;
- для перемешивания известкового молока и других реагентов — 8...10 л/с·м².

Характеристика водокольцевых воздуходувок представлена в табл. 14.

Таблица 14

Характеристика воздуходувок ВК

Марка воздуходувки	Производительность воздуходувки, м ³ /мин	Габариты с электродвигателем, мм			Мощность электродвигателя, кВт
		Длина	Ширина	Высота	
ВК-1.5	1,4	660	562	850	4
ВК-3	3,1	1225	527	990	7,5
ВК-6	5,7	1500	580	1370	18,5
ВК-12	10,4	1840	780	1750	22,0

Производительность насосов для перекачки готовых растворов, м³/ч, определяется по формуле

$$Q = \frac{W}{n},$$

где W — объем расходного бака; n — число часов, на которое приготовлен раствор в этом баке.

Объем расходного бака, м³, определяется следующим образом:

$$W = \frac{W_p n b_p}{24 T b},$$

где W_p — объем растворных баков; n — число часов, затрачиваемое на цикл приготовления реагента (принимается от 10 до 24 ч); b_p — концентрация раствора в растворном баке, %; T — время хранения реагента на станции в сутках, не менее 30; b — концентрация раствора в расходном баке, %.

Объем растворных баков, м³, определяется по формуле

$$W_p = \frac{Q_{\text{сут}} TD_k}{10000 b_p \gamma},$$

где $Q_{\text{сут}}$ — производительность станции очистки, м³/сут.; γ — объемная масса раствора реагента (принимаем 1 т/м³).

Если насос используется для перемешивания реагента, то при расчете производительности насоса, м³/ч, необходимо учесть дополнительный расход на перемешивание:

$$Q_n = 3,6 F S v_{\text{восх}},$$

где F — площадь в плане баков с реагентом, м²; $v_{\text{восх}}$ — скорость восходящего потока в баке реагента, мм/с, при перемешивании известкового молока принимаем 5 мм/с.

Напор насосов, м вод. ст., определяется по формуле

$$H = \Delta z + \sum h_w + 1,$$

где Δz — высота подъема реагента; $\sum h_w$ — потери напора в трубопроводах, принимаем 2...3 м вод. ст; 1 — свободный напор, м.

Насосов должно быть не менее двух (один рабочий, один резервный). Для перекачки и дозирования реагентов применяют плунжерные насосы-дозаторы марки НД, предназначенные для перекачки чистых жидкостей и неабразивных суспензий с концентрацией твердой фазы до 10 % по массе (табл. 15).

Таблица 15

Основные параметры насосов-дозаторов

Марка	Габариты, мм			Масса с электродвигателем серии ВАО, кг
	длина	ширина	высота	
НД10/1000	445	215	465	42
НД-16/2300	450	215	465	43
НД-25/4000	470	215	465	44
НД 40/2500	475	215	465	45
НД 63/1600	475	280	677	46
НД 100/100	475	215	465	48
НД 160/250	648	273	622	78
НД 400/160	803	280	677	110
НД 630/100	803	280	677	120
НД 1000/10	840	302	726	150
НД 1600/10	965	350	840	239
НД 2500/10	970	350	840	245

Примечание. Первая цифра в марке насоса означает подачу в л/час, вторая — давление в атм. Для перекачки известкового молока применяют эти же насосы марки НД.

При производительности станции более 50 000 м³/сут. применяется схема с хранением концентрированного раствора коагулянта в специальных резервуарах, располагаемых обычно в здании или вне его.

После растворения в растворных баках коагулянт перекачивается кислотостойкими насосами в баки-хранилища, а в растворные баки загружается новая партия коагулянта. Емкость баков-хранилищ рассчитывается на весь срок хранения. Из баков-хранилищ 15...20 % раствор коагулянта насосами или самотеком подается в расходные баки, а затем в смеситель.

Количество расходных баков должно быть не менее двух, растворных баков не менее четырех.

5. КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ СТАНЦИЙ ОЧИСТКИ

Выбор строительных площадок под очистные водопроводные сооружения должен производиться с учетом:

возможности организации зон санитарной охраны, предусмотренных соответствующими СанПиН;

обеспеченности максимально-возможного самотечного движения воды от входных сооружений до резервуаров чистой воды или с минимальным числом станций и отдельных насосов подкачки;

предотвращения строительства заглубленных сооружений при относительно высоком уровне грунтовых вод в районе строительства;

решения выпуска промышленных сточных вод после их очистки и повторного использования в соответствии с требованиями органов охраны природы;

кратчайшего по возможности расстояния от места расположения станции до существующих линий электропередач, теплотрасс, транспортных артерий, карьеров местных строительных материалов.

Между отдельными зданиями и сооружениями требуется соблюдать в плане строительные, противопожарные и санитарно-безопасные разрывы. Проект станции водоочистки питьевой воды должен обеспечить организацию первой зоны санитарной охраны от доступа посторонних людей на территорию станции и в здания, где расположены сооружения по водоподготовке и обеззараживанию.

Территория станции должна быть озеленена, благоустроена, с организованным водоотводом дождевых и промышленных сточных вод, необходимыми заасфальтированными подъездами к зданиям реагентного хозяйства, отстойников, фильтров, хлораторных, административного корпуса с лабораториями и др.

При соответствующем тепловом, санитарном и технико-экономическом обосновании допускается сооружать камеры хлопьеобразования, отстойники и осветлители вне здания. Однако такое решение должно предусматривать не только обеспечение удобства эксплуатации станции в течение года, но и

надежность работы обслуживающих коммуникаций и оборудования в зимнее время, при низких температурах воздуха и воды.

Плановое и высотное расположение основных и вспомогательных сооружений, а также складских и вспомогательных объектов станции зависит от принятой технологической схемы и состава сооружений для очистки и обеззараживания воды.

Оптимальным вариантом взаиморасположения сооружений является такое, которое позволяет осуществить весь комплекс технологических процессов без дополнительной подкачки воды с расчетным расходом станции. При использовании озонирования с последующей сорбционной доочисткой на стационарных фильтрах с активированным углем и равнинном рельефе местности это условие не всегда выполнимо (рис. 9—11).

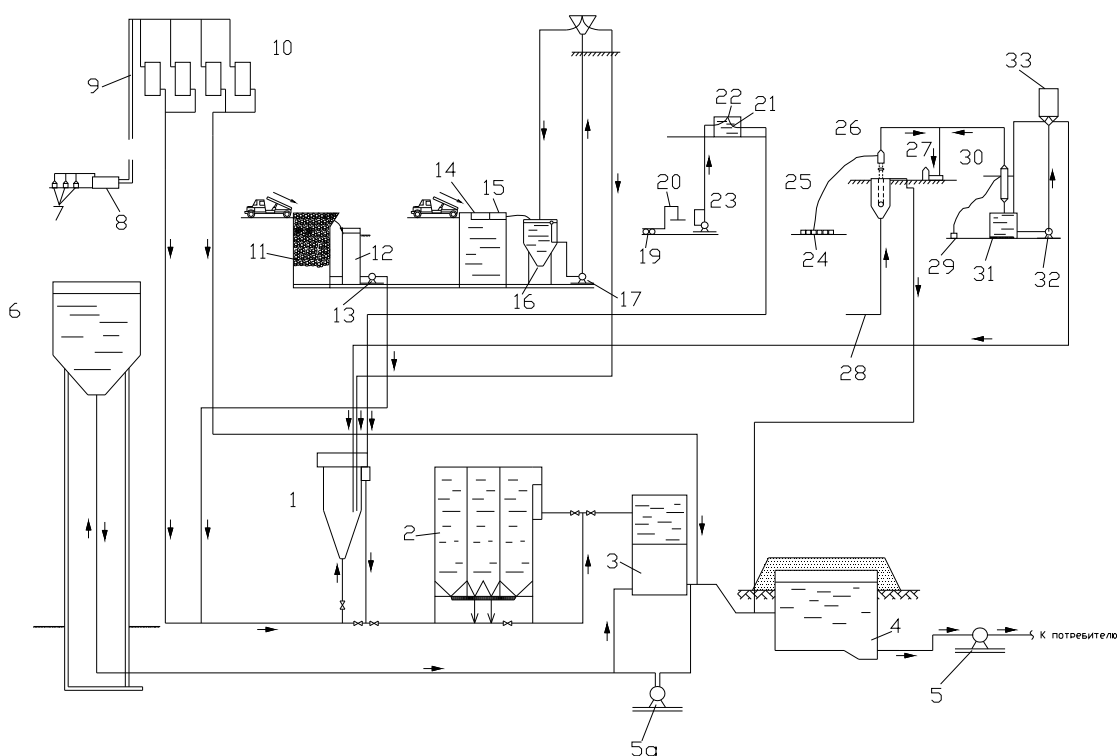


Рис. 9. Высотная схема движения воды на станции реагентной очистки воды для хозяйственно-питьевых целей: 1 — смеситель; 2 — осветлитель; 3 — фильтр; 4 — резервуар чистой воды; 5 — насос 2-го подъема; 5а — насос для подкачки промывной воды; 6 — водонапорная башня для промывной водой; 7 — бочки с хлором; 8 — испаритель; 9 — хлораторы для первичного хлорирования; 10 — хлораторы для вторичного хлорирования; 11 — растворо-хранилищный бак коагулянта; 12 — расходный бак коагулянта; 13 — насос-дозатор коагулянта; 14 — бак для известкового теста; 15 — бачок для размыва известкового теста; 16 — бак для гидравлического перемешивания известкового молока; 17 — циркуляционный насос; 18 — дозатор известкового молока; 19 — полиакриламид (ПАА) в таре; 20 — мешалка для ПАА; 21 — расходный бак ПАА; 22 — поплавковый дозатор; 23 — насос для циркуляции и подачи ПАА к дозатору; 24 — кремнефтористый натрий в таре; 25 — сатуратор; 26 — вакуум-бункер с секторным питателем; 27 — вакуум-насос; 28 — подача воды в сатуратор; 29 — активный уголь в таре; 30 — вакуум-бункер с секторным питателем; 31 — подача сжатого воздуха; 32 — насос для подачи угольной пульпы в дозатор; 33 — дозатор угольной пульпы

Для предварительных расчетов общую величину перепадов уровней воды от смесителя до резервуара чистой воды в типовых станциях с реагентным хозяйством, отстойниками. Скорыми фильтрами и обеззараживанием хлором следует принимать с учетом суммарных потерь напора в коммуникациях в пределах 3,5...4,5 м. Перепады напоров воды на отдельных сооружениях и в коммуникациях станции водоочистки принимаются:

в смесителях и сетках входных камер — 0,4...0,5 м;

отстойниках — 0,2...0,3 м;

осветлителях со взвешенным осадком — 0,6...0,7 м;

фильтрах и контактных осветлителях — 1,0...3,5 м;

соединительных коммуникациях между сооружениями — 0,2...0,5 м;

в адсорберах — 2,0...2,5 м;

в контактных реакторах озонирования — 0,6...1,0 м.

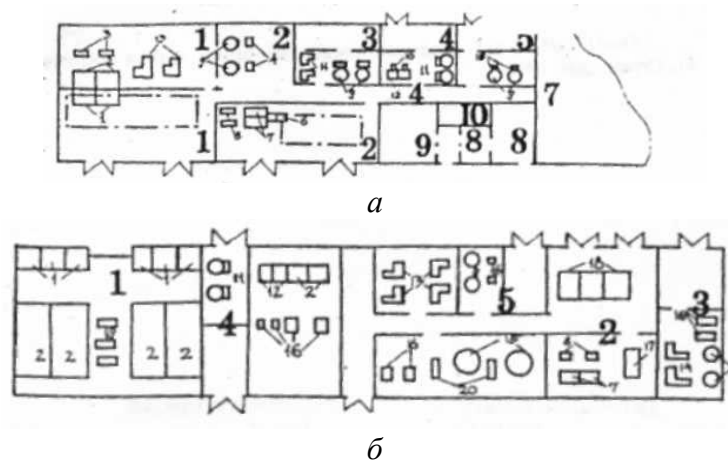


Рис. 10. Схемы реагентного цеха со складом сухого хранения коагулянта и извести: *a* — со складом мокрого хранения коагулянта и извести; *б* — со складом сухо-мокрого хранения коагулянта: 1 — отделение коагулянта; 2 — то же, извести; 3 — то же, угля; 4 — то же, полиакриламида; 5 — то же, фтора; 6 — то же, перманганата калия; 7 — служебные помещения и зал основных сооружений; 8 — хлораторная; 9 — аммонизаторная; 10 — венткамера

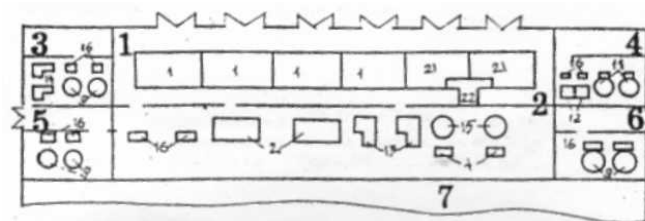


Рис. 11. Схема реагентного цеха со складом сухого хранения коагулянта и извести с использованием привозного известкового теста: 1 — растворные баки; 2 — расходные баки; 3 — насосы для перекачки раствора коагулянта в дозатор; 4 — то же, известкового молока; 5 — то же, угольной пульпы; 6 — известегасилка; 7 — баки крепкого известкового молока; 8 — насосы для перекачки известкового молока в мешалки; 9 — лопастные мешалки; 10 — дозировочные бачки; 11 — установка для растворения полиакриламида; 12 — расходные баки раствора полиакриламида; 13 — воздуходувки; 14 — вакуум-насосы; 15 — гидравлические мешалки; 16 — насосы-дозаторы; 17 — шаровая мельница; 18 — бак для приготовления известкового теста; 19 — насосы для перекачки раствора коагулянта из растворных баков в баки-хранилища и из последних в расходные баки; 20 — циркуляционные насосы; 21 — бак привозного известкового теста; 22 — лоток для подачи разбавленного водой теста из бака в мешалку

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.04.02—84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. — М. : ОАО «ЦПП», 2008. — 128 с.
2. *Журба, М. Г.* Водоснабжение. Том 2. Улучшение качества воды : учебник для вузов / М. Г. Журба, Ж. М. Говорова — М. : Издательство АСВ, 2010. — 544 с.
3. *Журба, М. Г.* Водоснабжение. Том 1. Проектирование систем и сооружений : учебник для вузов / М. Г. Журба, А. И. Соколов, Ж. М. Говорова — М. : Издательство АСВ, 2003. — 288 с.
4. *Горбачев, Е. А.* Проектирование очистных сооружений водопровода из поверхностных источников : учеб. пособие / Е. А. Горбачев — М. : АСВ, 2004. — 240 с.
5. *Сомов, М. А.* Водоснабжение. В 2-х т. : учеб. для вузов. Т.2 / М. А. Сомов, М. Г. Журба, Ж. М. Говорова — М. : АСВ, 2010. — 285 с.
6. *Сомов, М. А.* Водоснабжение. В 2-х т. : учеб. для вузов. Т.1 / М. А. Сомов — М. : АСВ, 2007. — 260 с.
7. *Кожин, В. Ф.* Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты : учеб. пособие для вузов — 4-е изд., репринтное / В. Ф. Кожин — М. : ООО «Бастет», 2008. — 304 с.
8. *Шевелев, Ф. А.* Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб : справ. пособие — 8-е изд., перераб. и доп. / Ф. А. Шевелев, А. Ф. Шевелев — М. : ООО «Бастет», 2007. — 336 с.