

### **Abstract**

*The main issue on the railway is ensuring the safety of traction and rolling stock, which is ensured by improving the quality of repairs, which, not least, depends on the quality of cleaning of various parts and mechanisms. In the presented work, an installation for ultrasonic cleaning of parts and calculation of parameters is proposed.*

**Keywords:** railway transport, ultrasonic cleaning installations, cavitation, microcontroller, temperature sensors and display circuits, transformer, piezoelectric element.

УДК 628 (075)

**ТОГАБАЕВ Е.Т. – к.т.н., профессор (г. Нур-Султан, Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева)**

**СМАГУЛОВА Э.М. – к.т.н., доцент (г. Нур-Султан, Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева)**

**СМАГУЛОВА А.М. – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)**

## **ВЫБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И СОСТАВА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

### **Аннотация**

*В настоящее время вопросы охраны окружающей среды, сохранения и эффективного использования водных ресурсов являются одним из основных важных проблем. Одним из путей решения данной проблемы является совершенствование технологических процессов очистки и обработки природных и сточных вод. К тому же, обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является проблемой, имеющей большое социальное и санитарно-гигиеническое значение и предупреждающей заражение населения заразными болезнями. Для улучшения качества потребляемой питьевой воды и ее рационального использования необходимо дальнейшее внедрение современных технологий, оборудования и материалов при строительстве объектов питьевого водоснабжения, подготовке и подаче питьевой воды.*

*В статье рассматриваются вопросы выбора технологических схем и состава очистных сооружений, установок для подготовки раствора реагентов, а также о водоочистных сооружениях, их конструкций и принципов работы.*

**Ключевые слова:** экологическая обстановка, водные ресурсы, технологические процессы, очистные сооружения, качество воды.

### **Введение.**

В настоящее время вопросы охраны окружающей среды, сохранения и эффективного использования водных ресурсов являются одним из основных важных проблем.

К одному из путей решения данной проблемы относятся работы по совершенствованию технологических процессов очистки и обработки природных и сточных вод. К тому же, обеспечение населения доброкачественной питьевой водой является проблемой, имеющей большое социальное и санитарно-гигиеническое значение и предупреждающей заражение населения заразными болезнями.

Первый Президент страны Н.А. Назарбаев в Послании народу Казахстана «Стратегия Казахстан-2050. Новый политический курс состоявшегося государства» среди глобальных вызовов отметил острый дефицит воды и указал, чтобы к 2050 году Казахстан

должен раз и навсегда решить проблему водообеспечения. В предыдущих Посланиях в числе долгосрочных задач подчеркивал о предупреждении болезней, создании систем очистки воды, уменьшении количества объектов, которые несут вред окружающей среде.

На сегодняшний день ухудшение экологической обстановки влияет на качество питьевой воды. Одна третья часть соотечественников пользуется водой низкого качества. Из-за дефицита средств местного и республиканского бюджета работы по улучшению качества питьевой воды ведутся на низком уровне.

Назовем факторы, влияющие на снижение качества и недостаточности потребляемой населением питьевой воды:

- загрязнение природных водных источников, особенно поверхностных вод сточными водами, сбрасываемыми промышленными предприятиями;
- износ сооружений и водопроводов, невозможность обеспечить очистку воды на должном уровне;
- вторичное загрязнение питьевой воды бактериями в связи с нарушением поверхности труб;
- недостаточность государственного финансирования строительства новых и восстановления существующих систем водоснабжения.

В связи со сложным положением в системе снабжения питьевой водой в республике 23 января 2002 года Правительством Казахстана была принята отраслевая программа «Питьевой воды» на 2002-2010 годы», направленная на выполнение Указа Президента Республики Казахстан от 16 ноября 1998 года №14153 О выполнении государственной программы «Здоровье населения». В связи с антропогенным загрязнением источников водоснабжения, ухудшением санитарно-эпидемиологического состояния, неудовлетворительным состоянием техники и технологии систем водоснабжения, задачи, поставленные программой являлись актуальными. Выполненная в республике в 2002-2010 годах отраслевая программа позволила остановить дальнейшее ухудшение состояния систем водоснабжения. 24 мая 2011 года постановлением Правительства утверждена новая отраслевая программа «Ақ бұлақ» на 2011-2020 годы. Основным направлением данной программы является обеспечение устойчивого снабжения населения качественной питьевой водой в необходимом количестве с доставкой воды в каждый дом.

Для реализации программы, предусматривающей улучшение качества потребляемой питьевой воды и ее рациональное использование необходимо дальнейшее внедрение современных технологий, оборудования и материалов при строительстве объектов питьевого водоснабжения, подготовке и подаче питьевой воды.

### **Определение состава водоочистных сооружений.**

В проектировании водоочистных сооружений требования к качеству питьевой воды являются основными данными. Качество питьевой воды должно соответствовать требованиям Санитарных правил и норм КР-3.01.0367-97 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества».

В основные показатели качества воды входят мутность, цветность, запахи и привкусы, РН, жесткость, щелочность, окисляемость, сухой остаток и концентрация различных химических веществ, общее количество бактерии, коли-титр, коли-индекс.

*Мутность* – количество взвешенных веществ в воде. По санитарным нормам мутность питьевой воды не должна превышать 1,5 мг/л.

*Цветность воды* – это влияние красящих веществ, водорослей, фульвокислот. Цветность питьевой воды не должна превышать 20 градусов по платино-кобальтовой шкале.

*Запахи и привкусы питьевой воды* не должны превышать 2 баллов по пятибальной шкале при температуре воды +20 °С.

*Активная реакция*, отражает уровень щелочности и кислотности воды и характеризуется концентрацией ионов водорода. По санитарным нормам РН питьевой воды колеблется от 6 до 9.

*Жесткость воды* обуславливается количеством растворенных соли кальция и магния. Предельное количество общей жесткости питьевой воды не должна превышать 7,0 мг-экв/л, в исключительных случаях разрешается до 10 мг-экв/л.

Причиной *щелочности воды* служат бикарбонаты, карбонаты, гидраты и соли других слабых кислот.

*Окисляемость* показывает количество растворимых в воде органических и некоторых быстроокисляемых неорганических веществ. Хотя санитарным нормам не предъявляют требования к данному показателю, высокая окисляемость воды указывает на загрязнение ее сточными водами.

*Сухой остаток* показывает общее количество растворимых солей в воде. Сухой остаток питьевой воды не должен превышать 1000 мг/л.

При рассмотрении различных химических веществ в воде концентрация железа не должна превышать 0,3 мг/л. Количество марганца не должно превышать 0,1 мг/л. Количество хлорида - 350 мг/л, сульфата – 500 мг/л. Количество меди не должно превышать 1,0 мг/л, олова – 5,0 мг/л, свинца – 0,03 мг/л, мышьяка – 0,05 мг/л, берилия – 0,0002 мг/л, селена – 0,001 мг/л, нитратов – 45,0 мг/л. А количество фтора в зависимости от районов колеблется в пределах 0,7 ..... 1,5 мг/л.

*Общее количество бактерии* в питьевой воде в 1 мл не должно превышать 50. *Коли-титр* – это см<sup>3</sup> объем воды в котором содержится одна кишечная палочка. Коли-титр должен быть не менее 300. *Коли-индекс* – количество кишечных палочек в 1 л воды, в питьевой воде коли-индекс не должен превышать 3-х.

### **Состав водоочистных сооружений.**

Состав водоочистных сооружений определяют по качеству природной воды и в зависимости от требований потребителей к качеству питьевой воды. В системах хозяйственно-питьевого водоснабжения водоочистные сооружения должны обеспечить качество питьевой воды согласно санитарным нормам.

В таких случаях в процесс очистки воды входят следующие операции:

1) для коагуляции взвешенных веществ в воде нужно обработать воду раствором реагентов (в большинстве сульфатом алюминия, хлористым железом и железным купоросом); а в процессе коагуляции при низком значении щелочности природной воды нужно повысить щелочность, добавляя в воду известь или соду;

2) смешение реагента с очищаемой водой проводится в смесителях в течение 1-2 минуты;

3) создать условия для появления хлопьев коагулянта, данный процесс проходит в камере хлопьеобразования в течение 6-30 минут (в зависимости от типа камеры);

4) осветлять воду путем отстаивания взвешенных веществ; процесс осветления воды происходит в вертикальных и горизонтальных отстойниках или в осветлителях со взвешенным осадком;

5) для окончательного осветления воды и удаления бактерий в фильтрах проводится процесс фильтрования;

6) для полного уничтожения бактерий в воде необходимо обеззараживание воды путем хлорирования или озонирования, для которого применяются специальные аппараты – хлораторы или озонаторы.

7) в фильтрованную воду добавить аммиак через аммонизаторы; он применяется при наличии в воде хлорфенольного запаха и привкуса, а запахи и привкусы, появляющиеся гидробиологическими факторами, можно устранить добавками порошкообразного активированного угля.

Водоочистная станция является взаимосвязанной системой сооружений.

Водоочистная станция рассчитана на круглосуточную работу.

В настоящее время в природных водах из-за развития производства наблюдается повышение антропогенных загрязнений. В данном случае необходимо усовершенствовать технологию очистки воды:

- необходимо не только задерживать примеси, влияющие на мутность и цветность питьевой воды, надо выполнить функции, служащие препятствием для сохранения фенолов, пестицидов, синтетически активных частиц, солей тяжелых металлов, азотных примесей, вирусов, влекущих болезнь;

- в процессе обработки воды при первичном хлорировании нельзя допускать появления едких хлороорганических примесей;

- необходимо управление процессом очистки в разных очистных сооружениях на каждой стадии изменения качества природной воды;

- согласно изменению качества воды в течение года нужно влиять на эффективное использование электроэнергии, сорбентов, химических реагентов.

Интенсивности процесса очистки воды с антропогенными примесями и повышения надежности современных технологий можно достичь следующими путями:

- первичное хлорирование воды заменить озонированием или уменьшить время смешения хлора с водой и порядка хлорирования;

- комплексное использование различных окислителей (озон, перманганат калия, перекись водорода, ультрафиолетовые лучи и т.д.) – применение высокоэффективных коагулянтов (оксихлорид алюминия) и флокулянтов;

- применение быстро действующих смесителей, гидравлических и механических камер;

- повысить результативность процесса отстаивания и осветления воды с применением тонкослойных модулей, рециркуляции взвешенных осадков, новых фильтрующих материалов.

- дополнительно к реагентной технологии использовать предварительное и окончательное озонирование, затем сорбционную очистку воды активированным углем.

Состав основных сооружений водоочистных станций можно выбрать в зависимости от ее производительности, количества взвешенных веществ и цветности природных вод (таблица 1).

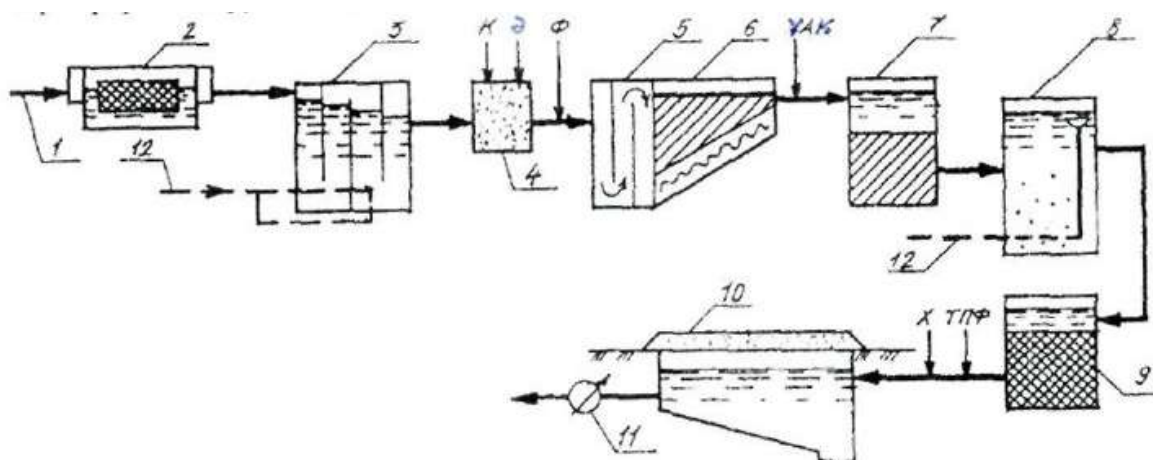
Таблица 1 – Предварительный выбор состава основных сооружений водоочистных станций

Основные сооружения	Условия применения		Производительность станции, м³/сутки
	Мутность, мг/л	Цветность, град.	
1. Применение коагулянтов и флокулянтов для обработки воды			
1. Скорые фильтры (одноступенчатое фильтрование)			
а) напорные	до 30	до 50	до 5000
б) открытые	до 20	до 50	до 50000
2. Вертикальные отстойники			
- скорые фильтры	до 1500	до 120	до 5000
3. Горизонтальные отстойники			
- скорые фильтры	до 1500	до 120	свыше 30000

4. Контактные префильтры - скорые фильтры (двухступенчатое фильтрование)	до 300	до 120	любая
5. Осветлители со взвешенным осадком - скорые фильтры	50-1500	до 120	свыше 5000
6. Две ступени отстойников - скорые фильтры	более 1500	до 120	любая
7. Контактные осветлители - скорые фильтры	до 120	до 120	любая
8. Горизонтальные отстойники и осветлители со взвешенным осадком - для частичного осветления воды	до 1500  осветляет до 8-15 г/л	до 120  обесцвечивает до 40 градусов	любая
9. Крупнозернистые фильтры - для частичного осветления воды	до 80 осветляет до 10 мг/л	до 120 обесцвечивает до 30 градусов	любая
10. Радиальные отстойники - для предварительного осветления высокомутных вод	свыше 1500  осветляет до 250 мг/л	до 120  обесцвечивает до 20 градусов	любая
11. Трубчатый отстойник и напорный фильтр - заводского изготовления	до 1000	до 120	до 800
2. Обработка воды без применения коагулянтов и флокулянтов			
12. Крупнозернистые фильтры - для частичного осветления воды	до 1500, осветляет от исходной на 30-50%	до 120, осветляет от исходной на 30-50%	любая
13. Радиальные отстойники для предварительного осветления воды	до 1500, осветляет от исходной на 30-50%	до 120, осветляет от исходной на 30-50%	любая
14. Медленный фильтр с механической или гидравлической регенерацией песка	до 1500, осветляет до 1,5 мг/л	до 50  до 20	любая

При очистке органически загрязненных сложного физическо-химического состава вод в технологии подготовки питьевой воды применяют окислительно-сорбционные

методы. В таких схемах на последней стадии очистки продукты озонлиза задерживаются в сорбционных фильтрах. В таких фильтрах толщина фильтрующего слоя 1,5-2,0 м, крупность зерен активированного угля – 1-2 мм, скорость фильтрования 7-10 м/час (рисунок 1).



1 - исходная вода; 2 - микрофильтр; 3 - контактный резервуар первичного озонирования; 4 - сместитель; 5 - камера хлопьеобразования; 6 - отстойник с тонкослойными элементами; 7 - фильтр с загрузкой из местных материалов; 8 - контактный резервуар вторичного озонирования; 9 - сорбционный фильтр; 10 - резервуар чистой воды; 11 - насосная станция 2-го подъема; 12 - ввод озono-воздушной смеси; К - коагулянт; Ф - флокулянт; И - известь; ПАУ - порошкообразный активированный уголь; Х - хлор; ТПФ - триполифосфат.

Рисунок 1 – Схема очистки и обеззараживания мутных цветных вод с антропогенными примесями

### Составление высотной схемы водоочистной станции.

В схеме движения воды через очистные сооружения для уменьшения средств на строительство нужно целесообразно использовать рельеф земли. Тогда уменьшается заглубления некоторых зданий, в связи с тем уменьшается объем земельных работ и снижаются средства на строительство фундамента.

Для этого при проектировании очистных сооружений предварительно составляется высотная схема водоочистной станции. Высотная схема составляется после определения состава сооружений, затем после их расчета производят уточнение.

Составление высотной схемы начинается с резервуара чистой воды. Отметку уровня воды в данных резервуарах берем выше на 0,3-0,5 м от отметки земли. Затем для определения уровня воды в фильтре и других сооружениях добавляем значения потерь напора в трубах или сооружениях и далее по другим сооружениям. Потери напора показывают перепад уровня воды в сооружениях.

Нахождение отметки дна сооружений зависит от гидрогеологических условий, вида грунта, уровня подземных вод и вопросов отвода загрязненных вод, осадка от сооружений, а отметка дна резервуара чистой воды зависит от условий всасывания насосов 2-го подъема.

Для нахождения экономичного решения данных схем необходимо учитывать нижеследующие условия:

1) нужно создать условие для самотечного сброса осадков и воды при опорожнении всех сооружений, станции, при любом горизонте воды в водоемах предназначенных для их приема;

2) заложения всех сооружений на естественных основаниях на отметках выше максимального горизонта подземных вод;

3) при производстве земляных работ на строительной площадке объем выемки и насыпи должен быть примерно одинаковым.

Помимо этого, в высотной схеме нужно указать отметки пола и перекрытий здания, отметки осей промывных насосов, отметки расположения баков реагентного хозяйства и воздуходувок, а также насосов для перекачки растворов.

Величины перепадов уровней воды в сооружениях и соединительных коммуникациях должны определяться расчетами, для предварительного высотного расположения сооружений потери напора допускается принимать, м:

*в сооружениях*

- в сетчатых барабанных фильтрах (барабанных на сетках и микрофильтрах).....	0,4-0,6
- в гидроциклонах.....	0,8-1,0
- во входных (контактных) камерах.....	0,3-0,5
- в устройствах ввода реагентов.....	0,1-0,3
- в гидравлических смесителях.....	0,5-0,6
- в механических смесителях.....	0,1-0,2
- в гидравлических камерах хлопьеобразования.....	0,4-0,5
- в механических камерах хлопьеобразования.....	0,1-0,2
- в отстойниках.....	0,7-0,8
- в осветлителях со взвешенным осадком.....	0,7-0,8
- в скорых фильтрах.....	3,0-3,5
- в контактных осветлителях и префильтрах.....	2,0-2,5
- в медленных фильтрах.....	1,5-2,0
- в соединительных коммуникациях от сетчатых барабанных фильтров или входных камер к смесителям.....	0,2
- от смесителей к отстойникам, осветлителям со взвешенным осадком и контактными осветлителям.....	0,3-0,4
- от отстойников, осветлителей со взвешенным осадком или префильтров к фильтрам.....	0,5-0,6
- от фильтров или контактных осветлителей к резервуарам фильтрованной воды.....	0,5-1

Например, рассмотрение высотной схемы начнем с последнего сооружения, это резервуар чистой воды. В данном резервуаре отметка самого высокого уровня воды должна быть выше поверхности земли на 0,3...0,5 м.

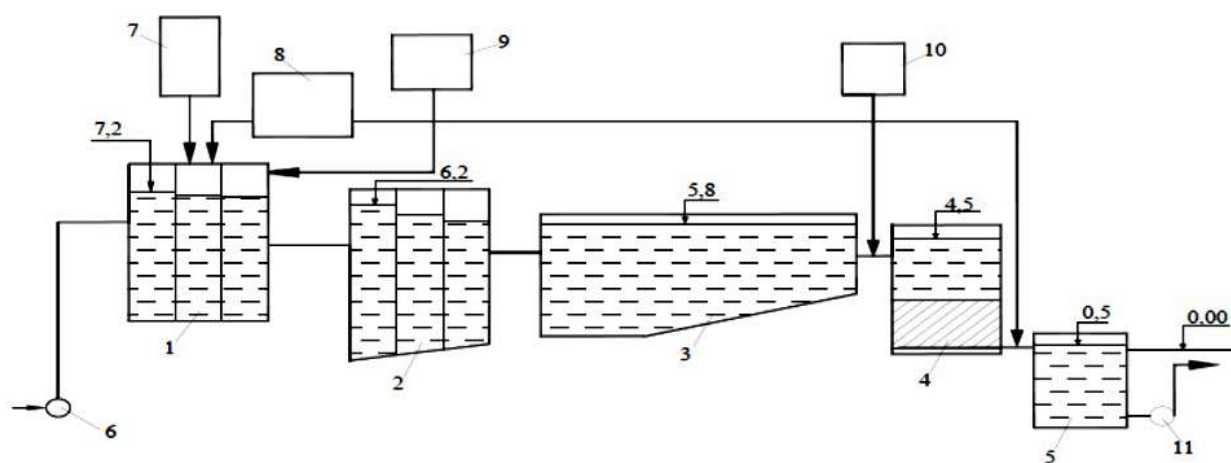
На данном примере (рисунок 2) отметку уровня воды в резервуаре 5 примем равным +0,5 м. Разницу уровня воды в резервуаре 5 и фильтре определяем из расчета потерь напора.

1) в скором фильтре.....3,2 м;

2) от фильтров до резервуара чистой воды.....0,8 м.

Тогда, отметка уровня воды в фильтре будет  $0,5 + 3,2 + 0,8 = 4,5$  м.

В других сооружениях – в отстойнике 3, в камере хлопьеобразования 2 и смесителе 1 – отметка уровня воды определяется таким же образом.



1 - смеситель; 2 - камера появления; 3 - горизонтальный отстойник; 4 - скорый фильтр; 5 - резервуар чистой воды; 6 - насос первого подъема; 7 - установка подготовки извести; 8 - установка хлорирования; 9 - установка подготовки коагулянта; 10 - установка фторирования; 11 - насос второго подъема.

Рисунок 2 – Высотная схема водоочистой станции

### Определение производительности водоочистой станции.

В состав расхода вод, поступающих на очистную станцию, входит расход ее потребителями и расход на собственные нужды станции. Расход воды потребителями называется полезной производительностью станции. Полезная производительность станции предназначенная для хозяйственно-противопожарных нужд определяется максимальным суточным водопотреблением с учетом пополнения запаса воды, необходимого для тушения пожара.

При снабжении предприятий производственной водой ее определяют по заданиям специалистов в соответствии с объемом необходимой воды на каждую выпускаемую продукцию.

Суточную производительность очистной станции можно определить по формуле

$$Q_{\text{сутки}}^{\text{полн}} = \alpha Q_{\text{п}} + Q_{\text{д}} \quad \text{м}^3/\text{сутки} \quad (1)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды станции;  
 $Q_{\text{п}}$  – полезная производительность станции,  $\text{м}^3/\text{сутки}$ ;



$Q_d$  – дополнительный расход воды для тушения пожара, м<sup>3</sup>/сутки.

Необходимый расход воды на собственные нужды станции уходит в основном на промывку фильтров и вместе с осадком сбрасывается из сооружений зданий. Величина данного расхода зависит от качества воды природных источников, метода очистки и обработки воды, состава и вида технологических сооружений станции.

С учетом повторного использования промывных вод фильтров, данный расход нужно принять, равным 3-4% расходов воды, направляемой потребителям, а без повторного использования – 10-14%.

Расчет дополнительного расхода воды, необходимой для тушения пожара:

$$Q_d = \frac{3,6 \cdot 24 \cdot t_{\text{пож}} (mq_{\text{пож}} + m'q'_{\text{пож}})}{T_{\text{пож}}} \quad \text{м}^3/\text{сутки} \quad (2)$$

где  $t_{\text{пож}}$  – продолжительность тушения пожара – 3 часа;

$m$  – количество одновременных пожаров, в населенном пункте (принимается по СНиП);

$m'$  – количество одновременных пожаров на промышленном предприятии;

$q_{\text{пож}}$  – необходимый расход воды для тушения одного пожара в населенном пункте, л/с;

$q'_{\text{пож}}$  – необходимый расход воды для тушения одного пожара промышленном предприятии, л/с;

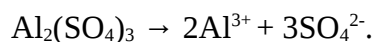
$T_{\text{пож}}$  – время восстановления пожарного запаса в зависимости от категории города, предприятия, час.

#### Установки для подготовки и дозирования растворов реагентов.

Среди коагулянтов чаще всего используются: сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$ , сульфат железа  $FeSO_4 \times 7H_2O$ , хлорид железа  $FeCl_3$  и оксихлорид алюминия  $Al_2(OH)_5Cl \times 6H_2O$ .

$Al_2(SO_4)_3$  готовится при помощи разведения серной кислоты с оксидом, гидроксидом серы, бокситами, коалинами.

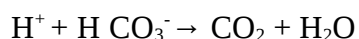
При добавлении сульфата алюминия в воду, предназначенную для очистки, начинается ее диссоциация



Затем избыток сульфата алюминия, благодаря процессу гидролиза образует гидроксид алюминия, который выпадает в осадке.

Когда хлопья гидроксида алюминия оседают вниз, они забирают вместе с собой и прилипшие взвешенные вещества.

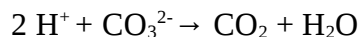
Катионы водорода препятствуют этому процессу. Снижение его влияния происходит из-за вступления в реакцию с бикарбонатами в воде, благодаря чему совершается связывание и нейтрализация водорода.



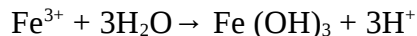
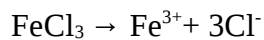
А если для проведения этой реакции у воды не хватает своей щелочности, то необходимо дополнительно подщелачивать воду. Для этого в воду добавляют известь  $Ca(OH)_2$  или соду  $Na_2SO_3$ . При добавлении извести, связывание ионов водорода происходит по следующей реакции



а при добавлении соды



Если использовать в качестве коагулянта хлорид железа, реакция образования гидроксида железа происходит следующим образом:



Необходимое количество коагулянта  $D_k$  определяется путем технологического анализа воды из природного источника или в соответствии с опытом применения очистных сооружений, работающих на такой воде.

При отсутствии данных анализа, для предварительных расчетов количество коагулянта принимается в соответствии с мутностью очищаемой воды, согласно данным, представленным в таблице 2.

Таблица 2 – Количество безводного коагулянта для обработки мутной воды

Мутность воды, мг/л	Количество безводного коагулянта для обработки мутной воды, мг/л.
до 100	25 – 35
от 100 до 200	30 – 40
от 200 до 400	35 – 45
от 200 до 600	45 – 50
от 600 до 800	50 – 60
от 800 до 1000	60 – 70
от 1000 до 1500	70 – 80

Для уменьшения цветности воды, количество коагулянта можно определить по следующей эмпирической формуле

$$D_k = 4 \sqrt{\zeta}, \text{ мг/л} \quad (3)$$

где  $\zeta$  – цветность воды, град.

Из этих двух количеств принимаем большее. Определив количество коагулянта, и учитывая щелочность природной воды, можно определить объем извести, необходимой для увеличения щелочности воды

$$D_u = 28 \left( \frac{D_k}{e} - \zeta + 1 \right), \text{ мг/л} \quad (4)$$

а объем соды

$$D_c = 53 \left( \frac{D_k}{e} - \zeta + 1 \right), \text{ мг/л} \quad (5)$$

где 28 и 53 – эквивалентная масса извести и соды;

 $D_K$  – доза коагулянта, мг/л;

$\omega$  – щелочность воды, мг-экв/л;

1 – резерв щелочности, мг-ЭКВ/л.

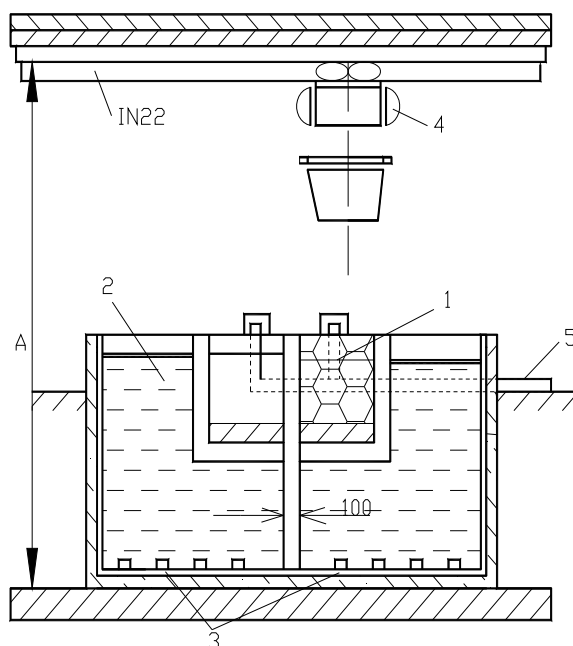
Если объемы, рассчитанные по этим формулам, получатся отрицательными, увеличивать щелочность нет необходимости.

Если в воде наряду со взвешенными веществами, цветность тоже высокая, принимается больший из двух объемов. Чтобы интенсифицировать процесс коагуляции, в качестве флокулянта рекомендуется использовать полиакриламид (ПАА) и активированную кремниевую кислоту (АК). Их количество зависит от физико-химических свойств обрабатываемой воды, режима работы сооружений и их типов.

### Установки для подготовки раствора реагентов.

При очистке воды чаще всего используется кусковой реагент, его добавляют в воду в виде порошка (сухое дозирование) или в виде раствора в определенной концентрации (мокрое дозирование).

Сухое дозирование до настоящего времени не очень часто используется на наших станциях. В составе водоочистных сооружений есть специальные установки для подготовки и хранения растворов реагента с мокрым дозированием. К ним относятся растворные и расходные баки. В растворных баках реагенты перемешиваются с водой при помощи барботаж (сжатым воздухом), механической мешалки (рисунок 3).



1 - растворный бак; 2 - расходный бак; 3 - трубопровод для ввода сжатого воздуха; 4 - тельфер; 5 - трубопровод для подачи воды.

Рисунок 3 – Устройство для подготовки коагулянтов

Место введения воды располагается на достаточной высоте от поверхности земли, в связи с этим существует три варианта высотного расположения растворного и расходного баков.

В первом варианте растворный и расходный баки устанавливаются на верхних этажах очистных сооружений. Таким образом, растворы реагентов через дозирующие устройства самостоятельно поступают в очищаемую воду.

Во втором варианте растворные баки располагаются внизу, а расходные баки устанавливаются на верхних этажах. Растворы реагентов поднимаются на верхние баки при помощи насосов, устойчивых к кислотам. После дозировки раствор самостоятельно попадает в воду.

В третьем варианте, считающемся самым удобным, растворный бак и расходный бак устанавливаются на нижних этажах очистных сооружений. Растворы реагентов доставляются в водоочистные сооружения при помощи напорных дозирующих устройств.

### **Определение объема растворного и расходного баков для коагулянтов.**

Объем растворного бака определяется по следующей формуле.

$$W_p = \frac{Q \cdot n \cdot D_k}{10000 \cdot b_p \cdot \gamma}, \text{ м}^3 \quad (6)$$

где  $Q$  – производительность станции, м<sup>3</sup>/час;

$n$  – время использования подготовленного раствора коагулянта, час;

$D_k$  – максимальный объем безводного коагулянта, г/м<sup>3</sup>;

$b_p$  – концентрация раствора коагулянта в растворном баке, %, принимается в пределах 10 – 17%;

$\gamma$  – плотность раствора коагулянта, т/м<sup>3</sup>, равна 1 т/м<sup>3</sup>.

Считая по безводному продукту концентрацию раствора коагулянта в растворном баке необходимо принимать: неочищенные гранулы – до 17%, очищенные гранулы – до 20%.

Время использования подготовленного раствора коагулянта нужно принимать следующим образом: а) на станциях производительностью до 10000 м<sup>3</sup>/сут при суточной работе принимается в пределах  $n=12-24$  час, а в случае, когда станция работает неполные сутки, число  $n$  принимается равным работы станции в течение суток; б) если производительность станции равна 10000 м<sup>3</sup>/сут и более, то принимается в пределах  $n = 10-12$  час.

Объем расходного бака определяется по следующей формуле:

$$W_b = \frac{W_p \cdot b_p}{b}, \text{ м}^3 \quad (7)$$

где  $b$  – концентрация раствора коагулянта в расходном баке, %; при пересчете на безводный продукт равен 4-10%.

В водоочистных станциях с производительностью до 1200м<sup>3</sup>/сут – растворные и расходные баки рационально устанавливать совмещенными, а в водоочистных станциях большой производительности их нужно устанавливать отдельно.

Количество расходных баков должно быть не менее двух. Количество растворных баков принимается в зависимости от вида коагулянта, способа их доставки и времени растворения.

### Литература

1. СНиП РК 4.01-02-2009. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Астана, 2010. – 122 с.
2. Отраслевая программа «Ақ бұлақ» по водообеспечению. – Астана, 2011.
3. Сомов М.А., Журба М.Г. Водоснабжение. Т. 2. – М: АСВ, 2010. – 544 с.
4. Мусаева Г.С., Имангалиева А.К., Берсембаева С.К. Основы технологии очистки природных и сточных вод. Учебное пособие. – Алматы: КазАТК, 2019. – 110 с.
5. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты. – М.: Стройиздат, 1971. – 303 с.
6. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод. – М.: Высшая школа, 1987. – 479 с.
7. Тогабаев Е.Т. Улучшение качества воды. – Алматы: КазГАСА, 1995. – 130 с.
8. Фрог В.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.
9. Смагин В.Н. Обработка воды методом электродиализа. – М.: Стройиздат, 1996. – 172 с.

### References

1. SNiP RK 4.01-02-2009. Water supply. Outdoor networks and structures. – Astana, 2010. – 122 p.
2. The industry program "Ak Bulak" on water supply. – Astana, 2011.
3. Somov M.A., Zhurba M.G. Water supply. Vol. 2. – M: DIA, 2010. – 544 p.
4. Musayeva G.S., Imangalieva A.K., Beisembayeva S.K. Fundamentals of natural and wastewater treatment technology. Study guide. – Almaty: KazATK, 2019. – 110 p.
5. Kozhinov V.F. Purification of drinking and industrial water. Examples and calculations. – M.: Stroyizdat, 1971. – 303 p.
6. Nikoladze G.I. Technology of natural water purification. – M.: Higher School, 1987. – 479 p.
7. Togabaev E.T. Improvement of water quality. – Almaty: KazGASA, 1995. – 130 p.
8. Frog V.N., Levchenko A.P. Water treatment. – M.: MSU, 1996. – 680 p.
9. Smagin V.N. Water treatment by electrodialysis. – M.: Stroyizdat, 1996. – 172 p.

**ТОҒАБАЕВ Е.Т. – т.ғ.к., профессор (Нұр-Сұлтан қ., Л.Н. Гумилев ат. Еуразия Ұлттық университеті)**

**СМАҒҰЛОВА Э.М. – т.ғ.к., доцент (Нұр-Сұлтан қ., Л.Н. Гумилев ат. Еуразия Ұлттық университеті)**

**СМАҒҰЛОВА А.М. – т.ғ.к., доцент (Алматы қ., Қазақ қатынас жолдары университеті)**

### ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СЫЗБАЛАРДЫ ЖӘНЕ ТАЗАРТУ ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫН ТАҢДАУ

#### Аңдатпа

Қазіргі уақытта қоршаған ортаны қорғау, су ресурстарын сақтау және тиімді пайдалану мәселелері негізгі маңызды проблемалардың бірі болып табылады. Бұл мәселені шешудің бір жолы-табиғи және ағынды суларды тазарту мен өңдеудің технологиялық процестерін жетілдіру. Сонымен қатар, халықты сапалы ауыз сумен қамтамасыз ету үлкен әлеуметтік және санитарлық-гигиеналық маңызы бар және халықты жұқпалы