



ЛВХ

группа компаний

www.gk-lvh.ru

info@gk-lvh.ru, gk-lvh@inbox.ru

Тел./факс: +7(812) 956-90-67

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Санкт-Петербург
2018

Оглавление

1. Принятые термины и определения.....	3
2. Принятая классификация фазово-дисперсных состояний загрязняющих воду веществ.....	6
3. Общий вид технологической схемы комплексной очистки воды.....	12
4. Последовательность методов очистки, требуемая для удаления из воды конкретных (основных) примесей	17

1. Принятые термины и определения

1. Технологическая схема очистки – сочетание очистных элементов, сгруппированных в определенную последовательность с целью получения воды заданного качества. Подразделяется на этапы обработки.

2. Этап обработки – логически выстроенная последовательность воздействий, направленных на удаление из воды примесей определенных групп без изменения их фазово-дисперсного состояния или предназначенных для изменения фазово-дисперсного состояния некоторых примесей с целью их дальнейшего удаления (выделения) из объема воды.

3. Фазово-дисперсное состояние примесей в воде – ситуация, при которой какие-либо вещества, в виде частиц разной степени раздробленности, распределяются в объеме воды. Совокупность однородных частиц составляют дисперсную фазу, а вода, в объеме которой они распределены, называется дисперсной средой.

4. Воздействие – использование каких-либо физико-химических свойств, как самой воды, так и ее примесей, с целью удаления из воды или изменения фазово-дисперсного состояния (выделения) названных примесей. Конкретное воздействие осуществляется с помощью соответствующего ему очистного устройства или элемента, который, в свою очередь, реализует определенный метод или способ очистки. Например, воздействие именуемое «аэрация» осуществляется в устройстве называемом «пенный сепаратор», который реализует метод отдувки воды; или то же самое воздействие может осуществляться в аэротенке, но при этом реализуется метод биоочистки; или осаждение осуществляется в отстойнике, при этом реализуется метод гравитационной сепарации и т.д. Воздействия, сгруппированные в определенный этап обработки воды, подразделяются на основные, необходимые и сопутствующие. Основные воздействия обязательны к применению для исходной воды любого качества, вне зависимости от ее происхождения. Необходимые воздействия устанавливаются исходя из качества конкретной воды, если реализация основных воздействий не дает нужного результата. Когда специфические свойства конкретной воды позволяют осуществить в одном очистном устройстве или элементе несколько воздействий на примеси из разных групп, тогда данные воздействия называются сопутствующими.

5. Умягчение – удаление из воды солей жесткости, ионов аммония или тяжелых металлов.

6. Обессоливание – удаление из воды веществ, находящихся в состоянии истинных ионных растворов.

7. Комплексная очистка – удаление из воды всего спектра загрязняющих веществ, независимо от их концентрации.

8. Отстаивание – выделение загрязнений из стока в зависимости от их плотности относительно плотности воды в естественном гравитационном поле. Включения, имеющие меньшую плотность, всплывают с получением поверхностной пленки. Вещества, обладающие плотностью большей, чем вода, осаждаются и образуют осадок.

9. Циклонирование – выделение загрязнений из стока в зависимости от их плотности относительно плотности воды в искусственно создаваемом центробежном поле.

10. Пенная сепарация (аэрация) – является одной из разновидностей флотации и заключается в интенсивной продувке слоя воды диспергированным рабочим газом, в данном случае, атмосферным воздухом.

11. Окисление – всякая химическая реакция, сущность которой состоит в отнятии электронов от атомов или ионов, в результате чего образуется новое соединение, имеющее свойства, отличные от свойств первоначального вещества.

12. Коагуляция – процесс укрупнения частиц за счет их межмолекулярного взаимодействия. Вещества, способные вызывать укрупнение частиц называются коагулянтами.

13. Контактное осветление – процесс выделения частиц за счет их прилипания к поверхности фильтрующего материала.

14. Коалесцент – фильтрующий материал, обладающий средством (высокой адгезией) с конкретным веществом, выделяемым из воды посредством данного материала.

15. Сорбция – процесс поглощения растворенных загрязнений активной микропористой поверхностью материала. Материал, обладающий названной поверхностью, называется сорбентом.

16. Ионный обмен (ионообменная сорбция) – процесс взаимодействия раствора с твердой фазой (ионитом), обладающий свойством обменивать ионы, содержащиеся в ней, на другие ионы, присутствующие в растворе. Материал, замещающий содержащиеся в воде катионы на ионы Na^+ , называется Na -катионитом.

17. Фильтрация – процесс продавливания воды через ячеи или поры фильтрационного материала, в результате чего образуются: очищенная вода (фильтрат) и загрязнения, выделенные на поверхности материала, размер частиц которых больше величины

ячей или поры.

18. УФ - облучение – просвечивание слоя воды УФ - лучами, в результате чего прекращается жизнедеятельность микроорганизмов, присутствующих в стоке.

2. Принятая классификация фазово-дисперсных состояний загрязняющих воду веществ.

Для получения оптимальной технологической схемы важно иметь информацию не только о химическом составе исходной воды и концентрации загрязняющих ее веществ, но и правильно установить конкретные фазово-дисперсные состояния, в которых данные вещества (примеси) находятся в объеме воды, поступающей на очистку.

Многообразие фазово-дисперсных состояний примесей в воде приводит к необходимости их классификации. В настоящем документе принята следующая классификация:

– **I группу загрязнений** составляют нерастворимые вещества, скорость осаждения или всплытия которых составляет более 0,2 (мм/сек), т.е. данные вещества способны осесть (или всплыть) на (с) глубину (ы) 1 метр быстрее, чем за 1,5 часа. Скорость осаждения зависит как от дисперсности частиц, так и от их плотности относительно плотности воды. Загрязнения I группы легко отделяются прямой сепарацией в гравитационном (отстойники) или центробежном (циклоны, центрифуги и т.д.) поле. Обозначим названные загрязнения как тяжелые крупнодисперсные включения и грубые пленки, а их состояние в воде «взвешенным». Показателями, характеризующими концентрацию тяжелых крупнодисперсных включений и грубых пленок, являются «взвешенные вещества» и «нефтепродукты».

– **II группа загрязнений** состоит из нерастворимых веществ со скоростью осаждения или всплытия менее 0,2 (мм/сек), при этом их прямое отделение в отстойниках нецелесообразно по причине значительных габаритных размеров данных сооружений. Указанные вещества хорошо укрупняются с помощью флокуляции или коагуляции, а затем легко выделяются при отстаивании. Кроме того, практически полное их удаление наблюдается при фильтрации через материал с величиной поры 0,1 (мкм). По своему состоянию указанные вещества располагаются между примесями первой группы и коллоидными частицами, назовем данное состояние «ультравзвешенным», а названные загрязнения «мелкодисперсные частицы и эмульсии». Следует отметить, что при концентрации взвешенных веществ до 100 (мг/л) и нефтепродуктов до 10 (мг/л), перечисленные загрязнения находятся, как правило, в ультравзвешенном состоянии. В целом, содержание в воде мелкодисперсных частиц и эмульсий характеризуется таким показателем, как «мутность». При значительной концентрации загрязнений, находящихся в воде в ультравзвешенном состоянии, наблюдается быстрый выход из строя фильтрационных устройств.

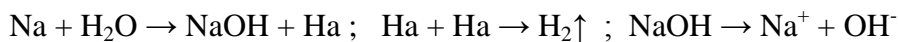
– к **III группе загрязнений** относятся вещества, которые непосредственному отстаиванию или отстаиванию после флокуляции не подлежат, т.е. их невозможно укрупнить, используя только флокулянты. В то же время данные вещества достаточно легко укрупняются методом коагуляции и после этого хорошо отделяются в отстойниках. Применение после коагулянтов еще и флокулянтов усиливает эффект укрупнения указанных загрязнений. Кроме того, возможно практически полное их удаление из воды при фильтрации через материал с величиной поры 0,01 (мкм). По своему состоянию названные вещества относятся к коллоидным растворам, назовем данное состояние «коллоидным», а соответствующие загрязнения «коллоидными частицами и микроэмульсиями». В целом, их содержание в воде характеризуется таким показателем, как «цветность». Концентрация загрязнений, находящихся в воде в коллоидном состоянии, может быть весьма значительной.

–**IV группу примесей** составляют высокомолекулярные вещества, причем размеры данных молекул могут быть значительно большими, чем размеры коллоидных частиц, однако при этом данные загрязнения не поддаются укрупнению методом коагуляции, но зато хорошо удаляются методами флотации и пенной сепарации (отдувки), или разрушаются при их окислении специальными агентами (ГПХ, О₃ и т.д.). По своему состоянию указанные вещества располагаются между коллоидными и истинными молекулярными растворами и являются, своего рода, связующим звеном (сцепкой) между ними, что особенно ярко проявляется при коагулировании коллоидов, т.е. в случае наличия высокомолекулярных соединений полного завершения коагуляции коллоидных частиц и микроэмульсий не наблюдается, т.к. примеси IV группы препятствуют данному процессу. Таким образом, по отношению к коагулянтам высокомолекулярные вещества ведут себя как истинные молекулярные растворы, т.е. практически не реагируют. С другой стороны, у коллоидов и высокомолекулярных веществ также есть ярко выраженное общее свойство, а именно, как те, так и другие практически не подлежат очистке методом сорбции. То есть, выделить их из воды посредством сорбента, конечно же, возможно, но загрузка при этом очень быстро расходует свою сорбционную способность и за краткое время выходит из строя. Данное явление объясняется тем, что основную сорбционную активность загрузке придают микропоры (до 4 нм), количество же макропор и переходных пор ограничено, а коллоиды и высокомолекулярные вещества имеют значительные размеры и поэтому занимают именно последние, тем самым ощутимо понижая сорбционную емкость загрузки в целом. Аналогичное негативное воздействие коллоиды и высокомолекулярные вещества оказывают на ионообменные смолы, различные мембраны и пористые фильтрационные материалы, в течение короткого времени, выводя их из строя. Таким образом, высокомолекулярные вещества проявляют

свойства, как коллоида, так и молекулярного истинного раствора, поэтому они выделены в отдельную группу, а их состояние называется «постколлоидным», а сами вещества «псевдоколлоидами или сцепками». Из IV группы наиболее часто встречаются в стоках такие загрязнения, как синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). К ним относятся различные моющие средства, деэмульгаторы, некоторые спирты и т.д. Концентрация примесей IV группы в воде может быть очень значительной и, как видим, они оказывают ощутимое влияние на процесс очистки в целом.

– к **V группе примесей** относятся вещества, находящиеся в состоянии истинных молекулярных растворов. Размеры частиц данных веществ сравнимы по величине или немного больше (в $1,5 \div 5$ раз), чем молекулы воды (кроме молекулы H_2). Общим свойством названных загрязнений является возможность их отделения посредством использования сорбционных материалов, при этом сорбционная емкость данных материалов используется с максимальным эффектом. Этот факт объясняется тем, что для отделения молекулярных растворов используются микропоры, количество которых в загрузке максимально. Нужно отметить, что сорбционная загрузка и создана именно для этого случая, т.е. для выделения из воды электрически нейтральных молекул, находящихся в растворенном состоянии. Кроме того, растворенные молекулярные газы могут эффективно замещаться атмосферными газами при осуществлении процесса интенсивной продувки слоя воды сжатым воздухом. Данный процесс называется отдувкой или пенным фракционированием (сепарацией).

– **VI группа загрязнений** состоит из атомарно растворенных веществ. Указанное состояние примесей в воде является переходным или пограничным между истинными молекулярными (V группа) и ионными (VII группа) растворами. Вещества, находящиеся в состоянии атомарных растворов, обычно нестабильны и стремятся к образованию либо молекул, либо ионов, например:



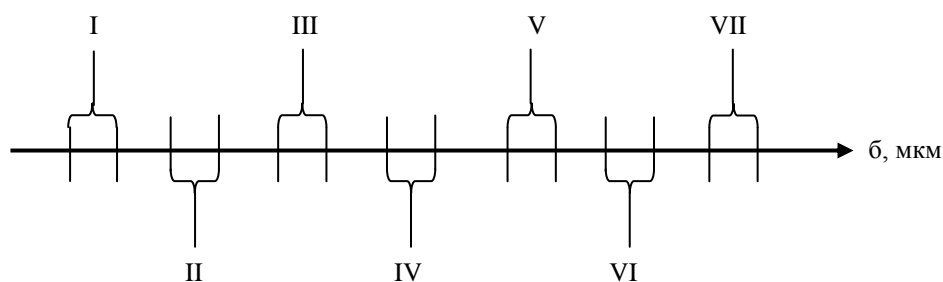
В тоже время, атомарно растворенные газы кислород (Oa) и водород (Ha) являются более химически активными, чем их молекулы (O_2 и H_2) и гораздо интенсивнее вступают в реакцию окисления и восстановления с другими веществами, содержащимися в воде.

Таким образом, свободные примеси из VI группы в исходной воде, как правило, отсутствуют.

– **VII группу загрязнений** составляют примеси, молекулы которых находятся в воде в диссоциированном состоянии, другими словами, данные загрязнения имеют состояние истинных ионных растворов. Ионы могут быть сравнимы по размерам с

молекулами воды, а так же быть больше или меньше (в $\sim 2,5$ раза атом Н). Общим свойством названных загрязнений является возможность их отделения от воды на обратноосмотической мембране. Обратноосмотическая мембрана, по сути, и предназначена именно для отделения электрически заряженных частиц (ионов), за счет особого свойства своей поверхности, которое позволяет проходить электрически нейтральным молекулам, и задерживает электрически заряженные ионы. Таким образом, примеси V и VI групп через обратноосмотическую мембрану пройдут. Кроме того, ионы, содержащиеся в воде, замещаются на другие ионы, находящиеся в ионообменной смоле, в процессе обработки воды на ионитовых фильтрах. Концентрации примесей, находящихся в сточной воде в состоянии ионных растворов, как правило, характеризуются следующими показателями: натрий, кальций, магний (катионы), хлориды, сульфаты, карбонаты, нитраты (анионы), сухой остаток (общая минерализация).

Представим принятую классификацию фазово-дисперсных состояний загрязняющих воду веществ в виде диаграммы.



Классификация, используемая в данном документе, подразделяет состояния примесей в воде на основные, к которым относятся вещества I (взвешенное состояние), III (коллоидное состояние), V (молекулярно-растворенное) и VII (ионно-растворенное) групп, и пограничные (переходные), состоящие из включений II (ультравзвешенное состояние), IV (постколлоидное состояние) и VI (атомарно растворенное) групп. Вещества II группы являются связующим звеном между крупнодисперсными частицами и коллоидами, примеси IV группы объединяют коллоиды с истинными молекулярными растворами, а VI группа сопрягает истинные молекулярные и ионные растворы. Вещества из пограничных групп отличаются нестабильностью и достаточно легко выводятся из состояния равновесия с их переходом либо в одну, либо в другую сопрягаемые основные группы. Концентрации веществ, находящихся в переходных состояниях, могут быть значительными, а их влияние на процесс очистки в целом, весьма ощутимым.

Распределение основных примесей, содержащихся в воде, по группам (фазово – дисперсным состояниям) в принятой классификации.

Наименование примеси (показатель)	Концентрация в исходной воде	ПДК для очищенной воды	Соответствующая группа (фазово – дисперсное состояние) по классификации	
Запах, балл	Свыше 2		V	молекулярно-растворенное
Цветность, град	Свыше 40		III IV	коллоидное состояние постколлоидное состояние
Взвешенные вещества, мг/л	Свыше 50	10 (2)	I II	взвешенное состояние ультравзвешенное состояние
Взвешенные вещества, мг/л	Менее 50	10 (2)	II	ультравзвешенное состояние
Общая минерализация, мг/л	Свыше 1500	1000	VII	ионно-растворенное
pH		6,5– 8,5	VII	ионно-растворенное
Мутность, мг/л	Свыше 10	2	II IV	ультравзвешенное состояние постколлоидное состояние
Жёсткость, мг-экв/л	Свыше 7	Менее 7	VII	ионно-растворенное
Кальций, мг/л			VII	ионно-растворенное
Магний, мг/л			VII	ионно-растворенное
Азот аммонийный, мг/л	Свыше 8	0,5	II III V VII	ультравзвешенное состояние коллоидное состояние молекулярно-растворенное ионно-растворенное
Азот нитритов, мг/л		0,08	VII	ионно-растворенное
Азот нитратов, мг/л		40	VII	ионно-растворенное
Фосфаты, мг/л		0,2	II III VII	ультравзвешенное состояние коллоидное состояние ионно-растворенное
Сульфаты, мг/л	Свыше 180 (650)	100 (500)	VII	ионно-растворенное
Хлориды, мг/л	Свыше 330 (400)	300 (350)	VII	ионно-растворенное
Карбонаты, мг/л	-	-	VII	ионно-растворенное
Железо (тяжёлые металлы), мг/л	Свыше 0,3	0,1 (0,3)	II III VII	ультравзвешенное состояние коллоидное состояние ионно-растворенное
Нефтепродукты, мг/л	Свыше 0,3	0,05	I II III V	взвешенное состояние ультравзвешенное состояние коллоидное состояние молекулярно-растворенное
Натрий, мг/л	Свыше 250	200	VII	ионно-растворенное
Калий, мг/л	Свыше 60	50	VII	ионно-растворенное
АПАВ, мг/л	Свыше 3	0,1	III IV	коллоидное состояние постколлоидное состояние
Бактериальное заражение, лкп/л		< 500	I II	взвешенное состояние ультравзвешенное состояние
БПК, мгО ₂ /л	Менее 100	3	I II III	взвешенное состояние ультравзвешенное состояние коллоидное состояние

			IV V VI VII	постколлоидное состояние молекулярно-растворенное атомарно растворенное ионно-растворенное
БПК, мгО ₂ /л	Более 100	3	I II III IV V VI VII	взвешенное состояние ультравзвешенное состояние коллоидное состояние постколлоидное состояние молекулярно-растворенное атомарно растворенное ионно-растворенное
ХПК, мгО ₂ /л	Менее 150	15	I II III IV V VI VII	взвешенное состояние ультравзвешенное состояние коллоидное состояние постколлоидное состояние молекулярно-растворенное атомарно растворенное ионно-растворенное
ХПК, мгО ₂ /л	Более 150	15	I II III IV V VI VII	взвешенное состояние ультравзвешенное состояние коллоидное состояние постколлоидное состояние молекулярно-растворенное атомарно растворенное ионно-растворенное

3. Общий вид технологической схемы комплексной очистки воды

Последовательность воздействий на очищаемую воду в процессе ее комплексной очистки

Загрязнения, относящиеся к I группе, по определению хорошо отделяются от воды самыми простейшими гравитационными методами, а именно - отстаиванием, циклонированием и т.д. Поэтому логично избавиться от веществ названной группы в самом начале процесса очистки, причем целесообразно последовательно использовать сначала отстойник, а затем гидроциклон, т.к. при подаче воды из отстойника напорным насосом наблюдается подхватывание крупнодисперсных частиц, которые за длительный период эксплуатации заиливают очистные элементы системы. Таким образом, гидроциклон можно рассматривать как предохранительное устройство, устраняющее процесс заиливания очистной системы в целом.

Загрязнения V и VI групп также однозначно выделяются при сорбции (истинные молекулярные растворы) или ионообменом, обратным осмосом, электродиализом или дистилляцией (истинные ионные растворы), при этом наблюдается устойчивое и долговременное функционирование названных устройств. Логично использовать данные методы в конце процесса очистки. Извлечение веществ, таких как: Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- , находящихся в состоянии ионных растворов, называется обессоливанием или деминерализацией воды. Удаление из воды катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и анионов HCO_3^- , SO_4^{2-} именуется ее умягчением.

Если с удалением из воды веществ I, V и VI групп все более или менее определено, т.к. методы их очистки однозначны и многократно опробованы, то **загрязнения образующие II, III и IV группы** наиболее трудно поддаются отделению указанными методами.

Например, с помощью сорбента (активированного угля), возможно, полностью извлечь взвешенные вещества, ультравзвесь, коллоиды, высокомолекулярные и молекулярные растворы практически любых концентраций. Вопрос состоит только в том, сколько времени продержится эта загрузка до потери своих сорбционных свойств. При удалении из воды указанного спектра загрязнений на активированном угле, расход последнего будет очень значителен. С учетом высокой стоимости названной загрузки, процесс очистки становится экономически не выгодным. Таким образом, выделение из воды взвешенных веществ, ультравзвеси, коллоидов и высокомолекулярных растворов с помощью сорбента является не целесообразным.

Обратноосмотическое устройство также способно полностью удалить из воды любые загрязнения, в каких угодно концентрациях, но при этом период работы мембран до

их замены будет весьма незначительным.

Ультравзвешенные и коллоидные примеси необходимо подвергать обязательному укрупнению с последующим их отделением путем отстаивания или контактного осветления. Укрупнение мелкодисперсной взвеси возможно методами флокуляции или коагуляции, а повышение дисперсности коллоидов осуществляется только коагуляцией. Отметим, что проведению данного процесса в полном объеме препятствуют вещества IV группы, поэтому перед началом процесса коагуляции следует создать условия для его наиболее эффективного осуществления, а именно, удалить из воды высокомолекулярные соединения (сцепки).

Высокомолекулярные соединения, образующие IV группу загрязнений, как правило, присутствуют в сточных и поверхностных водах в виде ПАВ и органических веществ (гуминовых кислот, спиртов и т.д.). ПАВ эффективно выделяются из воды методом пенной сепарации, а органические вещества можно разложить окислением, при этом продукты окисления либо выделяются из раствора и образуют коллоиды (III группа), которые возможно коагулировать, либо переходят в состояние истинных молекулярных растворов (V группа), которые могут эффективно и длительно удаляться методом сорбции.

Вещества II и III групп, после их укрупнения методами флокуляции или коагуляции переходят в состояние соответствующее примесям I группы и могут быть выделены простейшими гравитационными или контактными способами.

Процесс обеззараживания и, при необходимости, консервации воды рассматривается в качестве отдельного этапа очистки.

Технологическая схема комплексной очистки воды, в общем виде, подразделяется на следующие этапы:

1. Предварительная очистка, которая включает в себя:

- предварительное осветление, т.е. удаление из воды примесей I группы, находящихся во взвешенном состоянии. Осуществляется в отстойниках, гидроциклонах или на механических фильтрах;

- предварительное извлечение и окисление высокомолекулярных веществ (псевдоколлоидных частиц); т.е. удаление из воды примесей IV группы. Осуществляется в пенных сепараторах или флотаторах (удаление ПАВ), также в контактных емкостях (окисление высокомолекулярных органических веществ специальными агентами: гипохлориты, перманганаты, бихроматы, озон, хлор и др.).

- сопутствующее отдувке дезодорирование (замещение молекулярно растворенных в

воде газов на атмосферные), при этом реализуется воздействия именуемые «аэрация и окисление».

- предварительное обеззараживание (является эффектом, сопутствующим окислению высокомолекулярных растворов).

- при необходимости: корректировка рН. Осуществляется путем дозированной подачи в поток воды соответствующего реагента.

- основным воздействием для этапа предварительной очистки является осаждение, т.е. отделение веществ I группы, которое осуществляется в отстойниках, гидроциклонах и т.д.

2. Укрупнение – введение в очищаемую воду коагулянтов (флокулянтов) и последующее образование гидроокисей (хлопьев) в ее объеме, целесообразно выделить отдельным этапом. Основными воздействиями данного этапа являются реагентная обработка и хлопьеобразование.

В качестве реагентов выступают:

- растворы полимолекулярных веществ (флокулянты);
- растворы солей металлов (коагулянты) или электрохимически растворенные металлы (электрокоагуляция).

Реагентная обработка осуществляется в устройствах смешения или в электрокоагуляторах. Хлопьеобразование происходит в контактных камерах или в емкостях (камерах) хлопьеобразования, причем последние могут быть значительного объема. В этом случае, помимо хлопьеобразования данные емкости предназначены и для соосаждения хлопьев и адсорбированных на их поверхности (укрупненных) веществ с получением осадка.

Таким образом, на этапе укрупнения ультравзвешенные и коллоидные примеси из II и III групп трансформируются в состояние, характерное для крупнодисперсных частиц, т.е. веществ из I группы, которые затем легко могут быть выделены из воды путем осаждения, контактного осветления или фильтрации.

3. Осветление, которое включает в себя:

- отделение укрупненных загрязнений. Осуществляется на контактных осветлителях (механических фильтрах);

- отделение примесей, находящихся в состоянии молекулярных истинных растворов, т.е. удаление загрязнений V и VI групп. Осуществляется в устройствах сорбции;

- при необходимости: дополнительное окисление растворенных высокомолекуляр-

ных веществ. Осуществляется в контактных емкостях;

- при необходимости: корректировка pH;

- основными воздействиями для этапа осветления являются фильтрация или контактное осветление, а также сорбция.

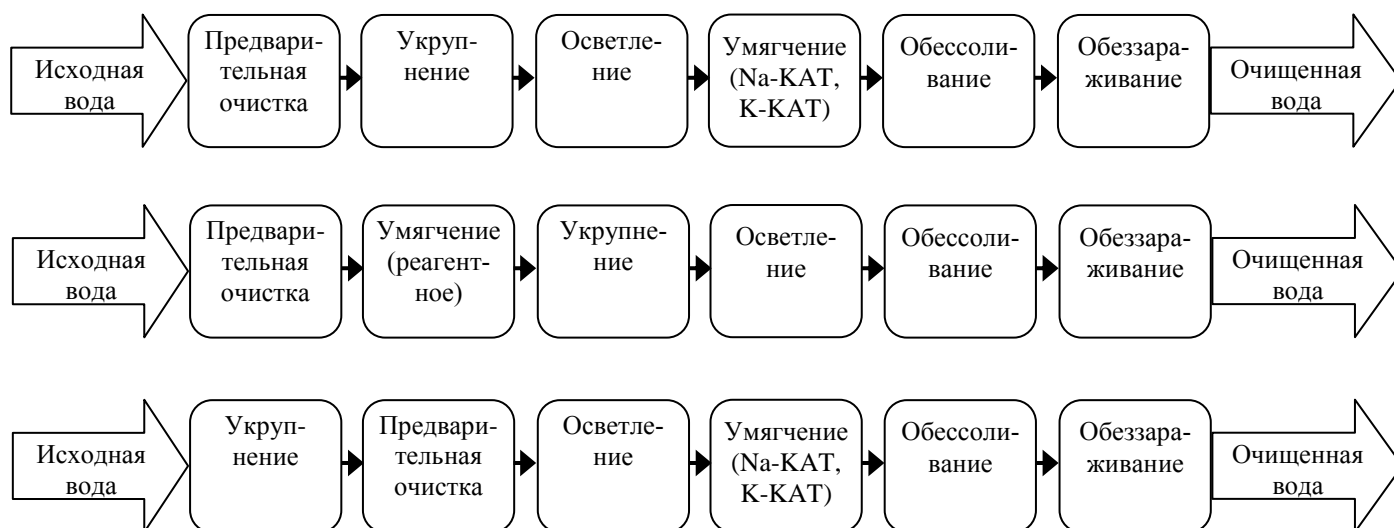
4. Умягчение и обессоливание, которые включают в себя:

- при необходимости: удаление катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , NH_4^+ и т.д., и возможное удаление анионов CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , т.е. веществ, принадлежащих к VII группе (солей жесткости) или замещение всех катионов, содержащихся в воде, на ионы Na^+ или H^+ . Осуществляется реагентным способом или в ионообменных фильтрах (умягчение).

- удаление веществ, находящихся в состоянии истинных ионных растворов (VII группа) таких как: Na^+ , K^+ и т.д. (катионы); Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} и т.д. (анионы). Осуществляется в ионообменных фильтрах, на обратноосмотических и электродиализных установках, в дистилляторах (обессоливание).

- при необходимости: корректировка pH.

5. Обеззараживание и, при необходимости, консервация. Обеззараживание является обязательным этапом при обработке воды любого качества. Возможные последовательности этапов комплексной очистки воды (в общем виде) представлены на рисунках:



В технологическом процессе все этапы и реализующие их очистные элементы являются равнозначными, поскольку только строго выверенная последовательность воздействий на очищаемую воду позволяет добиться необходимого результата.

Однако, некоторые этапы имеют доминирующее значение, так как от правильности

и эффективности их проведения всецело зависят условия функционирования очистных устройств, реализующих последующие этапы очистки. Другими словами, некоторые воздействия оказывают решающее влияние, но не на конечный результат, т.е. качество очистки (см. выше), а на затратную составляющую технологического процесса в целом, например:

- на периодичность замены или регенерации загрузок,
- на срок эксплуатации дорогостоящих очистных элементов,
- на количество расходных материалов и т.д.

В нашем случае таким этапом является укрупнение, поскольку от его эффективности зависят условия, а также сроки эксплуатации сорбционной загрузки, ионообменной смолы и обратноосмотической мембраны, т.е. наиболее дорогостоящих расходных элементов. Ядром процесса очистки в целом является отделение или трансформация веществ IV группы с последующим укрупнением и удалением из воды загрязнений II и III групп, т.к. от эффективности осуществления данных воздействий всецело зависит работоспособность последующих устройств очистки. Качество очистки на контактных осветлителях зависит от эффективности предварительного укрупнения частиц; а работоспособность сорбционных и ионообменных фильтров, электродиализеров, дистилляторов, ультрафильтрационных и обратноосмотических установок, устройств обеззараживания всех типов полностью определяется качеством воды, поступающей на данные устройства.

***Примечание.** Совокупность перечисленных этапов является общим видом технологической схемы комплексной очистки сточной воды различного происхождения. Элементы и устройства, необходимые для реализации определенного воздействия, а также количество и последовательность этапов обработки, требующихся для получения воды заданного качества, полностью зависят от концентраций и фазово-дисперсных состояний загрязняющих веществ, содержащихся в реальной исходной воде, и устанавливаются индивидуально для каждого конкретного объекта.*

4. Последовательность методов очистки, требуемая для удаления из воды конкретных (основных) примесей

Наименование примеси (показатель)	Концентрация в исходной воде	ПДК для очищенной воды	Необходимая последовательность методов очистки	
Запах, балл	Свыше 2		Отдувка (аэрация), сорбция	
Цветность, град	Свыше 40		Коагуляция, (при необходимости окисление), хлопьеобразование, контактное осветление	
Взвешенные вещества, мг/л	Свыше 50	10 (2)	Отстаивание или (и) циклонирование	
Взвешенные вещества, мг/л	Менее 50	10 (2)	Коагуляция, хлопьеобразование, контактное осветление	
Общая минерализация, мг/л	Свыше 1500	1000	Обессоливание	
рН		6,5– 8,5	Нейтрализация	
Мутность, мг/л	Свыше 10	2	Коагуляция, хлопьеобразование, контактное осветление	
Жёсткость, мг-экв/л	Свыше 7	Менее 7	Умягчение	
Кальций, мг/л			Умягчение	
Магний, мг/л			Умягчение	
Азот аммонийный, мг/л	Свыше 8	0,5	Биообработка с продлённым циклом аэрации, сорбция, катионообмен (обратный осмос)	Окисление, сорбция, катионообмен (обратный осмос)

Наименование примеси (показатель)	Концентрация в исходной воде	ПДК для очищенной воды	Необходимая последовательность методов очистки	
Азот нитритов, мг/л		0,08	Биообработка с продлённым циклом аэрации	Окисление
Азот нитратов, мг/л		40	Биообработка с продлённым циклом аэрации	Анионообмен (обратный осмос)
Фосфаты, мг/л		0,2	Коагулирование, хлопьеобразование, контактное осветление	
Сульфаты, мг/л	Свыше 180 (650)	100 (500)	Обессоливание	
Хлориды, мг/л	Свыше 330 (400)	300 (350)	Обессоливание	
Карбонаты, мг/л	-	-	Умягчение	
Железо (тяжёлые металлы), мг/л	Свыше 0,3	0,1 (0,3)	Окисление (восстановление), коагуляция, хлопьеобразование, контактное осветление (при необходимости катионообмен)	
Нефтепродукты, мг/л	Свыше 0,3	0,05	Отстаивание, коагуляция, хлопьеобразование, сорбция	
Натрий, мг/л	Свыше 250	200	Обессоливание	
Калий, мг/л	Свыше 60	50	Обессоливание	
АПАВ, мг/л	Свыше 3	0,1	Отдувка (аэрация), сорбция	
Бактериальное заражение, лкп/л		< 500	Обеззараживание	

Наименование примеси (показатель)	Концентрация в исходной воде	ПДК для очищенной воды	Необходимая последовательность методов очистки
БПК, мгО ₂ /л	Менее 100	3	Окисление, коагуляция, хлопьеобразование, контактное осветление, сорбция
БПК, мгО ₂ /л	Более 100	3	Биообработка, коагуляция, хлопьеобразование, контактное осветление, сорбция
ХПК, мгО ₂ /л	Менее 150	15	Окисление, коагуляция, хлопьеобразование, контактное осветление, сорбция
ХПК, мгО ₂ /л	Более 150	15	Биообработка, коагуляция, хлопьеобразование, контактное осветление, сорбция