Российское акционерное общество энергетики и электрификации
«РАО ЕЭС»

Департамент научно-технической политики и развития

Методические указания
по очистке исходной воды коагулянтами на ТЭС

РД 153-34.1-37.502-2000

Москва 2003 г.

gost.e-ecolog.ru

Разработано ОАО "Всероссийским дважды ордена Трудового Красного Знамени научно-техническим институтом (ОАО «ВТИ»)

Исполнители О.А. Романова, Б.А. Смирнов.

Утверждено Департаментом научно-технической политики и развития РАО "ЕЭС России" 28.12.2000 г.

Первый заместитель начальника А.П. Ливинский

Срок первой проверки РД - 2008 г, периодичность проверки – один раз в 5 лет

Ключевые слова: энергетика, исходная вода, предочистка, коагуляция, дисперсная среда, коллоидно-дисперсные частицы, флокуляция, осветлитель, механический фильтр

Методические указания по очистке исходной воды коагулянтами на ТЭС.	РД 153-34.1-37.502-2000 Взамен «Руководящих указаний по коагуляции воды на электростанциях»

Дата введения

Настоящие Методические указания распространяются:

- на технологию предварительной очистки воды на электростанциях методами коагуляции;
- на аппараты (осветлители) для коагуляции исходной воды;
- на механические фильтры

Настоящие Методические указания устанавливают технические требования к технологии обработки исходной воды методами коагуляции, осветлителям, механическим фильтрам, методам расчета и выбора технологических схем предварительной очистки воды, наладке и эксплуатации оборудования предварительной очистки воды на электростанциях и котельных, работающих на водах поверхностных источников (реки, озера, водоемы).

Издание официальное

Настоящий РД не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения РАО «ЕЭС России» или ОАО «ВТИ»

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Руководящие указания по предварительной очистке воды методом коагуляции с применением в качестве основного реагента алюмосодержащих солей предназначены для использования при проектировании, наладке и эксплуатации водоподготовительных установок электростанций РАО "ЕЭС России".

При коагуляции воды перед ионированием требуется глубокое удаление органических соединений, соединений железа и нереакционноспособных соединений кремния.

Изучение и совершенствование технологии коагуляции, разработка аппаратуры для современных установок, стремление к полной автоматизации процессов обработки воды, признает необходимым выпустить руководящие указания по коагуляции воды взамен существующих .

2.НАЗНАЧЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА КОАГУЛЯЦИИ ВОДЫ

2.1 В практике подготовки воды под коагуляцией понимается сумма мероприятий, направленных на очистку воды от грубой и тонкой взвеси, коллоидно-дисперсных веществ, а также обесцвечивание воды путем введения в обрабатываемую воду специального реагента – коагулянта. При введении коагулянта в обрабатываемой воде образуется осадок – коагулят, который содержит как продукты взаимодействия коагулянта с водой, так и примеси исходной воды. Осадок отделяется от воды, как правило, в осветлителях с последующим доосветлением воды в механических фильтрах или, реже, при прямоточной коагуляции - в механических фильтрах.

2.2 На электростанциях коагуляция применяется для предварительной очистки воды перед ее умягчением или обессоливанием на ионитной части или другими методами обработки (обратный осмос, электродиализ,

испарители). Назначение коагуляции – удаление веществ, которые вредно влияют на состояние ионитов, мембран установок обратного осмоса и электродиализа. Попадая в конденсатно-питательный тракт электростанций, теплосеть и т.п., эти вещества ухудшают работу теплосилового оборудования. К таким веществам относятся механические примеси (взвесь), органические соединения, соединения железа и кремния. Необходимость удаления из воды этих примесей обуславливается строгим нормированием названных выше добавочных вод ТЭС по ряду показателей. Так, прозрачность и содержание соединений железа являются нормируемыми показателями добавочной воды для всех типов парогенераторов, ядерных реакторов, испарителей и тепловых сетей; цветность – для тепловых сетей открытого типа с водоразбором у потребителей; кремнесодержание – для парогенераторов высокого, сверхвысокого и сверхкритического давления.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕСЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ

3.1 Характеристика дисперсионной среды

3.1.1 По размеру частиц (степени дисперсности) дисперсные системы делятся на грубодисперсные и высокодисперсные. Определяющий размер грубодисперсных частиц (диаметр для сферических, длина ребра для кубических и эквивалентный диаметр для вытянутых) более 0,1 мкм. К грубодисперсным системам относятся взвеси, суспензии, эмульсии, частицы которых оседают (или всплывают) в гравитационном поле, не проходят через бумажные фильтры и видимы в обычный микроскоп. Высокодисперсными являются коллоидные растворы (золи), преобладающий размер частиц которых находится в пределах $10^{-7} – 10^{-9}$ м. Частицы золей проходят через обычные фильтры, но задерживаются ультрафильтрами (целлофан, пергамент), практически не оседают (не всплывают) и невидимы в обычный микроскоп. Характерной особенностью коллоидно-дисперсных систем является большая удельная поверхность частиц.

3.1.2 Дисперсионная среда (вода) характеризуется содержанием растворенных солей , газов , органических , поверхностно- активных и других веществ, кислотностью, щелочностью, жесткостью, плотностью, вязкостью, поверхностным натяжением и др. Свойства дисперсной фазы определяются размером и формой частиц, химическим и минералогическим составом пористостью ионообменной емкостью, зарядом поверхности частиц, адсорбционными свойствами и др. Эти свойства дисперсных систем могут изменяться в очень широких пределах в зависимости от их происхождения.

3.1.3 По фазово – дисперсному состоянию можно выделить взвешенные вещества и планктон (10^{-4} – 10^{-6} м), коллоидные растворы, высокомолекулярные растворы и растворы органических веществ, солей, кислот и оснований (10^{-9} – 10^{-10} м).

Тонкая взвесь и коллоидно-дисперсные вещества могут быть удалены из воды только путем ее реагентной обработки, в частности коагуляцией.

3.2 Состав примесей.

3.2.1 Железосодержащие примеси.

Состав соединений железа, присутствующих в природных поверхностных водах очень разнообразен. По литературным данным соединения железа могут находится в различных стадиях дисперсности: в истинно растворенном состоянии – комплексные неорганические (железо-фосфатные соединения) и органические (гуминовые соединения); в коллоидно –, тонко - и грубодисперсном состоянии – гидраты окислов и сульфиды железа. Обычно в природных поверхностных водах содержится около 1мг/л соединений железа в пересчете на Fe, иногда несколько миллиграммов. Грубодисперсные железосодержащие соединения в результаты анализа не входят. так как воду перед анализом принято фильтровать. Истинно растворенные соединения трехвалентного железа могут присутствовать лишь в ничтожно малых количествах, так как при pH > 3 они гидролизуются с образованием труднорастворимой гидроокиси. Растворимость соединений двухвалентного железа существенно больше, чем

трехвалентного железа. Однако двухвалентное железо легко окисляется до трехвалентного. При обычном содержании соединений железа в природных водах для окисления достаточно растворенного в воде кислорода (на окисление 1мг двухвалентного железа расходуется 0,143 мг кислорода). Кислорода может не хватать для окисления лишь при большом содержании железа, вносимого с промышленными стоками, а также в отдельных редких случаях в период зимнего ледостава из-за недостаточной аэрации воды.

3.2.2 Органические примеси.

Органические вещества поступают в открытые водоемы в результате:

- вымывания их из почв и торфяников;
- жизнедеятельности, отмирания и разложения водных организмов;
- смывания веществ, применяемых для удобрения почвы и борьбы с вредителями сельского хозяйства;
- поступления неочищенных или недостаточно очищенных бытовых или производственных сточных вод.

Нежелательными загрязнениями, вносимыми этими стоками, являются, в частности, моющие синтетические средства – детергенты, вызывающие пенообразование в осветлителях, затрудняющие очистку воды и применение флокулянта. Состав органических веществ весьма разнообразен, изменчив во времени и различен для разных водоемов.

Органические примеси, обусловливающие цветность воды, находятся в коллоидном и истинно растворенном состоянии. Коллоидная фракция имеет высокую степень дисперсности. Вымываемый водами гумус представляет собой сложный комплекс органических соединений. Удельный вес гумуса равен приблизительно 1,4 г/см. Гуминовые вещества составляют от 45 до 90 % почвенного гумуса и представлены кислотами (гуминовые и фульфокислоты) и их солями. Гуминовые кислоты по данным электронно-микроскопического анализа представлены мельчайшими частицами, склонными к объединению в цепные агрегаты. Большинство авторов подчеркивает карбоксильный характер гуминовых кислот. Элементарный состав гуминовых кислот следующий: 52 – 62 % углерода; 30 – 39 %

кислорода; 2.9 – 5,4 % водорода; около 4 % азота. Молекулярный вес гуминовых кислот колеблется в пределах от 300 – 400 до нескольких тысяч. Растворы гуминовых кислот обладают сильно выраженным кислотным характером. Они осаждаются катионами Ca^{+2}, Mg^{+2},Co^{+2}, Ni^{+2}(Л.7). Фульфокислоты (креновые и апокреновые кислоты) содержат в среднем 45 – 48 % углерода; 5,2 – 6,0 % водорода; 43 – 48 % кислорода. Они обладают повышенной устойчивостью к действию сорбентов и окислителей и образуют с натрием, калием, аммонием, кальцием, двухвалентным железом растворимые соли, а с трехвалентным железом и алюминием – малорастворимые. У фульфокислот более высокая степень дисперности, чем у гуминовых кислот.

Соотношение коллоидной и истино растворенной фракцией окрашивающих веществ в разных источниках неодинаково и колеблется в течение года. В связи с трудностью раздельного определения различных органических веществ прибегают к суммарной оценке их содержания путем определения окисляемости.

Метод перманганатной окисляемости используется для вод, окисляемость которых ниже 100 мгО/л. Метод бихроматной окисляемости можно использовать для анализа вод, окисляемость которых лежит в пределах 20 – 100 мгО/л. Полученные указанными методами величины окисляемости являются лишь условной характеристикой степени загрязненности воды органическими веществами, так как в условиях проведения анализа различные органические вещества окисляются не полностью и не в одинаковой мере. Более полную характеристику о содержании органических примесях дает хроматографический метод анализа по определению общего углерода.

3.2.3 Соединения кремневой кислоты.

Соединения кремневой кислоты находятся в воде в коллоидном и истино растворенном состоянии. Гидратные формы кремнекислоты – метакремневая кислота H_2SiO_3, ортокремневая кислота H_4SiO_4 и другие поликремневые кислоты – малорастворимы и образуют коллоидные

растворы. В зависимости от pH воды в коллоидном состоянии находятся от 3 до 40 % общего количества кремнекислоты. В природных водах поверхностных источников содержатся также другие соединения кремния, например алюмосиликаты различного состава и разной степени дисперсности.

Содержание растворенных силикатов в подземных и поверхностных водах зависит от геологических условий и от присутствия некоторых организмов. Количество нерастворенных силикатов в поверхностных водах обусловлено атмосферными осадками, смывами и спуском сточных вод. Для определения растворенных силикатов используется колориметрический метод с молибдатом аммония.

4 ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛОИДНО-ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ

4.1 Адсорбционные силы на поверхности раздела фаз.

4.1.1 Основной отличительной чертой коллоидно-дисперсных систем является наличие поверхности раздела между веществом, их составляющим, и окружающей средой, то есть коллоидные системы гетерогенны.

4.1.2 Поверхность частиц дисперсной фазы обладает свободной энергией. Дисперсная система самопроизвольно стремится к ее уменьшению. Избыток свободной энергии уменьшается при укрупнении частиц, когда протекает процесс адсорбции, в результате чего резко уменьшается суммарная поверхность частиц.

4.1.3 Различают два основных вида адсорбции: физическую и химическую. Физическая адсорбция обусловлена силами молекулярного взаимодействия, протекает самопроизвольно и всегда обратима. Силы, обуславливающие химическую адсорбцию - специфически валентные. В отличие от физической адсорбции хемосорбция обычно необратима.

4.1.4 В результате адсорбции ионов коллоидно-дисперсные частицы приобретают электрический заряд, знак которого соответствует знаку адсорбированных (потенциалообразующих) ионов. Окружающая среда

приобретает заряд противоположного знака, в результате создания избыточной концентрации противоионов. То есть возникает двойной электрический слой (ДЭС), обусловливающий разность потенциалов между зарядом коллоидной частицы и зарядом окружающей среды.

4.1.5 Внешнюю обкладку ДЭС (слой противоионов) можно условно разделить на две области: плотную часть из монослоя прилегающих непосредственно к поверхности противоионов и диффузную часть, в которой распределение ионов определяется конкуренцией между электрическим полем соседней фазы (притягивающим противоположно заряженные и отталкивающим одновременно заряженные ионы) и тепловым движением (стремящимся равномерно распределить ионы в пространстве).

4.1.6 В диффузной части противоионы удерживаются у поверхности только электростатическими силами, в плотной части к ним добавляются еще абсорбционные силы. Протяженность плотного слоя невелика из-за малого радиуса действия адсорбционных сил; она равна примерно размеру частично гидратированных ионов и составляет порядка 0,3 – 0,5 нм. Таким образом, заряд поверхности компенсируется суммой зарядов, локализованных в диффузной и плотной частях ДЭС.

4.2 Характеристика частиц по знаку заряда.

4.2.1 Разность потенциалов между движущейся коллоидной частицей и окружающей ее средой называется электрокинетическим или дзета-потенциалом (ДП). Величина ДП частицы определяет ее способность к коагуляции и является основным критерием полноты протекания процесса коагуляции. Коллоидно - дисперсные частицы приобретают заряд не только в результате адсорбции ионов, но и вследствии собственной диссоциации.

4.2.2 Содержащиеся в природных поверхностных водах частицы глины и гуминовых веществ амфотерны. Значение pH, при котором амфотерные вещества не диссоциируют, называется изоэлектрическим. Для гуминовых веществ оно находится в пределах pH = 3,5 – 4,5 , для глины – около 5.

4.2.3 Значения pH природных поверхностных вод больше этих величин, поэтому глина и гуминовые вещества диссоциируют как кислоты, их коллоидные частицы заряжены отрицательно.

4.2.4 Коллоидно – дисперсные частицы кремнекислых соединений в природных водах обычно также заряжены отрицательно, а частицы гидратов окислов железа и алюминия – положительно.

4.2.5 Одинаково заряженные частицы агрегативно устойчивы из-за электростатических между ними сил отталкивания.

4.2.6 Основной задачей в проведении процесса коагуляции коллоидно - дисперсных частиц является разрушение адсорбционных слоев или ослабление их защитного действия, что может быть достигнуто различными способами: наложение электрического поля, применение ультрозвука, добавление электролитов. В водоподготовке на электростанциях используется, как правило, введение в обрабатываемую воду коагулянтов.

5 ВИДЫ КОАГУЛЯНТОВ

5.1. Гидролиз солей

5.1.1 В качестве коагулянтов наибольшее распространение получили сульфаты, хлориды алюминия и железа, их смеси в различных соотношениях.

5.1.2 Соли, образованные многозарядными катионами слабых оснований и анионами сильных кислот, гидролизуются ступенчато: гидратированные ионы алюминия или железа отдают протон от координированной молекулы воды, образуя последовательно комплексные ионы. Когда последний комплекс теряет воду, образуется плохо растворимый гидрооксид.

5.1.3 Образовавшиеся в процессе гидролиза коллоидные золи гидрооксидов алюминия и железа коагулируют с образованием агрегатов и более или менее крупных хлопьев.

5.2 Соли алюминия.

5.2.1. Виды и состав коагулянтов на основе солей алюминия приведены в таблице № 1.

Таблица № 1

Алюминий содержащие коагулянты.

Коагулянт	Формула	Содержание, вес. %	
		Al_2O_3	нерастворимых примесей
Сульфат алюминия - неочищенный - очищенный	$Al_2(SO)_4 x18H_2O$	> 9 > 15	< 23 < 0,5
Алюминат натрия	$NaAlO_2$	45 - 55	6 - 8
Оксихлорид алюминия	$Al_2(OH)_nCl_{(6-n)}$	40 - 44	-
Оксисульфат алюминия	$Al_2(OH)_nSO_{4(3-n)}$	17- 18	< 1

5.2.2 Наиболее распространенным является коагулянт – сернокислый алюминий, при гидролизе которого образуется конечный продукт - гидроокись алюминия, трудно растворимое в воде соединение. Коллоидно-дисперсные частицы гидроокиси алюминия коагулируют, образуя микрохлопья. На этой стадии и происходит в основном очистка воды от примесей. При вводе в обрабатываемую воду сернокислого алюминия в ней увеличивается содержание сульфат-ионов эквивалентно дозе коагулянта, в такой же степени уменьшается щелочность, возрастает содержание свободной угольной кислоты. Коагулянт поставляется в основном в виде кусков серого цвета или плит белого цвета.

5.2.3 Алюминат натрия - обычно используют в качестве добавки для интенсификации процесса коагуляции примесей воды сульфатом алюминия Преимущество этого реагента в том, что при его введении не увеличивается в воде содержание сульфат - или хлорид – ионов. Эффективность его применения увеличивается для исходных вод с низкой щелочностью.

5.2.4 Оксихлорид алюминия – это продукт гидролиза хлорида алюминия, в котором степень основности определяется как отношение количества ОН-группы к числу атомов алюминия. Преимущество этого реагента перед сульфатом алюминия заключается в том, что он лишь минимально увеличивает содержание в коагулированной воде анионов сильных кислот и эффективно работает в более широком диапазоне pH. Выпускается как в твердом виде, так и в виде раствора.

5.2.4 Оксисульфат алюминия - это продукт взаимодействия гидрооксида алюминия с серной кислотой. Основные его приемущества перед сульфатом алюминия заключаются в следующем: он работает в более широком интервале значений pH обрабатываемой воды, требует меньшего щелочного резерва и обладает лучшей хлопьеобразующей способностью при низких температурах, его растворы менее агрессивны. Содержание Al_2O_3 в растворе 8 – 11 % .

5.3 Соли железа

5.3.1 Виды и состав коагулянтов на основе железа приведены в таблице № 2.

Железосодержащие коагулянты

Таблица № 2.

Коагулянт	Формула	Содержание, вес %	
		Fe_2O_3	нерастворимых примесей
Хлорное железо	$FeCl_3 \times 6H_2O$	> 95	-
Железный купорос	$FeSO_4 \times 7H_2O$	> 47	< 1
Сернокислая окись железа	$Fe_2(SO_4)_3 \times 2H_2O$	68 - 76	< 40

5.3.2 Железный купорос – коагулянт наиболее распространенный на стадии предварительной очистки поверхностных вод при одновременной

декарбонизации путем известкования и представляет собой светло-зеленые кристаллы. Для самостоятельного применения коагулянта необходимо хлорировать раствор реагента с целью ускорения процессов окисления двухвалентного железа до трехвалентного.

5.3.3 *Соли трехвалентного железа (сернокислое окисное и хлорное)* – пригодны для коагуляции без известкования, так как они легко гидролизуются при взаимодействии с бикарбонатами исходной воды.

6. Основные факторы, влияющие на процесс коагуляции.

6.1 На полноту выделения мелкодисперсных взвешенных и коллоидных веществ и скорость образования осадка влияют такие факторы как:

- качество исходной воды;
- температура обрабатываемой воды;
- величина pH среды;
- величина дозы коагулянта;
- условия перемешивания воды с коагулянтом;
- применение вспомогательных средств;
- порядок ввода реагентов в обрабатываемую воду.

6.2 Высокое солесодержание исходной воды благоприятно для коагуляции коллоидных примесей вследствие большего сжатия диффузного слоя коллоидных частиц.

6.3 Для полного и быстрого гидролиза применяемого коагулянта температура коагулируемой воды должна быть в пределах 20 – 35 . Так как с увеличением температуры улучшаются условия отделения взвеси, то в указанных пределах принимают ту максимальную температуру, которая приемлема по технико - экономическим соображениям. Заданная температура подогрева должна поддерживаться автоматически с точностью +/- 1 ^{0}C.

6.4 Для полноты выделения гидроксида алюминия величина pH коагулированной воды должна находится в пределах 5,5 – 7,5. Оптимальная величина pH (в указанных пределах) устанавливается экспериментально для

каждого водоисточника и для каждого характерного периода года при изменении качества воды в источнике по сезонам.

6.5 Оптимальная доза коагулянта зависит от свойств дисперсной системы: температуры, количества взвешенных и коллоидно – дисперсных веществ, ионного состава дисперсионной среды, значения pH коагулируемой воды. Как правило, требуемые дозы коагулянта находятся в пределах 0,3 - 1,5 мг-экв/л, устанавливаются экспериментально для каждого водоисточника в различные характерные периоды года в лабораторных условиях и уточняются при эксплуатации по результатам обработки воды.

6.6 Воду и реагенты необходимо тщательно перемешивать. Интенсивность перемешивания должна быть достаточна для быстрого и равномерного распределения коагулянта в воде, но не слишком большой во избежание разрушения хлопьев.

6.7 Вспомогательные средства.

Для интенсификации процесса коагуляции служат вспомогательные реагенты:

- растворы кислот или щелочных реагентов для коррекции оптимальной величины pH;
- флокулянты для увеличения производительности отдельных установок;

6.7.1 Очищаемую воду подщелачивают, если щелочной резерв воды недостаточен для удовлетворительного гидролиза коагулянтов. Для подщелачивания воды и связывания образующегося при гидролизе агрессивного диоксида углерода применяют гидроксид и карбонат натрия, карбонат кальция и известь.

6.7.2 При высокой щелочности исходной воды для достижения необходимого значения pH коагулированной воды возможно дозирование серной кислоты, которая нейтрализует эквивалентное количество бикарбонатной щелочности.

6.7.3 Флокулянты – это неорганические и органические высокомолекулярные соединения. В практике водоподготовки широко используются органические, синтетические флокулянты (ВМФ): полиакриламид - ПАА (отечественного

производства) и его сополимеры с разнообразными функциональными группами (зарубежного производства – Сепаран, Суперфлок, Праестол), ВПК – 402 – сильноосновной катионный полимер и другие. ВМФ выпускаются в порошкообразном, гранулированном и гелеобразном виде. Тип и дозы ВМФ подбираются индивидуально для каждого водоисточника на основании лабораторных опытов.

6.8. Очередность и место ввода реагентов в воду влияют на свойства образующегося осадка и тем самым на результаты очистки воды. Реагенты для коррекции pH-среды вводятся в обрабатываемую воду до коагулянта. Раствор коагулянта предпочтительнее вводить в зону контактной среды, а флокулянт через 1 – 3 минуты после ввода коагулянта. Необходимые места ввода реагентов должны быть предусмотрены при проектировании и уточнены при наладке предочистки.

7.ОСВЕТЛИТЕЛИ.

7.1 Для коагуляции воды на электростанциях применяются осветлители с контактной средой из взвешенного шлама, образующегося при обработке воды. Сведения по основным аппаратам приведены в таблице № 3.

Таблица №3.

Основные параметры осветлителей для коагуляции.

Марка осветлителя.	Производитель-ность ($м^3$/ч)	Диаметр (мм.)	Высота осветлителя (мм)	Масса конструкции (кг)
МоТЭП	100	7000	9900	22647
ЦНИИ-3	150	7300	6965	21890
ЦНИИ-3	230	9000	7650	38256
ЦНИИ-3	450	12500	8650	57863
ХоТЭП-ВТИ	350	12000	11600	75000

Возможно использование для коагуляции осветлителей конструкции СКБ ВТИ (ВТИ-63И, ВТИ-100И, ВТИ-160И, ВТИ-250И, ВТИ-400И, ВТИ-630И, ВТИ-1000И). Эти осветлители разработаны для известкования воды. При

применении этих аппаратов для коагуляции их максимальная производительность составляет 60-70% от номинальной.

7.2 Осветлитель (См. рис.1) работает следующим образом. Подогретая исходная вода подается в воздухоотделитель, расположенный в центральной верхней части осветлителя. Освобожденная от пузырьков воздуха вода вводится по распределительной системе труб в нижнюю часть осветлителя через тангенциально расположенные сопла. Туда же несколько выше горизонтальной оси сопл вводится раствор коагулянта и, при надобности, несколько выше, чем раствор коагулянта – раствор флокулянта. Возможен также ввод коагулянта перед воздухоотделителем. Раствор щелочи (при подщелачивании воды) вводится в общий трубопровод исходной воды. вода и коагулянт перемешиваются при вращательном движении потока, при этом происходит реакция гидролиза коагулянта и образование хлопьев осадка – шлама, включающего гидроокись алюминия, а также коллоидно- и грубодисперсные вещества. удаляемые из обрабатываемой воды. Образующийся шлам используется в качестве контактной среды, через которую снизу вверх проходит вода. Из верхней части контактной среды шлам отводится в шламоуплотнитель, а коагулированная вода проходит защитную зону осветления (над зоной контактной среды), верхнюю (дренажную) решетку и по сборному желобу сливается в распределительное устройство, откуда по трубопроводу сливается в бак коагулированной воды. В нижней части осветлителя расположены горизонтальная решетка и несколько вертикальных, радиально установленных перегородок для выравнивания потока жидкости и преобразования его движения из вращательного в поступательное. Часть потока жидкости отводится через шламоприемные окна по шламоприемным трубам в шламоуплотнитель. Поступившая со шламом вода осветляется в шламоуплотнителе и отводится в измерительный отсек распределительного устройства и далее соединяется с общим потоком коагулированной воды. Шлам уплотняется под давлением собственного веса и непрерывно выводится из шламоуплотнителя при его продувке.

7 3 При коагуляции воды алюминий содержащими коагулянтами расчетные показатели свойств контактной среды принимаются в зависимости от параметра $\alpha_к$ представляющего собой процентное содержание $Al(OH)_3$ в образующемся осадке

$$\alpha_к = 100 * P\,Al(OH)_3 \;\; P\,Al(OH)_3 + M = 2600 * Д_к / 26 * Д_к + M, \;\; (\%)$$

P Al(OH) - вес выделяющегося в осадок гидроокиси алюминия, мг/л,

$Д_к$ - доза коагулянта, мг-экв л

M - содержание взвеси в исходной воде, мг/л

Значения параметров шлама в зависимости от $\alpha_к$ приведены в таблице № 4

V_4 (мм с) - скорость свободного осаждения частиц шлама,

γ_0 (мг/мл) - условный объемный вес шлама,

a - коэффициент уплотнения шлама

7 4 Дозу коагулянта следует принимать по результатам пробной коагуляции воды или по данным эксплуатации водоподготовительных установок, использующих ту же исходную воду

При отсутствии экспериментальных данных можно использовать ориентировочную формулу

$$Д_к = 0\,07 * O_2 \;\; (мг\text{-}экв/л),$$

где O_2 - перманганатная окисляемость исходной воды в мг/л O_2

Таблица №4.

Величина $\alpha_к$ вес. %.	Показатели свойств взвеси ($t = 20^0C$)		
	V_4 мм/с	γ_0 мг/мл	$100* a* см^{-1}$
3	2,25	85,0	1,70
5	2.15	65,0	2,90
10	1,95	15,0	5,50
20	1,70	6,0	7,50
30	1,45	4,4	8,10
40	1,20	3,5	8,40
50	1,00	3,0	8,50
60	0,90	2,6	8,60
70	0,85	2,4	8,65
80	0,80	2,3	8,70
90	0,75	2,2	8,75
100	0,70	2,0	8,80

7.5 Возможная производительность осветлителя при условии достаточного осветления воды:

$$Q = 3,6 * F_{кс} * V_0 \ (м^3/ч),$$

где $F_{кс}$ - площадь поперечного сечения зоны контактной среды ($м^2$);

V_0 - расчетная скорость восходящего движения воды на выходе из зоны контактной среды осветлителя (мм/с).

$$V_0 = (0,6 + 0.02*t) * (1 - 3,5 * C_0) * V_4 \ (мм/с),$$

где t - температура исходной воды (^{0}C);

C_0 - объемная концентрация шлама в зоне контактной среды осветлителя (мл/мл);

V_4 - условная скорость свободного осаждения частиц шлама (мм/с), (См. Табл. № 4).

$$C_0 = 1/\alpha_к \sqrt{II/(100 + 1,65 * t) * H_c} \ (мл/мл),$$

где П = 300 см. (Прозрачность по "кресту");

$\alpha_к$ = 0,78 - 1,0 (коэффициент моделирования концентрации взвеси в контактной среде осветлителя);

$H_к$ - приведенная высота зоны контактной среды осветлителя (см.) - определяется по чертежам осветлителя.

7.6 Скорость движения воды в воздухоотделителе принимается не более 25 м/ч, а длительность пребывания в нем не менее 5 мин.

7.7 Защитная высота зоны осветления 1,5 - 2,0 м.

7.8 Нагрузка осветлителя должна поддерживаться стабильной при возможно более редких и плавных изменениях. Увеличение нагрузки осветлителя допускается не более 10 % расчетной с интервалами не менее 15 минут.

7.9Непрерывная продувка осветлителя составляет 0,5 - 1,5 % от его производительности.

7.10 ериодическая продувка осветлителя проводится по графику, установленному по результатам пуско-наладочных работ.

7.11 Заполнение и пуск осветлителя после монтажа или ремонта проводится при нагрузке не более 50 % расчетной. Когда высота зоны контактной среды достигнет примерно половины ее расчетной величины, нагрузка осветлителя доводится до требуемой с увеличением на 10 % через каждые 15 минут.

7.12 При выводе осветлителя в резерв на срок более 1 месяца осадок из него удаляется полностью, если резерв менее 1 месяца, то осадок удалять не следует.

8 МЕХАНИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ

8.1 На предочистке с коагуляцией следует применять напорные вертикальные (одно- или двухкамерные) механические фильтры.

8.2 Дренажи фильтров и детали крепления дренажей должны быть выполнены из коррозионностойких материалов. Внутренняя поверхность фильтров должна иметь антикоррозионное покрытие.

8.3 Допускается загружать механические фильтры дробленым антрацитом с зольностью до 10 % , содержанием общей серы до 2 %, истираемостью до 5 %, измельчаемостью до 4 % и обладающим достаточной химической стойкостью. Размер фракций фильтрующего материала должен находиться в пределах 0,6 - 1,4 мм , эквивалентный диаметр 0,8 - 0,9 мм., коэффициент неоднородности не более 2.

8.4 Наиболее перспективной считается загрузка механических фильтров кварцевым песком как однородной фракции, так и слоями различных фракций. Рекомендуется двухслойная загрузка механических фильтров. Нижний слой - кварцевый песок, верхний слой - антрацит. Технологические показатели работы механических фильтров представлены в таблице № 5.

Таблица № 5.

Технологические показатели работы механических фильтров.

Тип фильтров.	Характеристика слоя, гранулометрический состав. Диаметр зерен, мм.				Высота слоя, мм.	Скорость фильтрования м/ч.		Требуемое относительное расширение загрузки. %
	Минимальный	Максимальный	Эквивалентный.	Коэф. Неоднородности.		Нормальная.	Максимальная.	
Однопоточные с различным составом загрузки (кварцевый песок).	0,5 0,7 0,9	1,2 1,5 1,8	0,7-0,8 0,9-1,0 1,1-1,2	2,0-2,2 1,8-2,0 1,5-1,7	700-900 1200-1300 1800-2000	6 8 10	7,5 10 12	45 30 25
Двухслойные: нижний слой- кварцевый песок, верхний слой - антрацит.	0,5 0,8	1,2 1,8	0,8 1,1	2,0 2,0	500 500	10	12	50
Двухпоточные (кварцевый песок).	0,5	1,5	0,9	2,0-2,2	1450-1650	12	15	30

9 КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДОЧИСТКИ

9.1 Единичные мощности аппаратов, сечения основных трубопроводов и размеры помещений для щитов управления, лабораторий и подсобных помещений водоочистки должны приниматься исходя из конечной мощности электростанций и полной производительности водоподготовительной установки независимо от того, во сколько очередей предполагается их осуществление.

9.2 При проектировании должно быть тщательно изучено качество исходной воды за предыдущие годы по отдельным сезонам, выявлен прогноз изменения качества воды на ближайшие десять лет и изучены данные о работе аналогичных водоподготовительных установок, использующих тот же источник водоснабжения.

9.3 Суммарная расчетная производительность осветлителей, устанавливаемых на предочистке, и резервные места для дополнительных аппаратов должны быть приняты из условий 125% расчетной потребности в осветленной воде. Должно быть также предусмотрено место для установки одного осветлителя сверх расчетного количества.

9.4 Устройства для подачи исходной воды должны исключать подсос воздуха и самопроизвольное изменение расхода.

9.5 Подогреватели рассчитываются на подогрев воды до 40 ^{0}C при максимальной нагрузке предочистки. Отклонения от заданной температуры не должны превышать +/- 1 ^{0}C.

9.6 Осветлители должны быть размещены вне здания водоподготовительной установки, на минимальном расстоянии от него.

9.7 Предусмотрены отапливаемые и имеющие естественное освещение верхние (шатры) и нижние павильоны осветлителей, соединенные теплыми переходами между собой и зданием водоподготовительной установки.

9.8 Общая емкость баков коагулированной воды принимается равной часовой производительности осветлителей.

9.9 Для расчета складов и аппаратов реагентного хозяйства принимаются максимальные дозы и расходы реагентов. Склады реагентов проектируются на месячный запас и должны допускать прием содержимого 60-тонного вагона, железнодорожной или авто- цистерны.

9.10 Коагулянт и флокулянг подаются в осветлитель в виде раствора насосами-дозаторами или, что значительно реже, центробежными насосами через регулирующий клапан.

9.11 Количество расходных мешалок на каждый вид реагента и каждый осветлитель устанавливается не менее двух. Минимальная емкость одной расходной мешалки должна обеспечить не менее, чем 12 - часовой расход реагента при его максимальном расходе и дозе.

9.12 Количество механических фильтров должно обеспечить максимальную производительность водоподготовительной установки и выбирается из условий скорости фильтрования (См. Таблицу №5).

9.13 Проект предочистки должен предусматривать автоматизацию ведения технологических процессов.

10 НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРЕДОЧИСТКИ

(основные мероприятия)

10.1 Пуск и наладка предочистки должны производиться после полного завершения монтажа технологической, контрольно-измерительной и регулирующей аппаратуры, систем автоматики и химического контроля. В процессе монтажа руководство электростанции должна обеспечить соблюдение требований настоящих Методических указаний.

10.2 При наладке предочистки должно быть выполнено следующее:

- проверена законченность и правильность монтажа всей аппаратуры, правильность загрузки механических фильтрв; устранены выявленные дефекты монтажа;

- налажена работа всех систем автоматизации (подоггев и подача воды, дозирование реагентов, продувка осветлителей и т.д.);

- определены в лабораторных условиях и уточнены при пуске и эксплуатации дозы коагулянта и вспомогательных реагентов;

- определены оптимальные условия формирования контактной среды осветлителя, места ввода реагентов, необходимые размеры продувки осветлителя; выявлена максимально возможная производительность осветлителя;

- уточнен режим промывки механических фильтров, установлена допустимая длительность межпромывочного периода и критерии для вывода фильтров на промывку (для установок контактной коагуляции);

- уточнен объем технологического контроля и составлены рабочая инструкция по эксплуатации предочистки и режимная карта.

10.3 Режимная карта работы осветлителей регламентирует:

- заданную температуру исходной воды и ее отклонения;

- стабильность расхода воды на осветлитель и темп нагрузки и разгрузки осветлителя;

- заданные дозы реагентов;

- необходимый расход воды через “отсечку”;

- установленный расход непрерывной продувки;

- график и режим периодической продувки;

- объем технологического и химического контроля за режимом работы осветлителя.

10.4 При налаженном режиме работы аппаратов достигаются следующие показатели качества коагулированной воды:

- содержание взвешенных веществ после осветлителей не более 5 мг/л. после механических фильтров не более 2 мг/л;

- прозрачность - не более 0,04 ед. оптической плотности (фотоколориметрическое измерение, используя синие светофильтры с длиной волны L = 400 нм, длиной кюветы l = 30мм, в качестве нулевой пробы - дистиллированную воду);
- окисляемость коагулированной воды – 20 – 50 % исходной в зависимости от качества исходной воды;
- содержание алюминия (в пересчете на Al^{+3}) в коагулированной воде не более 150 мкг/л, в редких случаях - 300 мкг/л;
- общее содержание железа (в пересчете на Fe^{+3}) не более 300 мкг/л;
- содержание "нереакционноспособной" кремнекислоты в коагулированной воде – 10 – 50 % исходного.

Оглавление.

1.Общие положения 4

2.Назначение и физико-химические основы метода коагуляции воды 4

3. Характеристика примесей поверхностных водоисточников. 5

4.Основные свойства коллоидно-дисперсных частиц. 9

5. Виды коагулянтов. 11

7.Осветлители. 16

8.Механические фильтры 21

9.Конструктивное решение и проектирование предочистки. 23

10.Наладка и эксплуатация предочистки (основные мероприятия) 24

gost.e-ecolog.ru