

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Строительные нормы проектирования

ВЫТВОРЧАЕ ВОДАЗАБЕСПЯЧЭННЕ

Будаўнічыя нормы праектавання

Water supply of industrial enterprise
Building norms of the designing

Дата введения _____

1 Область применения

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее — технический кодекс) распространяется на системы водоснабжения новых и реконструируемых промышленных предприятий (далее — предприятий), а также на системы водоснабжения групп предприятий с общими объектами (далее — промышленные узлы) и устанавливает строительные нормы их проектирования.

Требования настоящего технического кодекса являются обязательными для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, осуществляющими проектирование систем водоснабжения предприятий и промышленных узлов.

Требования настоящего технического кодекса не распространяются на системы водоснабжения сельскохозяйственных предприятий.

2 Нормативные ссылки

В настоящем техническом кодексе использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА)¹⁾:

ТКП 17.04-03-2007 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила оценки эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами»

ТКП 17.04-04-2007 (02120) «Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила применения классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод»

ТКП 17.06-03-2008 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Порядок оформления водохозяйственных балансов

ТКП 17.10-27-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорологическая деятельность. Правила проведения наблюдений за испарением с водной поверхности и расчета испарения с поверхности водоемов.

ТКП 45-4.01-31-2008 (02250) Сооружения водоподготовки. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.01-30-2009 (02250) Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.01-32-2009 (02250) Водопроводные сети и сооружения. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-5.09-33-2006 (02250) Антикоррозионные покрытия строительных конструкций зданий и сооружений. Правила устройства

ТКП 45-4.01-52-2007 (02250) Системы внутреннего водоснабжения зданий. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-2.01-111-2008 (02250) Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.01-116-2008 (02250) Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки

¹⁾ СНиП, СНБ имеют статус технического нормативного правового акта на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации»

ТКП 45-2.02-138-2009 (02250) Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-3.01-155-2009 (02250) Генеральные планы промышленных предприятий. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.01-180-2009 (02250) Сооружения водоподготовки. Осветление и обезцвечивание воды. Правила проектирования

ТКП 45-4.01-181-2009 (02250) Сооружения водоподготовки. Обеззараживание. Правила проектирования

ТКП 45-4.01-198-2010 (02250) Водозаборные сооружения из поверхностных источников. Правила проектирования

ТКП 45-4.01-199-2010 (02250) Скважинные водозаборы. Правила проектирования

СТБ 17.1.3.06-2006 Охрана природы. Гидросфера. Охрана подземных вод от загрязнения. Общие требования

СТБ 17.06.01-01-2009 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Использование и охрана вод. Термины и определения

СТБ 17.06.03-01-2008 Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Охрана поверхностных вод от загрязнения. Общие требования

СТБ 1883-2008 Канализация. Термины и определения

СТБ 1884-2008 Водоснабжение питьевое. Термины и определения

СТБ 1900-2008 Строительство. Основные термины и определения

ГОСТ 9.602-2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ 2761-84 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора

ГОСТ 19179-73 Гидрология суши. Термины и определения

ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 16860-88 Деаэраторы термические. Типы, основные параметры, приемка, методы контроля

ГОСТ 27468-92 Оборудование теплообменное стационарных дистилляционных опреснительных установок. Общие технические требования

ГОСТ 17612-89 Насадки кислотоупорные керамические. Технические условия

ГОСТ 26646-90 Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Общие технические требования и приемка

ГОСТ 5644-75 Сульфит натрия безводный. Технические условия

ГОСТ 19503-88 Гидразин-гидрат технический. Технические условия

ГОСТ 5841-74 Реактивы. Гидразин серноокислый.

ГОСТ 19347-99 Купорос медный. Технические условия

ГОСТ 6019-83 Счетчики холодной воды крыльчатые. Общие технические условия

ГОСТ 14167-83 Счетчики холодной воды турбинные. Технические условия

ГОСТ 15528-86 Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения

СНБ 3.02.03-03 Административные и бытовые здания

СНБ 4.01.01-03 Водоснабжение питьевое. Общие положения и требования

СНБ 2.04.02-2000 Строительная климатология

СНиП 2.05.07-91 Промышленный транспорт

СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий

СНиП II-35-76 Котельные установки

СНиП II-58-75 Электростанции тепловые

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ТНПА по Перечню технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь, и каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем техническом кодексе применяют термины, установленные в [1], ГОСТ 19179, ГОСТ 19185, ГОСТ 15528, СТБ 1883, СТБ 1884, СТБ 1900, СТБ 17.06.01, ТКП 45-4.01-202, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 брызгальный бассейн: Сооружение для охлаждения воды путем разбрызгивания ее в атмосферном воздухе над открытым резервуаром

3.2 величина концентрационной поляризации: Отношение концентрации вещества у поверхности мембраны и в объеме жидкости.

3.3 вода добавочная: Вода, подаваемая в систему оборотного водоснабжения для восполнения потерь на продувку и безвозвратных потерь воды.

3.4 водомерная установка (водомерный узел): Сооружение на системе водоснабжения или водоотведения, оснащенное техническими средствами для проведения измерений расхода воды.

3.5 комплексоны: Органические хелатообразующие соединения, в большей части аминополикарбоновые кислоты и их производные, используемые для обработки воды с целью предотвращения отложений и коррозии.

3.6 концентрат: Поток веществ, не прошедший через полупроницаемую мембрану в процессе мембранного разделения.

3.6 мембранный процесс: Процесс преимущественного проникновения одного или нескольких компонентов смеси через полупроницаемую мембрану под действием разности химических потенциалов, в результате чего исходная смесь разделяется на пермеат и концентрат.

3.7 наливное водохранилище-охладитель: Искусственный водоем, используемый в целях охлаждения воды из системы оборотного водоснабжения, сооружаемый вне русел водотоков и акваторий водоемов, заполняемый и(или) пополняемый водой из других водных объектов посредством инженерных сооружений.

3.8 озерное водохранилище-охладитель: Искусственный водоем, используемый в целях охлаждения воды из системы оборотного водоснабжения, образованный в акватории озер или водохранилищ озерного типа.

3.9 отсечное водохранилище-охладитель: Искусственный водоем, используемый в целях охлаждения воды из системы оборотного водоснабжения, образованный в акватории водоема или водотока, путем ограждения части водной поверхности водоема или водотока отсекающей дамбой с устройством сооружений для подпитки водой отсеченной части водоема.

3.10 пермеат: Поток вещества, проходящий через полупроницаемую мембрану в процессе мембранного разделения.

3.11 полупроницаемая мембрана: Перегородка, обладающая свойством преимущественно пропускать определенные компоненты жидких или газовых смесей.

3.12 продувка: Отбор воды из системы оборотного водоснабжения с заменой на добавочную воду для поддержания солевого состава и концентрации загрязняющих веществ на определенном уровне.

3.13 рабочая поверхность мембраны: Площадь мембраны, участвующая в процессе мембранного разделения.

3.14 русловое водохранилище-охладитель: Искусственный водоем, образованный водоподпорным сооружением в русле водотока и используемый в целях охлаждения воды из системы оборотного водоснабжения

3.15 селективность мембраны: Способность мембраны иметь различную проницаемость для разных компонентов разделяемой смеси.

3.16 удельная производительность мембраны: Количество вещества, переходящего через единицу площади мембраны в единицу времени.

4 Общие положения

4.1 При проектировании систем водоснабжения промышленных предприятий следует руководствоваться Водным Кодексом Республики Беларусь [1], законами Республики Беларусь, НПА и ТНПА устанавливающими технические, санитарные, природоохранные требования, а также требования безопасности к системам водоснабжения.

4.1.1. Системы питьевого водоснабжения промышленных предприятий проектировать согласно требованиями [2], СНБ 4.01.01, санитарных норм, правил и гигиенических нормативов, ведомственных НПА и ТНПА, утвержденных в установленном порядке.

4.1.2 Системы производственного водоснабжения объектов энергетики следует проектировать согласно требованиям СНиП II-58 и других ТНПА регламентирующих проектирование и строительство электростанций и других объектов энергетики.

4.1.3 Системы производственного водоснабжения котельных установок следует проектировать согласно требованиям СНиП II-35.

4.1.4 Системы производственного водоснабжения гидротранспорта на промышленных предприятиях проектировать согласно требованиям СНиП 2.05.07.

4.2 Выбор системы и схемы водоснабжения промышленных предприятий

4.2.1. Системы водоснабжения промышленных предприятий должны обеспечивать водопотребление на:

— питьевые и хозяйственные нужды работников предприятий, а также населения в жилых зданиях, на общественных объектах, в случае их подключения системам водоснабжения промышленных предприятий;

— производственные нужды предприятий;

— тушение пожаров;

- компенсацию неизбежных потерь воды в сооружениях и трубопроводах;
- поливку посадок и мойку ландшафтно-рекреационных территорий и территорий транспортной инфраструктуры предприятий,

4.2.2 Выбор системы и схемы водоснабжения промышленных предприятий осуществляется путем рассмотрения и оценки технико-экономических вариантов обеспечения водой. При выборе системы и схемы водоснабжения должны учитываться:

- вид источников водоснабжения;
- требования к давлению, количеству и качеству воды и режиму водопотребления;
- требования к надежности подачи воды.
- условия расположения предприятия и особенности технологических процессов на предприятии и местных условий и особенностей объектов потребления воды.

4.2.3. При проектировании системы водоснабжения промышленных предприятий на основе технико-экономических расчетов следует обосновывать:

- выбор источников водоснабжения и использование их для обеспечения нужд соответствующих водопотребителей;
- степень централизации системы водоснабжения и целесообразность выделения автономных систем водоснабжения;
- объединение или разделение сооружений систем водоснабжения, водопроводов и водопроводных сетей различного назначения;
- необходимость зонирования системы водоснабжения;
- необходимость использования регулирующих емкостей, насосных станций, применения объединенных или автономных систем оборотного водоснабжения;
- использование очищенных производственных, бытовых и поверхностных сточных вод для производственного водоснабжения;
- применение объединенных или локальных систем оборотного водоснабжения;
- применение систем водоснабжения с повторным использованием воды для производственных нужд, а также для поливки территории и зеленых насаждений;
- целесообразность создания замкнутых систем водоснабжения;
- очередность строительства и ввода в действие элементов системы водопотребления по пусковым комплексам.

При выборе вариантов обеспечения предприятий водой для производственных нужд следует преимущественно предусматривать замкнутые, оборотные системы водоснабжения и системы водоснабжения с повторным использованием воды.

4.2.4 Категорию централизованных систем водоснабжения промышленных предприятий следует устанавливать согласно СНБ 4.01.01.

При необходимости повышения надежности подачи воды на производственные нужды отдельных производств, цехов, установок следует предусматривать локальные системы водоснабжения.

4.2.5 Для систем водоснабжения промышленных предприятий расчеты совместной работы водоводов, водопроводных сетей, насосных станций и регулирующих емкостей следует выполнять для характерных режимов подачи воды с учетом степени объединения сооружений систем водоснабжения.

Для систем питьевого водоснабжения промышленных предприятий характерные режимы подачи воды следует принимать по СНБ 4.01.01.

4.2.6 Для систем объединенного хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения промышленных предприятий характерные режимы подачи воды следует принимать по ТКП 45-2.02-138.

4.2.7 Для систем производственного водоснабжения характерные условия их работы устанавливаются в соответствии с особенностями технологии производства.

Как правило, следует рассматривать

— сутки максимального водопотребления для максимального, среднего и минимального часовых расходов.

— сутки среднего водопотребления для среднего часового расхода;

— сутки минимального водопотребления для минимального часового расхода.

4.2.8 Для систем объединенного производственно-противопожарного водоснабжения характерные условия их работы устанавливаются в соответствии с особенностями технологии производства и обеспечения пожарной безопасности.

4.2.9 Системы питьевого водоснабжения промышленных предприятий проектировать согласно требованиям СНБ 4.01.01.

Системы водоснабжения гидротранспорта на промышленных предприятиях проектировать согласно требованиям СНиП 2.05.07.

4.3 Водопотребление и требуемое давление

4.3.1 При проектировании систем водоснабжения промышленных предприятий удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды принимать в зависимости по СНБ 4.01.01 .

4.3.2 Нормы расхода воды на одну душевую сетку на промышленных предприятиях принимать по ТКП 45-4.01-52.

Количество душевых сеток на промышленных предприятиях принимать в зависимости от санитарно-гигиенических условий в соответствии с СНБ 3.02.03.

4.3.3 Расход воды на влажную уборку помещений принимать 0,4 л на 1 м² площади помещений, в которых производится влажная уборка, при ее проведении один раз в сутки в течение одного часа. Потери воды при проведении влажной уборки принимать в размере 15 % от расхода воды на указанные цели. При механизированной уборке помещений расходы воды принимать согласно техническим характеристикам используемых средств механизации.

Нормы расхода воды на мойку и поливку покрытий территорий, а также поливку зеленых насаждений на промышленных предприятиях следует принимать по СНБ 4.01.01

4.3.4 Расходы воды на производственные нужды промышленных предприятий должны определяться на основании технологических данных.

Допускается нормы расхода воды отдельных потребителей на промышленных предприятиях принимать на основании данных, полученных в результате исследований удельного водопотребления.

4.3.5 При проектировании систем водоснабжения промышленных предприятий следует учитывать технологические расходы воды при заборе, подготовке, подаче, транспортировании и распределении, расходы воды на содержание территорий зон санитарной охраны и сооружений в надлежащем санитарном состоянии.

Технологические расходы воды при заборе, подготовке, аккумулировании, подаче, транспортировании и распределении должны определяться для каждого элемента системы водоснабжения в соответствии с действующими НПА и ТНПА, в том числе настоящим техническим кодексом, [3] и СНБ 4.01.01, технической документацией оборудования, применяемого в системах водоснабжения.

Допускается принимать величину технологических расходов воды при ее заборе, подготовке, аккумулировании, транспортировании и распределении по статистическим данным предприятий аналогов за последние три года.

4.3.6 Неизбежные потери воды при заборе, подготовке, подаче, транспортировании и распределении следует определять для каждого элемента системы водоснабжения в соответствии с действующими НПА и ТНПА, в том числе настоящим техническим кодексом, [4] и СНБ 4.01.01, технической документацией оборудования, применяемого в системах водоснабжения.

Допускается принимать величину неизбежных потерь воды при ее заборе, подготовке, аккумулировании, транспортировании и распределении по статистическим данным предприятий аналогов за последние три года.

4.3.7 Допускается не учитывать потери воды указанные в 4.3.6, при их величине менее 3 % от общего водопотребления предприятия.

4.3.8 Расходы воды на пожаротушение на промышленных предприятиях определять по ТКП 45-2.02-138.

4.3.9 Минимальное избыточное давление в водопроводной сети на вводах в здания, относительно поверхности земли при любых режимах водопотребления должно приниматься не менее 0,1 МПа.

4.3.10 Допускается снижение давления в водопроводных внутривозвращающих сетях промышленных предприятий ниже значений установленных 4.3.9 при обосновании достаточности давления для эксплуатации системы водоснабжения.

4.3.11 Давление в водопроводной сети промышленных предприятий на вводе в здание не должно превышать 0,6 МПа.

При большем требуемом давлении для отдельных зданий, сооружений или отдельных потребителей следует предусматривать зонирование системы водоснабжения, устройство повысительных насосных станций.

4.3.12. Давление в наружной сети производственного водопровода следует принимать исходя из технологических требований.

4.3.13 При проектировании систем водоснабжения промышленных предприятий следует рассматривать технические решения позволяющие снизить требуемое давление в наружных водопроводных сетях.

4.3.14 Требуемое минимальное избыточное давление в водопроводной сети объединенных и отдельных систем водоснабжения, обеспечивающих тушение пожаров на территории промышленных предприятий, следует устанавливать по ТКП 45-2.02-138.

4.4 Источники водоснабжения

4.4.1 Выбор источника водоснабжения должен быть обоснован результатами топографических, гидрологических, гидрогеологических, гидрохимических, гидробиологических, гидротермических и других изысканий и санитарных обследований.

4.4.2 В качестве источника водоснабжения промышленных предприятий следует рассматривать

- водотоки и водоемы
- подземные воды

- системы водоснабжения населенных пунктов и других предприятий
- системы водоотведения при возможности использования очищенных сточных вод.

4.4.3 При оценке возможности использования водных ресурсов и их достаточности для целей водоснабжения следует учитывать природоохранные и санитарные требования а также положения СНБ 4.01.01 и ТКП 45-4.01-30.

Оценка достаточности водных ресурсов и их приемлемость для водоснабжения промышленного предприятия производится на основании гидрологических, гидрогеологических расчетов, результатов гидрохимических исследований, в том числе путем:

- составления водохозяйственных балансов при заборе воды из поверхностных источников согласно [5] и ТКП 17.06-03;
- оценки запасов подземных вод при заборе воды из подземных источников согласно [6], ТКП 17.04-03, ТКП 17.04-04.

4.4.4 Использование подземных вод питьевого качества для целей, не связанных с удовлетворением питьевых, хозяйственно-бытовых и иных нужд работников предприятий и населения, а также удовлетворением потребностей пищевой промышленности, как правило, не допускается.

При обосновании допускается использование этих вод для целей, не связанных с питьевым или хозяйственно-бытовым водоснабжением работников предприятий и населения, удовлетворением потребностей пищевой промышленности по согласованию территориальными органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды в порядке установленном [1], [7], [8].

4.4.5 В системе водоснабжения допускается промышленных предприятий использование нескольких источников с различными характеристиками.

Не допускается соединение питьевого водопровода с водопроводом, подающим воду непитьевого качества. Допускается подпитка водопроводов, подающих воду непитьевого качества, за счет подачи воды из питьевых водопроводов с обеспечением воздушного разрыва согласно требованиям [9].

4.4.6 Источниками питьевого водоснабжения, как правило, должны быть подземные воды, системы питьевого водоснабжения населенных пунктов и других предприятий, а также поверхностные воды

Выбор источника питьевого водоснабжения должен производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 2761, СНБ 4.01.01, ТКП 45-4.01-30.

4.4.7 При использовании в качестве источника водоснабжения промышленных предприятий систем водоснабжения населенных пунктов, подключение и забор из них воды следует осуществлять согласно требованиям [10].

Забор и использование воды из питьевых водопроводов населенных пунктов и других предприятий для целей, не связанных с удовлетворением питьевых, хозяйственно-бытовых и иных нужд работников предприятий и населения, а также удовлетворением потребностей предприятий пищевой промышленности, как правило, не допускается.

При обосновании допускается использование этих вод для целей, не связанных с питьевым или хозяйственно-бытовым водоснабжением работников предприятий и населения, удовлетворением потребностей пищевой промышленности по согласованию с местными исполнительными и распорядительными органами, органами государственного управления по природным ресурсам и охране окружающей среды, органами государственного санитарного надзора.

4.4.8 Качество очищенных сточных вод, при их использовании на производственные нужды, должно соответствовать технологическим требованиям с учетом его влияния на выпускаемую продукцию и требованиям по обеспечению надлежащих санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала.

4.5 Учет водопотребления и водомерные установки.

4.5.1 Системы водоснабжения промышленных предприятий следует оснащать водомерными установками для измерения объема забираемой воды.

Водомерными установками следует оснащать:

- водозаборные сооружения;
- присоединения системы водоснабжения промышленного предприятия к системам водоснабжения населенных пунктов и других предприятий;
- присоединения систем водоснабжения других предприятий (водопотребителей) или систем водоснабжения населенных пунктов к системе водоснабжения промышленного предприятия.
- другие сооружения, здания, технологическое оборудование при необходимости организации учета водопотребления.

4.5.2 При заборе вод из подземных источников с использованием водозаборных скважин, как правило, водомерные установки должны устраиваться на каждой скважине. При заборе подземных вод горизонтальными, лучевыми, комбинированными водозаборами, коптажами, шахтных колодцев водомерные установки допускается разме-

щать на напорных трубопроводах насосных станций первого подъема или насосных установок, подающих воду от указанных водозаборных сооружений.

4.5.3 На сооружениях для забора поверхностных вод водомерные установки, как правило, следует размещать на насосных станциях первого подъема.

При подаче воды на площадку промышленного предприятия по каналам, лоткам и другим безнапорным водоводам допускается размещение водомерных установок на указанных сооружениях с применением средств измерений расхода воды в открытых потоках.

4.5.4 Размещение водомерных установок на присоединениях системы водоснабжения промышленного предприятия к системам водоснабжения населенных пунктов устанавливается в технических условиях на присоединение к коммунальным системам водоснабжения, разрабатываемых согласно [10].

4.5.5 Размещение водомерных установок на присоединениях систем водоснабжения других предприятий (водопотребителей) или систем водоснабжения населенных пунктов к системе водоснабжения промышленного предприятия устанавливается в технических условиях на присоединение или иных документах, разработанных в установленном порядке, и регламентирующих присоединение других водопотребителей к системе водоснабжения промышленного предприятия

4.5.6 Размещение водомерных установок в случаях не указанных 4.5.2-4.5.5 определяется целями организации учета водопотребления, а также конструктивными и технологическими требованиями.

4.5.7 При использовании очищенных производственных, бытовых и поверхностных сточных вод для производственного водоснабжения, сооружения для подачи указанных категорий вод в системы производственного водоснабжения производственных предприятий допускается не оснащать водомерными установками.

4.5.8 Водомерные установки, размещаемые на напорных водоводах, следует устраивать в удобном для снятия показаний и обслуживания месте, как правило, в помещениях с искусственным или естественным освещением и температурой воздуха не ниже 5 °С. Допускается размещение таких водомерных установок вне зданий, при соблюдении требований к условиям эксплуатации средств измерения и арматуры, установленным изготовителями.

4.5.9 Водомерные установки должны оснащаться расходомерами, счетчиками воды, и другими средствами измерений, внесенными в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь в соответствии с [11].

Выбор типа средства измерений расхода и(или) объема воды следует производить исходя из их назначения, величины измеряемого расхода, требований к точности измерений, условий эксплуатации.

4.5.10 Метрологические характеристики средств измерений расхода и(или) объема воды при заборе из подземных источников и поверхностных водных объектов должны обеспечивать проведение измерений с относительной погрешностью, не более установленной природоохранными нормативами согласно [12].

Метрологические характеристики средств измерений расхода и(или) объема воды водомерных установок, размещаемых на присоединениях системы водоснабжения промышленного предприятия к системам водоснабжения населенных пунктов устанавливается в технических условиях на присоединение к коммунальным системам водоснабжения, разрабатываемых согласно [10].

Метрологические характеристики средств измерений расхода и(или) объема воды водомерных установок, размещаемых на присоединениях систем водоснабжения других предприятий (водопотребителей) или систем водоснабжения населенных пунктов к системе водоснабжения промышленного предприятия устанавливается в технических условиях на присоединение или иных документах, разработанных в установленном порядке, регламентирующих присоединение других водопотребителей к системе водоснабжения промышленного предприятия

4.5.11 Водомерные установки, оснащаемые крыльчатými по ГОСТ 6019 и(или) турбинными счетчиками воды по ГОСТ 14167, следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-4.01-52 и инструкций по эксплуатации предприятий изготовителей счетчиков.

4.5.12 Водомерные установки, оснащаемые другими типами средств измерений расхода и(или) объема воды следует проектировать в соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации производителей и методик измерений, утвержденных в установленном порядке.

5 Водозаборные сооружения

5.1 Водозаборные сооружения (водозаборы) должны:

- обеспечивать забор из водоисточника расчетного расхода воды и подачу его потребителю;

— обеспечивать соответствие качества забираемой воды требованиям к питьевой воде [13, 14], или воде для производственного водоснабжения либо возможность достижения требуемого качества экономически оправданными и надежными способами;

— удовлетворять санитарным и природоохранным требованиям;

— обеспечивать возможность проведения наблюдений, измерений связанных с получением информации о количественных и качественных параметрах забираемой воды и режима источника водоснабжения. .

5.2 При использовании водозаборов в системах питьевого водоснабжения промышленных предприятий необходимо предусматривать зоны санитарной охраны водоисточников в соответствии с [2], [15] и ТКП 45-4.01-30.

При заборе воды для производственного водоснабжения зоны санитарной охраны водоисточников допускается не предусматривать по согласованию с органами санитарного надзора.

5.3 Водозаборы поверхностных вод

5.3 1 Конструктивная схема водозабора поверхностных вод должна приниматься в зависимости от требуемой категории надежности, морфологических, гидрологических, гидрохимических характеристик водного объекта источника водоснабжения с учетом природоохранных, санитарных требований и требований, связанных с использованием водных объектов источников водоснабжения для нужд водного транспорта и рыбного хозяйства.

5.3 2 Проектирование водозаборов из поверхностных источников следует осуществлять согласно ТКП 45-4.01-30 и ТКП 45-4.01-198.

5.2 3 Мероприятия по охране водных ресурсов при проектировании водозаборов из поверхностных источников следует осуществлять согласно с [1], [16] и СТБ 17.06.03.

5.4 Водозаборы подземных вод

5.4 1 Схема водозабора подземных вод и вид сооружений должны приниматься в зависимости от требуемой категории надежности, геологических, гидрогеологических, санитарных условий, взаимного влияния их с другими существующими и проектируемыми водозаборами, с учетом природоохранных и санитарных требований.

5.4 2 Проектирование водозаборов из подземных источников следует осуществлять согласно [6] ТКП 45-4.01-30 и ТКП 45-4.01-199.

5.4 3 Мероприятия по охране водных ресурсов при проектировании водозаборов из подземных источников следует осуществлять согласно с [1], СТБ 17.1.3.06.

6 Водоводы, водопроводные сети и сооружения на них

6.1 Водопроводные сети на промышленных предприятиях следует проектировать объединенными или отдельными. Как правило, на промышленных предприятиях следует предусматривать сети:

- хозяйственно-питьевого водоснабжения
- производственного водоснабжения
- противопожарного водоснабжения

Степень объединения сетей водоснабжения промышленных предприятий следует определять путем рассмотрения и оценки технико-экономических вариантов с учетом:

- требований к надежности подачи воды.
- вида источников водоснабжения;
- требований к давлению, количеству и качеству воды и режиму водопотребления;
- особенностей технологических процессов на предприятии, условий расположения предприятия, условий подключения к системам водоснабжения населенных пунктов и других предприятий.

6.2 Проектирование сетей противопожарного водопровода и объединенного противопожарного водопровода следует производить по ТКП 45-2.02-138.

6.3 Соединение сетей хозяйственно-питьевых водопроводов с водопроводом, подающим воду непитьевого качества не допускается. Допускается предусматривать устройства для подпитки водопроводов, подающих воду непитьевого качества, за счет подачи воды из питьевых водопроводов согласно требованиям 4.4.5.

6.4 При присоединении сетей водоснабжения промышленных предприятий к сетям водоснабжения населенных пунктов и других предприятий следует предусматривать при необходимости устройство на них напорно-регулирующих емкостей и насосных станций.

Необходимость устройства указанных сооружений следует определять на основании оценки:

- требуемых расходов и давления в сети промышленного предприятия
- допустимых отбираемых расходов из сети водоснабжения населенных пунктов и(или) других предприятий

- давления из сети водоснабжения населенных пунктов и(или) других предприятий

6.5 Проектирование водоводов и водопроводных сетей, в том числе их трассировку, расположение трубопроводов в плане и вертикальной плоскости производить по ТКП 45-4.01-32, ТКП 45-3.01-155, ТКП 45-3.01-116 и другим ТНПА регламентирующих проектирование и строительство водопроводных сетей.

6.6 В системах водоснабжения промышленных предприятий допускается использовать резервуары, водонапорные башни, водонапорные колонны, гидропневматические установки, и другие типы емкостных сооружений при обосновании.

6.7 Проектирование емкостей для хранения воды промышленных предприятий производить по ТКП 45-4.01-32.

Регулирующий объем воды в емкостях производственного водоснабжения промышленных предприятий допускается назначать с учетом режима восполнения и водопотребления за промежутки времени превышающий сутки.

6.8 Проектирование насосных станций в системах водоснабжения промышленных предприятий производить по ТКП 45-4.01-32, ТКП 45-2.02-138, ТКП 45-4.01-30, ТКП 45-4.01-198, ТКП 45-4.01-199 и другим ТНПА регламентирующих проектирование и строительство насосных станций.

6.9 Допускается устройство насосных станций путем монтажа насосных агрегатов в емкостных сооружениях.

7 Сооружения водоподготовки

7.1 Метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки следует устанавливать в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, требований к качеству обработанной воды, назначения системы водоснабжения, производительности станции и местных условий на основании данных технологических изысканий и опыта эксплуатации сооружений, работающих в аналогичных условиях.

7.2 Для подготовки питьевой воды для потребления в питьевых и хозяйственно-бытовых целях, для использования в процессах переработки продовольственного сырья и производства пищевых продуктов следует применять методы, материалы, реаген-

ты и фильтрующие загрузки, разрешенные Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Системы и устройства для обработки питьевой воды для вышеуказанных целей индивидуального, коллективного, производственно-технологического назначения производительностью до 150 м³/ч подлежат сертификации и государственной гигиенической регистрации согласно [17].

7.3 Проектирование сооружений водоподготовки для производственного водоснабжения котельных производить в соответствии со СНиП II-35.

7.4 Осветление и обесцвечивания воды

7.4.1 Для осветления воды следует применять:

- процеживание через сетки, сита, тканевые фильтры и микрофильтры;
- отстаивание;
- пропускание воды через слой взвешенного осадка;
- фильтрование,
- флотацию;
- обработку на гидроциклонах.

Допускается применение других методов осветления при обосновании.

Для интенсификации процесса осветления следует предусматривать дозирование коагулянтов и флокулянтов.

Выбор метода осветления и сооружений для его реализации следует производить путем рассмотрения и оценки технико-экономических вариантов с учетом качества исходной воды, требований к степени очистки.

7.4.2 Для обесцвечивания воде следует применять отстаивание, осветление в слое взвешенного осадка; фильтрование, микропроцеживание, пропускание воды через загрузку из сорбентов. Для интенсификации процессов обесцвечивания следует предусматривать предварительную обработку воды окислителями (озон, перманганат калия и др.) с последующим дозированием коагулянтов и флокулянтов.

7.4.3 Проектирование сооружений осветления и обесцвечивания воды следует производить по ТКП 45-4.01-31, ТКП 45-4.01-180.

7.5 Обезжелезивание и обезмарганцевание воды

7.5.1 Для обезжелезивания и обезмарганцевания воды следует руководствоваться требованиями ТКП 45-4.01-31.

7.5.2 В соответствии с ТКП 45-4.01-31 метод обезжелезивания, расчетные параметры и дозы реагентов следует принимать на основе результатов технологических изысканий, выполненных непосредственно у источника водоснабжения.

Выбор метода обезжелезивания следует производить в зависимости от форм железа, присутствующих в природных водах, из которых должно быть удалено железо.

7.5.3 Для обезжелезивания поверхностных вод следует использовать только реагентные методы с последующей фильтрацией.

Обезжелезивание подземных вод следует осуществлять фильтрованием в сочетании с одним из способов предварительной обработки воды:

- упрощенная аэрация;
- аэрация на специальных устройствах;
- коагуляция и осветление;
- введение таких реагентов-окислителей, как хлор, гипохлорит натрия или кальция, озон, перманганат калия.

7.5.4 При обосновании допускается применять катионирование, диализ, флотацию, электрокоагуляцию и другие методы.

Удаление из воды железа методом ионного обмена (катионирование) допускается, когда одновременно с обезжелезиванием требуется умягчение воды и с содержанием железа в исходной воде в пределах от 0,05 до 0,3 мг/л.

7.5.5 Обезмарганцевания воды следует осуществлять:

- глубокой аэрацией с последующим фильтрованием;
- деманганація перманганатом калия;
- каталитическим окислением марганца;
- фильтрованием через модифицированную загрузку;
- введением реагентов-окислителей;
- удалением марганца методом ионного обмена.

7.5.6 Удаление марганца методом ионного обмена следует применять при необходимости одновременном глубоком умягчения воды и проведении обезжелезивания и деманганации.

7.6 Умягчение воды

7.6.1 Выбор метода умягчения следует осуществлять исходя из качества исходной воды, требований к умягченной воде и технико-экономических соображений.

Умягчение воды систем питьевого водоснабжения следует принимать по ТКП 45-4.01-31.

7.6.2 Для умягчения воды следует применять следующие методы:

- для устранения карбонатной жесткости - декарбонизацию известкованием или водород-катионитное умягчение с "голодной" регенерацией катионита;

- для устранения карбонатной и некарбонатной жесткости - известково-содовое, натрий-катионитное или водород-натрий-катионитное умягчение.

7.6.3 Термический метод умягчения воды целесообразно применять при использовании карбонатных вод, идущих на питание котлов низкого давления, а также в других случаях, предусматривающих утилизацию теплоты, затраченную на нагревание обрабатываемой воды, в том числе в сочетании с реагентными методами умягчения воды.

7.6.4 Для термического умягчения воды допускается использовать термоумягчители. Время пребывания воды в термоумягчителе рекомендуется принимать от 30 до 45 мин, скорость восходящего потока воды во взвешенном слое от 7 до 10 м/ч, а скорость движения в отверстиях дна от 0,1 до 0,25 м/с.

7.6.5 Умягчение воды реагентными методами основано на обработке ее реагентами, образующими с кальцием и магнием малорастворимые соединения с последующим их отделением в осветлителях, тонкослойных отстойниках и осветлительных фильтрах.

В качестве реагентов допускается применять известь, кальцинированную соду, гидроксиды натрия и бария и другие вещества.

7.6.6 Умягчение воды известкованием рекомендуется применять при ее высокой карбонатной и низкой некарбонатной жесткости, а также в случае, когда не требуется удалять из воды соли некарбонатной жесткости. В качестве реагента рекомендуется использовать известь в виде раствора или суспензии, подаваемого в предварительно подогретую обрабатываемую воду.

7.6.7 Известково-содовый метод умягчения рекомендуется применять при удалении магниевой жесткости и проводить в две стадии. Первоначально из воды следует удалять органические примеси и значительную часть солей карбонатной жесткости, используя соли алюминия или железа с известью при условиях оптимальных для коагуляции. Во второй стадии в воду следует добавлять соду и остальную часть извести.

7.6.8. Контроль процесса умягчения воды следует осуществлять коррекцией pH умягченной воды или по значению гидрокарбонатной щелочности, которую при декарбонизации следует поддерживать в пределах от 0,1 до 0,2 мг-экв/л, а при известково-содовом умягчении – от 0,3 до 0,5 мг-экв/л.

7.6.9 Фосфатирование рекомендуется применять для доумягчения воды после известково-содового умягчения. В качестве фосфатных реагентов рекомендуется применять гексаметафосфат, триполифосфат (ортофосфат) натрия и другие.

Фосфатное умягчение рекомендуется осуществлять при подогреве воды в пределах от 105 °С до 150 °С.

7.6.10 Для реагентного умягчения воды следует использовать сооружения для приготовления и дозирования реагентов, смесители, тонкослойные отстойники или осветлители, фильтры и установки для стабилизационной обработки воды. Проектирование сооружений реагентной обработки воды следует проектировать в соответствии с требованиями ТКП 45-4.01-31.

7.6.11 Термохимические методы умягчения воды следует применять, как правило, при подготовке питательной воды паровых котлов и подпиточной воды систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также в других случаях, предусматривающих утилизацию теплоты, затраченную на нагревание обрабатываемой воды.

При термохимическом методе умягчения следует предусматривать дозирование коагулянта или из него, помимо коагулянта рекомендуется применять известь и соду с добавкой фосфатов, гидроксида натрия и соду при температуре более 100 °С. Для обеспечения удаления некарбонатной жесткости соду рекомендуется добавлять с избытком.

7.6.12 Известково-доломитовый метод рекомендуется применять для одновременного умягчения и обескремнивания воды при температуре 120 °С.

Исходная вода, обработанная известково-доломитовым молоком направляется на осветления в напорные осветлители и далее через напорные антрацитовые и На-катионитовые фильтры первой и второй ступеней.

7.6.13 Основные характеристики и условия применения методов умягчения воды, дозы реагентов, проектирование реакторов для умягчения воды известковым или известково-содовым методами рекомендуется осуществлять в соответствии с приложением А.

7.7 Опреснение и обессоливание воды

7.7.1 При предварительном выборе способа опреснения и обессоливания воды допускается руководствоваться данными таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Способы опреснения и обессоливания

Способы опреснения и обессоливания	Солесодержание воды, мг/л	
	исходной	Опресненной и обессоленной
Ионный обмен	1500 - 2000	0,1 - 20
Дистилляция	Более 10 000	0,5 - 50
Электродиализ	1500 -15 000	Не менее 500
Обратный осмос (гиперфильтрация)	До 40 000	10 - 1000

7.7.2 Ионный обмен

7.7.2.1 Обессоливание воды ионным обменом рекомендуется проводить при общем солесодержании воды в до 1500 – 2000 мг/л и суммарном содержании хлоридов и сульфатов не более 5 мг-экв/л, взвешенных веществ – 8 мг/л, цветность 30° и перманганатной окисляемости – 7 мг/л. В случае несоответствия качества воды указанным требованиям ее необходимо подвергать предварительной подготовке.

7.7.2.2 Методы, технологические схемы и состав сооружений предварительной подготовки воды для ионного обмена должны разрабатываться для каждого конкретного случая, и приниматься в зависимости качества исходной воды и производительности станции.

Технологические режимы работы должны уточняться в процессе пуско-наладочных работ и последующей эксплуатации.

Сущность ионообменного обессоливания заключается в последовательном прохождении воды через катионо- и анионообменные фильтры.

7.7.2.3 Н-катионитовые фильтры следует регенерировать раствором серной кислоты концентрацией от 1,0 мг-экв до 1,5 %.

Анионитовые фильтры следует регенерировать 4% раствором кальцинированной соды или гидроксида натрия.

После соответствующей отмывки загрузки от продуктов регенерации фильтры вновь включают в работу.

7.7.2.4 Обессоливание воды ионным обменом может осуществляться по одно-двух- и трехступенчатой схемам.

Технологический расчет сооружений ионообменного обессоливания воды приведен в приложении Б.

7.7.3 Дистилляция

7.7.3.1 Обессоливание воды дистилляцией заключается в нагреве воды до температуры кипения, вследствие чего образуется пар практически не способный растворять содержащиеся в обрабатываемой воде соли и в дальнейшем при конденсации этого пара образуется обессоленная вода.

7.7.3.2 Дистилляционные обессоливающие установки различают по характеру использования тепла, кипения и движения воды.

Принцип действия испарительных обессоливающих установок основан на нагреве обессоливаемой воды погруженной в нее поверхностью в виде батареи, или кипении исходной воды в трубках, обогреваемых с внешней стороны теплоносителем. Установки этого типа могут быть одноступенчатыми или многоступенчатыми.

7.7.3.4 При выборе того или иного типа дистилляционной опреснительной установки предпочтение следует отдавать той, которая при наибольшей производительности и наилучшем качестве обессоленной воды имеет наименьшие затраты теплоты, наивысшие показатели греющего пара и минимальную стоимость 1 м³ дистиллята.

7.7.3.5 При расчете дистилляционных опреснительных установок исходными данными являются: производительность установки по дистилляту, температура и энтальпия соленой воды на входе в установку.

В процессе расчета необходимо определить: необходимое количество аппаратов, расход греющего пара, потери теплоты, кратность концентрирования.

7.7.4 Обратный осмос

7.7.4.1 Обратный осмос – процесс мембранного разделения, состоящий в преимущественном проникновении через полупроницаемую мембрану растворителя под действием давления, превышающего осмотическое давление раствора.

Группа баромембранных методов обработки воды включает в себя обратный осмос, микрофильтрацию, ультрафильтрацию и нанофильтрацию.

7.7.4.2 Основными терминами, характеризующими процесс обратного осмоса являются: полупроницаемая мембрана, мембранный процесс, пермеат, концентрат, рабочая поверхность мембраны.

7.7.4.3 Основными технологическими параметрами, характеризующими процесс обратноосмотического опреснения и обессоливания являются: удельная производительность, селективность, коэффициент очистки K_0 , коэффициент разделения K_p , коэффициент концентрирования K_k , коэффициент уменьшения объема K_{yo} , коэффициент извлечения K_u , величина концентрационной поляризации K_{Γ} .

7.7.4.4 Мерой селективности служит величина, характеризующая изменение соотношения компонентов в исходной воде и смеси, прошедшей через мембрану, выраженная в долях или процентах:

$$R = \left(1 - \frac{C_{\phi}}{C_0} \right) \cdot 100, \quad (7.1)$$

где C_{ϕ} - содержание компонента в пермеате, мг/л;

C_0 - содержание того же компонента в исходной воде, мг/л.

7.7.4.5 Требования к исходной воде подаваемой для обработки обратным осмосом следует принимать по данным производителей мембран. При отсутствии таких данных следует принимать:

- pH – 3–10;

ТКП/ПР_1/45-4.01-__-201_

- мутность – не более 5 мг/л;
- окисляемость перманганатная – не более 3 мг/л;
- содержание нефтепродуктов – не более 0,5 мг/л;
- содержание сильных окислителей (активный хлор, озон, перманганат калия) – не более 0,1 г/л;
- марганец общий (Mn) – не более 0,05 мг/л;
- железо общее (Fe) – не более 0,3 мг/л;
- соединения кремния (Si) – не более 0,5 мг/л;
- сероводород – отсутствие
- минерализация общая – 3-20 г/л
- температура 5–35 °С;

7.7.4.6 Общий расход установки Q_0 , м³/ч, следует определять по формуле

$$Q_0 = \frac{Q_\phi}{1-\alpha}, \quad (7.2)$$

где Q_ϕ - расчетная производительность установки по пермиату, м³/ч;

α - отношение расхода концентрата Q_k к общему расходу Q_0 , поступающему в аппарат, определяемое по формуле:

$$\alpha = \frac{Q_k}{Q_0}, \quad (7.3)$$

7.7.4.7 Расход концентрат Q_k , м³/ч, следует определять по формуле

$$Q_k = Q_0 - Q_\phi. \quad (7.4)$$

7.7.4.8 Общее число аппаратов N следует определять по формуле

$$N = \frac{Q_\phi}{q_\phi}. \quad (7.5)$$

где q_ϕ - паспортная производительность одного аппарата, м³/ч.

7.7.5 Электродиализ

7.7.5.1 Метод электродиализа (электрохимический) следует применять при опреснении подземных и поверхностных вод с содержанием солей от 1500 до 7000 мг/л для получения воды с содержанием солей не ниже 500 мг/л. При необходимости получения воды с меньшим солесодержанием после электродиализной установки следует предусматривать обессоливание воды ионным обменом. В отдельных случаях при обосновании электродиализ допускается применять для опреснения вод с содержанием солей до 10000-15000 мг/л.

7.7.5.2 Вода, подаваемая на электродиализные опреснительные установки, должна содержать, не более: взвешенных веществ - 1,5 мг/л; цветность - 20 град.; перманганатную окисляемость - 5 мг/л; железа - 0,05 мг/л; марганца - 0,05 мг/л; боратов, считая по BO_2 - 3 мг/л; брома - 0,4 мг/л.

Вода, не отвечающая этим требованиям, должна предварительно обрабатываться.

Необходимость предварительного умягчения опресненной воды при общей жесткости более 20 мг-экв/л должна обосновываться.

7.7.5.3 Выбор типа аппарата электродиализной установки следует производить по паспортным данным завода-изготовителя. При этом в зависимости от расхода опресненной воды и солесодержания исходной воды определяются число ступеней опреснения, количество параллельных аппаратов в каждой ступени, кратность рециркуляции и расход сбрасываемого рассола, а также напряжение и сила постоянного тока на аппаратах всех ступеней для выбора преобразователя тока.

Гидравлическим расчетом следует определять потери напора в камерах опреснения, системах распределения и сбора внутри аппаратов, подающих и отводящих трубопроводах диализата и рассола.

При расходе опресненной воды в пределах от 250 до 400 м³/сут следует применять комплексные электродиализные опреснительные установки заводского изготовления, включающие электродиализные аппараты, проточно-рециркуляционные контуры диализата и рассола с баками и насосами, блок электропитания и блок контроля и автоматики.

7.7.5.4 Схему опреснения воды рекомендуется принимать прямоточную многоступенчатую с рециркуляцией рассола. В зависимости от солесодержания опресненной воды в схеме прямоточной многоступенчатой установки допускается предусматривать рециркуляцию диализата и емкость-смеситель диализата с исходной водой.

7.7.5.5 Число ступеней опреснения z прямоточных установок следует определять расчетом

$$C_{исх} \rightarrow \alpha_1 C_{исх} \rightarrow \alpha_2 C_{исх} \rightarrow \dots \rightarrow \alpha_z C_{исх} \rightarrow C_{оп}$$

1ступень
2ступень
zступень

При этом

$$\alpha_c^z \cdot C_{исх} \leq C_{оп} \quad (7.6)$$

где $C_{исх}$ - солесодержание исходной воды, мг-экв/л;

$C_{оп}$ - солесодержание опресненной воды, мг-экв/л.

α_c - коэффициент предельного снижения солесодержания диализата в каждой ступени опреснения, определяемый по формуле:

$$\alpha_c = \frac{100 - S_c}{100}, \quad (7.7)$$

где S_c - солесъем за один проход опресняемой воды через аппарат, принимаемый по паспортным данным, %.

7.7.5.6 Количество параллельно работающих аппаратов $N_{ап}$ в каждой ступени следует определять по формуле:

$$N_{ап} = \frac{26,8q(C_{ex} - C_{вых})}{i_p F_m \eta n_{я}}, \quad (7.8)$$

где q - производительность установки, м³/ч;

C_{ex} - концентрация диализата, входящего в аппарат каждой ступени (для первой ступени равная солесодержанию исходной воды), мг-экв/л;

$C_{вых}$ - концентрация диализата, выходящего из аппарата той же ступени (для последней ступени равная солесодержанию опресненной воды), мг-экв/л;

i_p - рабочая плотность тока, А/см²;

F_m - рабочая (нетто) площадь каждой мембраны, см²;

η - коэффициент выхода по току, принимаемый для аппаратов с мембранами МА-40 и МК-40 равным 0,85;

$n_{я}$ - количество ячеек в аппарате, принимаемое не более 200-250 шт.

7.7.5.7 Рабочая плотность тока в аппаратах каждой ступени должна приниматься равной оптимальной плотности тока, определяемой технико-экономическим расчетом. При этом необходимо принимать величину рабочей плотности тока в аппаратах каждой ступени не более величины предельной плотности тока, определяемой по формуле

$$i_{пред} = \frac{C_\delta \cdot V' \cdot \rho'}{K'}, \quad (7.9)$$

где C_δ - расчетное значение концентрации диализата в камере опреснения, определяемое по формуле 7.20;

V' - скорость в камере опреснения (средняя по свободному сечению), см/с;

ρ' , K' - коэффициенты, характеризующие деполяризационные свойства сепаратора-турбулизатора, используемого в аппарате рассматриваемого типа.

$$C_{\partial} = \frac{(C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}})}{2,3 \lg \left(\frac{C_{\text{вх}}}{C_{\text{вых}}} \right)}, \quad (7.10)$$

Рабочие плотности тока по ступеням проточной многоступенчатой установки определяются по формуле

$$\frac{i_{p1}}{i_{p2}} = \frac{i_{p2}}{i_{p3}} = \frac{i_{p3}}{i_{p4}} = \dots = \frac{1}{\alpha_c}, \quad (7.11)$$

где i_{p1} - рабочая плотность тока на аппарате первой ступени;

i_{p2}, i_{p3}, i_{p4} и т.д. - рабочие плотности тока на аппаратах 2, 3, 4 и других ступеней.

7.7.5.8 При определении напряжения на электродах аппаратов всех ступеней (для выбора типа преобразователя тока) следует учитывать: падение напряжения на электродной системе, падение напряжения в мембранном пакете за счет омического сопротивления (обратной величины электропроводности) растворов и мембран, суммарный мембранный потенциал с учетом концентрационной поляризации. Расчет должен производиться для заданной температуры растворов.

Величину удельной электропроводности χ_t диализата и рассола следует определять в зависимости от отношения содержания сульфатов SO_4^{2-} к общему количеству анионов $\sum A$, температуры t_c и концентрации солей C_c .

7.7.5.9 Концентрация рассола на выходе из последней ступени не должна быть выше предельной концентрации, определяемой из условий невыпадения соединений сульфата кальция (произведение активных концентраций сульфатов и кальция в рассоле не должно превышать произведения растворимости сульфата кальция при температуре рассола в аппарате).

Расчетные концентрации рассола в каждой ступени определяются так же, как и концентрации диализата. Концентрации рассола на входе в аппарат и выходе из него, а также кратность рециркуляции рассола определяются на основе балансовых расчетов.

7.7.5.10 Борьба с отложениями солей на поверхности мембран со стороны рассольного тракта и в катодной камере должна предусматриваться переполюсовкой электродов с одновременным переключением трактов диализата рассола, а также подкислением рассола и католита.

Дозу кислоты необходимо принимать равной щелочности исходной воды.

Допускается при обосновании периодическая отмывка трактов с повышенными дозами кислоты.

7.7.5.11 Трубопроводы опреснительных установок должны приниматься из полиэтиленовых труб, арматура - футерованная полиэтиленом или эмалированная.

7.7.5.12 В каждом из трактов прямоточной установки должен предусматриваться контроль за расходами, температурой, солесодержанием и рН.

7.7.5.13 Для установок производительностью более 400 м³/сут электросиловое оборудование и контрольно измерительные приборы следует монтировать в отдельном помещении, изолированном от помещения электродиализных аппаратов.

7.9 Дегазация воды

7.9.1 Для удаления из воды газов следует предусматривать физические и химические методы дегазации с учетом содержания растворенных газов, качества исходной воды, требований к качеству обработанной воде, технико-экономических соображений.

7.9.2 Аэрационные способы следует применять для удаления из воды диоксида углерода, метана и других газов. Для обработки воды аэрацией предусматривать брызгальные бассейны, градирни, эжекционные установки, пленочные, пенные, барботажные, вакуумно-эжекционные, вакуумные дегазаторы.

7.9.3 Для удаления кислорода из воды следует применять вакуумные и термические деаэраторы, обработку воды реагентами, обработку воды на мембранах.

Удаление кислорода на термических деаэраторах следует предусматривать, как правило, для питательной воды котлов и подпиточной воды систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также в других случаях, предусматривающих утилизацию теплоты, затраченную на нагревание обрабатываемой воды.

Для обработки воды следует использовать деаэраторы по ГОСТ 16860, ГОСТ 27468. Допускается использование других конструкций деаэраторов при обосновании.

7.9.4 Мембранные методы допускается применять для удаления кислорода, диоксида углерода, азота, метана, сероводорода и других газов. Параметры систем с удалением газов на мембранах и требования к качеству исходной воды принимать в соответствии рекомендациями производителей.

7.9.5 Химические методы дегазации воды следует применять путем дозирования в обрабатываемую воду реагентов, химически взаимодействующих с растворенными газами. Выбор реагентов производить в зависимости от цели водоподготовки и требований к качеству обработанной воды.

7.9.6 Для удаления сероводорода из воды следует применять аэрацию, при его концентрациях более 10 мг/л, следует применять химический и биохимический методы.

7.9.7 Параметры дегазаторов, дозы реагентов для связывания и удаления газов принимать по приложению Г.

7.9 Удаление кремниевой кислоты.

7.9.1 Для удаления кремниевой кислоты из воды следует предусматривать

- реагентную обработку известкованием, растворами солей железа или алюминия, оксидом магния,
- фильтрование через каустический магнезит, обожженный и полу обожженный доломит,
- ионный обмен на высокоосновном анионите,
- ионный обмен на анионите, с предварительным дозированием фторидных реагентов;
- электрохимическую обработку

Выбор метода удаления кремниевой кислоты следует производить в зависимости от содержания кремния в исходной воде, требованию к эффекту очистки, цели использования обрабатываемой воды, технико-экономических соображений.

7.9.2 При проектировании сооружений водоподготовки следует учитывать снижение содержание кремниевой кислоты при умягчении, обессоливании и других процессах очистки воды.

7.9.3 Методы и расчетные параметры обработки воды для удаления кремниевой кислоты следует принимать по приложению Д.

7.10 Обеззараживание воды

7.10.1 В качестве методов обеззараживания воды в системах питьевого водоснабжения промышленных предприятий следует принимать, как правило, хлорирование, озонирование, бактерицидное облучение. Допускается применение других методов, согласованных с органами государственного санитарного надзора.

7.10.2 При обеззараживании воды непитьевого качества с целью обеспечения надлежащих санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала следует использовать методы приведенные в 7.10.1, а также методы указанные в [18].

7.10.3 Проектирование сооружений обеззараживания воды следует производить по ТКП 45-4.01-31, ТКП 45-4.01-181, [14].

8 Охлаждающие системы оборотного водоснабжения

8.1 Выбор охлаждающих систем оборотного водоснабжения

8.1.1 Схема водоснабжения должна приниматься с оборотом воды, общим для всего промышленного предприятия, или в виде замкнутых циклов для отдельных производств, цехов или установок.

Количество охлаждающих систем оборотного водоснабжения на предприятии следует устанавливать с учетом технологии производства, требований, предъявляемых к качеству, температуре, давлению воды, размещения потребителей воды на генплане и очередности строительства.

Для уменьшения диаметра и протяженности труб водопроводных сетей следует применять на промышленном предприятии отдельные системы оборотного водоснабжения по отдельным производствам, цехам или установкам с максимально возможным приближением их к потребителям воды.

8.1.2 При проектировании охлаждающих систем оборотного водоснабжения должна учитываться возможность использования низкопотенциального тепла нагретой воды.

8.1.3 Систему оборотного водоснабжения следует проектировать с отводом воды от технологических установок без разрыва струи с давлением, достаточным для подачи воды на охладители, за исключением случаев, когда разрыв струи обусловлен конструкцией установок.

8.1.4. В системах оборотного водоснабжения следует использовать природные и сточные воды при соответствующей очистке и обработке. Использование очищенных сточных вод должно согласовываться с органами санитарного контроля.

8.1.5. При проектировании сетей и сооружений оборотного водоснабжения следует учитывать требования настоящего технического кодекса, ТКП 45-4.01-30, ТКП 45-4.01-32, ТКП 45-4.01-31, ТКП 45-3.01-155, ТКП 45-4.01-52.

8.1.6. Обратная вода не должна вызывать коррозии труб, оборудования и теплообменных аппаратов, биологических обрастаний, выпадения взвесей и солевых отложений на поверхностях теплообмена.

Для обеспечения указанных требований следует предусматривать соответствующую очистку и обработку добавочной и оборотной воды.

8.1.7. Выбор состава и размеров сооружений и оборудования для очистки, обработки и охлаждения воды следует производить из условий максимальной нагрузки на эти сооружения.

8.2 Баланс воды в оборотных системах водоснабжения

8.2.1 Для систем оборотного водоснабжения должен составляться баланс воды, учитывающий потери, необходимые сбросы и добавления воды в систему для компенсации убыли из нее.

8.2.2 При составлении баланса в состав потерь воды из оборотной системы охлаждения необходимо включать:

- безвозвратное потребление, в том числе отбор воды из системы на технологические нужды;
- потери воды на испарение при охлаждении, определяемые по 8.2.3;
- потери воды в брызгальных бассейнах, градирнях и оросительных теплообменных аппаратах вследствие уноса ветром P_2 , принимаемые по таблице. 8.3;
- потери воды, связанные с обработкой воды на сооружениях водоподготовки оборотной воды, определяемые расчетами с учетом указаний настоящего технического кодекса, ТКП 45-4.01-31 и [3];
- потери воды на фильтрацию из водохранилищ-охладителей при водопроницаемых основаниях и фильтрующих ограждающих дамбах, определяемые расчетом на основании данных гидрогеологических изысканий. Потери воды на фильтрацию из брызгальных бассейнов и водосборных резервуаров градирен допускается не учитывать;
- сброс воды из системы (продувка), определяемый в зависимости от качества оборотной и добавочной воды, а также способа ее обработки.

8.2.3 Потери воды на испарение при охлаждении $q_{\text{исп}}$, м³/ч, следует определять по формуле:

$$q_{\text{исп}} = K_{\text{исп}} \Delta t q_{\text{охл}}, \quad (8.1)$$

где $K_{\text{исп}}$ - коэффициент, учитывающий долю теплоотдачи испарением в общей теплоотдаче, принимаемый для брызгальных бассейнов и градирен в зависимости от температуры воздуха (по сухому термометру) по таблице. 8.1, а для водохранилищ - охладителей - в зависимости от естественной температуры в водотоке по таблице 8.2

Δt - перепад температуры воды на охладителе, °С;

$q_{\text{охл}}$ - расход оборотной воды, м³/ч;

Перепад температуры воды на охладителе определяется по формуле

$$\Delta t = t_1 - t_2, \quad (8.2)$$

где t_1 - температура воды, поступающей на охладитель (водохранилище, брызгальный бассейн или градирню), °С

t_2 - температура охлажденной воды, °С

При охлаждении продукта в теплообменных аппаратах оросительного типа потери воды на испарение, вычисленные по формуле 8.1, следует увеличивать вдвое;

Таблица 8.1

Температура воздуха, °С	0	10	20	30	40
Значения коэффициента $K_{исп}$ для гради-рен и брызгальных бассейнов	0,001	0,0012	0,0014	0,0015	0,0016

Таблица 8.2

Температура воды, °С, в реке или канале, впадающих в водохранилище	0	10	20	30	40
Значения коэффициента $K_{исп}$ для водохра-нилищ- охладителей	0,0007	0,0009	0,0011	0,0013	0,0015

Примечание: Для промежуточных значений температур значение $K_{исп}$ определяется интерполяцией.

Потери воды на естественное испарение в водохранилищах-охладителях следует определять по ТКП 17.10-27-2010.

Таблица 8.3

Охладитель	Потери воды P_2 вследствие уноса ветром, % расхода охлаждаемой воды
Вентиляторные градирни с водоуловительными устройствами: при отсутствии в оборотной воде токсичных веществ при наличии токсичных веществ	0,1-0,2 0,05
Башенные градирни без водоуловительных устройств и оросительные теплообменные аппараты	0,5-1
Башенные градирни с водоуловительными устройствами	0,01-0,05
Открытые и брызгальные градирни	1-1,5
Эжекционные градирни	1,2-1,7
Брызгальные бассейны производительностью, м ³ /ч:	
до 500	2-3
от 500 до 5000	1,5-2
более 5000	0,75-1
Примечание – Меньшие значения потерь следует принимать для охладителей большей производительности, а также для расчетов обработки охлаждающей воды в целях предотвращения карбонатных отложений.	

8.3 Предотвращение механических отложений

8.3.1 Возможность и интенсивность образования механических отложений в резервуарах гради-рен и в теплообменных аппаратах следует определять на основе опыта эксплуатации систем оборотного водоснабжения, расположенных в данном районе,

работающих на воде данного источника, или исходя из данных о концентрации, гранулометрическом составе (гидравлической крупности) механических загрязнений воды и воздуха.

Для предотвращения и удаления механических отложений в теплообменных аппаратах следует предусматривать периодическую гидроимпульсную или гидропневматическую очистку их в процессе работы, а также частичное осветление оборотной воды.

8.3.2 Вода поверхностных источников, используемая в качестве добавочной в системе оборотного водоснабжения, должна подвергаться осветлению в соответствии ТКП 45-4.01-31

8.4 Предотвращение цветения воды и биологических обрастаний.

8.4.1 Для предотвращения цветения воды в водохранилищах-охладителях следует предусматривать мероприятия по снижению поступления в водохранилище-охладитель биогенных элементов, интенсифицирующих процессы размножения водорослей, в том числе путем обработки оборотной воды, а также использование биологических способов, подавляющих развитие водорослей.

Обработка воды водохранилищ-охладителей химическими методами допускается по согласованию с органами по охране природных ресурсов и органами санитарного надзора. При использовании водохранилищ-охладителей для рыборазведения обработку воды водохранилищ-охладителей химическими методами следует дополнительно согласовывать с рыбохозяйственными предприятиями

8.4.2 Обработку химическими методами оборотной воды, отводимой на охлаждение в водохранилища-охладители, следует производить с учетом природоохранных требований согласно [19].

8.4.3 Для предупреждения развития бактериальных биологических обрастаний в теплообменных аппаратах и трубопроводах следует применять хлорирование оборотной воды согласно рекомендуемому приложению Е. Дозу хлора следует определять по опыту эксплуатации систем водоснабжения на воде данного источника или исходя из хлоропоглощаемости добавочной воды.

8.4.4. Хлораторные установки для обработки охлаждающей воды и расходные склады следует проектировать согласно ТКП 45-4.01-31.

Резервные хлораторы допускается не предусматривать. Подачу хлорной воды от хлораторов следует производить в приемную камеру охлажденной воды.

При высокой хлоропоглощаемости воды и большой протяженности трубопроводов системы оборотного водоснабжения допускается рассредоточенный ввод хлорной воды в нескольких точках системы.

8.4.5 В целях предупреждения обрастания водорослями градирен, брызгальных бассейнов и оросительных теплообменных аппаратов должна применяться периодическая обработка охлаждающей воды раствором медного купороса согласно приложению Ж. Концентрацию раствора медного купороса в растворном баке следует принимать 2 % - 4 %.

8.4.6 Для предупреждения биологического обрастания градирен, брызгальных бассейнов и оросительных холодильников следует дополнительно периодическое хлорирование воды перед сооружениями согласно приложению Е. Дополнительную обработку воды хлором следует производить одновременно или после обработки ее раствором медного купороса.

8.4.7. Баки, лотки, трубопроводы, оборудование и запорная арматура, соприкасающиеся с раствором медного купороса, должны приниматься из коррозионно-стойких материалов.

8.5 Предотвращение карбонатных отложений.

8.5.1 Требования подраздела 8.5 распространяются на проектирование систем оборотного водоснабжения для охлаждения теплообменных аппаратов, машин и агрегатов, в которых не происходит кипения охлаждающей воды у поверхности теплообмена и нагревание воды не превышает 60 °С при использовании пресных вод источников и очищенных сточных вод.

При нагреве воды свыше 60 °С и ее местном кипении у поверхностей теплообмена следует принимать умягчение добавочной воды на ионообменных фильтрах (натрий-катионирование или водород-катионирование с "голодной" регенерацией).

Допускается применение известкования с последующим подкислением или фосфатированием.

8.5.2 Обработку воды для предотвращения карбонатных отложений следует предусматривать при условии:

$$\text{Щ}_{\text{доб}} \cdot K_{\text{КС}} \geq 3, \quad (8.3)$$

где $\text{Щ}_{\text{доб}}$ - щелочность добавочной воды, мг-экв/л

$K_{\text{КС}}$ - коэффициент концентрирования солей, не выпадающих в осадок.

Коэффициент концентрирования солей следует определять по формуле

$$K_{\text{КС}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{P_2 + P_3} \quad (8.4)$$

- где P_1 - потери воды из системы на испарение, %, расхода оборотной воды.
- P_2 , - потери воды из системы на унос ветром, %, расхода оборотной воды.
- P_3 - потери воды из системы на сброс (продувку), %, расхода оборотной воды.

При определении величины коэффициента концентрирования солей также следует учитывать безвозвратное потребление, в том числе отбор воды из системы на технологические нужды, потери воды и изменения солесодержания оборотной воды, связанные с ее обработкой воды на сооружениях водоподготовки.

8.5.3 При этом следует принимать следующие методы обработки воды: дозирование комплексонов, подкисление, рекарбонизацию, фосфатирование полифосфатами и комбинированную фосфатно-кислотную обработку. Допускается применение фосфорорганических соединений.

8.5.4 Методы обработки воды для предотвращения карбонатных отложений следует принимать:

- подкисление - при любых величинах щелочности и общей жесткости природных вод и коэффициента концентрирования солей в системах;
- фосфатирование - при щелочности добавочной воды $\text{Щ}_{\text{доб}}$ не более 5,5 мг-экв/л;
- комбинированную фосфатно-кислотную обработку воды - в случаях, когда фосфатирование не предотвращает карбонатных отложений или величина продувки экономически нецелесообразна;
- рекарбонизацию дымовыми газами или газообразным диоксидом углерода - при щелочности добавочной воды до 3,5 мг-экв/л и коэффициентах концентрирования солей, не превышающих 1,5.
- дозирование комплексонов – при величинах щелочности и других параметров, указываемых производителями комплексонов. При отсутствии таких данных дозирование комплексонов следует принимать при величинах щелочности не более 7 мг-экв/л, рН не более 8,5; содержания железа не более 0,5 мг/л.

Дозы реагентов для предотвращения карбонатных отложений следует определять по Приложению Ж

8.6 Предотвращение сульфатных отложений

8.6.1 Для предотвращения отложений сульфата кальция производство активных концентраций ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} в оборотной воде не должно превышать произведения растворимости сульфата кальция (приложение Ж).

8.6.2 Для поддержания величин произведения активных концентраций ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} в указанных пределах следует принимать соответствующий коэффициент концентрирования оборотной воды путем изменения величины продувки системы или частичного снижения концентраций ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} в добавочной воде.

8.6.3 Для борьбы с сульфатными отложениями в системах оборотного водоснабжения следует принимать обработку воды триполифосфатом натрия дозой 10 мг/л по PO_4^{3-} или карбоксиметилцеллюлозой дозой 5 мг/л.

8.7 Предотвращение коррозии

8.7.1 Для предотвращения коррозии трубопроводов и теплообменных аппаратов следует применять конструкционные материалы, устойчивые к коррозионному воздействию, обработку воды ингибиторами, защитные покрытия и электрохимическую защиту.

8.7.2 При применении ингибиторов и защитных покрытий в системах оборотного водоснабжения следует предусматривать очистку теплообменных аппаратов и трубопроводов от отложений и обрастаний.

8.7.3 В качестве ингибиторов следует применять триполифосфат натрия, гексаметафосфат натрия, трехкомпонентную композицию (гексаметафосфат или триполифосфат натрия, сульфат цинка и бихромат калия), силикат натрия, комплексоны и др.

При обосновании допускается применять нитрит натрия и фосфорорганические соединения.

Наиболее эффективный вид ингибитора коррозии должен определяться в каждом конкретном случае опытным путем.

8.7.4 При использовании триполифосфата и гексаметафосфата натрия для создания защитной фосфатной пленки концентрация ингибиторов в воде оборотной системы в течение 2-3 суток должна приниматься 100 мг/л (в расчете на P_2O_5), в добавочной воде для поддержания фосфатной пленки - 7-15 мг/л по P_2O_5 . При этом скорость движения воды в теплообменных аппаратах должна быть не менее 0,3 м/с.

8.7.5 При применении трехкомпонентного ингибитора дозу бихромата калия следует принимать 2-4 мг/л по CrO_4^{2-} , сульфата цинка 1,5-3 мг/л по Zn^{2+} и гексаметафосфата или триполифосфата натрия - 3-5 мг/л PO_4^{3-} .

Скорость движения воды в системе должна быть не менее 0,5 м/с.

При обработке оборотной воды хромсодержащими ингибиторами, следует предусматривать мероприятия по выполнению природоохранных и санитарных требований связанных с поступлением хрома в атмосферный воздух рабочей зоны при уносе

ветром капель воды из градирен, а также при отведении продувочной воды в водные объекты.

8.7.6 При использовании силиката натрия дозу в расчете на SiO_2 следует принимать равной 10 мг/л, при высоких концентрациях хлоридов и сульфатов (500 мг/л и более) дозу необходимо увеличивать до 30-40 мг/л.

8.7.7 Защитные покрытия и электрохимическая защита трубопроводов от коррозии

8.7.7.1 Выбор методов защиты внешней поверхности стальных труб от коррозии должен быть обоснован данными о коррозионных свойствах грунта, а также данными о возможности коррозии, вызываемой блуждающими токами. Защиту от наружной коррозии стальных трубопроводов следует предусматривать согласно ГОСТ 9.602 и ТКП 45-2.01-111.

8.7.7.2 В целях исключения коррозии и зарастания стальных водоводов и водопроводной сети диаметром 300 мм и более должна предусматриваться защита внутренней поверхности таких трубопроводов покрытиями: цементно-песчаным, лакокрасочным, цинковым и др.

8.7.7.3 Защиту от коррозии бетона цементно-песчаных покрытий труб со стальным сердечником от воздействия сульфат-ионов следует предусматривать изоляционными покрытиями согласно ТКП 45-5.09-33 и ТКП 45-2.01-111.

8.7.7.4 Защита труб со стальным сердечником от коррозии, вызываемой блуждающими токами, должна предусматриваться в соответствии с требованиями ТКП 45-2.01-111 по защите железобетонных конструкций от коррозии, вызываемой блуждающими токами.

8.7.7.5 Для труб со стальным сердечником, имеющих наружный слой бетона плотностью ниже нормальной с допустимой шириной раскрытия трещин при расчетных нагрузках 0,2 мм, необходимо предусматривать электрохимическую защиту трубопроводов катодной поляризацией при концентрации ионов хлоридов в грунте 150 мг/л; при нормальной плотности бетона и допустимой ширине раскрытия трещин 0,1 мм – более 300 мг/л.

8.7.7.6 Катодную поляризацию труб со стальным сердечником следует проектировать так, чтобы создаваемые на поверхности металла защитные поляризационные потенциалы, измеренные в специально устраиваемых контрольно-измерительных пунктах, были не ниже 0,85 В и не выше 1,2 В по медно-сульфатному электроду сравнения.

8.7.7.7 При электрохимической защите труб со стальным сердечником с помощью протекторов величину поляризационного потенциала следует определять по отношению к медно-сульфатному электроду сравнения, установленному на поверхности трубы, а при защите с помощью катодных станций – по отношению к медно-сульфатному электроду сравнения, расположенному в грунте.

8.7.7.8 При проектировании трубопроводов из стальных и железобетонных труб всех видов необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие непрерывную электрическую проводимость этих труб для возможности устройства электрохимической защиты от коррозии.

8.8 Охлаждение оборотной воды

8.8.1 Тип и размеры охладителя должны приниматься с учетом:

расчетных расходов воды;

расчетной температуры охлажденной воды, перепада температур воды в системе и требований технологического процесса к устойчивости охладительного эффекта;

режима работы охладителя (постоянный или периодический);

расчетных метеорологических параметров;

условий размещения охладителя на площадке предприятия, характера застройки окружающей территории, допустимого уровня шума, влияния уноса ветром капель воды из охладителей на окружающую среду;

химического состава добавочной и оборотной воды и др.

8.8.2 Область применения охладителей воды следует принимать по таблице 8.4

Таблица 8.4

Охладитель	Область применения охладителя воды		
	Удельная тепловая нагрузка, МДж/(м ² /ч)	Перепад температур воды, °С	Разность температуры охлажденной воды и температуры атмосферного воздуха по смоченному термометру, °С
Вентиляторные градирни	335-420 и выше	3-20	4-5
Башенные градирни	250-420	5-15	8-10
Брызгальные бассейны	20-85	5-10	10-12
Водохранилища-охладители	0,8-1,7	5-10	6-8
Радиаторные (сухие) градирни	-	5-10	20-35
Открытые и брызгальные	30-63	5-10	10-12
Эжекционные градирни	134-200	5-15	5-7

Примечание – Показатели в таблице даны для воды, поступающей на охладитель, с температурой не более 45 °С.

8.8.3 Технологические расчеты градирен и брызгальных бассейнов следует производить исходя из среднесуточных температур атмосферного воздуха по сухому и

влажному термометрам (или относительной влажности воздуха) по замерам в 7; 13 и 19 ч за летний период года по многолетним наблюдениям при обеспеченности 1 % - 10 %. Для тепловых и атомных электростанций расчеты следует производить исходя из среднесуточных температур атмосферного воздуха, по сухому и влажному термометрам за летний период среднего и жаркого года. Выбор обеспеченности производится в зависимости от категории водопотребителя по таблице 8.5.

Таблица 8.5

Категория водопотребителя	Степень ухудшения технологического процесса производства или ухудшения работы оборудования в результате превышения температуры охлажденной воды над расчетной	Обеспеченность метеорологических параметров при расчете охладителей воды, %
I	Нарушение технологического процесса производства в целом и, как следствие, значительные убытки	1
II	Допускаемое временное нарушение технологического процесса отдельных установок	5
III	Временное снижение экономичности технологического процесса производства в целом и отдельных установок	10

При отсутствии данных о среднесуточных температурах и влажности атмосферного воздуха с указанной обеспеченностью следует принимать средние температуры и влажности в 13 ч для наиболее жаркого месяца согласно СНБ 2.04.02 с добавлением к температуре воздуха по влажному термометру 1-3 °С при неизменной величине влажности в зависимости от категории водопотребителя.

8.8.4 Технологические расчеты градирен должны выполняться по методике, учитывающей теплообмен в активной зоне охлаждения и аэродинамические сопротивления градирни, или по графикам, составленным на основании экспериментов.

8.8.5 Технологические расчеты охлаждающей способности брызгальных бассейнов и открытых градирен должны выполняться по экспериментальным графикам.

8.8.6. Технологические расчеты радиаторных градирен должны выполняться по методике, принятой для расчета теплообменных аппаратов с оребренными трубами, охлаждаемых воздухом.

8.8.7 Технологические расчеты водохранилищ-охладителей для тепловых и атомных электростанций должны выполняться исходя из среднемесячных гидрологических и метеорологических условий среднего года с учетом теплоаккумулирующей способности водохранилища, графиков нагрузки и ремонта оборудования. Для летнего периода среднего и жаркого года обеспеченностью 10 % проверяется мощность оборудования, устанавливаются пределы и длительность ограничения мощности по максимальным суточным температурам охлаждающей воды. При использовании для ох-

лаждения воды существующих водоемов другого назначения необходимо учитывать особенности пространственного формирования температурного режима в естественных условиях и при сбросе подогретой воды.

8.8.8 При наличии в оборотной воде примесей, агрессивных по отношению к материалам конструкций градирен и брызгальных бассейнов, должны предусматриваться обработка воды или защитные покрытия конструкций.

8.8.9 Глубина воды в брызгальных бассейнах и водосборных резервуарах градирен должна приниматься не менее 1,7 м, расстояние от уровня воды до борта бассейна или резервуара - не менее 0,3 м.

Для градирен, располагаемых на покрытиях зданий, допускается устройство поддонов с глубиной воды не менее 0,15 м.

8.8.10. Водосборные резервуары градирен и брызгальные бассейны должны оборудоваться отводящими, спускными и переливными трубопроводами, а также сигнализацией минимального и максимального уровней воды. На отводящем трубопроводе следует предусматривать сороудерживающую решетку с прозорами не более 30 мм.

Днища водосборных резервуаров и брызгальных бассейнов должны иметь уклон не менее 0,01 в сторону приемки со спускной трубой.

8.8.11 На подающем и отводящем трубопроводах брызгальных бассейнов следует предусматривать запорные устройства для выключения бассейнов на период очистки и ремонта.

8.8.12. Вокруг водосборных резервуаров градирен и брызгальных бассейнов следует предусматривать водонепроницаемое покрытие шириной не менее 2,5 м с уклоном от сооружений, обеспечивающим отвод воды, выносимой ветром из входных окон градирен и брызгальных бассейнов.

8.8.13 Размещение охладителей на площадках предприятий необходимо предусматривать из условий обеспечения свободного доступа к ним воздуха, а также наименьшей протяженности трубопроводов и каналов. При этом следует учитывать направления зимних ветров для исключения обмерзания зданий и сооружений (для градирен и брызгальных бассейнов).

8.8.14 Минимальное расстояние между охладителями воды, зданиями и сооружениями, а также между охладителями необходимо принимать согласно ТКП 45-3.01-155.

8.9 Автоматизация систем оборотного водоснабжения

8.9.1 Для оборотных систем с переменным расходом воды, как правило, следует предусматривать регулирование подачи воды насосами, в том числе путем использования частотного регулирования электропривода насосных агрегатов.

8.9.2 На насосных станциях оборотного водоснабжения следует предусматривать автоматическое включение и переключение резервных насосов охлажденной и нагретой воды; автоматическое включение и отключение насосов нагретой воды в зависимости от уровня воды в приемных камерах (при наличии перепускной трубы между камерами нагретой и охлажденной воды); регулирование подачи насосов нагретой воды; отключение одного или нескольких насосов при аварийном снижении уровня воды в приемной камере (при отсутствии перепускной трубы).

8.9.3 Управление вентиляторами градирен, как правило, следует предусматривать из насосной станции оборотного водоснабжения. Необходимо предусматривать возможность работы каждого вентилятора в режимах дистанционного и автоматического управления, а при необходимости с возможностью регулирования частоты вращения

Целесообразность регулирования системы оборотного водоснабжения должна подтверждаться технико-экономическим расчетом.

8.9.4 При оснащении систем оборотного охлаждения, как правило, следует предусматривать контроль уровней воды в приемных камерах охлажденной и нагретой воды, подачи охлажденной и нагретой воды, давление в трубопроводах охлажденной и нагретой воды, уровень воды в дренажной приемке насосной станции.

При дозировании в оборотную воду реагентов следует предусматривать контроль технологических параметров реагентной обработки. Выбор контролируемых параметров следует осуществлять с учетом вида используемых реагентов и способа обработки оборотной воды.

8.10 Градирни

8.10.1 Градирни следует применять в системах оборотного водоснабжения, требующих устойчивого и глубокого охлаждения воды при высоких удельных гидравлических и тепловых нагрузках.

При необходимости сокращения объемов строительных работ, маневренного регулирования температуры охлажденной воды, автоматизации для поддержания заданной температуры охлажденной воды или охлаждаемого продукта следует применять вентиляторные градирни.

На застроенных территориях допускается применять вентиляторные градирни на покрытиях зданий.

В районах с ограниченными водными ресурсами, а также для предотвращения загрязнения оборотной воды токсичными веществами и защиты окружающей среды от их воздействия следует рассматривать возможность применения радиаторных (сухих) градирен или смешанных (сухих и вентиляторных) градирен.

8.10.2 Для обеспечения наиболее высокого эффекта охлаждения оборотной воды следует применять градирни с пленочным оросителем.

При наличии в оборотной воде жиров, смол и нефтепродуктов следует применять градирни с капельным оросителем; при наличии взвешенных веществ, образующих отложения, не смываемые водой, брызгальные градирни.

8.10.3 Оросители следует предусматривать в виде блоков, конструкция и расстановка которых должны обеспечивать равномерное распределение потоков воды и воздуха по площади градирни.

8.10.4. Систему распределения воды следует принимать напорной трубчатой, допускается применение лотков.

8.10.5 Расположение сопел на трубах распределительной системы должно обеспечивать равномерное распределение воды по площади градирни над оросителем.

8.10.6 Сопла при проектировании градирен необходимо подбирать исходя из их пропускной способности, размеров факела разбрызгивания и диаметра капель с учетом риска засорения примесями, содержащимися в оборотной воде.

В секционных и отдельно стоящих градирнях с капельным, пленочным и брызгальным оросителями рекомендуется применять тангенциальные сопла и сопла с зубчатым отражателем. Тангенциальные сопла следует устанавливать, как правило, выходными отверстиями вниз, сопла с зубчатым отражателем допускается устанавливать выходными отверстиями, направленными вверх или вниз. Предпочтительнее принимать верхнее направление выходного отверстия.

При установке сопел с нижним направлением выходного отверстия расстояние от сопел до верха капельного или пленочного оросителя следует принимать 0,8 – 1,0 м. При верхнем направлении выходного отверстия сопел, расстояние от верха факела брызг до низа водоуловителя должно быть не менее 0,5 м.

Расстояние от водораспределительных труб до верха капельного или пленочного оросителя принимать 0,3-0,5 м.

При содержании в оборотной воде примесей, приводящих к засорению тангенциальных сопел и сопел с зубчатым отражателем, в градирнях с площадью свыше 144 м² следует предусматривать установку раструбных сопел с верхним или нижним направлением выходных отверстий.

Во избежание попадания воды на наружную обшивку градирни при давлении воды перед соплами более 0,03 МПа крайние ряды сопел целесообразно устанавливать под углом к вертикали 30° - 45° внутрь градирни.

8.10.7 В брызгальных градирнях допускается устанавливать сопла на двух и более ярусах по высоте, при расстоянии между ярусами 1,0 - 1,5 м. При обосновании допускается увеличение расстояния между ярусами.

8.10.8 Диаметр магистральных труб водораспределительной системы назначается из расчета скорости движения воды в них не более 1,5 м/с. В распределительных трубах допускается увеличение скорости движения воды до 2 м/с.

8.10.9 Водораспределительные устройства башенных градирен, как правило, следует устраивать в виде системы напорных трубопроводов с ортогональной или радиальной конфигурацией распределительных трубопроводов. Магистральные трубопроводы водораспределительных устройств следует устраивать их стальных труб, распределительные трубопроводы и патрубки допускается выполнять из труб изготовленных из других материалов.

Водораспределительные устройства следует рассчитывать с учетом обеспечения эффективного распределения воды по сечению градирни в диапазоне удельных гидравлических нагрузок, характерных для режима эксплуатации градирни.

8.10.10 В градирнях должны предусматриваться мероприятия против обледенения. Окна для поступления воздуха в градирню должны быть оборудованы щитами для регулирования потока входящего в градирню воздуха в зимний период.

Допускается повышение тепловой и гидравлической нагрузки в периферийной зоне оросителя. В периферийной части каркаса оросителя должны быть установлены ветровые перегородки в радиальном направлении.

По периметру башни на уровне верха входного окна может быть уложен кольцевой трубопровод нагретой воды.

8.10.11 В башенных градирнях водоуловительные устройства, как правило, принимать жалюзийного типа с прямолинейным или криволинейным очертанием лопаток.

8.10.11 Высоту оросителя открытой капельной градирни следует принимать не более 10 м при числе ярусов оросителей 10-12. Расстояние между ярусами оросителя по высоте принимать от 0,75 до 0,9 м.

8.10.12 Ширина активной зоны оросителя без учета жалюзей должна быть не более 4 м.

Распределение воды по площади оросителя открытой капельной градирни следует предусматривать в виде напорной трубчатой системы с разбрызгивающими со-

плами. Допускается применение безнапорной распределительной системы в виде желобов со сливными трубками и разбрызгивающими розетками.

Водораспределительную систему, как правило, следует выполнять двухзонной; с верхней зоной - для летних (расчетных) условий эксплуатации и нижней для зимних условий эксплуатации.

Нижнюю зону водораспределительной системы допускается устраивать упрощенной конструкции без разбрызгивания с разливом воды из перфорированных дырчатых труб (или из переливных желобов с зубчатыми бортами).

8.10.13. Открытые брызгальные градирни следует предусматривать со свободным оросительным пространством над водосборным бассейном.

Водораспределительную систему открытых брызгальные градирен следует выполнять трубчатой с соплами различной конструкции.

Расстояние между рядами сопел следует назначать в зависимости от их конструкции и размеров градирни. Расстояние от крайних сопел до жалюзей ограждения принимать не менее 0,5 - 0,6 м с учетом диаметра факела разбрызгивания сопла.

8.10.14 Сопла следует устанавливать на высоте 2,0 м от уровня воды в водосборном бассейне при направлении факела разбрызгивания вверх или на высоте 4,0 м – при направлением факела разбрызгивания вниз.

8.10.15 Водосборный бассейн открытых градирен выполняется под всем оросителем на ширину активной зоны. В зонах жалюзей следует предусматривать водосборную розетку с уклоном в сторону бассейна для стока воды и с ограждающим по внешнему контуру бортиком.

8.10.16 Применение эжекторных градирен следует предусматривать также при необходимости подачи на охладитель нагретой воды с температурой более 45° С, при расходе охлаждаемой воды до 500 м³/ч. Допускается замена оросителей в башенных и вентиляторных градирнях эжекторными охладительными элементами при обосновании.

8.10.17 Для предотвращения выноса из градирни капель воды в зоне воздухо-распределителя следует устанавливать ветровые перегородки, а над водораспределительными системами - водоуловительные устройства.

8.10.18 Конструкция и расстановка водоуловительных устройств должны обеспечивать отсутствие сквозных вертикальных щелей (оптическую плотность) по всей площади градирни, при этом вынос капель воды не должен превышать: 0,1 %-0,2 % расхода оборотной воды при отсутствии в ней токсичных веществ, 0,05 % - при наличии токсичных веществ.

8.10.19 Водоуловители в градирнях следует устанавливать над водораспределительными системами на расстоянии 0,5-2,0 м

В вентиляторных градирнях водоуловительные устройства следует размещать на расстоянии не менее 0,5 диаметра вентилятора от его рабочего колеса. При этом наклон верхнего ряда лопаток водоуловителя должен быть направлен к центру градирни или в обратную сторону вращения вентилятора.

8.10.20 При расположении градирен на покрытиях зданий необходимо предусматривать жалюзи на воздухоподводящих окнах градирен.

8.10.21. Конструкция обшивки каркаса градирни должна исключать возможность подсасывания наружного воздуха.

8.10.22. Вентиляторные градирни следует устраивать многосекционными с забором воздуха с двух сторон или односекционными с забором воздуха по всему периметру.

8.10.23 Площадь входных окон градирни должна составлять 34 % -45 % площади градирни в плане.

8.10.24 Форму градирен в плане следует принимать: у секционных вентиляторных градирен - квадратную или прямоугольную с соотношением сторон не более 4:3, у односекционных и башенных - круглую, многоугольную или квадратную.

8.10.25 Для предотвращения обледенения градирен в зимнее время необходимо предусматривать возможность повышения тепловой и гидравлической нагрузок за счет отключения части секций или градирен, уменьшения подачи холодного воздуха в ороситель.

8.10.26 Для поддержания необходимой температуры охлажденной воды в зимнее время следует предусматривать устройства для сброса теплой воды в водосборный резервуар градирни.

Радиаторные градирни следует предусматривать в виде сооружений включающих систему радиаторов, вентиляторов, прокачивающих атмосферный воздух через радиаторы; воздухоподводящих патрубков, обеспечивающих плавный подвод воздуха к вентилятору, и опорных конструкций

Радиаторные градирни следует применять:

- при необходимости иметь закрытый, изолированный от атмосферного воздуха контур циркуляции воды в системе оборотного водоснабжения;
- при высоких температурах нагрева оборотной воды в теплообменных технологических аппаратах, не допускающих ее охлаждения в градирнях испарительного типа;

- при невозможности восполнения потерь воды в системе оборотного охлаждения, вследствие ограничения доступа к источникам свежей воды.

Для предупреждения замерзания воды в трубках радиаторов и их повреждения следует предусматривать устройство емкостей для спуска воды из системы при аварийных ситуациях в зимнее время или заполнение системы жидкостями с низкой температурой замерзания.

8.10.27 Конструкции градирен следует принимать:

каркас - из железобетона, стали или дерева;

обшивку - из дерева, асбестоцементных или пластмассовых листов;

ороситель - из дерева, асбестоцемента или пластмассы;

водоуловительные устройства - из дерева, пластмассы или асбестоцемента;

водосборные резервуары - из железобетона.

Деревянные конструкции должны быть антисептированы невымываемыми антисептиками, при применении древесины мягколиственных пород - модифицированы (пропитаны специальными растворами).

Металлические конструкции должны быть защищены антикоррозионными покрытиями согласно ТКП 45-2.01-111 и ТКП 45-5.09-33.

Конструкции башенных и вентиляторных градирен следует проектировать согласно требований СНиП 2.09.03

8.10.28 Марки бетона по морозостойкости и водонепроницаемости для железобетонных конструкций градирен должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 8.6.

8.10 Водоохранилища-охладители

8.11.1 Водоохранилища-охладители следует применять при невысоких требованиях к эффекту охлаждения воды, необходимости охлаждения больших расходов воды, наличии свободных земельных площадей вблизи предприятий, достаточной обеспеченности водными ресурсами, в том числе при наличии естественных водоемов или водоохранилищ.

8.11.2 В зависимости от местных условий, наличия водоемов и водотоков допускается предусматривать следующие типы - русловые, отсечные, наливные, озерные водоохранилища-охладители. Допускается также использование водоохранилищ-охладителей - смешанного типа.

Таблица 8.6

Конструкции и условия их эксплуатации	Требуемая марка бетона			
	по морозостойкости при расчетной температуре наружного воздуха			по водонепроницаемости
	минус 5 °С и выше	ниже минус 5 °С до минус 25 °С	ниже минус 20 °С до минус 40 °С	
Надземные конструкции (кроме вытяжных башен) и стены водосборных бассейнов при тепловой нагрузке в зимнее время на 1 м ² площади орошения 209 МДж/ч и более	F 100	F 200	F 300	W8
То же, при тепловой нагрузке менее 209 МДж/м ² ч	F 200	F 300	F 400	W8
Вытяжные башни	F 300	F 400	Не применяются	W8
Днища водосборных бассейнов при тепловой нагрузке на 1 м ² площади орошения 209 МДж/ч и более	F 50	F 100	F 150	W6
То же, при тепловой нагрузке менее 209 МДж/ м ² ч	F 100	F 150	F 200	W6
Примечания 1 Марки бетона по морозостойкости приведены для сооружений II класса ответственности. Для сооружений I класса марки бетона по морозостойкости должны быть повышены на одну ступень, а для сооружений III класса понижены на одну ступень, но не ниже F 50. 2 При наличии агрессивной среды марки бетона по водонепроницаемости следует назначать с учетом требований ТКП 45-2.01-111 и ТКП 45-5.09-33.				

8.11.3 При проектировании отсечных водохранилищ-охладителей следует предусматривать выделение водной поверхности такого водохранилища путем отсечения мелководных частей водного объекта ограждающими дамбами. Подпитку оборотной системы с отсечными водохранилищами-охладителями, как правило, следует предусматривать путем подачи подпиточной воды насосными станциями, расположенными на ограждающей дамбе из неогражденной части водного объекта. Допускается предусматривать подпитку оборотной системы водой из других источников. Качество воды из таких источников должно удовлетворять требованиям применимости для оборотной системы водоснабжения и природоохранным требованиям.

На акватории отсечных водохранилищ-охладителей следует рассматривать возможность организации рациональной циркуляции охлаждаемой воды с использованием струенаправляющих и струераспределительных сооружений.

При определении расхода воды на подпитку оборотной системы с отсечными водохранилищами-охладителями дополнительно следует учитывать:

- потери воды связанные с дополнительным испарением, с водной поверхности вследствие поступления нагретой воды,

- потери воды на фильтрацию через ограждающую дамбу и дно отсечного водохранилища. В случае если поступление подземных вод при их разгрузке в отсечную часть водохранилища превышает фильтрационные потери, допускается фильтрационные потери не учитывать.

8.11.4 При проектировании наливных водохранилищ-охладителей следует предусматривать их размещение в пониженных участках территории, а также предусматривать меры по снижению интенсивности фильтрационных потерь через дно водохранилища.

Подпитку оборотной системы с наливными водохранилищами-охладителями, как правило, следует предусматривать путем подачи подпиточной воды насосными станциями с забором из других водных объектов с учетом технико-экономических соображений и природоохранных требований.

8.11.5 Глубина водохранилищ-охладителей при летних уровнях воды должна быть не менее 3,5 м на 80 % площади зоны циркуляции водохранилища. Следует предусматривать мероприятия по ликвидации мелководий, удалению всплывающего торфа, а также обеспечению требуемого качества воды.

8.11.6 Плотины, дамбы, водосбросы, водовыпуски и каналы для водохранилищ-охладителей следует проектировать согласно требованиям ТНПА на проектирование гидротехнических сооружений. Водозаборные сооружения для забора воды из водохранилищ следует проектировать в соответствии с ТКП 45-4.01-30.

8.11.7 Водохозяйственные расчеты водохранилищ-охладителей следует выполнять аналогично водохозяйственным расчетам водохранилищ с учетом потерь на дополнительное испарение.

8.11.8 Объем воды в водохранилище-охладителе и площадь водной поверхности должны быть достаточными для обеспечения охлаждения воды оборотных систем водоснабжения.

Требуемый объем воды в водохранилище-охладителе следует определять с учетом его изменения в процессе заиления и переформирования берегов.

8.11.9 При недостаточности объема воды в водохранилище-охладителе и площади его водной поверхности для устойчивого охлаждения оборотной воды следует рассматривать использование других типов охладителей или использовать водохранилища-охладители в комплексе с другими охладителями (градирнями, брызгальными бассейнами).

При совместной работе градирен и(или) брызгальных бассейнов и водохранилищ-охладителей допускается предусматривать:

- параллельную работу водохранилища-охладителя и градирен и(или) брызгальных бассейнов;
- последовательную работу водохранилища-охладителя градирен и(или) брызгальных бассейнов, размещаемых перед водохранилищем над отводящим каналом,
- последовательную работу водохранилища-охладителя градирен и(или) брызгальных бассейнов, размещаемых после водохранилища в районе водозабора над отводящим каналом,

Допускается при обосновании предусматривать устройство брызгальных бассейнов путем разбрызгивания воды над уровнем воды водохранилищ-охладителей.

8.11.10 Коэффициенты использования водохранилищ-охладителей должны определяться по аналогам на основании модельных лабораторных исследований, а при расширении предприятий - на основании натуральных исследований.

8.11.11 Расположение и конструкции водозаборных и водовыпускных сооружений, а также сооружений, повышающих эффективность охлаждения воды (струераспределительных и струенаправляющих сооружений), необходимо принимать с учетом ветрового влияния, гидрологических особенностей водоемов (стоковых, ветровых, плотностных и других течений), а также возможностей использования и создания вертикальной циркуляции охлаждаемой воды.

С целью снижения температуры, повышения качества забираемой воды и защиты рыбной молоди следует рассматривать целесообразность устройства глубинных водозаборов.

8.11.12 Для русловых водохранилищ-охладителей рассматривать возможность отведения части расхода нагретой воды в нижний бьеф при условии обеспечения допустимых температур воды в водотоке нижнего бьефа.

8.11.13 При проектировании водохранилищ следует предусматривать мероприятия по подготовке их ложа (расчистку от деревьев, кустарников и пр.). Состав и объем мероприятий определяются в каждом конкретном случае на основании изысканий.

8.11.14 При проектировании водохранилищ-охладителей следует учитывать процесс переформирования берегов водохранилища, а также влияние эрозионных и оползневых процессов. Учет переформирования берегов водохранилища следует производить путем оценки абразионного воздействия волновых явлений на берега с крутыми откосами, при котором происходит разрушение грунтов берегов с последующим частичным намывом разрушенных отложений в объеме водохранилища.

Для предотвращения размыва берегов водохранилища-охладителя и его заиления должны предусматриваться: укрепление берегов, организация стока поверхностных вод, устройство в устьях оврагов дамб, установление водоохранных зон, укрепление территории прилегающей к берегам водохранилища и склонов посевом трав, посадками кустарниковой растительности.

8.11.15 При устройстве водохранилищ-охладителей следует проводить оценку изменения гидрологического и гидрогеологического режимов на территории, прилегающей к создаваемому водохранилищу, в том числе оценивать возможность подтопления вследствие повышения уровней грунтовых вод.

При повышении уровней грунтовых вод и возможности заболачивания, прилегающих к водохранилищу территорий, необходимо предусматривать мелиоративные мероприятия и мероприятия по инженерной защите территории от вредного воздействия вод.

8.11.16 Оценку и прогнозирование качества воды при создании водохранилищ-охладителей производить на основании солевого баланса с учетом:

- качества вод водотока (водоема) перед проектированием водохранилища-охладителя, которое принимается как фоновое;
- расчетного объема водохранилища,
- поступления загрязняющих веществ в водохранилище из различных источников, в том числе с охлаждающей водой, грунтовыми водами, атмосферными осадками, за счет растворения и вымывания из грунта и отложений.

выноса загрязняющих веществ из водохранилища при сбросе воды в нижний бьеф, заборе воды, фильтрации, ледовых явлениях,

При расчете солевого баланса водохранилища следует учитывать процессы перехода отдельных веществ из растворимых форм в нерастворимые и малорастворимые с последующим осаждением, а также процессы трансформации отдельных веществ в воде водохранилища-охладителя.

Расчеты прогнозируемых концентраций загрязняющих веществ в водохранилищах-охладителях следует рассчитывать для средних по водности лет, с проверочными расчетами для маловодных лет 95% обеспеченности.

Для уменьшения концентраций солей в воде водохранилища в случае необходимости следует предусматривать сброс воды из нижних слоев водохранилища и подачу воды из других водотоков.

8.11.17 Для оценки риска интенсификации процессов эвтрофикации при создании водохранилищ-охладителей следует производить определение режима биогенных веществ соединений азота и фосфора и их трансформацию в водохранилище.

Для оценки риска интенсификации процессов эвтрофикации допускается использовать показатель критической фосфорной нагрузки $L_{кр}$, г/м² год, определяемой по формуле

$$L_{кр} = 0,25 \frac{Z_0}{\tau_w} (1 + \sqrt{\tau_w}) , \quad (8.5)$$

где Z_0 – средняя глубина водохранилища-охладителя, м;

τ_w - время полного водообмена водохранилища-охладителя, лет.

8.11.18 Для снижения поступления биогенных веществ в водохранилище-охладитель при необходимости следует предусматривать:

- создание вдоль берегов водохранилища-охладителя прибрежных водоохраных полос;
- очистку поступающего в водохранилище и его притоки дренажных вод, поступающих с сельскохозяйственных угодий;
- отведение сточных вод предприятий и населенных пунктов в нижний бьеф водохранилища.
- очистку от биогенных элементов сточных вод предприятий и населенных пунктов отводимых в водохранилище или в его питающие притоки;
- перехват и отведение поверхностных сточных вод с территории к прилегающей водохранилищу в нижний бьеф.

8.12 Брызгальные бассейны

8.12.1 Брызгальные бассейны следует применять при невысоких требованиях к эффекту охлаждения воды, наличии открытой площади для доступа воздуха. Их следует располагать длинной стороной перпендикулярно направлению господствующих ветров. Допускается придание брызгальному бассейну криволинейных очертаний с целью обеспечения его эффективной работы при любом направлении ветра. При размещении брызгальных бассейнов следует учитывать возможность образования тумана и обледенения соседних сооружений и дорог.

8.12.2 Брызгальные бассейны следует проектировать не менее чем из двух секций, одна секция допускается для оборотных систем с периодическим режимом работы.

8.12.3 Расположение разбрызгивающих сопел на трубах распределительной системы и размещение плавающих модулей должно обеспечивать равномерное распре-

деление воды по площади брызгального бассейна и максимальный охлаждающий эффект

8.12.4 Ширина брызгального бассейна в осях крайних сопел должна быть не более 50 м.

Для уменьшения уноса капель воды ветром крайние сопла устанавливаются на расстоянии 7-10 м от границы бассейна в зависимости от величины напора у сопел и скорости ветра.

8.12.5 В целях поддержания необходимого температурного режима в зимнее время в каждой секции брызгального бассейна необходимо предусматривать трубопровод для сброса воды без разбрызгивания.

8.12.6 Конструкцию брызгальных бассейнов следует принимать из бетона или железобетонных плит с устройством гидроизоляционного экрана.

8.12.7. Брызгальные устройства допускается располагать над естественными водоемами. При этом следует предусматривать планировку и крепление берегового откоса.

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Разработчики:

Старший преподаватель кафедры
«Водоснабжение и водоотведение» БНТУ

Е.А. Казанли

Директор ЧПУП «НПЦ Аква»

С.В. Корчиненко

Приложение А
(рекомендуемое)
Методы умягчения воды

Таблица А.1 –Условия применения методов умягчения вода и их характеристика.

Показатель	Методы умягчения воды			
	термический	реагентный	ионообменный	диализа
Характеристика процесса	Воду нагревают до температуры выше 100 °С, при этом удаляется карбонатная и некарбонатная жесткости (в виде карбоната кальция, гидроксида магния и гипса)	В воду добавляют известь, устраняющую карбонатную и магниевую жесткость, а также соду, устраняющую некарбонатную жесткость	Умягчаемая вода пропускается через катионитовые фильтры	Исходная вода фильтруется через полупроницаемую мембран
Назначение метода	Устранения карбонатной жесткости из воды, употребляемой для питания котлов низкого и среднего давления	Неглубокое умягчение при одновременном осветлении воды от взвешенных веществ	Глубокое умягчение воды, содержащей незначительное количество взвешенных веществ	Глубокое умягчение воды
Расход воды на собственные нужды	-	Не более 10 %	До 30 % и более пропорционально жесткости исходной воды	10 %
Условия эффективного применения:				
- мутность исходной воды, мг/л	не более 50	не более 500	не более 8	не более 2
- жесткость воды мг-экв/л	Карбонатная жесткость с преобладанием $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, некарбонатная жесткость в виде гипса	от 5 до 30	не более 15	не более 10
- остаточная жесткость воды, мг-экв/л	Карбонатная жесткость до 0,035, CaSO_4 до 0,70	не более 0,7	от 0,03 до 0,05 при одноступенчатом и до 0,01 при двухступенчатом катионировании	не более 0,01
Температура	не более 270	не более 90	до 30 (глауко-	не более 60

воды, °С			нит), до 60 (сульфоугли)
----------	--	--	-----------------------------

A.1 В составе установок для реагентной декарбонизации воды и известково-содового умягчения следует предусматривать: реагентное хозяйство, смесители, осветлители со взвешенным осадком, фильтры и устройства для стабилизационной обработки воды.

В отдельных случаях вместо осветлителей со взвешенным осадком допускается применять вихревые реакторы.

A.2 При декарбонизации остаточная жесткость умягченной воды может быть получена на 0,4-0,8 мг-экв/л больше некарбонатной жесткости, а щелочность 0,8-1,2 мг-экв/л; при известково-содовом умягчении - остаточная жесткость 0,5-1 мг-экв/л и щелочность 0,8-1,2 мг-экв/л. Нижние пределы могут быть получены при подогреве воды до 35 °С -40 °С.

A.3 При декарбонизации и известково-содовом умягчении воды известь следует применять в виде известкового молока. При суточном расходе извести менее 0,25 т (в расчете на СаО) известь допускается вводить в умягчаемую воду в виде насыщенного известкового раствора, получаемого в сатураторах.

A.4 Дозу извести D_u , мг/л, при известковании допускается определять соотношением концентрации в воде ионов кальция и карбонатной жесткости:

- при соотношении $\frac{[Ca^{2+}]}{20} < J_k$

$$D_u = 28 \left(\frac{[CO_2]}{22} + 2 \cdot J_k - \frac{[Ca^{2+}]}{20} + \frac{D_k}{e_k} + 0,5 \right) \quad (A.1)$$

- при соотношении $\frac{[Ca^{2+}]}{20} > J_k$

$$D_u = 28 \left(\frac{[CO_2]}{22} + J_k + \frac{D_k}{e_k} + 0,3 \right), \quad (A.2)$$

где $[CO_2]$ - концентрация в воде свободного диоксида углерода, мг/л;

$[Ca^{2+}]$ - концентрация ионов кальция, мг/л;

J_k - карбонатная жесткость воды, мг-экв/л;

D_k - доза коагулянта ($FeSO_4$ или $FeCl_3$ в пересчете на безводные продукты), мг/л;

e_k - эквивалентная масса активного вещества коагулянта, мг-экв/л (для $FeSO_4$ $e_k=76$, для $FeCl_3$ $e_k=54$);

0,5 и 0,3 - избыток извести для обеспечения большей полноты реакции, мг-экв/л.

Выражение $\frac{D_k}{e_k}$ следует принимать со знаком минус, если коагулянт вводится раньше извести, и со знаком плюс, если совместно или после.

При отсутствии экспериментальных данных дозу коагулянта допускается определять по формуле

$$D_k = 3 \cdot C^{\frac{1}{3}} \quad (A.3)$$

где C - количество взвешенных веществ, образующихся при умягчении воды (в пересчете на сухое вещество), мг/л, определяемых по формуле:

$$C = M_u + 50 \cdot \left(\frac{[CO_2]}{22} + 2 \cdot J_k \right) + 29 \cdot \frac{[Mg^{2+}]}{12} + D_u \cdot \left(\frac{100 - m}{100} \right) \quad (A.4)$$

где M_u - содержание взвешенных веществ в исходной воде, мг/л;

m - содержание CaO в товарной извести, %.

A.5 Дозы извести D_u и соды D_c , мг/л, (в пересчете на Na_2CO_3) рекомендуется определять по формулам

$$D_u = 28 \left(\frac{[CO_2]}{22} + J_k + \frac{[Mg^{2+}]}{12} + \frac{D_k}{e_k} + 0,5 \right) \quad (A.5)$$

$$D_c = 53 \left(J_{нк} + \frac{D_k}{e_k} + 1 \right) \quad (A.6)$$

где $[Mg^{2+}]$ - концентрация ионов кальция, мг/л;

$J_{нк}$ - некарбонатная жесткость воды, мг-экв/л.

При отсутствии экспериментальных данных дозу коагулянта допускается определять по формуле A.3.

Количество взвешенных веществ C , мг/л, образующихся при умягчении воды (в пересчете на сухое вещество) рекомендуется определять по формуле

$$C = M_u + 50 \cdot \left(J_0 + J_k + \frac{[CO_2]}{22} + 0,5 \right) + 29 \cdot \frac{[Mg^{2+}]}{12} + D_u \cdot \left(\frac{100 - m}{100} \right) \quad (A.7)$$

где J_0 - общая жесткость вод, мг-экв/л.

А.6 Дозу безводного тринатрийфосфата D_{ϕ} , мг/л, следует определять по формуле

$$D_{\phi} = 54,67 (J_{ост} + 0,18) \quad (A.8)$$

где $J_{ост}$ - остаточная жесткость умягченной воды перед фосфатным доумягчением, мг-экв/л.

Раствор для дозирования гексаметафосфата или ортофосфата натрия с концентрацией от 0,5 % до 3,0 % следует готовить в баках, количество которых должно быть не менее двух.

А.7 Скорость движения воды в нижней части вихревого реактора следует принимать в пределах от 0,8 до 1,0 м/с.

Скорость движения восходящего потока в вихревой части реактора следует принимать в пределах от 0,004 до 0,006 м/с.

В качестве загрузки рекомендуется применять песок или мраморную крошку с размером зерен от 0,2 до 0,3 мм, из расчета 10 кг на 1 м³ объема реактора.

А.8 Объем контактной массы G , кг/сут, добавляемой с помощью эжектора следует определять по формуле

$$G = 0,045 \cdot Q \cdot J \quad (A.9)$$

где J – удаляемая в реакторе жесткость воды, мг-экв/л;

Q – производительность установки, м³/ч.

А.9 В осветлителях для известково-доломитового умягчения высоту зоны осветления рекомендуется принимать равной 1,5 м, скорость восходящего потока при известковании не более 0,002 м/с. Время пребывания воды в осветлителе от 0,75 до 1,50 ч в зависимости от вида удаляемого загрязнения.

А.10 Дозы извести D_u и соды D_c , мг/л, при термохимическом умягчении воды, рекомендуется определять по формулам

$$D_u = 28 \left(\frac{[HCO_3^-]}{61} + \frac{[Mg^{2+}]}{12} \right) \cdot \frac{100}{C_u}; \text{ (без избытка)} \quad (A.10)$$

$$D_c = 53 \left(J_0 - \frac{[HCO_3^-]}{61} + 0,6 \right) \cdot \frac{100}{C_c}; \text{ (с избытком 0,6 мг-экв/л)} \quad (A.11)$$

где C_u и C_c – соответственно содержание CaO и Na₂CO₃ в техническом продукте, %.

А. 11 В качестве коагулянтов при умягчении воды известью или известью и содой следует применять хлорид или сульфат железа.

Дозы коагулянта в расчете на безводные продукты $FeCl_3$ или $FeSO_4$ следует принимать от 25 до 35 мг/л с последующим уточнением в процессе эксплуатации водоумягчительной установки.

А.12 При обосновании допускается производить декарбонизацию или известково-содовое умягчение воды в вихревых реакторах с получением крупки карбоната кальция и ее обжигом в целях утилизации в качестве извести-реагента.

Умягчение воды в вихревых реакторах следует принимать при соотношении $\frac{Ca^{2+}}{20} > Ж_k$ содержания магния в исходной воде не более 15 мг/л и перманганатной окисляемости не более 10 мг/л.

Окончательное осветление воды после вихревых реакторов следует производить на фильтрах.

А.13 Для расчета вихревых реакторов следует принимать:

- скорость входа в реактор от 0,8 до 1 м/с;
- угол конусности от 15 град до 20 град.;
- скорость восходящего движения воды на уровне водоотводящих устройств от 4 до 6 мм/с.

В качестве контактной массы для загрузки вихревых реакторов следует применять молотый известняк, размолотую крупку карбоната кальция, образовавшуюся в вихревых реакторах, или мраморную крошку.

Крупность зерен контактной массы должна быть от 0,2 до 0,3 мм, количество ее - 10 кг на 1 м³ объема вихревого реактора. Контактную массу следует догружать при каждом выпуске крупки из вихревого реактора.

Известь следует вводить в нижнюю часть реактора в виде известкового раствора или молока. При обработке воды в вихревых реакторах коагулянт добавлять не следует.

При $\frac{Ca^{2+}}{20} > Ж_k$ декарбонизацию воды следует производить в осветлителях с доосветлением воды на фильтрах.

А.14 Для выделения взвеси, образующейся при умягчении воды известью, а также известью и содой, следует применять осветлители со взвешенным осадком (специальной конструкции).

Скорость движения воды в слое взвешенного осадка следует принимать от 1,3 до 1,6 мм/с, вода после осветлителя должна содержать взвешенных веществ не более 15 мг/л.

А.15 Фильтры для осветления воды, прошедшей через вихревые реакторы или осветлители, следует загружать песком или дробленным антрацитом с крупностью зерен от 0,5 до 1,25 мм и коэффициентом неоднородности от 2 до 2,2. Высота слоя загрузки от 0,8 до 1 м, скорость фильтрования - до 6 м/ч.

Допускается применение двухслойных фильтров.

Фильтры следует оборудовать устройствами для верхней промывки.

А.16 Натрий-катионитный метод умягчения воды

А.16.1 Натрий-катионитный метод следует применять для умягчения подземных вод и вод поверхностных источников с мутностью не более 5-8 мг/л и цветностью не более 30 град. При натрий-катионировании щелочность воды не изменяется.

А.16.2 При одноступенчатом натрий-катионировании общая жесткость воды может быть снижена в пределах от 0,05 до 0,1 г-экв/м³, при двухступенчатом – до 0,01 г-экв/м³.

А.16.3 Объем катионита W_k , м³, в фильтрах первой ступени следует определять по формуле

$$W_k = \frac{24 \cdot q_y \cdot Ж_{о.исх}}{n_p \cdot E_{раб}^{Na}} \quad (A.12)$$

где q_y - расход умягченной воды, м³/ч;

$Ж_{о.исх}$ - общая жесткость исходной воды, г-экв/ м³;

n_p - число регенераций каждого фильтра в сутки, принимаемое в пределах от одной до трех;

$E_{раб}^{Na}$ - рабочая обменная емкость катионита при натрий-катионировании, г-экв/ м³.

А.16.4 Рабочую обменную емкость катионита при натрий-катионировании $E_{раб}^{Na}$, г-экв/ м³, следует определять по формуле

$$E_{раб}^{Na} = \alpha_{Na} \cdot \beta_{Na} \cdot E_{полн} - 0,5 \cdot q_{уд} \cdot Ж_{о.исх} \quad (A.13)$$

где α_{Na} - коэффициент эффективности регенерации натрий-катионита, учитывающий неполноту регенерации катионита, принимаемый по таблице А.2;

β_{Na} - коэффициент, учитывающий снижение обменной емкости катионита по Ca^{2+} и Mg^{2+} вследствие частичного задержания катионитов Na^+ ,

принимаемый по таблице А.3, в которой C_{Na} - концентрация натрия в

$$\text{исходной воде, г-экв/ м}^3 \left(C_{Na} = \frac{Na^+}{23} \right);$$

$E_{полн}$ - полная обменная емкость катионита, г-экв/м³, определяемая по паспортным данным. При отсутствии таких данных при расчетах допускается принимать: для сульфогля крупностью от 0,5 до 1,1 мм - 500 г-экв/ м³; для катионита КУ-2 крупностью от 0,8 до 1,2 мм - от 1500 до 1700 г-экв/ м³;

$q_{уд}$ - удельный расход воды на отмывку катионита, м³ на 1 м³ катионита, принимаемый равным для сульфогля - 4 и для КУ-2 - 6.

Таблица А.2 - Коэффициент эффективности регенерации натрий-катионита

Удельный расход поваренной соли на регенерацию катионита, г на г-экв рабочей обменной емкости	100	150	200	250	300
Коэффициент эффективности регенерации катионита	0,62	0,74	0,81	0,86	0,9

Таблица А.3 - Коэффициент, учитывающий снижение обменной емкости катионита

по Ca^{2+} и Mg^{2+} вследствие частичного задержания катионитов Na^+

$\frac{C_{Na}}{Ж_{о.исх}}$	0,01	0,05	0,1	0,5	1	5	10
β_{Na}	0,93	0,88	0,83	0,7	0,65	0,54	0,5

А.16.5 Площадь катионитных фильтров первой ступени F_k , м², следует определять по формуле

$$F_k = \frac{W_k}{H_k} \quad (A.14)$$

где H_k - высота слоя катионита в фильтре, принимаемая от 2 до 2,5 м (большую высоту загрузки следует принимать при жесткости воды более 10 г-экв/м³).

Количество катионитных фильтров первой ступени следует принимать: рабочих - не менее 2, резервных - один.

А.16.6 Скорость фильтрования воды через катионит для напорных фильтров первой ступени при нормальном режиме не должна превышать при общей жесткости воды, указанной в таблице А.4.

А.16.7 Потерю напора в напорных катионитных фильтрах при фильтровании следует определять как сумму потерь напора в коммуникациях фильтра, в дренаже и катионите. Потерю напора в фильтре следует принимать по таблице А.5.

Таблица А.4 - Скорость фильтрования воды через катионит для напорных фильтров первой ступени при нормальном режиме

Общая жесткость воды, г-экв/м ³	Скорость фильтрования воды, м/ч
до 5	25
от 5 до 10	15
от 10 до 15	10
Примечание – Допускается кратковременное увеличение скорости фильтрования на 10 м/ч по сравнению с указанными выше при выключении фильтров на регенерацию или ремонт.	

Таблица А.5 - Потери напора в напорных катионитных фильтрах

Высота слоя, м, катионита с крупностью зерен 0,5 – 1,1 мм и 0,8 – 1,2 мм	Скорость фильтрования, м/ч				
	5	10	15	20	25
2	4,0 (5,0)	5,0 (6,0)	5,5	6,0 (7,0)	7,0 (9,0)
2,5	4,5 (5,5)	5,5 (6,5)	6,0 (7,0)	6,5 (7,5)	7,5 (9,5)
Примечание – В скобках указаны потери напора для мелкого катионита (зерна крупностью от 0,3 до 0,8 мм).					

А.16.8 В открытых катионитных фильтрах слой воды над катионитом следует принимать от 2,5 до 3,0 м и скорость фильтрования не более 15 м/ч.

А.16.9 Интенсивность подачи воды для взрыхления катионита следует принимать 4 л/(с·м²) при крупности зерен катионита от 0,5 до 1,1 мм и 5 л/(с·м²) при крупности от 0,8 до 1,2 мм. Продолжительность взрыхления следует принимать от 20 до 30 мин. Подачу воды на взрыхление катионита следует предусматривать согласно ТКП 45-4.01-31 (8.1.24 – 8.1.26).

А.16.10 Регенерацию загрузки катионитных фильтров следует предусматривать технической поваренной солью. Расход поваренной соли P_c , кг, на одну регенерацию натрий-катионитного фильтра первой ступени следует определять по формуле

$$P_c = \frac{f_k \cdot H_k \cdot E_{\text{раб}}^{\text{Na}} \cdot a_c}{1000} \quad (\text{А.15})$$

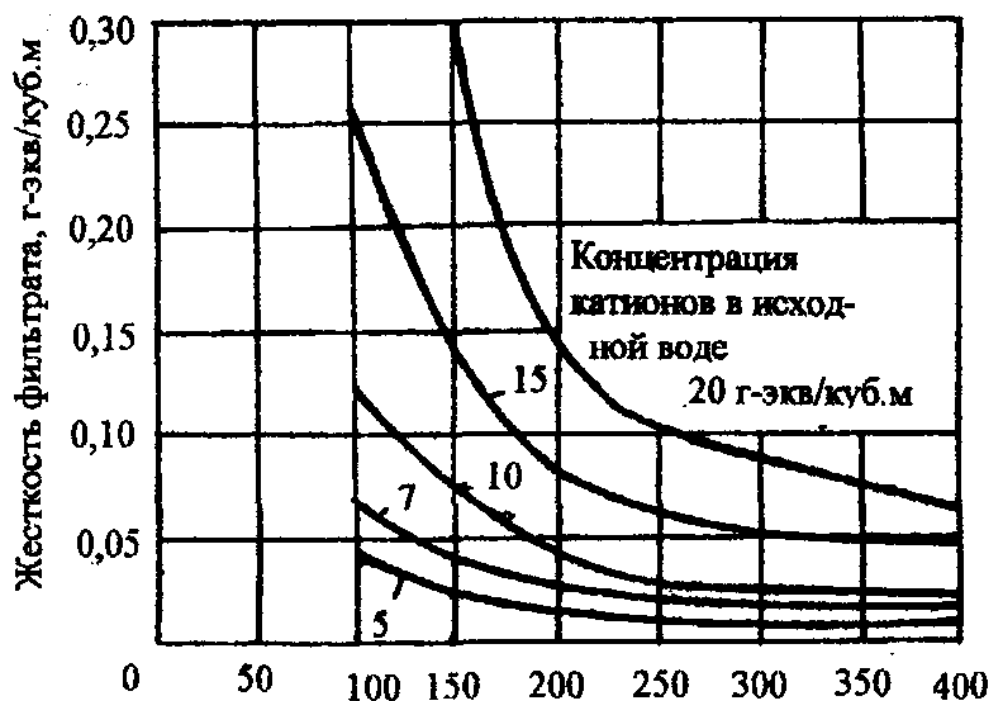
где f_k - площадь одного фильтра, м²;

H_k - высота слоя катионита в фильтре, м, принимаемая согласно п. А.16.5;

$E_{раб}^{Na}$ - рабочая обменная емкость катионита, г-экв/м³, принимаемая согласно по А.16.4;

a_c - удельный расход соли на 1 г-экв рабочей обменной емкости катионита, принимаемый 120-150 г/г-экв для фильтров первой ступени при двухступенчатой схеме и 150-200 г/г-экв при одноступенчатой схеме.

Жесткость умягченной воды при различных удельных расходах соли приведена на рисунке А.1.



Удельный расход соли г/г-экв поглощенных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}

Рисунок А.1 - График для определения остаточной жесткости воды, умягченной одноступенчатым натрий-катионированием

Концентрацию регенерационного раствора для фильтров первой ступени следует принимать от 5 % до 8 %.

Скорость фильтрования регенерационного раствора через катионит фильтров первой ступени следует принимать от 3 до 4 м/ч; скорость фильтрования исходной воды для отмывки катионита - от 6 до 8 м/ч, удельный расход отмывочной воды - от 5 до 6 м³ на 1 м³ катионита.

А.16.11 Натрий-катионитные фильтры второй ступени следует рассчитывать согласно А.16.9, А.16.10, при этом следует принимать: высоту слоя катионита - от 1,5 м; скорость фильтрования - не более 40 м/ч; удельный расход соли для регенерации катионита в фильтрах второй ступени от 300 до 400 г на 1 г-экв

задержанных катионов жесткости; концентрацию регенерационного раствора - от 8 % до 12 %.

Потерю напора в фильтре второй ступени следует принимать от 13 до 15 м.

Отмывку катионита в фильтрах второй ступени следует предусматривать фильтратом первой ступени.

При расчете фильтров второй ступени общую жесткость поступающей на них воды следует принимать 0,1 г-экв/м³, рабочую емкость поглощения катионита - от 250 до 300 г-экв/м³.

А.16.12 При обосновании для умягчения воды повышенной минерализации допускается применение схем противоточного или ступенчато-противоточного натрий-катионирования.

А.17 Водород-натрий-катионитный метод умягчения воды

А.17.1 Водород-натрий-катионитный метод следует принимать для удаления из воды катионов жесткости (кальция и магния) и одновременного снижения щелочности воды.

Этот метод следует применять для обработки подземных вод и вод поверхностных источников с мутностью не более 5-8 мг/л и цветностью не более 30 град.

Умягчение воды следует принимать по схемам:

- параллельного водород-натрий-катионирования, позволяющего получить фильтрат общей жесткостью 0,1 г-экв/м³ с остаточной щелочностью 0,4 г-экв/м³, при этом суммарное содержание хлоридов и сульфатов в исходной воде должно быть не более 4 г-экв/м³ и натрия не более 2 г-экв/м³.

- последовательного водород-натрий-катионирования с "голодной" регенерацией водород-катионитных фильтров; при этом общая жесткость фильтрата составит 0,01 г-экв/м³, щелочность - 0,7 г-экв/м³;

- водород-катионирования с «голодной» регенерацией и последующим фильтрованием через буферные саморегенерирующиеся катионитные фильтры; при этом общая жесткость фильтрата будет на 0,7-1,5 г-экв/м³ выше некарбонатной жесткости исходной воды, щелочность фильтрата - 0,7-1,5 г-экв/м³. Катионитные буферные фильтры допускается не предусматривать, если не требуется поддержания остаточной жесткости, щелочности и рН в строго определенных пределах. Следует предусматривать возможность регенерации буферных фильтров раствором технической поваренной соли.

A.17.2 Соотношения расходов воды, подаваемой на водород-катионитные и натрий-катионитные фильтры при умягчении воды параллельным водород-натрий-катионированием, следует определять по формулам:

- расход воды, подаваемой на водород-катионитные фильтры $q_{пол}^H$, м³/ч,

$$q_{пол}^H = \frac{q_{пол} \cdot (\mathcal{W}_0 - \mathcal{W}_y)}{(A + \mathcal{W}_0)} \quad (A.16)$$

- расход воды, подаваемой на натрий-катионитные фильтры $q_{пол}^{Na}$, м³/ч,

$$q_{пол}^{Na} = q_{пол} - q_{пол}^H \quad (A.17)$$

где $q_{\text{и\u0438}}$ - полезная производительность водород-натрий-катионитной установки, м³/ч;

$q_{пол}^H$ - полезная производительность водород-катионитных фильтров, м³/ч;

$q_{пол}^{Na}$ - полезная производительность натрий-катионитных фильтров, м³/ч;

\mathcal{W}_0 - щелочность исходной воды, г-экв/м³;

\mathcal{W}_y - требуемая щелочность умягченной воды, г-экв/м³;

A - суммарное содержание в умягченной воде анионов сильных кислот (сульфатов, хлоридов, нитратов и др.), г-экв/м³.

A.17.3 Водород-катионитные фильтры могут быть использованы и как натрий-катионитные, поэтому должна быть предусмотрена возможность регенерации двух-трех водород-катионитных фильтров раствором технической поваренной соли.

A.17.4 Расчет трубопроводов и фильтров следует производить на режиме при наибольшей нагрузке на водород-катионитные фильтры, наибольшей щелочности \mathcal{W} воды и наименьшем содержании в ней анионов сильных кислот A ; при наибольшей нагрузке на натрий-катионитные фильтры, наименьшей щелочности воды и наибольшем содержании в ней анионов сильных кислот.

A.17.5 Объем катионита W_H , м³, в водород-катионитных фильтрах следует определять по формуле

$$W_H = \frac{24 \cdot q_{пол}^H \cdot (\mathcal{W}_0 + C_{Na})}{n_p \cdot E_{раб}^H} \quad (A.18)$$

Объем катионита W_{Na} , м³, в натрий-катионитных фильтрах следует определять по формуле

$$W_{Na} = \frac{24 \cdot q_{пол}^{Na} \cdot \mathcal{W}_0}{n_p \cdot E_{раб}^{Na}} \quad (A.19)$$

где J_0 - общая жесткость умягченной воды, г-экв/м³;

n_p - число регенераций каждого фильтра в сутки, принимаемое согласно А.16.3;

$E_{раб}^H$ - рабочая обменная емкость водород-катионита, г-экв/м³;

$E_{раб}^{Na}$ - рабочая обменная емкость натрий-катионита, г-экв/м³;

C_{Na} - концентрация в воде натрия, г-экв/м³, определяемая согласно п. А.16.4.

А.17.6 Рабочую обменную емкость $E_{раб}^H$, г-экв/м³, водород-катионита следует определять по формуле

$$E_{раб}^H = \alpha_H \cdot E_{полн} - 0,5 \cdot q_{уд} \cdot C_K \quad (A.20)$$

где α_H - коэффициент эффективности регенерации водород-катионита, принимаемый по таблице А.6;

$E_{полн}$ - паспортная полная обменная емкость катионита в нейтральной среде, г-экв/м³;

$q_{уд}$ - удельный расход воды на отмывку катионита после регенерации, принимаемый равным от 4 до 5 м³ воды на 1 м³ катионита;

C_K - общее содержание в воде катионитов кальция, магния, натрия и калия, г-экв/м³.

Таблица А.6 - Коэффициент эффективности регенерации водород-катионита

Удельный расход серной кислоты на регенерацию катионита, г/г-экв, рабочей обменной емкости	50	100	150	200
Коэффициент эффективности регенерации водород-катионита, α_H	0,68	0,85	0,91	0,92

При отсутствии паспортных данных $E_{полн}$ следует принимать согласно п. А.16.4.

А.17.7 Площадь водород-катионитных и натрий-катионитных фильтров F_H , м², следует определять по формуле

$$F_{Na} = \frac{W_H}{H_K} \quad (A.21)$$

где H_K - высота слоя катионита в фильтре, м, принимаемая согласно А.16.5.

Потерю напора в водород-катионитных фильтрах, интенсивность взрыхления и скорость фильтрования следует принимать согласно А.16.7 – А.16.9.

Площадь натрий-катионитных фильтров F_{Na} , м², следует определять по формуле

$$F_{Na} = \frac{W_{Na}}{H_K}. \quad (A.22)$$

A.17.8 Количество рабочих водород-катионитных и натрий-катионитных фильтров при круглосуточной работе должно быть не менее двух.

Количество резервных водород-катионитных фильтров следует принимать: один - при количестве рабочих фильтров до шести и два - при большем количестве. Резервные натрий-катионитные фильтры устанавливать не следует, но должна быть предусмотрена возможность использования резервных водород-катионитных фильтров в качестве натрий-катионитных согласно А.17.3.

A.17.9 Регенерацию водород-катионитных фильтров следует принимать 1,0 - 1,5 %-ным раствором серной кислоты. Допускается разбавление серной кислоты до указанной концентрации водой непосредственно перед фильтрами в эжекторе.

Скорость пропуска регенерационного раствора серной кислоты через слой катионита должна быть не менее 10 м/ч с последующей отмывкой катионита неумягченной водой, пропускаемой через слой катионита сверху вниз со скоростью 10 м/ч.

Отмывка должна заканчиваться при кислотности фильтра, равной сумме концентраций сульфатов и хлоридов в воде, поступающей на отмывку.

Первую половину объема отмывочной воды следует направлять на нейтрализацию, в накопители и т.п., вторую половину - в баки для взрыхления катионита.

Для регенерации водород-катионитных фильтров при обосновании допускается применение кислот соляной и азотной (для КУ-2).

A.17.10 Расход 100 %-ной кислоты P_H , кг, на одну регенерацию водород-катионитного фильтра следует определять по формуле

$$P_H = \frac{f_K \cdot H_K \cdot \alpha_H}{1000} \quad (A.23)$$

где α_H - удельный расход кислоты для регенерации катионита, г/г-экв, определяемый по рисунку А.2 в зависимости от требуемой жесткости фильтрата.

A.17.11 Объемы мерника крепкой кислоты и бака для разбавленного раствора кислоты (если разбавление ее производится не перед фильтрами) следует определять из условия регенерации одного фильтра при количестве рабочих водород-катионитных фильтров до четырех и для регенерации двух фильтров при большем количестве.

А.17.12 Аппараты и трубопроводы для дозирования и транспортирования кислот следует проектировать с соблюдением правил техники безопасности при работе с кислотами.

А.17.13 Удаление двуокси углерода из водород-катионированной воды или из смеси водород- и натрий-катионированной воды следует предусматривать в дегазаторах. Проектирование установок по дегазации следует выполнять в соответствии с требованиями раздела 7.8.

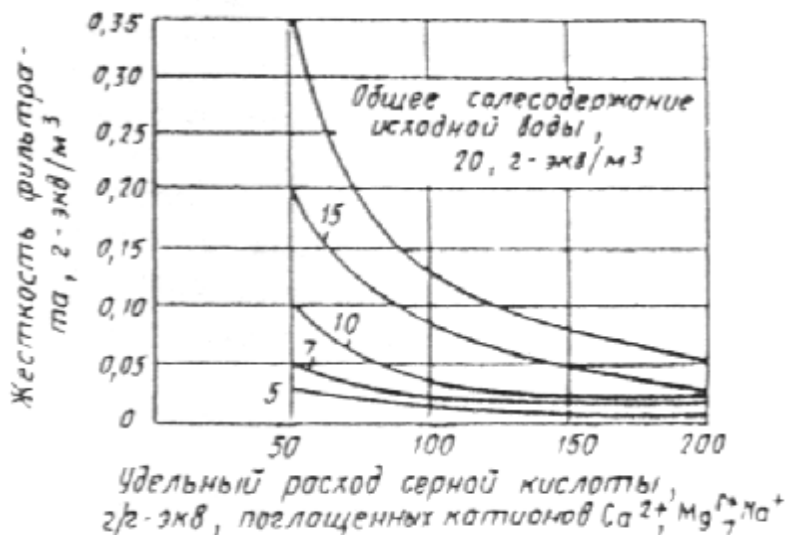


Рисунок А.2. - График для определения общей жесткости воды, умягченной водород-катионированием

А.17.14 При проектировании установок для умягчения воды последовательным водород-натрий-катионированием с «голодной» регенерацией водород-катионитных фильтров следует принимать:

- жесткость фильтрата J_{ϕ}^H , г-экв/м³, водород-катионитных фильтров по формуле

$$J_{\phi}^H = (Cl^{-}) + (SO_4^{2-}) + \text{Щ}_{\text{ост}} - (Na^{+}) \quad (\text{А.24})$$

где Cl^{-} - содержание хлоридов в умягченной воде, г-экв/м³;

SO_4^{2-} - содержание сульфатов в умягченной воде, г-экв/м³;

$\text{Щ}_{\text{ост}}$ - остаточная щелочность фильтрата водород-катионитных фильтров, принимаемая от 0,7 до 1,5 г-экв/м³;

Na^{+} - содержание натрия в умягченной воде, г-экв/м³.

- расход кислоты на "голодную" регенерацию водород-катионитных фильтров - 50 г на 1 г-экв удаленной из воды карбонатной жесткости;

- при "голодной" регенерации "условную" обменную емкость катионитов по иону HCO_3^{-} (до момента повышения щелочности фильтрата).

А.17.15 Для предупреждения попадания кислой воды на натрий-катионитные фильтры установок последовательного водород-натрий-катионирования, на случай регенерации водород-катионитных фильтров избыточной дозой кислоты, следует предусматривать подачу осветленной неумягченной воды в поток фильтрата водород-катионитных фильтров перед дегазатором.

А.17.16 Аппараты, трубопроводы и арматура, соприкасающиеся с кислой водой или фильтратом, должны быть защищены от коррозии или изготовлены из антикоррозионных материалов.

А.17.17 При параллельном водород-натрий-катионировании ионитные фильтры допускается при обосновании предусматривать с противоточной регенерацией или по схеме ступенчато-противоточного ионирования.

А.17.18 Отработавшие регенерационные растворы ионитных умягчительных установок в зависимости от местных условий следует направлять в накопители, бытовую или производственную канализацию; следует также рассматривать возможность обработки концентрированной части вод для их повторного использования.

Отработавшие растворы перед сбросом в канализацию после усреднения следует при необходимости нейтрализовать. При этом получающиеся осадки карбоната кальция и двуокиси магния следует выделять отстаиванием и направлять в накопитель.

Осветленные растворы хлорида натрия (из сточных вод от регенерации натрий-катионитных фильтров) следует повторно использовать для регенерации натрий-катионитных фильтров (при необходимости после нейтрализации).

Руководитель ВНК
Доцент кафедры «Водоснабжение и
водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Приложение Б

(рекомендуемое)

Расчет сооружений ионообменного обессоливания воды

Б.1 Водород катионитные фильтры

Б.1.1 Водород-катионитные фильтры первой ступени следует рассчитывать по той же методике и формулам, как и при катионировании воды.

Б.1.2 Для водород-катионитного фильтра второй ступени следует принимать:

- скорость фильтрования до 50 м/ч;
- высоту слоя катионита – 1,5 м;
- удельный расход 100%-ной серной кислоты 100 г на 1 г-экв поглощенных катионов;
- емкость поглощения сульфогля 200 г-экв/м³, катионита КУ-2 – от 400 до 500 г-экв/м³;
- расход воды на отмывку катионита после регенерации – 10 м³ на 1 м³ катионита.

Отмывку следует проводить водой, прошедшей через анионитовые фильтры первой ступени.

Продолжительность регенерации и отмывки водород-катионитовых фильтров второй ступени следует принимать в пределах от 2,5 до 3,0 ч.

Б.1.3 Воду после отмывки катионитовых фильтров второй ступени следует использовать для взрыхления водород-катионитовых фильтров первой ступени и приготовления для них регенерационного раствора.

Б.2 Анионитные фильтры

Б.2.1 Площадь фильтрования анионитных фильтров первой ступени F_1 , м², следует определять по формуле

$$F_1 = \frac{Q_1}{n_p \cdot T_1 \cdot V_1} \quad (\text{Б.1})$$

где Q_1 - производительность анионитных фильтров первой ступени, включая расход воды на собственные нужды последующих ступеней установки, м³/сут;

n_p - число регенераций анионитных фильтров первой ступени в сутки, принимаемое в пределах от 1 до 2;

T_1 - продолжительность работы каждого фильтра между регенерациями, определяемая по формуле (Б.2);

V_1 - расчетная скорость фильтрования, принимаемая не менее 4 и не более 30 м/ч.

$$T_1 = \frac{24}{n_p} - \tau_p, \quad (\text{Б.2})$$

где τ_p - общая продолжительность всех операций по регенерации фильтров, принимаемая 5 ч (взрыхление 0,25 ч, регенерация – 1,5 ч, отмывка анионита от 3 до 3,5 ч).

Б.2.2 Объем анионита в фильтрах первой ступени W_1 , м³, следует определять по формуле

$$W_1 = \frac{Q_1 \cdot C_0}{n_p \cdot E_p} \quad (\text{Б.3})$$

где C_0 - суммарное содержание сульфатных, хлоридных и нитратных ионов в исходной воде, мг-экв/л;

E_p - рабочая обменная емкость анионита по анионам указанных сильных кислот, г-экв на 1 м³ анионита, принимаемая по паспортным данным.

Б.2.3 Действительную скорость фильтрования воды в фильтрах первой ступени V_1^A , м/ч, следует определять по формуле

$$V_1^A = \frac{Q_1}{f_A \cdot N_A \cdot 24} \quad (\text{Б.4})$$

где f_A - площадь одного стандартного анионитного фильтра, м²;

N_A - количество рабочих анионитных фильтров.

Б.2.4 Максимальную скорость фильтрования через анионитный фильтр первой ступени следует определять по формуле

$$V_{\max} = \frac{Q_1}{f_A \cdot (N_A - 1)} \leq 30 \text{ м/ч} \quad (\text{Б.5})$$

Б.2.5 Уточненное число регенераций каждого фильтра в сутки следует определять по формуле

$$n_{pA} = \frac{Q_1 \cdot (C_0 - C_{\text{ост}})}{f_A \cdot N_A} \quad (\text{Б.6})$$

где $C_{ост}$ - остаточное содержание сульфатных, хлоридных и нитратных анионов в фильтрате, мг-экв/л.

Б.2.6 Рабочую объемную емкость анионита $E_{раб}^A$, г-экв/м³, следует определять по формуле

$$E_{раб}^A = \alpha_3^A \cdot E_{полн} - 0,8 \cdot q \cdot C_0, \quad (Б.7)$$

где α_3^A - коэффициент эффективности регенерации анионита, принимаемый в пределах от 0,8 до 0,9;

$E_{полн}$ - полная обменная емкость анионита г-экв на 1 м³ анионита, принимаемая по паспортным данным;

q - удельный расход воды на отмывку анионита, принимаемый 10 м³ на 1 м³ анионита.

Б.2.7 Расход 100%-ной щелочи Q_{NaOH} , кг, на регенерацию одного фильтра следует определять по формуле

$$Q_{NaOH} = \frac{q_{NaOH} \cdot f_A \cdot H_A \cdot E_{раб}^A}{1000} \quad (Б.8)$$

где q_{NaOH} - удельный расход $NaOH$ на одну регенерацию, принимаемый равным 60 г/г-экв;

H_A - высота слоя анионита, м.

Б.2.8 Расход 42% раствора технического гидроксида натрия, $Q_{NaOH}^{сум}$, м³/сут, следует определять по формуле

$$Q_{NaOH}^{сум} = \frac{100 \cdot Q_{NaOH} \cdot n_p \cdot N}{1000 \cdot P_{42} \cdot 42} \quad (Б.9)$$

где P_{42} - 42% раствора технического гидроксида натрия, принимаемая равной 1,449 т/м³.

Б.2.9 Расход воды Q_e , м³, на взрыхление анионита следует определять по формуле

$$Q_e = \frac{60 \cdot q_{взр} \cdot f_A \cdot t_{взр}}{1000} \quad (Б.10)$$

где $q_{взр}$ - интенсивность взрыхления, принимаемая равной 3 л/(с·м²);

$t_{взр}$ - продолжительность взрыхления, принимаемая равной 30 мин.

Б.2.10 Расход воды Q_{pp}^A , м³, на приготовление регенерирующего раствора следует определять по формуле

$$Q_{pp}^A = \frac{100 \cdot Q_{NaOH}}{1000 \cdot b \cdot \rho_{pp}} \quad (\text{Б.11})$$

где b - концентрация регенерационного раствора, равная 4 %;

ρ_{pp} - плотность регенерационного раствора, равная 1,043 т/м³.

Б.2.11 Расход воды на отмывку анионита от продуктов регенерации, $Q_{отм}^A$, м³, следует определять по формуле

$$Q_{отм}^A = q_{отм} \cdot f_A \cdot H_A, \quad (\text{Б.12})$$

где $q_{отм}$ - удельный расход воды на отмывку анионита, равный 10 м³ на 1 м³ загрузки.

Б.2.12 Расход воды $Q_{см}^A$, м³, на одну регенерацию анионитного фильтра с учетом использования отмывочных вод для взрыхления анионита следует определять по формуле

$$Q_{см}^A = Q_{pp}^A + Q_{отм}^A. \quad (\text{Б.13})$$

Б.2.13 Среднечасовой расход воды $q_{сч}$, м³/ч, на собственные нужды анионитных фильтров следует определять по формуле

$$q = \frac{Q_1 \cdot n_p \cdot N_A}{24}. \quad (\text{Б.14})$$

Б.2.14 Время пропуска регенерационного раствора t_{pp}^A , мин, следует определять по формуле

$$t_{pp}^A = \frac{60 \cdot Q_{pp}^A}{V_{pp}^A \cdot f_A} \quad (\text{Б.15})$$

где V_{pp}^A - скорость пропуска регенерационного раствора, принимаемая равной 4 м/ч.

Б.2.15 Время отмывки анионита от продуктов регенерации $t_{отм}$, мин,

$$t_{отм} = \frac{60 \cdot Q_{отм}^A}{V_{отм}^A \cdot f_A} \quad (\text{Б.16})$$

где $V_{отм}^A$ - скорость отмывки анионита, равная 10 м/ч.

Б.2.16 Уточненное значение межрегенерационного периода, T_A , мин, следует определять по формуле

$$T_A = \frac{24}{n_p} - (t_{взр}^A + t_{pp}^A + t_{отм}^A) \quad (\text{Б.17})$$

Б.2.17 Количество одновременно регенерируемых фильтров n_{op} следует определять по формуле

$$n_{op} = \frac{n_p \cdot N_A \cdot (t_{\text{exp}}^A + t_{pp}^A + t_{\text{отм}}^A)}{24} \quad (\text{Б.18})$$

Б.2.18 Объем анионита в фильтрах второй ступени W_2 , м³, следует определять по формуле

$$W_2 = \frac{Q_1 \cdot C_{pSiO}}{n_p \cdot E_{pSiO}} \quad (\text{Б.19})$$

где C_{pSiO} - содержание аниона SiO_3^{2-} в исходной воде, г-экв/м³;

E_{pSiO} - рабочая кремнеемкость анионита, г-экв/м³, принимаемая по паспортным данным анионита.

Б.2.19 Высоту загрузки анионитных фильтров второй ступени H_2^A следует принимать равной 1,5 м.

Площадь анионитных фильтров второй ступени F_2^A , м², следует определять по формуле

$$F_2^A = \frac{W_2^A}{H_2^A} \quad (\text{Б.20})$$

Количество рабочих фильтров должно быть не менее 2.

Б.2.20 Скорость фильтрования воды через фильтры второй ступени V_2 , м/ч, следует определять по формуле

$$V_2 = \frac{60 \cdot Q_1}{f_2^A \cdot N_2^A} \quad (\text{Б.21})$$

где f_2^A - площадь стандартного анионитного фильтра второй ступени, м²;

N_2^A - количество рабочих фильтров второй ступени.

Б.2.21 Если скорость фильтрования воды через фильтры второй ступени, вычисленная по формуле Б.21, находится в пределах от 15 до 25 м/ч, то стандартные фильтры подобраны правильно. Дальнейший расчет фильтров второй ступени следует вести по формулам Б.6 – Б.18.

Удельный расход 100 % гидроксида натрия следует принимать в пределах от 120 до 140 кг на 1 м³ анионита.

Б.3 Фильтры смешанного действия

Б.3.1 В качестве третьей ступени подготовки для получения сверхвысокого качества воды следует применять фильтры смешанного действия, загрузка которых состоит из смеси высококислотного катионита и высокоосновного анионита.

Фильтры смешанного действия бывают двух типов: с внутренней и внешней регенерацией.

Фильтры смешанного действия с внутренней регенерацией следует применять для глубокого обессоливания и обескремнивания воды расходом до 300 м³/ч. При больших расходах следует применять фильтры смешанного действия с внешней регенерацией.

Б.3.2 Площадь фильтров смешанного действия с внутренней регенерацией $F_{\text{ФСД}}$, м², следует определять по формуле

$$F_{\text{ФСД}} = \frac{Q_{\text{ФСД}}}{V_{\text{ФСД}}} \quad (\text{Б.22})$$

где $Q_{\text{ФСД}}$ - расход воды, подаваемый на фильтры смешанного действия с внутренней регенерацией, м³/ч;

$V_{\text{ФСД}}$ - скорость фильтрования, принимаемая в пределах от 40 до 50 м/ч.

Б.3.3 Количество фильтров смешанного действия $N_{\text{ФСД}}$ следует определять по формуле

$$N_{\text{ФСД}} = \frac{F_{\text{ФСД}}}{f_{\text{ФСД}}} \quad (\text{Б.23})$$

где $f_{\text{ФСД}}$ - площадь фильтрования стандартного фильтра смешанного действия, м².

Количество фильтров смешанного действия должно быть не менее 3, два из них рабочих, а третий на регенерации.

Б.3.4 Длительность фильтроцикла $T_{\text{ФСД}}$ с учетом времени на регенерацию $\tau_{\text{ФСД}}$, ч, следует определять по формуле

$$T_{\text{ФСД}} + \tau_{\text{ФСД}} = \frac{q_{\text{ФСД}} \cdot f_{\text{ФСД}} \cdot N_{\text{ФСД}}}{Q_{\text{ФСД}}} \quad (\text{Б.24})$$

где $q_{\text{ФСД}}$ - количество воды, прошедшей через 1 м² загрузки до регенерации, принимаемое в пределах от 10000 до 12000 м³/м².

Б.3.5 Суточное число регенераций фильтра смешанного действия $n_r^{\text{ФСД}}$ следует определять по формуле

$$n_p^{\text{ФСД}} = \frac{24 \cdot N_{\text{ФСД}}}{T_{\text{ФСД}} \cdot \tau_{\text{ФСД}}} \quad (\text{Б.25})$$

Б.3.6 Расход 100%-ной серной кислоты на одну регенерацию фильтра смешанного действия $Q_k^{\text{ФСД}}$, м³, следует определять по формуле

$$Q_k^{\text{ФСД}} = f_{\text{ФСД}} \cdot H_k^{\text{ФСД}} \cdot q_k^{\text{ФСД}} \quad (\text{Б.26})$$

где $H_k^{\text{ФСД}}$ - высота катионита в смеси, принимаемая 0,6 м;

$q_k^{\text{ФСД}}$ - количество кислоты, необходимой для регенерации 1 м³ катионита в смеси, принимаемое 70 кг/м³.

Б.3.7 Суточный расход 100%-ной серной кислоты $Q_{k,\text{сут}}^{\text{ФСД}}$, м³/сут, следует определять по формуле

$$Q_{k,\text{сут}}^{\text{ФСД}} = n_p^{\text{ФСД}} \cdot Q_k^{\text{ФСД}} \quad (\text{Б.27})$$

Б.3.8 Расход 100% гидроксида натрия $Q_{\text{NaOH}}^{\text{ФСД}}$, м³, следует определять по формуле

$$Q_{\text{NaOH}}^{\text{ФСД}} = f_{\text{ФСД}} \cdot H_A^{\text{ФСД}} \cdot q_A^{\text{ФСД}} \quad (\text{Б.28})$$

где $H_A^{\text{ФСД}}$ - высота анионита в смеси, принимаемая 0,6 м;

$q_A^{\text{ФСД}}$ - количество щелочи, необходимой для регенерации 1 м³ анионита в смеси, принимаемое 100 кг/м³.

Б.3.9 Суточный расход 100%-ного едкого натра $Q_{\text{NaOH},\text{сут}}^{\text{ФСД}}$, м³, на одну регенерацию фильтра смешанного действия следует определять по формуле

$$Q_{\text{NaOH},\text{сут}}^{\text{ФСД}} = n_p^{\text{ФСД}} \cdot Q_{\text{NaOH}}^{\text{ФСД}} \quad (\text{Б.29})$$

Б.3.10 Количество воды на разделение смеси $Q_{\text{разд}}^{\text{ФСД}}$, м³, следует определять по формуле

$$Q_{\text{разд}}^{\text{ФСД}} = \frac{V_{\text{разд}}^{\text{ФСД}} \cdot f_{\text{ФСД}} \cdot t_{\text{разд}}}{60} \quad (\text{Б.30})$$

где $V_{\text{разд}}^{\text{ФСД}}$ - скорость восходящего потока воды при разделении, принимаемая 10 м/ч;

$t_{\text{разд}}$ - время, за которое происходит разделение, принимаемое 25 мин.

Б.3.11 Расход воды на установление встречных потоков воды до начала регенерации $Q_{\text{вп}}^{\text{ФСД}}$, м³/ч, следует определять по формуле

$$Q_{\text{вп}}^{\text{ФСД}} = \frac{2 \cdot V_{\text{вп}}^{\text{ФСД}} \cdot f_{\text{ФСД}} \cdot t_{\text{вп}}^{\text{ФСД}}}{60} \quad (\text{Б.31})$$

где $V_{\text{вп}}^{\text{ФСД}}$ - скорость движения, принимаемая 5 м/ч;

$t_{\text{вп}}^{\text{ФСД}}$ - время, принимаемое 10 мин.

Б.3.12 Количество воды $Q_{\text{к}}$, м³, на приготовление серной кислоты следует определять по формуле

$$Q_{\text{к}} = \frac{Q_{\text{к}}^{\text{ФСД}} \cdot 100}{b_{\text{р}} \cdot 1000} \quad (\text{Б.32})$$

где $b_{\text{р}}$ - концентрация раствора кислоты, принимаемая 3 %.

Б.3.13 Количество воды Q_{NaOH} , м³, на приготовление раствора гидроксида натрия следует определять по формуле

$$Q_{\text{NaOH}} = \frac{Q_{\text{NaOH}}^{\text{ФСД}} \cdot 100}{b_{\text{NaOH}} \cdot 1000} \quad (\text{Б.33})$$

где b_{NaOH} - концентрация раствора щелочи, принимаемая 4 %.

Б.3.14 Количество воды $Q_{\text{отм}}$, м³, на одновременную отмывку катионита и анионита встречными потоками следует определять по формуле

$$Q_{\text{отм}} = \frac{2 \cdot q_{\text{отм}} \cdot f_{\text{ФСД}} \cdot t_{\text{отм}}}{60} \quad (\text{Б.34})$$

где $q_{\text{отм}}$ - скорость фильтрования отмывочной воды, принимаемая 5 м/ч;

$t_{\text{отм}}$ - продолжительность отмывки, принимаемая 60 мин.

Б.3.15 Количество воды $Q_{\text{доотм}}$, м³, на доотмывку катионита и анионита после перемешивания воздухом следует определять по формуле

$$Q_{\text{доотм}} = q_{\text{доотм}} \cdot f_{\text{ФСД}} \cdot H_{\text{см}} \quad (\text{Б.35})$$

где $q_{\text{доотм}}$ - расход воды на доотмывку 1 м³ смеси, принимаемый 5 м³;

$H_{\text{см}}$ - суммарная высота слоев загрузки, м.

Б.3.16 Общее количество воды на собственные нужды одного фильтра смешанного действия $Q_{\text{сн}}^{\text{ФСД}}$, м³/сут, следует определять по формуле

$$Q_{\text{сн}}^{\text{ФСД}} = Q_{\text{разд}}^{\text{ФСД}} + Q_{\text{к}} + Q_{\text{NaOH}} + Q_{\text{отм}} + Q_{\text{доотм}} \quad (\text{Б.36})$$

Б.3.17 Часовой расход воды на собственные нужды фильтра смешанного действия $q_{\text{сн}}^{\text{ФСД}}$, м³/ч, следует определять по формуле

$$q_{сн}^{ФСД} = \frac{n_p^{ФСД} \cdot Q_{сн}^{ФСД}}{24} \quad (Б.37)$$

Б.3.18 Время пропуска регенерационного раствора кислоты t_k , мин, следует определять по формуле

$$t_k = \frac{Q_k^{ФСД} \cdot 60}{f_{ФСД} \cdot V_k} \quad (Б.38)$$

где V_k - скорость пропуска раствора кислоты, принимаемая 5 м/ч.

Б.3.19 Время пропуска регенерационного раствора щелочи $t_{щ}$, мин, следует определять по формуле

$$t_{щ} = \frac{Q_{NaOH} \cdot 60}{f_{ФСД} \cdot V_{щ}} \quad (Б.39)$$

где $V_{щ}$ - скорость пропуска раствора щелочи, принимаемая 5 м/ч.

Б.3.19 Время доомывки смеси $t_{доомм}$, мин, следует определять по формуле

$$t_{доомм} = \frac{Q_{доомм} \cdot 60}{f_{ФСД} \cdot V_{доомм}} \quad (Б.40)$$

где $V_{доомм}$ - скорость доотмывки смеси, принимаемая 10 м/ч.

Б.3.20 Суммарное время регенерации фильтра смешанного действия $\tau_{ФСД}$, мин, следует определять по формуле

$$\tau_{ФСД} = t_{разд} + t_{вп}^{ФСД} + t_k + t_{щ} + t_{пер} + t_{доомм} + t_{неучт} \quad (Б.41)$$

где $t_{пер}$ - время перемешивания смеси воздухом, принимаемое 30 мин;

$t_{неучт}$ - время на неучтенные операции, принимаемое 30 мин.

Б.3.21 Расчет фильтров смешанного действия с внешней регенерацией следует выполнять по формулам В.22 – В.33.

Б.3.22 Объем воды $Q_{ФРК}$, м³, на гидрперегрузку шихты из фильтра смешанного действия в фильтр регенерации катионита следует определять по формуле

$$Q_{ФРК} = \frac{V_{зпер} \cdot f_{ФСД} \cdot t_{ФСД}}{60} \quad (Б.42)$$

где $V_{зпер}$ - скорость подачи воды на гидрперегрузку, принимаемая 12,5 м/ч;

$f_{ФСД}$ - площадь фильтра смешанного действия, м²;

$t_{ФСД}$ - продолжительность перегрузки, принимаемая 30 мин.

Б.3.23 Объемы воды на гидрперегрузку анионита из фильтра регенерации катионита в фильтр регенерации анионита, катионита после регенерации из фильтра ре-

генерации катионита в фильтр запасной шихты, отрегенированного анионита из фильтра регенерации анионита в фильтр запасной шихты и смеси ионитов из фильтра запасной шихты обратно в фильтр смешанного действия следует определять по формуле В.42 подставляя соответствующие значения скоростей подачи воды, площади фильтров регенераторов и продолжительности гидроперегрузки.

Технологические данные по расчету объемов воды при гидроперегрузке ионитов следует принимать по таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Параметры гидроперегрузки ионитов

Вид гидроперегрузки	Скорость подачи воды, м/ч	Продолжительность перегрузки, мин
- смеси ионита из рабочего фильтра смешанного действия в фильтр регенерации катионита	12,5	30
- анионита из фильтра регенерации катионита в фильтр регенерации анионита	15,0	15
- отрегенированного катионита из фильтра регенерации катионита в фильтр запасной шихты	15,0	20
- отрегенированного анионита из фильтра регенерации анионита в фильтр запасной шихты	15,0	20
- смеси отрегенированного ионита из фильтра запасной шихты в рабочий фильтр смешанного действия	12,5	30

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Приложение В

(рекомендуемое)

Обработка воды водород-катионированием

Таблица В.1 – Схемы обработки воды с применением водород-катионирования

Технологическая схема обработки воды	Показатель отключения водород-катионитового фильтра на регенерацию	Результат обработки воды	Рекомендации к применению
Н-катионирование с «голодной» регенерацией фильтров и последующим фильтрованием через буферные саморегенерирующиеся фильтры	Повышение щелочности фильтрата	$Щ_0 \leq$ (от 0,7 до 1,5 мг-экв/л); $Ж_0 = Ж_u + Щ_0$, мг-экв/л; снижение солесодержания	В схемах параллельного, последовательного и совместного водород-натрий-катионитового умягчения воды
Последовательное Н-На-катионирование с «голодной» регенерацией Н-катионитовых фильтров	Повышение щелочности фильтрата	$Щ_0 \leq 0,7$ мг-экв/л; $Ж_0 = 0,01$ мг-экв/л; снижение солесодержания	Схема используется при подготовке добавка к питательной воде паровых котлов, испарителей и т.п.
Параллельное водород-На-катионирование	Повышение общей жесткости фильтрата	$Ж_0 = 0,1$ мг-экв/л; $Щ_0 = 0,4$, мг-экв/л; снижение солесодержания. При наличии На-катионитового фильтра второй ступени $Ж_0 = 0,01$ мг-экв/л	Применяется, когда по составу исходной воды невозможно осуществить схему с «голодной» регенерацией. Пригодна для обработки мало- и среднеминерализованных вод при содержании $(Cl^- + SO_4^{2-}) \leq 4$ мг-экв/л; $Na^+ \leq 2$ мг-экв/л;
Частичное химическое обессоливание	«Проскок» жесткости	0,1 мг-экв/л; снижение щелочности; снижение солесодержания	В схемах параллельного водород-натрий-катионитового умягчения воды. Схема используется, когда не требуется удалять из воды ионы натрия
Частичное химическое обессоливание	Снижение кислотности фильтрата	Снижение солесодержания, удаление углекислоты; удаление части Na^+ в соответствии с необходимым снижением солесодержания	В схемах последовательного и совместного водород-натрий-катионитового умягчения воды
Полное химическое обессоливание	«Проскок» ионов натрия	Полное удаление катионитов, анионитов и кремниевой кислоты	В котельных низкого и среднего давления не применяется

В.1 При обычном водород -катионировании регенерацию следует проводить с удельным расходом кислоты в 2 раза больше теоретически необходимой. Избыток кислоты следует сбрасывать из фильтра вместе с продуктами регенерации.

При «голодной» регенерации водород -катионитовых фильтров удельный расход кислоты следует принимать равным его теоретическому удельному расходу, т.е. 1 г-экв/г-экв.

В.2 Совместное H-Na-катионирование следует осуществлять в одном фильтре, верхним слоем загрузки которого является H-катионит, а нижний - Na-катионит.

Жесткость воды при совместном H-Na-катионировании должна составлять не более 6 мг-экв/л, содержание натрия должно быть в пределах от 1,0 до 1,5 мг-экв/л, отношение карбонатной жесткости к некарбонатной должно быть больше единицы.

В.3 Расход воды q_n^{Na} , м³/ч, подаваемый на Na-катионитовые фильтры, и q_n^H , м³/ч, H- катионитовые фильтры следует определять по формулам

$$q_n^{Na} = q_n - q_n^H \quad (B.1)$$

$$q_n^H = q_n \cdot \frac{\text{Щ} - \text{Щ}_y}{A_1 + \text{Щ}} \quad (B.2)$$

где q_n - полезная производительность H-Na-катионитовой установки, м³/ч;

q_n^{Na} - полезная производительность Na-катионитовых фильтров, м³/ч;

q_n^H - полезная производительность H-катионитовых фильтров, м³/ч;

Щ - щелочность исходной воды мг-экв/л;

Щ_y - требуемая щелочность умягченной воды мг-экв/л;

A_1 - суммарное содержание в умягченной воде анионов сильных кислот, мг-экв/л.

В.4 Объем катионита W_H , м³, в H-катионитовых и W_{Na} , м³, в Na-катионитовых фильтрах следует определять по формулам

$$W_H = \frac{24 \cdot q_n^H \cdot (\mathcal{J}_0 - C_{Na})}{n \cdot e_p^H} \quad (B.3)$$

$$W_{Na} = \frac{24 \cdot q_n^{Na} \cdot \mathcal{J}_0}{n \cdot e_p^{Na}} \quad (B.4)$$

где \mathcal{J}_0 - общая жесткость умягчаемой воды, г-экв/м³;

C_{Na} - концентрация в воде натрия, г-экв/м³;

n - число регенераций каждого фильтра в сутки, принимаемая равной от 1 до 3;

e_p^{Na} - рабочая обменная емкость Na-катионита, г-экв/м³;

e_p^H - рабочая обменная емкость H-катионита, г-экв/м³.

В.5 Рабочую обменную емкость e_p^H , г-экв/м³, H-катионита следует определять по формуле

$$e_p^H = \alpha_3^H \cdot E_n - 0,5 \cdot q_y \cdot C_k \quad (B.5)$$

где α_3^H - коэффициент эффективности регенерации H-катионита, зависящий от удельного расхода кислоты;

E_n - полная обменная емкость катионита в нейтральной среде, г-экв/м³;

q_y - удельный расход воды на отмывку катионита после регенерации, принимаемый равным от 4 до 5 м³/м³ объема катионита в фильтре;

C_k - общее содержание в воде катионов кальция, магния, натрия и калия, г-экв/м³.

В.6 Суммарную площадь F_H , м², H-катионитовых и F_{Na} , м², Na-катионитовых фильтров следует определять по формулам

$$F_H = \frac{W_H}{h_k} \quad (B.6)$$

$$F_{Na} = \frac{W_{Na}}{h_k} \quad (B.7)$$

где h_k - высота слоя катионита в фильтре, принимаемая равной в пределах от 2,0 до 2,5 м.

В.7 Количество Na и H-катионитовых фильтров в установке должно быть не менее 2. При количестве фильтров на установке менее 6 следует принимать один резервный, а при большем их количестве – два.

В.8 H-катионитовые фильтры следует регенерировать 1,5 % раствором серной кислоты. Скорость фильтрации раствора серной кислоты через слой катионита рекомендуется принимать не менее 10 м/ч. После регенерации катионит следует отмывать неумягченной водой, пропускаемой сверху вниз со скоростью 10 м/ч.

В.9 Расход 100 % кислоты q_k , кг, на одну регенерацию H-катионитового фильтра следует определять по формуле

$$q_k = \frac{f \cdot q_{y\partial} \cdot e_p^H \cdot h_k}{1000} \quad (\text{B.8})$$

где f - площадь одного Н-катионитового фильтра, м²;

$q_{y\partial}$ - удельный расход кислоты для регенерации катионита, г/г-экв.

В.10 Метод натрий-хлор-ионирования следует применять при выполнении соотношения анионов в исходной воде по зависимости (Б.8) и суммарной концентрации сульфатов и нитратов не более 3 мг-экв/л.

$$\frac{HCO_3^-}{SO_4^{2-} + NO_3^-} \geq 1 \quad (\text{B.8})$$

В.11 Расход соли для регенерации фильтров при натрий-хлор-ионировании следует принимать в пределах от 100 до 120 кг/м³ анионита. Концентрация раствора поваренной соли следует принимать равным 5 %.

Расход воды на отмывку следует принимать в пределах от 3 до 4 м³/м³.

Скорость фильтрования следует принимать в пределах от 15 до 20 м/ч. Количество фильтров должно быть в пределах от двух до трех. Число регенераций в сутках следует принимать не более двух.

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Приложение Г

(рекомендуемое)

Удаление из воды растворенных газов.

Г.1 Удаление диоксида углерода на пленочном дегазаторе

Г.1.1 Параметры пленочного дегазатора следует принимать в зависимости от концентрации диоксида углерода в исходной воде и требуемой степени его удаления. При обработке природной воды исходную концентрацию диоксида углерода $[CO_2]_{исх}$, мг/л, следует принимать по данным химических анализов воды. При их отсутствии допускается принимать исходную концентрацию диоксида углерода по таблице Г.1 с учетом поправочных коэффициентов, приведенных в таблицах Г.2 и Г.3

Г.1.2 Для воды обработанной на Н-катионитовом фильтре исходную концентрацию диоксида углерода $C_{к.исх}$, мг/л, следует рассчитывать по формуле

$$[CO_2]_{к.исх} = [CO_2]_{исх} + 44 \cdot Щ, \quad (Г.1)$$

где $[CO_2]_{исх}$ – концентрация в воде свободного диоксида углерода, определенная по Г.1.1, мг/л;

Щ – щелочность исходной воды, мг-экв/л;

Г.1.3 Загрузку пленочного дегазатора предусматривать цилиндрическими кислотоупорными керамическими насадками по ГОСТ 17612 размерами 25x25x3 мм или с деревянной хордовой насадкой из брусков. Площадь поперечного сечения дегазатора следует определять исходя из плотности орошения при керамической насадке 60 м³/ч на 1 м² площади дегазатора, при деревянной хордовой насадке - 40 м³/ч.

Вентилятор дегазатора должен обеспечивать подачу 15 м³ воздуха на 1 м³ воды. Определение давления, развиваемого вентилятором, следует производить с учетом сопротивления керамической насадки, принимаемого равным 0,3 кПа на 1 м высоты слоя насадки, сопротивления деревянной хордовой насадки – 0,1 кПа. Прочие сопротивления следует принимать равными 0,30-0,40 кПа.

Г.1.4 Высоту слоя насадки, необходимую для снижения содержания диоксида углерода в воде, следует определять по таблице Г.3 в зависимости от содержания диоксида углерода (CO_2), мг/л, определенного по Г.1 или Г.2 в подаваемой на дегазатор воде.

Насадку следует размещать на перфорированной плите перекрытия, устанавливаемой над дном поддона на высоту не менее 0,6 м.

Диаметр подводящих и отводящих трубопроводов принимать из условия обеспечения скорости воздуха в них 5-6 м/с.

Таблица Г.1 – Содержание диоксида углерода, мг/л, в зависимости от общей щелочности воды Щ, мг-экв/л, при общем солесодержании 200 мг/л и температуре 10 °С.

Щ, мг-экв/л	Значение рН воды															
	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0
0,5	18	14	10	8	7	6	5	4	3	2	2	2	2	1	1	1
0,6	21	16	13	10	8	7	6	5	4	3	2	2	2	1	1	1
0,7	24	18	15	12	10	8	7	5	4	3	3	3	2	1	1	1
0,8	28	21	18	14	11	9	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1
0,9	32	24	20	15	13	10	8	6	5	4	4	4	2	1	1	1
1,0	36	27	23	17	14	11	9	7	5	4	4	4	3	2	2	1
1,1	39	30	25	19	15	12	9	7	6	5	4	4	3	2	2	1
1,2	43	33	27	21	17	13	10	8	6	5	4	4	3	2	2	1
1,3	47	36	29	23	18	14	11	8	7	6	5	4	3	3	2	1
1,4	50	39	31	24	19	15	12	9	8	6	5	4	3	3	2	2
1,5	54	41	33	26	21	17	13	10	8	7	5	5	3	3	3	2
1,6	58	44	36	28	22	18	14	11	9	7	5	5	4	3	3	2
1,7	61	47	38	30	23	20	15	11	10	7	6	5	4	3	3	2
1,8	64	50	40	31	25	21	16	12	11	8	6	5	4	3	3	2
1,9	68	52	42	33	26	22	17	13	11	9	6	6	4	3	3	2
2,0	72	55	44	35	28	23	18	14	12	10	7	6	5	4	3	2
2,5	90	69	56	44	35	28	22	18	14	12	9	7	6	5	4	3
3,0	108	83	67	53	42	34	27	22	17	14	11	8	7	6	5	3
3,5	-	97	79	62	49	39	31	25	19	16	12	9	8	7	5	4
4,0	-	111	90	71	56	45	35	28	22	18	14	11	10	8	6	5
4,5	-	-	100	79	63	50	40	32	25	21	16	12	11	9	7	5
5,0	-	-	-	88	70	56	44	36	28	23	18	14	12	10	8	6
5,5	-	-	-	97	77	62	48	39	31	25	19	15	13	11	9	6
6,0	-	-	-	106	85	68	53	43	33	27	21	17	14	12	9	7
6,5	-	-	-		92	74	57	46	36	29	23	18	15	12	10	8
7,0	-	-	-		99	79	61	50	39	31	25	19	16	13	10	9
7,5					106	85	66	54	42	33	26	21	17	14	11	10
8,0	-	-	-			90	70	57	44	35	28	22	18	15	12	10

Таблица Г 2 – Значение коэффициента K_{β}

Общее солесодержание, мг/л	100	200	300	400	500	750	1000
K_{β}	1,05	1,0	0,96	0,94	0,92	0,87	0,83

Таблица Г 3 – Значение коэффициента K_t

Температура воды, °С	0	5	10	25	20	25	30	40	50	60
K_t	1,28	1,12	1,0	0,9	0,83	0,78	0,74	0,7	0,66	0,65

Таблица Г.3

Содержание (CO ₂) в воде, подаваемой на дегазатор, мг/л	Высота слоя насадки в дегазаторе, м	
	кислотоупорная керамическая	деревянная хордовая
50	3	4
100	4	5,2
150	4,7	6
200	5,1	6,5
250	5,5	6,8
300	5,7	7

Распределение воды по площади дегазатора предусматривать путем устройства распределительной плиты, оснащенной патрубками, верхний срез которых должен находиться на 0,1 м выше отметки поверхности плиты. Отвод обработанной воды из дегазатора следует производить через гидравлический затвор.

Остаточную концентрацию диоксида углерода после обработки на пленочном дегазаторе принимать 3-5 мг/л.

Г.2 При удалении диоксида углерода в брызгальных бассейнах гидравлическую нагрузку принимать не более 1,5 м³/м² ч, давление перед соплами не менее 50 кПа, пропускную способность сопел принимать по данным производителей. При отсутствии таких данных допускается принимать расход для щелевых сопел 35 м³/ч, винтовых - 15 м³/ч, тангенциальных -10 м³/ч. Сопла следует располагать на высоте не менее 1,0 м над уровнем воды в бассейне. Эффективность удаления диоксида углерода в брызгальных бассейнах допускается принимать 65 %-70 % от начальной концентрации.

Г.3 Химические методы дегазации.

Г.3.1 Химические методы дегазации, как правило, следует применять для снижения концентрации в воде растворенного кислорода.

Г.3.2 Обработка воды сульфитом натрия

Г.3.2.1 Обработка воды сульфитом натрия с целью снижения концентрации в воде растворенного кислорода основана на реакции окисления сульфита растворенным кислородом с образованием сульфатов. Обработка воды сульфитом натрия приводит к увеличению солесодержания воды 10-12 мг/кг на 1 мг/кг растворенного кислорода.

Г.3.2.2 При обработке воды сульфитом натрия рекомендуется температура обрабатываемой воды не менее 80 °С, и pH не более 8,0. Дозу сульфита натрия $D_{Na_2SO_3}$, мг/л, следует рассчитывать по формуле

$$D_{Na_2SO_3} = \frac{8C_{O_2} + K}{A}, \quad (Г.2)$$

- где C_{O_2} – концентрация в воде растворенного кислорода, мг/л;
 K – избыток реагента, принимаемый для обеспечения надежности связывания кислорода, мг/л;
 A – содержание активной части реагента в продукте, в долях от единицы.

Избыток реагента, принимаемый для обеспечения надежности связывания кислорода K , следует принимать в пределах 2,0-3,0 мг/л. Содержание активной части реагента в продукте, A , в долях от единицы следует принимать по ГОСТ 5644 в пересчете на химически чистый сульфит натрия Na_2SO_3

Г.3.2.3 Дозирование сульфита натрия производить раствором концентрацией 3,0 %-6,0 %. При приготовлении раствора сульфита натрия в растворных и расходных баках следует предотвращать контакт раствора с атмосферным воздухом.

Г.3.3 Обработка воды гидразином

Г.3.3.1 Обработка гидразином с целью снижения концентрации кислорода в воде основана на реакции окисления гидразина растворенным кислородом с образованием воды и азота. Для обработки применять гидразин-гидрат по ГОСТ 19503, либо гидразин сульфат по ГОСТ 5841

Г.3.3.2 При обработке воды гидразином без катализаторов рекомендуется температура обрабатываемой воды более 100 °С, и pH 8-12. Дозу гидразина D_e , мг/л, в пересчете на N_2H_4 следует рассчитывать по формуле:

$$D_e = C_{O_2} + 0,15C_{Fe} + 0,25C_{Cu} + K_e, \quad (Г.3)$$

- где C_{O_2} – концентрация в воде растворенного кислорода, мг/л;
 C_{Fe} – концентрация в воде железа, мг/л;
 C_{Cu} – концентрация в воде меди, мг/л;
 K_e – избыток гидразина, принимаемый для обеспечения надежности связывания кислорода, мг/л;

Избыток реагента, принимаемый для обеспечения надежности связывания кислорода K_r , следует принимать 0,06 мг/л.

Г.3.3.3 Дозирование гидразина производить раствором концентрацией не более 1,0 %. Концентрация раствора гидразина в растворных баках рекомендуется 20 %.

Г.4 Термическая деаэрация

Д.4.1 Конструкции термических деаэраторов должны соответствовать требованиям ГОСТ16860. Допускается применение других конструкций деаэраторов при обосновании.

Г.4.2 В деаэраторах следует предусматривать деаэрацию всех поступающих потоков воды, в которых могут содержаться растворенные газы.

Г.4.3 В деаэраторах, как правило, следует применять двухступенчатую схему деаэрации, при этом в качестве второй ступени рекомендуется применять барботаж.

Г.4.4 Ступени деаэрационной установки должны функционировать в непрерывном режиме, для предотвращения возникновения циркуляционных потоков, которые могут привести к проникновению необработанных масс воды в отводящий трубопровод обработанной воды. В деаэрационных аппаратах не должно быть застойных зон воды и пара

Емкость деаэрационных баков выбирается из расчета трехминутной работы питательных насосов после прекращения подачи воды в деаэратор. Уровень воды в деаэраторе должен быть определенным и контролироваться с помощью водомерного стекла. При достижении предельно допустимого уровня, следует предусматривать слив избытка воды через переливное устройство

Давление в деаэраторе необходимо поддерживать постоянным.

Г.4.5 В деаэраторе и парогазовом объеме бака аккумулятора следует предусматривать достаточную степень вентиляцию паром. На всем пути обработки между паром и водой следует обеспечивать движение противотоком и поддержание максимальной разности между равновесным давлением газа, соответствующим его концентрации в воде и его парциальным давлением над водой.

Г.4.6. На каждую ступень деаэратора должно подводиться требуемое количество пара. Парциальное давление удаляемых газов в паре должно поддерживаться минимальным. Исходные потоки воды должны быть подогреты до температуры насыщения соответствующей давлению в деаэраторе. В деаэраторах должна исключаться возможность вторичной аэрации воды.

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Приложение Д
(рекомендуемое)

Удаление кремниевой кислоты.

Д.1 Удаление кремниевой кислоты реагентной обработкой известью.

Д.1.1 Удаление кремниевой кислоты реагентной обработкой известью следует предусматривать при исходном содержании кремниевой кислоты в исходной воде не более 20 мг/л по SiO_2 , а также при содержании ионов магния в соотношении 5-6 мг на 1 мг SiO_3^{2-} . При температуре обрабатываемой воды 20 °С - 30 °С эффективность удаления кремниевой кислоты следует принимать 25 %-30 %.

При нагревании обрабатываемой воды до температуры 80 °С - 90 °С остаточная концентрация кремниевой кислоты достигается 0,4-0,5 мг/л. Величину рН при обработке воды следует поддерживать в пределах 10,2-10,3.

Д.1.2 При удалении кремниевой кислоты обработкой известью следует предусматривать подачу реагента в сатуратор, осветление в фильтрах и последующем удалением избытка гидроксида кальция в скрубберах продувкой дымовыми газами. Для доочистки воды от осадка карбоната кальция, образующегося при продувке дымовыми газами в скрубберах, следует предусматривать обработку в осветлителях и скорых фильтрах. При необходимости следует после скорого фильтра направлять воду на буферный натрий катионитовый фильтр с термостойким катионитом.

Д.2 Удаление кремниевой кислоты реагентной обработкой солями трехвалентного железа

Д.2.1 Для удаление кремниевой кислоты следует предусматривать дозирование хлорида железа FeCl_3 или сульфата железа $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ при их расходе по безводному веществу 10-15 мг/л на 1 мг/л удаляемой кремниевой кислоты по SiO_3^{2-} . Величину рН при обработке следует поддерживать в пределах 8,5-9,5 добавлением извести. Дозу добавляемой извести мг/л, следует определять по формуле:

$$D_{\text{и}} = 28 \left(\frac{[\text{CO}_2]}{22} + \frac{D_{\text{к}}}{e_{\text{к}}} \right) \quad (\text{Д.1})$$

где $[\text{CO}_2]$ - содержание диоксида углерода в исходной воде, мг/л,
 $D_{\text{к}}$ - доза коагулянта в пересчете на безводный продукт, мг/л.
 $e_{\text{к}}$ - эквивалентная масса активного вещества коагулянта, мг/мг-экв.

Эквивалентную массу активного вещества коагулянта принимать для $FeCl_3$ равной 54, для $Fe_2(SO_4)_3$ равной 67.

Д.2.2 Задержание соединений кремниевой кислоты следует осуществлять в осветлителях со слоем взвешенного осадка. Скорость восходящего потока в осветлителе поддерживать в пределах 0,9-1,0 мм/с, высоту слоя осадка взвешенного осадка не менее 2,5 м, отведение в осадкоуплотнитель 20 %-25 % от расхода поступающей в осветлитель воды.

При необходимости следует предусматривать доочистку после осветлителя на скорых фильтрах. Остаточная концентрация кремниевой кислоты достигается 3-5 мг/л.

Д.3 Удаление кремниевой кислоты реагентной обработкой солями алюминия

Д.3.1 Для удаление кремниевой кислоты реагентной обработкой солями алюминия предусматривать дозирование сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$, и алюминат натрия $NaAlO_2$, допускается использование других коагулянтов, содержащих алюминий при обосновании.

Д.3.2 Дозу сульфата алюминия следует принимать до 15 мг/л $Al_2(SO_4)_3$ на 1 мг/л удаляемой кремниевой кислоты по SiO_3^{2-} . Величину pH при обработке следует поддерживать в пределах 8,5-9,0 добавлением извести. Дозу добавляемой извести следует определять по формуле Д.1.

Эквивалентную массу активного вещества коагулянта принимать для $Al_2(SO_4)_3$ равной 57 мг/мг-экв. Задержание соединений кремниевой кислоты следует осуществлять в осветлителях со слоем взвешенного осадка с параметрами, указанными в Д.2

Д.3.3 При дозировании алюминат натрия $NaAlO_2$ дозу следует назначать в пересчете на Al_2O_3 2,0-2,6 мг на 1 мг удаляемой кремневой кислоты по SiO_2 . Величину pH при обработке следует поддерживать в пределах 8,6-9,5.

Остаточная концентрация кремниевой кислоты достигается 8-10 мг/л при температурах 20-30 С, при повышении температуры до 40 С – 2 мг/л.

Для снижения концентрации алюминия в обработанной воде рекомендуется сочетать дозирование алюмината натрия $NaAlO_2$ с хлоридом железа $FeCl_3$. Остаточное содержание алюминия достигается 0,2-0,3 мг/л.

Д.4 Удаление кремниевой кислоты .реагентной обработкой оксидом магния и магнезитовыми реагентами

Д.4.1 Для удаление кремниевой кислоты .реагентной обработкой оксидом магния следует предусматривать его дозирование в виде порошкового MgO при дозе 1,8-3,2 мг на 1,0 мг удаляемой кремниевой кислоты по SiO_3^{2-} . Допускается дозировать соединения магния в виде хлорида или сульфата. Величину pH при обработке следует поддерживать в пределах 9,6-10,0. Остаточная концентрация кремниевой кислоты достигается 4-6 мг/л при температурах 50°C-55° С.

При тех же температурах остаточная концентрация кремниевой кислоты может быть снижена до 2,0 мг/л при увеличении дозы оксида магния до 5-7 мг на 1 мг удаляемой кремниевой кислоты по SiO_3^{2-} .

При температурах 85 °С -100 °С остаточная концентрация кремниевой кислоты может быть достигнута до 0,5 мг/л при дозе оксида магния до 5-7 мг на 1 мг удаляемой кремниевой кислоты по SiO_3^{2-} .

При обработке воды оксидом магния предусматривать рециркуляцию шлама из отстойников в смеситель или камеру реакции для снижения расхода реагента.

Д.4.2 При использовании для удаления кремниевой кислоты магнезитовых реагентов (обоженного доломита $CaCO_3 \cdot MgCO_3$, полуобоженного каустического доломита $MgO \cdot CaCO_3$ каустического магнезита $MgCO_3$).

Величину pH при обработке следует поддерживать более 10,0, температуру 40 °С -50 °С. Дозу указанных магнезитовых реагентов, мг/л, следует рассчитывать по формуле:

$$D_o = ([SiO_3^{2-}] \cdot 12 - 1,7 \cdot [Mg^{2+}]) \frac{100}{C_{MgO}} \quad (Д.2)$$

где $[SiO_3^{2-}]$ – концентрация ионов кремниевой кислоты в исходной воде, мг/л;

$[Mg^{2+}]$ – концентрация ионов магния в исходной воде, мг/л;

C_{MgO} – содержание MgO в магнезитовых реагентах, %.

При щелочности обрабатываемой воды более 2 мг-экв/л следует предусматривать дополнительное дозирование извести для предотвращения растворения гидроксида магния. Дозу извести мг/л, следует рассчитывать по формуле:

$$D_{и} = \left[28 \left(\frac{[CO_2]}{22} + Ж_k + \frac{Mg^{2+}}{12} + \frac{D_k}{e_k} + 0,5 \right) - \frac{D_o C_{CaO}}{100} \right] \frac{100}{C_{и}} \quad (Д.3)$$

где $[CO_2]$ – концентрация в воде свободного диоксида углерода, мг/л;

$Ж_k$ – карбонатная жесткость исходной воды, мг-экв/л;

$[Mg^{2+}]$ – концентрация ионов магния в исходной воде, мг/л;

D_k	доза коагулянта ($FeSO_4$, или $FeCl_3$), дозируемого для интенсификации осаждения взвеси, мг/л;
e_k	- эквивалентная масса активного вещества коагулянта, мг/мг-экв. Для $Fe(SO_4)$ эквивалентную массу активного вещества коагулянта принимать 76 мг/мг-экв, для $FeCl_3$ - 54 мг/мг-экв
C_{CaO}	- содержание CaO в магнезитовых реагентах, %;
$C_{и}$	- содержание CaO в извести, %.

Д.4.3 Задержание соединений кремниевой кислоты при дозировании магнезитовых реагентах следует осуществлять в осветлителях со слоем взвешенного осадка. Высоту слоя взвешенного осадка принимать 3,5-4,0 м, высоту зоны осветления 2,0-2,5 м, скорость восходящего потока 0,7-0,8 мм/с, отведение в осадкоуплотнитель 30 %-40 % от расхода поступающей в осветлитель воды. Время контакта реагента с водой принимать в пределах 60-90 мин.

Д.5 Удаление кремниевой кислоты фильтрованием через слой загрузки из магнезиальных сорбентов и активированного оксида алюминия

Д.5.1 Для удаление кремниевой кислоты фильтрованием следует предусматривать пропуск воды через слой загрузки из магнезиальных материалов. В качестве загрузки следует использовать дробленые

- обожженный доломит;
- полуобожженный каустический доломит;
- каустический магнезит
- каустический магнезит, обработанный соляной кислотой или хлоридом магния;
- активированный оксид алюминия.

Д.5.2 При использовании загрузки каустического магнезита, обработанного соляной кислотой или хлоридом магния высоту загрузки фильтра принимать 3,5-4,0 м, диаметр зерен загрузки 0,5-1,5 мм, скорость фильтрования не более 10 м/ч, емкость по задерживаемой кремниевой кислоте 85-90 кг SiO_2/m^3 , температуру обрабатываемой воды не менее 40 °С. Остаточное содержание кремниевой кислоты после обработки 0,1-0,3 мг/л.

Д.5.3 При использовании загрузки активированного оксида алюминия высоту загрузки фильтра принимать 1,5-2,0 м, диаметр зерен загрузки 1,0-1,5 мм, скорость фильтрования не более 8-6 м/ч, емкость по задерживаемой кремниевой кислоте 10-12 кг SiO_2/m^3 , Остаточное содержание кремниевой кислоты после обработки 0,3-0,5 мг/л. Регенерацию загрузки следует производить 0,1 % раствором NaOH.

Д 6 Удаление кремниевой кислоты ионообменным методом

Д.6.1 При удалении кремниевой кислоты ионообменным методом следует предусматривать:

- двухступенчатую схему ионообменного обессоливания для получения воды с статочным содержанием кремниевой кислоты после обработки не более 0,2 мг/л;
- трехступенчатую схему ионообменного обессоливания для получения воды с статочным содержанием кремниевой кислоты после обработки не более 0,05 мг/л.

На ионообменные установки должна подаваться вода с солесодержанием не более 3 г/л, содержанием сульфатов и хлоридов не более 5 ммоль/л, взвешенных веществ не более 8 мг/л, цветность не более 30 град, перманганатной окисляемости не более 7 мг/л.

Д.6.2 При использовании двухступенчатой схемы ионообменного обессоливания следует предусматривать последовательный пропуск воды через Н-катионитовые фильтры первой ступени с сильнокислотным катионитом, анионитовые фильтры первой ступени со слабоосновным анионитом, Н-катионитовые фильтры с сильнокислотным катионитом, второй ступени, дегазатор, анионитовые фильтры второй ступени с сильноосновным анионитом.

Д.6.3 При использовании трехступенчатой схемы ионообменного обессоливания следует предусматривать последовательный пропуск воды через Н-катионитовые фильтры первой ступени с сильнокислотным катионитом, анионитовые фильтры первой ступени со слабоосновным анионитом, Н-катионитовые фильтры с сильнокислотным катионитом, второй ступени, дегазатор, анионитовые фильтры второй ступени с сильноосновным анионитом, Н-катионитовые фильтры с сильнокислотным катионитом третьей ступени, анионитовые фильтры третьей ступени с сильноосновным анионитом,

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и
водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Приложение Е

(рекомендуемое)

Обработка охлаждающей воды хлором и медным купоросом

Е.1 Для предупреждения бактериального биологического обрастания теплообменных аппаратов и трубопроводов применять хлорирование с периодичностью два-шесть раз в сутки в течение 40-60 минут. Доза хлора должна обеспечивать содержание остаточного активного хлора в оборотной воде после наиболее удаленных теплообменных аппаратов 1 мг/л в течение 30 - 40 мин

Е.2 Для предупреждения обрастания водорослями градирен, брызгальных бассейнов и оросительных теплообменных аппаратов применять с периодичностью три – четыре раза в месяц обработку медным купоросом по ГОСТ 19347, дозой 1-2 мг/л в пересчете на медь, при его дозировании в оборотную воду в течение 1 часа

Е.3 Допускается сочетать дозирование сульфата меди с параметрами указанными в В.2 и хлорирование дозами 7-10 мг/л.

Е.4 Для предотвращения цветения воды в водохранилищах – охладителях рекомендуется обработку медным купоросом дозой 0,1-0,5 мг/л в пересчете на медь из расчета на объем верхнего слоя воды в водохранилище-охладителе толщиной 1,0 - 1,5 м, либо на весь объем воды в водохранилище-охладителе

Е.5 Рекомендации по обработке воды медным купоросом не распространяются на водохранилища (пруды) - охладители рыбохозяйственного значения.

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и
водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Приложение Ж

(рекомендуемое)

Обработка охлаждающей воды для предотвращения карбонатных и сульфатных отложений

Ж.1 Подкисление

Ж.1.1 При подкислении воды дозу кислоты $D_{\text{кис}}$, мг/л, в расчете на добавочную воду следует определять по формуле

$$D_{\text{кис}} = \frac{100 \cdot e_{\text{кис}} \left(\frac{\text{Щ}_{\text{доб}} - \text{Щ}_{\text{об}}}{K_{\text{к.с.}}} \right)}{C_{\text{кис}}} \quad (\text{Ж.1})$$

- где $e_{\text{кис}}$ - эквивалентная масса кислоты, мг/ мг-экв; Для серной кислоты эквивалентную массу принимать - 49, для соляной - 36,5;
- $\text{Щ}_{\text{доб}}$ - щелочность добавочной воды, Ж /дм³;
- $\text{Щ}_{\text{об}}$ - щелочность оборотной воды, устанавливаемая при обработке воды кислотой, мг-экв /дм³;;
- $C_{\text{кис}}$ - содержание H₂SO₄ или HCl в технической кислоте, %;
- $K_{\text{к.с.}}$ - коэффициент концентрирования солей, не выпадающих в осадок, определяемый по формуле

Коэффициент концентрирования солей следует определять по формуле (8.4). Щелочность оборотной воды $\text{Щ}_{\text{об}}$, мг-экв/дм³; следует определять по формуле:

$$\text{Щ}_{\text{об}} = 0,1N_0 \sqrt{4,84N^2(P - P_1) + (100 - P)(\text{CO}_2)_{\text{охл}} + P(\text{CO}_2)_{\text{доб}} + 44\text{Щ}_{\text{доб}}P - 0,22N_0^2(P - P_1)} \quad (\text{Ж.3})$$

$$N_0 = \psi \sqrt{K_{\text{к.с.}}(\text{Ca})_{\text{доб}}} \quad (\text{Ж.4})$$

- где ψ - величина, зависящая от общего солесодержания оборотной воды, $S_{\text{об}}$ и температуры охлажденной воды t_2 , принимаемая по таблице Ж.1;
- $(\text{Ca})_{\text{доб}}$ - концентрация кальция в добавочной воде, мг/дм³;
- $(\text{CO}_2)_{\text{охл}}$ - концентрация диоксида углерода в охлажденной воде, мг/л, определяемая по таблице Ж.2 в зависимости от щелочности добавочной воды и коэффициента концентрирования солей в системе $K_{\text{к.с.}}$;
- $(\text{CO}_2)_{\text{доб}}$ - концентрация диоксида углерода в добавочной воде, мг/ дм³.

Величина солесодержания оборотной воды $S_{\text{об}}$, мг/ дм³, определяется по формуле:

$$S_{об} = S_{доб} K_{КС} \quad (Ж.5)$$

где $S_{доб}$ - солесодержание добавочной воды, мг/ дм³.

Ж.1.2 При обработке воды кислотой продувку системы оборотного водоснабжения допускается не предусматривать, если при уносе воды ветром на охладителе и отборе воды на технологические нужды коэффициент концентрирования солей не достигает величины, при которой происходит увеличение концентрации сульфатов, вызывающее выпадение сульфата кальция.

Ж.1.3 Сульфат кальция не выпадает в системе оборотного водоснабжения, если произведение активных концентраций ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} в оборотной воде не превышает произведение растворимости сульфата кальция

$$f_u^2 C_{Ca} C_{SO_4} K_{КС}^2 < ПР_{CaSO_4} \quad (Ж.6)$$

где $ПР_{Ca}$ - произведение растворимости сульфата кальция, при температуре воды 25 °С -60 °С следует принимать равным $2,4 \cdot 10^{-5}$.

f_u - коэффициент активности двухвалентных ионов, принимаемый по таблице Ж.3 в зависимости от величины μ -ионной силы раствора (охлажденной воды), моль/л, определяемой по формуле

$$\mu = \frac{K_{КС}}{2} \left[(C'_{Cl} + C_{HCO_3} + C_{Na}) + 4(C_{Ca} + C_{Mg} + C'_{SO_4}) \right] \quad (Ж.7)$$

где C_{HCO_3} - концентрация бикарбонатных ионов, в добавочной воде, моль/л;
 C_{Na} - концентрация ионов натрия в добавочной воде, моль/л;
 C_{Ca} - концентрация ионов кальция в добавочной воде, моль/л;
 C_{Mg} - концентрация ионов магния в добавочной воде, моль/л;
 C'_{SO_4} - концентрация сульфатов в подкисленной добавочной воде, моль/л.
 C'_{Cl} - концентрация хлоридов в подкисленной добавочной воде, моль/л.

Ж.1.4 При подкислении серной кислотой концентрация хлоридного и сульфатного ионов в подкисленной добавочной воде, моль /л, определяется по формулам

$$C'_{Cl} = C_{Cl} , \quad (Ж.8)$$

$$C'_{SO_4} = C_{SO_4} + \left(\frac{D_{кис}}{98000} \right) \left(\frac{C_{кис}}{100} \right) . \quad (Ж.9)$$

При подкислении соляной кислотой концентрация хлоридного и сульфатного ионов в подкисленной добавочной воде, моль /л, определяется по формулам

$$C'_{SO_4} = C_{SO_4} , \quad (Ж.10)$$

$$C'_{Cl} = C_{Cl} + \left(\frac{D_{кис}}{36500} \right) \left(\frac{C_{кис}}{100} \right), \quad (Ж.11)$$

- где C_{Cl} , - концентрация хлоридов в добавочной воде до подкисления, моль/л;
- C_{SO4} - концентрация сульфатов в добавочной воде до подкисления, моль/л;
- $D_{кис}$ - доза кислоты, мг/л, определяемая по формуле Ж.1.

Если без продувки оборотной системы условие по формуле Ж.6 не выдерживается, то необходимо предусматривать продувку, величина которой обеспечит выполнение этого условия.

Таблица Ж.1 – Значения параметра ψ , в зависимости от общего солесодержания оборотной воды, $S_{об}$ и температуры охлажденной воды t_2 ,

Температура охлажденной воды $t_2, ^\circ\text{C}$	Ионная сила раствора (охлажденной воды), μ , моль/л														
	0,0049409	0,009882	0,0148232	0,0197643	0,0247055	0,0365233	0,0548014	0,0666192	0,0822021	0,094019	0,1096028	0,1214206	0,1370035	0,1488213	0,1644042
	Солесодержание охлажденной воды $S_{об}$, мг/л														
	200	400	600	800	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
5	8,29	8,96	9,49	9,93	10,32	11,11	12,1	12,65	13,29	13,74	14,28	14,7	15,13	15,47	15,89
10	8,09	8,75	9,26	9,69	10,07	10,84	11,81	12,34	12,97	13,41	13,93	14,35	14,76	15,1	15,5
15	7,82	8,47	8,96	9,38	9,75	10,49	11,42	11,94	12,55	12,97	13,48	13,89	14,29	14,61	15
20	7,53	8,14	8,62	9,02	9,37	10,09	10,99	11,49	12,07	12,48	12,98	13,35	13,74	14,05	14,43
25	7,18	7,76	8,22	8,6	8,94	9,62	10,48	10,96	11,51	11,9	12,37	12,74	13,1	13,4	13,76
30	6,83	7,39	7,82	8,18	8,5	9,15	9,97	10,42	10,95	11,32	11,77	12,12	12,47	12,75	13,09
35	6,38	6,9	7,31	7,64	7,95	8,55	9,31	9,74	10,23	10,58	10,99	11,32	11,65	11,91	12,23
40	5,91	6,39	6,76	7,08	7,36	7,92	8,62	9,02	9,47	9,79	10,18	10,48	10,78	11,03	11,32

Таблица Ж.2

Щелочность добавочной воды $\Sigma_{доб}$, ммоль/дм ³ ;	Коэффициент концентрирования солей $K_{КС}$									
	1,2	1,5	2	2,5	3	1,2	1,5	2	2,5	3
<i>Значения $(CO_2)_{охл}$ в воде, охлажденной на градирнях, мг/л</i>										
	При подкислении					При декарбонизации				
1	-	0,6	0,6	0,5	0,5	0,2	0,7	0,9	1,5	2,4
2	2,2	2,1	2,1	2	2	1,8	3,3	6,9	12	18,9
3	3,6	2,8	2,5	2,3	2,2	6	10	26	34	36
4	5,3	4,6	3,8	3,5	3,4	12	28	36	40	43
5	9	6,4	5,1	4,5	4,3	34	36	40	-	-
6	16,3	9	7,6	6	5,4	-	-	-	-	-

Примечания – При охлаждении воды на брызгальных бассейнах и водохранилищах (прудах) - охладителях значения $(CO_2)_{охл}$ следует принимать на основании данных технологических изысканий.

Таблица Ж.3

Ионная сила раствора (охлажденной воды), μ , моль/л	Коэффициент активности двухвалентных ионов
0,01	0,67
0,02	0,58
0,03	0,53
0,04	0,5
0,05	0,47
0,06	0,45
0,07	0,43
0,08	0,41
0,09	0,39
0,1	0,38
0,11	0,36
0,12	0,35
0,13	0,34
0,14	0,32
0,15	0,31
0,16	0,3

Ж.2 Рекарбонизация

Ж.2.1 При рекарбонизации дозу диоксида углерода D_{CO_2} , мг/л, в расчете на расход оборотной воды следует определять по формуле

$$D_{CO_2} = \left(\frac{\Sigma_{доб} K_{КС}}{N_0} \right)^2 - \frac{(100 - P)(CO_2)_{охл}}{100} - \frac{P(CO_2)_{доб}}{100}. \quad (Ж.12)$$

Обозначения параметров следует принимать по формулам Ж.1, Ж.2, Ж.3, Ж.4

Ж.2.2 Введение дымовых газов, очищенных от золы, или газообразного диоксида углерода в оборотную воду следует предусматривать с помощью газодувок через барботажные трубы или водоструйных эжекторов. Расход дымовых газов $q_{дг}$, м³/ч, при

нормальном атмосферном давлении 0,1 МПа и температуре 0 °С следует определять по формуле

$$q_{дт} = \frac{10 D_{CO_2} q_{охл}}{C_{CO_2} \beta_{исп} \gamma}, \quad (Ж.13)$$

- где D_{CO_2} - доза диоксида углерода, мг/л, по формуле Ж.12
- $q_{охл}$ - расход оборотной воды, м³/ч;
- C_{CO_2} - содержание диоксида углерода в дымовых газах, % по объему,
- $\beta_{исп}$ - степень использования диоксида углерода, %,
- γ - плотность дымовых газов при нормальном атмосферном давлении и температуре 0 °С, кг/м³ (при отсутствии фактических данных допускается принимать 2,0 кг/м³).

Содержание диоксида углерода в дымовых газах, % определяется по данным анализа дымовых газов. При отсутствии указанных данных допускается принимать содержание диоксида углерода в дымовых газах от сжигания:

- угля - 5 %-8 %,
- нефти и мазута - 8 %-12 %;
- доменного газа - 15 %-22 %;

При введении в воду чистого газообразного диоксида углерода C_{CO_2} принимается равным 100 %;

Степень использования диоксида углерода, $\beta_{исп}$ принимать при введении ее в воду с помощью водоструйных эжекторов, равной 40-50 %, с помощью газодувок и барботажных труб - 20-30 %;

Ж.2.3 При введении дымовых газов или газообразного диоксида углерода в оборотную воду с помощью газодувок, барботажные трубы следует погружать под слой воды не менее 2 м. При использовании водоструйных эжекторов следует насыщать дымовыми газами или диоксидом углерода часть оборотной воды, которая затем смешивается со всем объемом воды.

Количество воды $z_{об}$, %, общего расхода оборотной воды, которое должно быть пропущено через водоструйные эжекторы, следует определять по формуле

$$z_{об} = \frac{10^6 D_{CO_2}}{M_{CO_2} C_{CO_2} \beta_{исп}} \quad (Ж.14)$$

где M_{CO_2} - растворимость диоксида углерода в воде, мг/л, при парциальном давлении 0,1 МПа, принимаемая по таблице Ж.4 в зависимости от температуры обрабатываемой воды.

Таблица Ж.4

Температура воды, °С	10	15	20	25	30	40	50	60
Растворимость диоксида углерода, мг/л	2310	1970	1690	1450	1260	970	760	580

Ж.2.4 Устройства для растворения в воде диоксида углерода и транспортирования воды, насыщенной диоксидом углерода, должны приниматься из коррозионно-стойких материалов.

Ж.2.5 При расчете дозы диоксида углерода по формуле Ж 12 необходимо задаться величиной продувки P_3 и определить добавку воды P .

Если при заданной продувке величина $z_{об}$ получится нецелесообразной по технико-экономическим расчетам, то следует увеличить продувку P_3 или применить другой метод стабилизационной обработки воды.

Ж.3 Фосфатирование

Ж.3.1 Концентрация фосфатного реагента (триполифосфата или гексаметафосфата натрия в расчете на P_2O_5) в оборотной воде должна поддерживаться равной 1,5-2 мг/л. При этом в расчете на расход добавочной воды необходимая доза реагента должна составлять 1,5-2,5 мг/л по P_2O_5 или 3-5 мг/л по товарному продукту.

Ж.3.2 При обработке воды фосфатами для предупреждения накипеобразования следует предусматривать продувку P_3 , %, определяемую по формуле

$$P_3 = \frac{P_1}{(K_{кс доп} - 1)} - P_2, \quad (Ж.15)$$

где $K_{кс доп}$ - допустимый коэффициент концентрирования солей, определяемый по формуле

$$K_{кс доп} = (2 - 0,125t_1)(1,4 - 0,01t_1)(1,1 - 0,01Ж_{доб}) \quad (Ж.16)$$

где t_1 - температура оборотной воды до охладителя, °С;
 $Ж_{доб}$ - жесткость общая добавочной воды, мг-экв/дм³.

Ж.3.3 Значения P_1 и P_2 принимаются согласно 8.2. Фосфатирование следует применять при значении $K_{кс доп}$ более 1,0 и величинах продувки, целесообразных по технико-экономическим соображениям расчетам.

При значениях $K_{кс доп}$ менее 1,0 следует применять подкисление или комбинированную фосфатно-кислотную обработку воды.

Ж.3.4. При комбинированной фосфатно-кислотной обработке воды дозу кислоты $D_{кис}$, мг/л, в расчете на расход добавочной воды следует определять по формуле

$$D_{кис} = \frac{100e_{кис} (\Psi_{доб} - \Psi_{доб.пр})}{C_{кис}} \quad (Ж.17)$$

где $\Psi_{доб.пр}$ предельная величина щелочности добавочной воды, мг-экв/л, при которой предотвращение карбонатных отложений при заданных условиях t_1 , K_y и $J_{доб}$, достигается фосфатированием, определяется по формуле

$$\Psi_{доб пр} = \frac{16 - K_{кс доп}}{0,125 \cdot (1,4 - 0,01t_1) \cdot (1,1 - 0,01J_{доб})} \quad (Ж.18)$$

Ж.3.5 Метод комбинированной фосфатно-кислотной обработки воды следует применять при условии

$$0 < \Psi_{доб пр} < \Psi_{доб} \quad (Ж.19)$$

Следует предусматривать только фосфатирование при условии

$$\Psi_{доб пр} > \Psi_{доб} \quad (К.20)$$

При значении $\Psi_{доб пр}$ менее нуля, следует применять подкисление.

Ж.3.6 Дозу фосфатного реагента (триполифосфата или гексаметафосфата натрия) следует принимать равной 3-5 мг/л по товарному продукту в расчете на расход добавочной воды и уточнять в процессе эксплуатации.

Ж.4 Обработка оксиэтилидендифосфоновой кислотой (ОЭДФ)

Ж.4.1 Обработка воды оксиэтилидендифосфоновой кислотой (ОЭДФ) применяется для предотвращения минеральных отложений при карбонатной жесткости циркуляционной воды до 7,5 мг-экв/л.

Ж.4.2 Стабилизационное действие ОЭДФ основано на образовании комплексных соединений с ионами Ca^{2+} в виде тетракальциевого комплекса, который сорбируется поверхностью ранее образовавшихся кристаллов и образующихся зародышей кристаллов карбоната кальция и препятствует их направленному росту и агломерации.

Ж.4.3 При стабилизационной обработке с использованием ОЭДФ допускается хлорирование оборотной воды для предотвращения биологических обрастаний.

В присутствии ОЭДФ улучшается защитное действие ингибиторов коррозии.

Ж.4.4 Наличие ОЭДФ в воде, подвергаемой умягчению известкованием, вызывает торможение кристаллизации карбоната кальция за счет сорбирования ОЭДФ на поверхности кристаллов, при концентрации ОЭДФ более 1 мг/л.

Ж.4.5 Обработка воды ОЭДФ несовместима с магнитной обработкой. ОЭДФ тормозит рост кристаллов, генерируемых в магнитном поле и подавляет эффект магнитной обработки. Появление новых кристаллов при магнитной обработке приводит к потере ОЭДФ за счет сорбирования на поверхности кристаллов.

Ж.4.6 Дозу ОЭДФ следует определять в зависимости от карбонатной жесткости циркуляционной воды по таблице Ж.5.

Таблица Ж.5

Карбонатная жесткость оборотной воды, мг-экв/л	4,0	4-5	5-6	6-7	7,5
Доза ОЭДФ, мг/л	0,25	0,5	1,0	2,0	3-4

Ж.4.7 В начале обработки ОЭДФ вводится в оборотную систему количестве В, кг, определяемом по формуле

$$B = \frac{2VC_{\text{ОЭДФ}}}{1000} \quad (\text{К.21})$$

где V - объем воды в циркуляционной системе, м³

$C_{\text{ОЭДФ}}$ - доза ОЭДФ по таблице Г5, мг/л.

Ж.4.8 Оксипропилендифосфоновая кислота дозируется в виде 0,1-10,0% раствора в оборотную систему в месте, где обеспечивается постоянный расход воды и последующее перемешивание со всем объемом воды в системе.

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев

Библиография

- [1] Водный кодекс Республики Беларусь от 15 июля 1998 г. № 191-3
- [2] Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» от 24.06.1999 г. №271-3.
- [3] Инструкция по оценке и расчету норматива технологических расходов воды в системах коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь. Утверждена Постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь №39 от 29.12.2004г.
- [4] Инструкция по расчету норматива потерь и неучтенных расходов воды из систем коммунального водоснабжения населенных пунктов Республики Беларусь. Утверждена Постановлением Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь №43 от 31.08.2005г.
- [5] Инструкция о порядке составления водохозяйственных балансов Утверждена Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 30.12.2008г. № 125
- [6] Кодекс Республики Беларусь о недрах от 14 июля 2008 г. № 406-3
- [7] Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 04.05.2010 г. № 667. Об утверждении Положения о порядке проведения государственной геологической экспертизы проектной документации на геологическое изучение недр и внесении изменений в постановления Совета Министров Республики Беларусь от 07.05.1999 г. № 669 и от 22.10.2007 г. № 1379
- [8] Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 02.04.2003 г. № 14. «О некоторых вопросах оформления разрешений на специальное водопользование и представляемых для их получения документов».
- [9] Санитарные правила для хозяйственно-питьевых водопроводов. 2.1.4.12-3-2005 Утверждены Главным государственным санитарным врачом. Постановление № 27 от 16.03.2005г.
- [10] Правила пользования системами коммунального водоснабжения и водоотведения в городах и поселках Республики Беларусь. Утверждены приказом Министерства жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь N128. 26.12.1995 г.
- [11] РД РБ 50.8105-93 "Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Положение о государственном реестре средств измерений". Утв. постановлением Госстандарта от 06.03.2007 г. №13 .

- [12] Инструкция о порядке ведения первичного учета использования вод. Утверждена Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 21.09.2007г. № 75
- [13] Санитарные нормы и правила Республики Беларусь СанПиН 2.1.4.12-23-2006 Санитарная охрана и гигиенические требования к качеству воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения населения.
- [14] Санитарные нормы и правила Республики Беларусь СанПиН 10-124 РБ 99 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
- [15] Санитарные нормы и правила Республики Беларусь СанПиН 10-113 РБ 99 Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения
- [16] Положение о порядке установления размеров и границ водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов и режиме ведения в них хозяйственной деятельности. Утверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 21.03.2006 № 377 с дополнениями и изменениями утв. Постановления Совета Министров Республики Беларусь № 1261 от 04.10. 2007 г., № 1801 от 22.12 2007 г. № 1049, № 6, от 21.07.2008 г.
- [17] СанПиН 2.1.4.10-37-2002 Гигиенические требования к разработке, производству, испытаниям и реализации устройств очистки, доочистки и кондиционирования питьевой воды"
- [18] Методика выбора и контроля эффективности способа обеззараживания сточных вод для обеспечения безопасности поверхностных водоемов, используемых в рекреационных целях. Утверждена Главным государственным санитарным врачом 24.11.2009 № 065-1109.
- [19] Инструкция о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты, Утверждена Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 29.04.2008 № 43, с изменениями и дополнениями, утвержденными Постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 29.12.2009 № 71.

Руководитель ВНК

Доцент кафедры «Водоснабжение и водоотведение» БНТУ

В.Н. Ануфриев