Министерство науки и высшего образования

ФИЛИАЛ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧЕРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
В Г. УСТЬ-ИЛИМСКЕ

(Филиал ФБГОУ ВО «БГУ» в г. Усть-Илимске)

Цикловая комиссия Механизации, технологии и информатизации

Специальность 20.02.01.Рациональное использование природохозяйственных комплексов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ПРИМЕРЕ ВОДООЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ УЧАСТКА ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ ФИЛИАЛА ПАО « ИРКУТСКЭНЕРГО УСТЬ-ИЛИМСКОЙ ТЭЦ»

Председатель цикловой комиссии Е.Г.Горянова

Нормоконтролер А.Б.Коваль

Руководитель дипломного проекта
Преподаватель В.В. Суворов

Исполнитель
Студент группы РИ-16-П Н.С. Петрова

Усть-Илимск 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….3

1 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ ВОДОИСТОЧНИКА И МЕТОДАМ ОЧИСТКИ (ВОДОПОДГОТОВКИ) ПРИРОДНЫХ ВОД……...

1.1 Требования к составу природных вод при выборе водоисточника...…...6
1.2 Принципы и выбор методов водоподготовки (очистки воды).....11
1.3 Характеристики фильтров для очистки природных вод……...19

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ ПАО «ИРКУТСКЭНЕРГО» УСТЬ-ИЛИМСКОЙ ТЭЦ…….....33

2.1 Общие сведения о предприятии…… …….34
2.2 Применяемая технология водоподготовки…….…...38

3 ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ……45

ЗАКЛЮЧЕНИЕ……47

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ……49

ВВЕДЕНИЕ

Нельзя сказать что ты необходима для жизни: ты сама жизнь…

Ты наибольшее богатство в мире…

Антуан де Сент-Экзюпери.

Вода – весьма распространенное на Земле вещество. Она обеспечивает жизнь всем организмам, и является единственным источником кислорода в главном жизненном процесса на Земле – фотосинтезе. Все живые существа на 80-90 % состоят из воды.

Чистая вода представляет собой бесцветную без вкуса запаха прозрачную жидкость.

Список сфер использования воды хозяйственно-питьевого назначения обширен, она используется для: питья и приготовления пищи; умывания, душа, стирки и других гигиенических целей; уборки и мойки помещений; полива огородов и газонов; поения домашних животных, производства продукции предприятиями местной пищевой промышленности.

Значение воды исключительно важно для правильного функционирования всех систем и органов человека.

С древних времен человек использует воду поверхностных и подземных водоисточников. Но, с развитием индустриализации, применения химических средств защиты растений, промышленного и военного использования ядерных источников, урбанизации населенных мест, водоисточники подверглись антропогенному воздействию, что в первую очередь, привело к ухудшению качественного природного состава многих поверхностных водоисточников.

В настоящее время системы централизованного водоснабжения,

охватывающие до 96 % городского и около 60 % сельского населения страны, далеко не везде обеспечивают население доброкачественной питьевой водой.

По данным санитарно-гигиенического мониторинга осуществляемого Роспотебнадзором, примерно в 50 % случаев очищенная вода, подаваемая из поверхностных источников, по отдельным параметрам не отвечает санитарно-гигиеническим нормам на питьевую воду.

Человечество обратилось к интенсивному использованию подземных, как наиболее защищенных, водоисточников. Но в условиях их интенсивного использования, как правило, водоносные горизонты истощаются, тем самым не обеспечивая заявленные потребности, подвергаются загрязнению. 90% скважин требуют внедрения систем обезжелезивания, умягчения, обессоливания воды и прочих мероприятий.

Поэтому использование поверхностных природных вод, в том числе воды морей и океанов, остается приоритетным.

Требовательность большинства водопотребителей сегодня заставляет дополнительно устанавливать комплексы водопоочистки для удаления механических примесей, умягчения, дехлорирования и обеззараживания на городскую, относительно чистую воду.

Целью квалификационной работы является исследование существующих методов очистки природных вод для хозяйственно-питьевых нужд, их оптимальный выбор применительно к местным условиям

Для обеспечения указанных целей следует решить следующие задачи:

1.Изучить требования к качеству природных вод при выборе водоисточника для хозяйственно-питьевых нужд..

2. Изучить действующие и наиболее эффективные методы очистки природных вод.

3. Изучить применяемое оборудование для очистки воды.

4. Изучить используемые технологии водоподготовки на хозяйственно-питьевых водозаборах г. Усть-Илимска.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ ВОДОИСТОЧНИКА И МЕТОДАМ ОЧИСТКИ (ВОДОПОДГОТОВКИ) ПРИРОДНЫХ ВОД.

1.1 Требования к составу природных вод при выборе водоисточника.

Состав природных вод сложен и многообразен. Каждый водный объект имеет свой биологический и химический состав воды. Состав поверхностных вод и водных объектов формируется как под влиянием природных процессов, так и в результате воздействия хозяйственной деятельности людей.

Поверхностные водоемы загрязняются сбрасываемыми промышленными и коммунальными стоками, ливневыми водами, отводимыми с территории населенных пунктов, а также стоками с сельскохозяйственных угодий, животноводческих комплексов, птицефабрик. В результате в водные источники попадают тяжелые металлы, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, соединения азота и фосфора, пестициды. Качество воды водоема напрямую зависит от вида и количества вносимых загрязнений, а также от самоочищающей способности водоема.

Природные воды, используемые в качестве источника водоснабжения, могут быть поверхностного (реки, озера, пруды). В результате естественного круговорота воды в природе, а также активного воздействия человека на окружающую среду в воду поступают различные примеси. Все примеси можно разделить на три группы в зависимости от размера частиц.

Истинно растворенные примеси находятся в воде в виде ионов, молекул, комплексов. Размеры этих частиц менее 10-6 мм. Пример истинно растворенных примесей – растворенные в воде газы (кислород, углекислый газ, сероводород, азот), а также катионы и анионы солей (кальций, магний, натрий, калий, сульфаты, хлориды, карбонаты, гидрокарбонаты, нитраты, нитриты).

Коллоидно-растворенные примеси имеют размер частиц 10-4 – 10-6 мм. Каждая частица состоит из огромного количества молекул и может быть как органического, так и неорганического происхождения. Примером таких примесей являются гуминовые вещества, поступающие из почв, кремневые кислоты, соединения железа.
Грубодисперсные примеси имеют размер частиц более 10-4 мм. Это может быть песок, глина, остатки растительного происхождения.

Поверхностные воды характеризуются переменным составов в зависимости от времени года. В паводковый период количество примесей резко возрастает.

При очистке воды от нежелательных примесей на первой стадии необходимо

устранять грубодисперсные и коллоидно-растворенные примеси.

Качество питьевой воды определяется ее эпидемической и радиационной безопасностью, безвредностью химического состава и благоприятными органолептическими свойствами.

Эпидемическая безопасность воды нормируется микробиологическими и паразитологическими показателями. Общим санитарно-бактериологическим показателем является так называемое общее микробное число – наличие в 1 мл исследуемой воды определенного числа образующих колонии бактерий.

Радиационная безопасность воды определяется действующими нормативами показателей по объемной активности радионуклидов, а также по активности a- и b- излучения.

Органолептические показатели воды - запах, привкус, цветность, мутность. Запах и привкус воды определяются ее составом, а также концентрацией содержащихся в ней примесей и газов. Различные вкусовые ощущения придают воде растворенные в ней хлориды и сульфаты натрия, калия, железа, марганца и др. Показатели запаха и привкуса воды выражают в баллах.

Цветность воды зависит от содержания в ней органических и неорганических веществ. Она определяется в градусах путем сравнения с платинокобальтовой шкалой. Чистая вода в тонком слое бесцветна, в большом слое имеет голубоватый оттенок. Примеси придают воде специфический оттенок: соли железа – бурый, глина – желтый, гумусовые вещества – от желтого до коричневого.

Некоторые химические вещества, присутствующие в воде даже в небольших количествах, могут изменять органолептические показатели воды: вызывать запах, увеличивать мутность, придавать окраску, вызывать образование пены, образовывать пленку на поверхности воды, придавать воде привкус. В этом случае органолептический показатель становится лимитирующим показателем вредного воздействия этих веществ.

К обобщенным показателям, характеризующие химический состав воды, относят:

- степень минерализации, которая определяется количеством сухого остатка в 1 мг на 1 л ($дм^3$) воды. Минерализация речных вод определяется составом почвогрунтов водного бассейна, но иногда антропогенным загрязнением;

- водородный показатель (pH) определяющий степень кислотности и щелочности воды. Поверхностные воды имеют чаще всего нейтральную или слабокислую реакцию. Болотные воды - кислую реакцию (pH< 6,5);

- общая жесткость воды характеризуется содержанием солей кальция, магния

и железа;

- биохимическое потребление кислорода (БПК) определяется как количество кислорода, затрачиваемое на биохимическое окисление содержащихся в единице объема воды органических веществ за 5 и 20 суток ($БПК_5$ и $БПК_{20}$). Показатели БПК дают представление о количестве органического вещества животного происхождения и используются для контроля состава хозяйственных вод;

- химическое потребление кислорода (ХПК) определяется как количество кислорода, необходимое для химического окисления, содержащихся в единице объема воды органических и минеральных веществ. В качестве окислителя при определении ХПК используется бихромат калия (бихроматная окисляемость воды);

- перманганатная окисляемость характеризует содержание в основном легкоокисляющихся органических веществ в воде. Определяют содержание в воде отдельных классов химических соединений: нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ и т.п.

Химический состав воды по отдельным вредным веществам регламентируется их предельно допустимой концентрацией.

Нормативы ПДК вредных веществ в водных объектах и сточных водах устанавливаются исходя из условий целевого использования водного объекта. Так, ПДК вредных веществ для рыб ниже, чем ПДК для человека. Поэтому требования к качеству вод в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, более жесткие, чем для водных объектов хозяйственно-питьевого назначения.

Кроме значений ПДК, каждое вредное вещество характеризуется лимитирующим показателем вредного воздействия. Лимитирующим показателем вредности является тот признак вредности, который проявляется при наименьшей концентрации вещества. Выделяют три показателя вредного воздействия для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования:

· санитарно-токсикологический – влияние на организм человека;

· органолептический – влияние на органолептические свойства;

·общесанитарный – влияние на процессы естественного самоочищения водоемов от патогенной микрофлоры.

Для вод, выбираемых для питьевого назначения, учитывается класс опасности вредных веществ.

Содержание вредных веществ, для которых не установлены ПДК, нормируется ориентировочно допустимыми уровнями (ОДУ). В соответствии с требованиями гигиенических норм для вод питьевого водопользования нормируются по ПДК (мг/л) более 1300 вредных веществ и приводятся ОДУ (мг/л) для 400 веществ.

Пригодность водоисточника устанавливается с учетом:

- санитарной оценки поверхностного источника водоснабжения, а также
- прилегающей территории выше и ниже водозабора по течению воды;
- оценки качества и количества воды источника водоснабжения;
- санитарной оценки места размещения водозаборных сооружений;
- прогноза санитарного состояния источников.

Требования к качеству поверхностных вод при выборе водоисточника и контроля регламентируются СаПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

А так же и другими нормативными документами, в частности:

• ГН 2.1.5.1315-03 (с изменениями) Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

• ГН 2.1.5.2307-07 Ориентировочно допустимые уровни химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

• ГН 2.1.5.2280-07 Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

В зависимости от качества природных вод и требуемой степени обработки для доведения ее до показателей СанПиН, водные объекты, пригодные в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, делят на 3 класса.

Ниже в таблице 1. приводятся показатели качества воды источников водоснабжения необходимые для выбора систем и методов водоподготовки

Таблица 1.

Наименование показателя	Показатели качества воды источника по классам		
	1	2	3
Подземные источники			
Мутность, мг/дм , не более	1,5	1,5	10,0
Цветность, градусы, не более	20	20	50
Поверхностные источники			
Мутность, мг/дм , не более	20	1500	10000
Цветность, градусы, не более	35	120	200

Класс водоисточника определяется организацией, разрабатывающей проект водоснабжения.

Заключение санитарно-эпидемиологической службы о возможности использования источника водоснабжения действительно в течение 3 лет.

Водоисточник, намеченный к использованию для хозяйственно-питьевых целей, должен быть обеспечен мероприятиями по охране от возможного загрязнения и иметь утвержденные границы зон санитарной охраны, которые регулируют требования хозяйственной и градостроительной деятельности в зонах второго и третьего поясов.

1.2 Принципы и выбор методов водоподготовки (очистки воды).

Получение питьевой воды актуально практически на территории всей страны, в связи с растущей антропогенной нагрузкой на объекты окружающей среды, повышенными требованиями к условиям жизни и сохранения здоровья населения.

Следует помнить: природная вода, в зависимости от источника, может быть перегружена солями тяжелых металлов, нефтепродуктами, различными органическими и неорганическими соединениями, а в отдельных случаях — содержать бактерии и вирусы.

Избыток соединений хлора, неприятный запах, излишняя жесткость и повышенное содержание растворенного железа — «норма» для системы центрального водоснабжения во многих регионах нашей страны.

Чтобы найти правильное решение, подобрав систему фильтрации, отвечающую именно определяемым целям и задачам, попробуем разобраться в методах очистки воды для питьевых целей.

Очистка является важным этапом в общем комплексе методов улучшения качества воды, так как улучшает ее физические и органолептические свойства. При этом в процессе удаления из воды взвешенных частиц удаляется и значительная часть микроорганизмов, в результате чего полная очистка воды позволяет легче и экономичнее осуществлять обеззараживание. Очистка осуществляется механическим (отстаивание), физическим (фильтрование) и химическим (коагуляция) методами.

Отстаивание, при котором происходит осветление и частичное обесцвечивание воды, осуществляется в отстойниках. Используются две конструкции отстойников: горизонтальные и вертикальные. Принцип их действия состоит в том, что благодаря поступлению через узкое отверстие и замедленному протеканию воды в отстойнике основная масса взвешенных частиц оседает на дно.

Процесс отстаивания в отстойниках различной конструкции продолжается в течение 2 - 8 ч. Однако мельчайшие частицы, в том числе значительная часть микроорганизмов, не успевают осесть. Поэтому отстаивание нельзя рассматривать как основной метод очистки воды.

Фильтрация - процесс более полного освобождения воды от взвешенных частиц, заключающийся в том, что воду пропускают через фильтрующий мелкопористый материал, чаще всего через песок с определенным размером частиц. Фильтруясь, вода оставляет на поверхности и в глубине фильтрующего материала взвешенные частицы.

На водопроводных станциях фильтрация применяется после коагуляции. В санитарной практике используются медленные и быстрые фильтры, фильтр АКХ (Академии коммунального хозяйства). В настоящее время используются кварцево-антрацитовьие фильтры, увеличивающие скорость фильтрации. При предварительной фильтрации воды используются микрофильтры для улавливания зоопланктона, и фитопланктона. Эти фильтры устанавливают перед коагулированием.

Коагуляция представляет собой химический метод очистки воды. Преимущество этого метода заключается в том, что он позволяет освободить воду от загрязнений, находящихся в виде взвешенных частиц, не поддающихся удалению с помощью отстаивания и фильтрации.

Сущность коагуляции заключается в добавлении коагулянта, способного реагировать с находящимися в воде бикарбонатами. В результате этой реакции образуются крупные, тяжелые хлопья, несущие положительный заряд. Оседая вследствие собственной тяжести, они увлекают за собой находящиеся в воде во взвешенном состоянии частицы загрязнений, заряженные отрицательно, и тем самым способствуют довольно быстрой очистке воды. За счет этого процесса вода становится прозрачной, улучшается показатель цветности. В качестве коагулянта в настоящее время наиболее широко применяется сульфат алюминия, образующий с бикарбонатами воды крупные хлопья гидроксида алюминия.

Для улучшения процесса коагуляции используются высокомолекулярные флоккулянты: щелочной крахмал, флоккулянты ионного типа, активизированная кремниевая кислота и другие синтетические препараты, производные акриловой кислоты, в частности полиакриламид.

Процесс коагуляции - отстаивания – фильтрации выполняется контактным осветлителем представляющего собой бетонный резервуар, заполненный гравием и песком на высоту 2,3 - 2,6 м. Вода подается через систему труб в нижнюю часть осветлителя, а коагулянт вводится непосредственно в трубопровод перед поступлением воды в осветлитель.

Коагуляция происходит в нижних крупнозернистых частях осветлителя, а в верхних задерживаются хлопья коагулянта и другие взвешенные вещества.

Общепринятые методы очистки воды с учетом типа загрязнений приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Тип загрязнения	Способ очистки
Грубодисперсные частицы, микрочастицы, взвеси, коллоиды	1. Первичное отстаивание с использованием (или без использования) реагентов – выбор метода зависит от химического состава воды и уровня загрязнения 2. Коагуляция – увеличение химическим способом (добавлением солей алюминия и железа, извести) размеров коллоидных частиц для их последующего осаждения и фильтрации 3. Фильтрование – фильтрующий материал: кварцевый песок, гидроантрацит, активированный уголь, доломит и т.д.
Повышенная кислотность (pH)	Фильтрация воды через гранулированный карбонат кальция или полуобожженный доломит, содержащий магний
Ионы железа	1. Аэрация – нагнетание воздуха для интенсификации процесса окисления в трубопроводе и водонапорной колонне 2. Обработка воды сильными окислителями (озон, хлор, гипохлорит натрия, перманганат калия)

	3. Фильтрование через модифицированную загрузку удаляется окисленное железо (осадок) и растворенное двухвалентное железо
Превышение содержания солей кальция и магния (повышенная жесткость)	1. Термический – нагрев воды (кипячение) снижает только временную (карбонатную) жесткость 2. Ионообменный (катионирование) – ионообменная гранулированная загрузка (смола) поглощает ионы кальция и магния, взамен отдавая ионы натрия или водорода 3. Электродиализ - процесс изменения концентрации электролита в растворе под действием электрического тока 4. Обратный осмос - прохождение воды через полупроницаемую мембрану
Ионы марганца	Используются сильные окислители, так как марганец в основном образует органические соединения (в остальном способы деманганации схожи с обезжелезиванием)
Вирусы, бактерии и микроорганизмы	1. Хлорирование – добавление хлора, диоксида хлора, гипохлорита натрия или кальция 2. Озонирование – озон мощнейший природный окислитель, наибольшее обеззараживающее действие против возбудителей вирусных заболеваний и споровых форм (в т.ч. устойчивых к хлору), не образует (в отличие от хлора) канцерогенных соединений 3. Ультрафиолетовое облучение – в отличие от других традиционных методов обеззараживания (например, хлорирования) не вносит в воду

	дополнительных примесей
Незначительные нарушения органолептических свойств	Сорбция на активированном угле – эффективно (до 99%) удаляются растворенные органические вещества неприродного происхождения: фенолы, спирты, эфиры, кетоны, нефтепродукты, амины, "жесткие" поверхностно-активные вещества, органические красители, а также: соли тяжелых металлов, микроорганизмы, свободный хлор
Микроорганизмы, соли, органические соединения	Обратный осмос – разделение воды и содержащихся в ней веществ с помощью полупроницаемой мембраны с микроотверстиями, обеспечивает глубокую очистку воды (до 98%)

Метод обработки воды, состав и расчетные параметры сооружений водоподготовки, расчетные дозы реагентов устанавливают в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, производительности станции и местных условий, с учетом технологических изысканий и опыта эксплуатации сооружений, эксплуатируемых в аналогичных условиях.

Для подготовки воды питьевого качества могут быть приняты только те методы, по которым получены положительные гигиенические заключения.

Необходимо предусматривать повторное использование промывных вод фильтров, воды от обезвоживания и складирования осадков станций водоподготовки

Учитывая, что в городских условиях требуются значительные объемы потребляемой чистой питьевой воды для холодных и горячих нужд, ряд методов водоочистки приведенных в таблице 2 (в первую очередь – термический, ионообменный, электродиализ, обратный осмос) следует рассматривать лишь для очистки небольших объемов и в целях получения воды повышенного качества в отраслях народного хозяйства, медицине, электронике и пр.

При выборе метода очистки воды (технологии) следует учитывать, что воды источников водоснабжения подразделяются:

а) в зависимости от расчетной максимальной мутности (ориентировочно количество взвешенных веществ) на:
маломутные — до 50 мг/л;
средней мутности — свыше 50 до 250 мг/л;
мутные — свыше 250 до 1500 мг/л;
высокомутные — свыше 1500 мг/л;
б) в зависимости от расчетного максимального содержания гумусовых веществ, обусловливающих цветность воды, характеризуются как:
малоцветные — до 35°;
средней цветности — св. 35 до 120°;
высокой цветности — св. 120°.

Расчетные максимальные значения мутности и цветности для проектирования сооружений станций водоподготовки определяются по данным анализов воды за период не менее чем за последние три года до выбора источника водоснабжения.

При выборе сооружений для предварительного выбора можно пользоваться сведениями указанных в табл. 3.

Таблица 3.

Основные сооружения	Условия применения				Производительность станции, м3/сут
	Мутность, мг/л		Цветность, град		
	исходная вода	очищенная вода	исходная вода	очищенная вода	
Обработка воды с применением коагулянтов и флокулянтов					
1. Скорые фильтры (одноступенчатое фильтрование):	До 30	До 1,5	До 50	До 20	До 5000
а) напорные					
б) открытые	“ 20	“ 1,5	“ 50	“ 20	“ 50000

2. Вертикальные отстойники – скорые фильтры	“ 1500	“ 1,5	“ 120	“ 20	“ 5000
3. Горизонтальные отстойники – скорые фильтры	“ 1500	“ 1,5	“ 120	“ 20	Св. 30000
4. Контактные префильтры – скорые фильтры (двухступенчатое фильтрование)	“ 300	“ 1,5	“ 120	“ 20	Любая
5. Осветлители со взвешенным осадком – скорые фильтры	Не менее 50 до 1500	“ 1,5	“ 120	“ 20	Св. 5000
6. Две ступени отстойников – скорые фильтры	Более 1500	“ 1,5	“ 120	“ 20	Любая
7. Контактные осветлители	До 120	“ 1,5	“ 120	“ 20	“
8. Горизонтальные отстойники и осветлители со взвешенным осадком для частичного осветления воды	“ 1500	8 – 15	“ 120	“ 40	“
9. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	“ 80	До 10	“ 120	“ 30	“
10. Радиальные отстойники для предварительного осветления	Св. 1500	“ 250	“ 120	“ 20	“

высокомутных вод					
11. Трубчатый отстойник и напорный фильтр заводского изготовления (типа “Струя”)	До 1000	“ 1,5	“ 120	“ 20	До 800
Обработка воды без применения коагулянтов и флокулянтов					
12. Крупнозернистые фильтры для частичного осветления воды	До 150	30 – 50 % исходной	До 120	Такая же, как исходная	Любая
13. Радиальные отстойники для частичного осветления воды	Более 1500	30 – 50 % исходной	“ 120	То же	“
14. Медленные фильтры с механической или гидравлической регенерацией песка	До 1500	1,5	“ 50	До 20	“

Примечания:

1.Мутность указана суммарная, включая образующуюся от введения реагентов.

2. На водозаборных сооружениях или на станции водоподготовки необходимо предусматривать установку сеток с ячейками 0,5—2 мм. При среднемесячном содержании в воде планктона более 1000 кл./мл и продолжительности "цветения" более 1 мес. в году в дополнение к сеткам на водозаборе следует предусматривать установку микрофильтров на водозаборе или на станции водоподготовки.

3. При обосновании для обработки воды допускается применять сооружения, не указанные в табл. 15 (плавучие водозаборы-осветлители,

гидроциклоны, флотационные установки и др.).

4. Осветлители со взвешенным осадком следует применять при равномерной подаче воды на сооружения или постепенном изменении расхода воды в пределах не более 15 % в 1 ч и колебании температуры воды не более ±1°С в 1 ч.

1.3 **Характеристики фильтров для очистки природных вод.**

Сетчатые барабанные фильтры следует применять для удаления из воды крупных плавающих и взвешенных примесей (барабанные сетки) и для удаления указанных примесей и планктона (микрофильтры). По своей сути можно отнести к скорым фильтрам

Скорые фильтры с механической загрузкой

Крупность фракций и высоту поддерживающих слоев при распределительных системах большого сопротивления следует принимать:

Крупность зерен, мм	Высота слоя, мм
40 – 2	Верхняя граница слоя должна быть на уровне верха распределительнойтрубы, но не менее чем на 100 мм выше отверстий
20 – 10	100 – 150
10 – 5	100 – 150
5 – 2	50 – 100

Ниже приводятся параметры промывки водой загрузки из кварцевого песка			
Фильтры и их	Интенсивность	Продолжительност	Величина

загрузка	промывки, л/(см2)	ь промывки, мин	относительного расширения загрузки, %
Скорые с однослойной загрузкой диаметром*D*, мм: 0,7 – 0,8	12 – 14		45
0,8 – 1	14 – 16	6 – 5	30
1 – 1,2	16 – 18		25
Скорые с двухслойной загрузкой.	14 – 16	7 – 6	50

Медленные фильтры

Расчетные скорости фильтрования на медленных фильтрах надлежит принимать в пределах 0,1—0,2 м/ч, при этом скорость выше 0,1 м/ч — только на время промывки фильтра. Количество фильтров должно приниматься не менее трех. Ширина фильтра должна быть не более 6 м, длина — не более 60 м. Крупность зерен и высоту слоев загрузки фильтров следует принимать:

№ слоя сверху вниз	Загрузочный материал	Крупность зерен, мм	Высота слоя загрузки, мм
1	Песок	0,3 – 1	500
2	“	1 – 2	50
3	“	2 – 5	50
4	Гравий или щебень	5 – 10	50
5	То же	10 – 20	50
6	“	20 – 40	50

Медленные фильтры следует проектировать с механической или гидравлической регенерацией песчаной загрузки.
Расход воды на один смыв загрязнений с 1 м² поверхности загрузки фильтра надлежит принимать 9 л/с, продолжительность смыва загрязнений на каждые 10 м длины фильтра — 3 мин.

Революционным фильтром является разработанная структура материала состоящая всего из двух компонентов — графена и двуокиси титана. Графен благодаря своей трехмерной структуре играет роль своеобразной сетки, которая фильтрует и задерживает частицы грязи. А двуокись титана — фотокатализатор, который значительно ускоряет разложение вредных веществ.

Коагулирование

Дозу коагулянта Дк, мг/л, в расчете на Al2(SO4)3, FeCl3, Fe2(SO4)3 (по безводному веществу) допускается принимать при обработке: мутных вод — по табл. 4, цветных вод — по формуле

$$Д_к = 4\ Ц$$

где Ц — цветность обрабатываемой воды, град.

Примечание. При одновременном содержании в воде взвешенных веществ и цветности принимается большая из доз коагулянта, определенных по табл. 16 и формуле

Таблица 4.

Мутность воды, мг/л	Доза безводного коагулянта для обработки мутных вод, мг/л
До 100	25 – 35
Св. 100 до 200	30 – 40
“ 200 “ 400	35 – 45
“ 400 “ 600	45 – 50
“ 600 “ 800	50 – 60

“ 800 “ 1000	60 – 70
“ 1000 “ 1500	70 – 80

Примечания: 1. Меньшие значения доз относятся к воде, содержащей грубодисперсную взвесь.
2. При применении контактных осветлителей или фильтров, работающих по принципу коагуляции в зоне фильтрующей загрузки, дозу коагулянта следует принимать на 10—15 % меньше, чем по табл. 4 и формуле.

Дозу флокулянтов (в дополнение к дозам коагулянтов) следует принимать:
а) полиакриламида (ПАА) по безводному продукту:
при вводе перед отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком — по табл.5;

Таблица 5.

Мутность воды, мг/л	Цветность воды, град	Доза безводного ПАА, мг/л
До 10	Св. 50	1 – 1,5
Св. 10 до 100	30 – 100	0,3 – 0,6
“ 100 “ 500	20 – 60	0,2 – 0,5
“ 500 “ 1500	¾	0,2 – 1

при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,05—0,1 мг/л;

при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 0,2—0,6 мг/л;
б) активной кремнекислоты (по SiO_2):
при вводе перед отстойниками или осветлителями со взвешенным осадком для воды с температурой более 5—7°С — 2—3 мг/л, с температурой менее 5—7°С — 3—5 мг/л;
при вводе перед фильтрами при двухступенчатой очистке — 0,2—0,5 мг/л;
при вводе перед контактными осветлителями или фильтрами при одноступенчатой очистке, а также перед префильтрами — 1—3 мг/л.
Флокулянты вводят в воду после коагулянта. При очистке высокомутных вод допускается ввод флокулянтов до коагулянтов. Следует предусматривать возможность ввода флокулянтов и коагулянтов с разрывом во времени до 2—3 мин в зависимости от качества обрабатываемой воды.

Дозы подщелачивающих реагентов Дщ, мг/л, необходимых для улучшения процесса хлопьеобразования, определяется по формуле

Дщ = Кщ (Дк/ек – Щ0) + 1, (7)

где Дк — максимальная в период подщелачивания доза безводного коагулянта, мг/л;
ек — эквивалентная масса коагулянта (безводного), мг/мг-экв, принимаемая для Al2(SO4)3 – 57, FeCl3 – 54, Fe2(SO4)3 – 67;
Кщ — коэффициент, равный для извести (по CaO) — 28, для соды (по Na2CO3) — 53;
Щ0 — минимальная щелочность воды, мг-экв/л.
Реагенты следует вводить одновременно с вводом коагулянтов

Процессы обработки воды с применением реагентов протекают (рис. «а)) во много раз быстрее и иногда значительно эффективнее. Так, для осаждения основной массы взвешенных веществ в первом случае необходимо 2...4 ч, а во втором – несколько суток. С использованием реагентов фильтрование осуществляется со скоростью 5...12 м/ч (и более), а без реагентов (медленное фильтрование) – 0,1...0,3 м/ч.

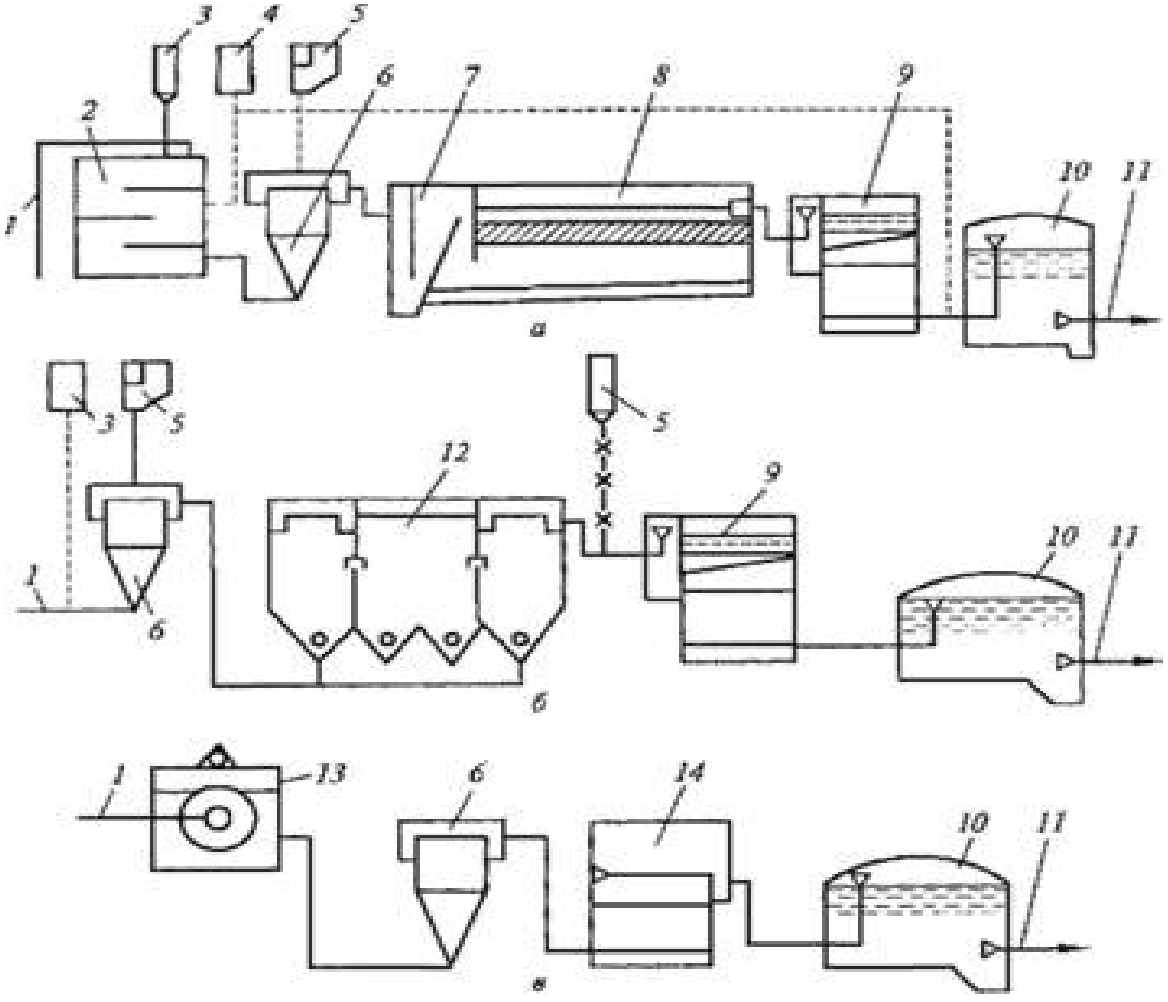


Рисунок 1 (а**,** б**,** в**)** 11 **–** подача исходной и отвод обработанной воды; ***2*** **–** контактная камера; ***3*** – установка для углевания и фторирования воды; 4 – хлораторная; 5 – баки коагулянта;

6 **–** вертикальный смеситель; ***7*** – камера хлопьсобразования; 8 **–** горизонтальный отстойник со встроенными тонкослойными модулями; 9 **–** скорый фильтр; 10 **–** резервуар чистой воды; 12 – осветлитель со слоем взвешенного осадка и его рециркуляцией; 13 **–** микрофильтр; 14 **–** контактный осветлитель КО-3

По числу технологических процессов и числу ступеней каждого из них технологические схемы подразделяют на одно-, двух- и многопроцессные. Усовершенствованная технологическая схема, показанная (на рисунке - «б»), является двухпроцессной. Здесь два основных технологических процесса: обработка воды в слое взвешенного осадка (т.е. контактная коагуляция с осаждением) и фильтрование. Оба процесса осуществляются последовательно, а фильтрование – двукратно (в две ступени).

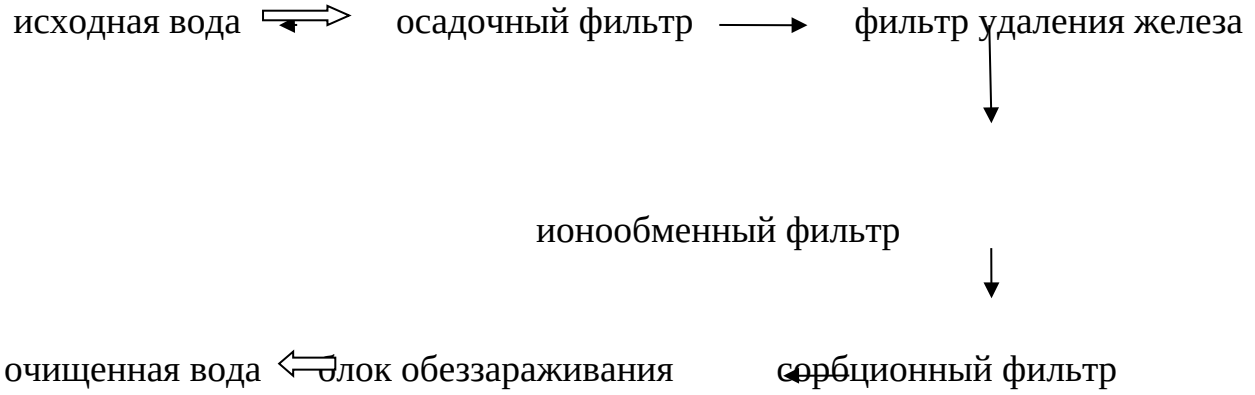
В том случае, когда один из основных технологических процессов осуществляется дважды или большее число раз, технологическая схема называется двух-, трех- или многоступенчатой. Например, в однопроцессной двухступенчатой технологической схеме с контактными осветлителями (рисунке – «в») основной технологический процесс – фильтрование – осуществляется дважды.

Очевидно, что число технологических процессов и количество ступеней каждого процесса диктуются требованиями к качеству воды, предъявляемыми потребителем, и зависят от степени загрязненности исходной воды. Так, для грубого осветления можно ограничиться одним процессом осаждения или только фильтрованием. При обработке высокомутных вод для хозяйственно-питьевых целей прибегают к осаждению в две ступени с последующим фильтрованием в одну ступень и т.п.

По характеру движения обрабатываемой воды технологические схемы подразделяют на самотечные (безнапорные) и напорные. На городских и крупных промышленных водопроводных станциях движение исходной воды от сооружения к сооружению осуществляется самотеком. При этом отметка зеркала воды в каждом последующем сооружении ниже отметки в предыдущем. Разность отметок определяет напор, требуемый для преодоления гидравлических сопротивлений внутри сооружения и в коммуникациях от одного сооружения к другому. При безнапорном движении воды по очистным сооружениям необходимы две насосные станции и резервуары чистой воды).

При напорной технологической схеме движение обрабатываемой воды от сооружения к сооружению происходит под давлением выше атмосферного, поэтому отдельные сооружения могут быть расположены по одной отметке. При использовании напорных технологических схем резервуары чистой воды и насосную станцию II подъема можно и не устраивать. Очищенная вода под напором насосов I подъема передается непосредственно в сеть потребителя.

К примеру может быть приведена следующая условная схема очистки воды где основная часть оборудования работает только под напором:



Выбор той или иной технологической схемы улучшения качества воды диктуется не только качеством воды источника и требованиями потребителя, но и количеством потребляемой воды.

Сорбционный метод очистки (углевание) воды

Сорбционный метод очистки с использование активированных углей (или углевание воды) – метод обработки воды при котором возможности технологии углевания заключаются в:

- дезодорации воды (удаление природных и антропогенных запахов воды);
- глубоком извлечении химических соединений по общим показателям качества воды (цветности, окисляемости и др.);
- создании временного барьера (при ЧС на водоисточнике) или постоянного барьера в отношении широкого спектра токсикантов (нефтепродуктов, полиароматики, фенолов, СПАВ и др.);
- уменьшении количества образующихся при хлорировании галогенорганических соединений в питьевой воде.

Для получения активных углей может использоваться разнообразное органическое сырьё (торф, бурый и каменный уголь, антрацит, древесный материал). Угли, отличающиеся высокой механической прочность и адсорбционной способностью, получают из скорлупы кокосовых орехов.

Общепринятой классификации активированных углей не существует, при выборе углей для тех или иных целей ориентируются, прежде всего, на гранулометрический состав, природу и содержание примесей, объем и характер пор. Согласно UIPAC (Международный союз чистой и прикладной химии) в активных углях выделяют несколько типов пор. Поры с диаметром до 0,4 нм называются супермикропорами, поры от 0,4 нм до 2,0 нм – микропорами, мезопоры – поры с диаметром от 2 до 50 нм. Крупные поры с диаметром более 50 нм получили название макропоры. Большое значение для сорбционной активности имеют микропоры, их размер (2 нм) соизмерим с размерами адсорбирующихся молекул. Микропоры составляют порядка 90% всей удельной поверхности.

В зависимости от распределения пор по размерам различают крупнопористые угли, тонкопористые и молекулярные сита. По внешнему виду гранул можно выделить зернёные угли с неправильной формой гранул, формованные, в виде цилиндрических гранул и порошковые. Также активные угли можно разделить по сырью, используемому для получения готового продукта. Например, скорлупа орехов, древесный уголь, каменный и бурый уголь и др. По области применения – газовые, рекуперационные и осветляющие.

Результаты сравнения основных характеристик кокосовых углей и углей из других видов сырья представлены в таблице 6.

В связи с тем, что нет чётких стандартов для определения свойств активных углей, сравнение затруднено. Тем не менее, из вышеперечисленных характеристик видно, что активный уголь на основе скорлупы кокосового ореха обладает высокой прочностью и сорбционной ёмкостью. Он эффективнее при очистке воды от органических примесей (фенолы, полициклические ароматические углеводороды, большинство нефтепродуктов и другие органические соединения), остаточного хлора, озона.

Таблица. 6

Марка угля	Сырьё для произ-водства АУ	Плотность насыпная, мг/см3	Прочность, %	Адсорбция метиленового голубого, мг/г или %	Йодное число, мг/г или %	Золь-ность, %	Влаж-ность, %
CSPL, Индия	скорлупа кокосового ореха	~ 500	> 98	> 250	> 1100	< 4	< 5
PJ, Филиппины-Япония	скорлупа кокосового ореха	~ 500	> 99	> 250	> 1100	3	< 5
БАУ-А	древесина берёзы	~ 240	-	-	60	6	10
ДАК	древесина берёзы	~ 230	-	-	30	6	10
ОУ-А	древесина берёзы	-	-	225	-	10	10
ОУ-Б	древесина берёзы	-	-	210	-	6	58
ВС-2	каменный уголь	~ 750	87	120	-	20	10
СКД-515	каменный уголь + связующее	-	75	190	-	-	-
АБГ	бурый уголь	-	70	95	60	10	2

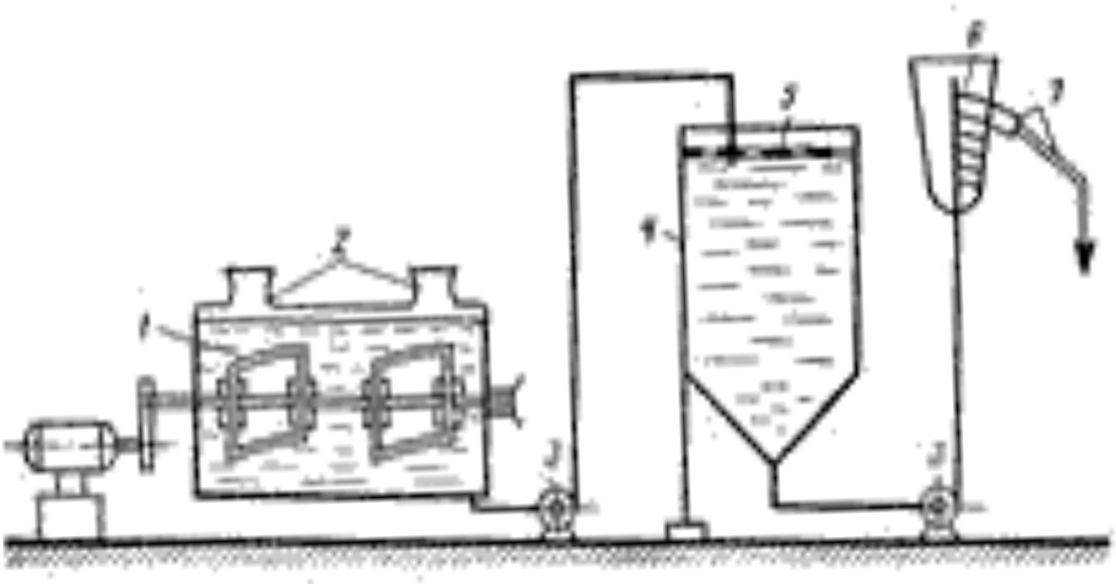
Так за счет развитой общей пористости, угли марки ОУ-Б имеют широкий диапазон пор и значительную величину удельной поглощающей поверхности (около 1000 м2 в 1 г угля).

Как правило при углевании воды используются порошкообразные активные угли (ПАУ), которые перед использованием замачиваются и затем дозировано подаются в технологические точки схем водоподготовки.

Узел приготовления и дозирования угля включает:

- специальный транспортно-технологический модуль (транспортировка сорбента и приготовление концентрированной пульпы)
- специальный растворно-расходный модуль
- система трубопроводов пульпы и рабочих сред
- насосное оборудование для перекачивания угольной пульпы
- контрольно-измерительную аппаратуру и систему автоматики

Принципиальная схема установка для приготовления и дозирования пульпы активного угля выглядит так:



1 - барабан с механическим перемешиванием; 2 - люки; 3 - насосы; *4* - бункер для пульпы; *5* - сетка; *6* - дозатор; 7 - отвод готовой пульпы.

Современный узел для приготовления и дозирования ПАУ представляет собой модульную конструкцию в контейнере.

Функции оборудования обеспечивают:

- прием и безпылевую растарку сорбента
- реактивацию сорбента - перевод его в рабочее состояние, путем доведения сорбционных характеристик до максимальных значений
- приготовление рабочих пульп сорбента в широком диапазоне концентраций
- дозирование рабочих пульп с заданным расходом в определенные точки ввода в течение заданного времени.

Обеззараживание воды

Что подразумевают под обеззараживанием питьевой воды? Под этим понимают ряд мероприятий, направленных на полное или частичное уничтожение в воде вирусов, бактерий, способных вызвать множество инфекционных заболеваний. Стоит упомянуть, что изначально санитарными нормами не подразумевается полное уничтожение всех вредоносных микроорганизмов, которые находятся в воде. Целью обеззараживания на самом деле удаление или инактивация самых опасных для здоровья человека бактерий, вирусов и иных биологических элементов, так как полностью стерильная вода может нанести вред здоровью человека, полное очищение воды от всех бактерий сделает ее непригодной для применения с пищей.

Есть несколько методов воздействия на вредоносные микроорганизмы:

- Химические или реагентные;
- Физические или безреагентные;
- Комбинированные.

Каждый из этих методов позволяет избавиться от любых вредоносных микроорганизмов определенным способом. К примеру, химические методы работают с помощью специальных коагулянтов-реагентов, которые добавляют в воду именно с целью обеззараживания. Это хлорирование, озонирование, применение гипохлорита натрия, серебра, кремния и многих других веществ, которые помогают либо избавиться от «вредителей», либо как минимум затормозить их размножение.

Безреагентные методы — обеззараживание воды с применением физического безреагентного воздействия на жидкость, это УФ-излучение, электроимпульсное обеззараживание и прочие подобные способы.

Комбинированные методы применяют с использованием как физического, так и химического воздействия попеременно. Такой подход к обеззараживанию максимально эффективен и, как правило, позволяет добиться не только полного обеззараживания жидкости, но и недопущения вторичного размножения бактерий и вирусов в воде. Кроме того, применение нескольких способов позволяет еще и очистить ее от иных загрязнителей.

К химическому обеззараживанию воды относится обработка воды окислителями-коагулянтами: озоном, гипохлорит натрием, хлором и другими. В их числе и ионы тяжелых металлов. Доза реагента определяется расчетными методами, а также пробным обеззараживанием. Очень важно точно рассчитать дозу. Так как малая доза может не просто не подействовать, но еще и обеспечить быстрый рост количества бактерий в растворе. Примером такого эффекта можно считать озон, который в малых количествах убивает часть бактерий, образовывая особые соединения, которые пробуждают ранее спящие бактерии и создает идеальные условия для размножения.

Для того, чтобы обеспечить длительный эффект, дозу реагента рассчитывают, как правило, с избытком, который гарантированно уничтожит микроорганизмы в воде, а в период после обеззараживания воды не даст им размножиться.

Но избыток должен быть ровно такой, чтобы произошло обеззараживание, но при этом люди, потребляющие воду в качестве питья, не отравились, так как большая часть реагентов является довольно токсичной и может образовывать стойкие мутагенные и канцерогенные соединения.

Хлорирование имеет свои минусы. Хлор при окислении обладает весьма высокой степенью мутагенности, токсичности, канцерогенности. Даже следующая за этим очистка воды при помощи активированного угля не удаляет полностью образованные в процессе хлорирования хлорфенольные, бромфенольные и иные диоксиноподобные хлорорганические соединения, тригалометаны. Они обладают довольно высокой стойкостью и сильно загрязняют питьевую воду. .

Помимо главной функции (имеется ввиду дезинфекция), хлор помогает следить также за запахом, вкусовыми качествами, предотвращает рост

водорослей, поддерживает чистоту фильтров, удаляет марганец, железо, разрушает сероводород, обесцвечивает

Озонирование жидкости позволяет разлагать частицы озона в растворе, образовывая при этом атомарный кислород. Он позволяет разрушить ферментную систему микробной клетки и окислить часть соединений, которые могут придавать воде довольно навязчивый неприятный запах.

Данный способ требует точности расчетов, так как при избытке озона в воде может появиться неприятный запах. Кроме того, чересчур большое количество озона может ускорить процесс коррозии металла. С точки зрения гигиены это самый лучший химический метод, который может обеспечить максимально быстрое и, что крайне важно, безопасное для человека и окружающего мира обеззараживание воды без последующего образования канцерогенных, высокотоксичных соединений не смотря на образование продуктов озонолиза. Но такой способ требует внушительного расхода электроэнергии, эксплуатации сложной аппаратуры, высококвалифицированного обслуживания. Стоит упомянуть, что он довольно дорогой в применении.

Также в реагентных методах применяют разнообразные соединения тяжелых металлов, йод, бром и т.п. Требуют определенных знаний при применении и точности расчетов. С другой стороны, дезинфекцию питьевой воды с их помощью проводят гораздо эффективнее и качественнее. Обеззараживание при помощи ионов тяжелых металлов зачастую выделяют в отдельный метод — олигодинамическое обеззараживание воды. При тоннажных объемов использования воды.

К другим реагентам можно отнести такой сильный окислитель, как гипохлорит натрия. Применяют конкретно этот реагент в тех случаях, когда показатели воды довольно нестабильны и часто меняются. Показанием к применению может стать наличие в воде планктона, органических веществ, которые влияют на степень цветности воды. Использование гипохлорида натрия, который получают путем проведения электролиза 2-4% растворов хлорида натрия (это простая поваренная соль) или минерализованных вод, считают одним из наиболее перспективных и безопасных для человека и окружающей среды способов очистки воды. По своему химико-бактерицидному действию гидрохлорид натрия идентичен растворенному хлору, но при этом обладает длительным действием и в большей мере безопасен для здоровья. Также он более безопасен и для окружающей среды.

Из недостатков следует выделить: повышенное потребление реагента из-за низкой степени его конверсии. Остальная часть остается в воде «балластом»,

повышая солесодержание в растворе. Снижение количества соли после обеззараживания зачастую требует гораздо большего количества затрачиваемой электроэнергии и расхода анодного материала. А это уже намного дороже хлорирования.

Озонирование жидкости позволяет разлагать частицы озона в растворе, образовывая при этом атомарный кислород. Он позволяет разрушить ферментную систему микробной клетки и окислить часть соединений, которые могут придавать воде довольно навязчивый неприятный запах. Данный способ требует точности расчетов, так как при избытке озона в воде может появиться неприятный запах. Кроме того, чересчур большое количество озона может ускорить процесс коррозии металла. С точки зрения гигиены это самый лучший химический метод, который может обеспечить максимально быстрое и, что крайне важно, безопасное для человека и окружающего мира обеззараживание воды без последующего образования канцерогенных, высокотоксичных соединений не смотря на образование продуктов озонолиза. Но такой способ требует внушительного расхода электроэнергии, эксплуатации сложной аппаратуры, высококвалифицированного обслуживания. Стоит упомянуть, что он довольно дорогой в применении.

Обеззараживание воды с применением ультразвукового оборудования основывается на способности определенных звуковых частот вызывать кавитацию, т.е. образовывать пустоты, которые создают большую разницу в давлении. Подобный диссонанс ведет к разрыву клеточных оболочек и последующей гибели клетки бактерии. Зависит уровень бактерицидного действия от интенсивности колебаний звука. Но данные установки требуют определенного оборудования, квалифицированного обслуживания, также они довольно дорогостоящие.

Последнее время появляются более новые способы очистки и обеззараживания воды: электроимпульсный и электрохимический. Отечественными представителями данной техники являются «Сапфир», «Изумруд», «Аквамарин». Они работают с помощью диафрагменного электрохимического реактора, через который пропускают воду. Реактор разделен металлокерамической мембраной со способностью проводить ультрафильтрафию на анодную и катодную области. Когда в катодные и анодные камеры подают ток, то в них начинают образовываться кислый и щелочной растворы, а далее – электролитическое образование (которое еще называют активным хлором). В подобной среде довольно быстро гибнут почти все вредоносные микроорганизмы, а также происходит разрушение некоторых соединений, которые растворены в воде.

Электроимпульсное воздействие подразумевает под собой электрический заряд в воде, из-за чего возникает определенная степень ударной волны сверхвысокого давления, затем световое излучение и, как результат – образование озона, который, как мы уже узнали ранее, крайне губителен для микроорганизмов и биологических объектов в воде в целом. Такой способ обеззараживания при правильном обслуживании устройства и проведении всех процедур поможет сделать воду максимально чистой, а благодаря образовавшемуся озону – некоторые элементы-загрязнители будут устранены из обеззараживаемой жидкости.

Такое оборудование требует основательных капиталовложений.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ ПАО «ИРКУТСКЭНЕРГО» УСТЬ-ИЛИМСКОЙ ТЭЦ.

Инженерные сети и сооружения города Усть-Илимска, в том числе водозаборные и водоочистные сооружения, водопроводная сеть, Администрация города в конце 90х годов прошлого столетия передала их на баланс ПАО «Иркутскэнерго.

В том числе, два поверхностных водозабора с водоочистными станциями, источником которых является Усть-Илимское водохранилище и два подземных водозабора.

Основанием для использования водоисточников являются:

- Договор на водопользование на оба поверхностных водозабора за № 38-16/0103 001-Х-ДХВО-Т-2001-00732 от 09.12.2011 г.

- Лицензия на использование подземных вод № ИРК-02387 ВЭ от 09.06.01 г.

Хозяйственно-питьевое водообеспечение города Усть-Илимска обеспечивает участок теплоснабжения, водоснабжения и канализации (далее - ТВСиК) ПАО «Иркутскэнерго» Усть- Илимской ТЭЦ. Юридический адрес Усть-Илимской ТЭЦ: 666684, РФ, Иркутской обл., г.Усть-Илимск, Промплощадка, а/я 330. Участок ТВСиК размещается по ул. Интернационалистов,1.

2.1 Общие сведения о предприятии..

Ввиду экономической не целесообразности, в разное время, на консервацию переведены левобережный городской поверхностный водозабор и правобережный подземный городской водозабор «Межница».

Водообеспечение правобережной части города обеспечивается поверхностным городским хозяйственно-питьевым водозабором (далее – ХПВ) «Карапчанский», введенного в эксплуатацию в 1978 году мощностью 30 тыс. $м^3$/сутки. В 80-х годах прошлого столетия, ввиду возникшего дефицита потребляемой холодной воды, производительная мощность водоочистной станции была увеличена до 46,8 тыс. $м^3$/сут. за счет реконструкции скорых фильтров путем замены фильтрующего слоя.

На момент ввода в эксплуатацию водозабора был разработан и утвержден проект организации санитарно-защитных зон.

Территориально, городской «Карапчанский» водозабор размещается у устья залива «Межница», выше, в 2 км от границы городской застройки. И ниже по береговой черте в 3 км поселка Железнодорожный. Угрозу загрязнения участка водохранилища представляет наличие частых аварийных попусков неочищенных сточных вод с канализационной перекачивающей станции № 1. А также, размещенные в заливе «Межница» грузовые причалы по перевалке леса, доставляемого на баржах водным путем и лодочная станция. Возможно влияние обратных приплотинных течений от Усть-Илимской ГЭС

Водозабор представлен:

- глубинным самотечным оголовком (на глубине 14 м от поверхности);
- береговой насосной станцией;
- зданием комплекса водоочистной станции (далее ВОС) в составе:
- помещением микрофильтров с двумя микрофильтрами барабанного типа;
- помещением контактных осветлителей (12 шт.) с трехслойной загрузкой;
- 2 резервуарами чистой воды;
- контактный резервуар;

- складскими помещениями для хранения сухих реагентов, флокулянтов,

фтора, активированного угля (не используются);

- помещеними смесителей и дозаторов подачи реагентов для очистки и

повышения качества подготавливаемой воды (не используются);

- административно-бытовыми помещениями и лаборатории;
- насосной подачи чистой воды в городскую сеть;
- щитовой управления и диспетчерской.
- отдельно стоящим зданием хлораторной (законсервировано);
- осадконакопителем промывных вод.

Образуемые хоз-бытовые стоки вывозятся ассенизационной машиной предприятия с последующим отведением в городскую канализационную сеть.

Учитывая, что показателям мутности и цветности природных вод Усть-Илимского водохранилища по классификации близки по значениям к требованиям качества подземных вод для 1-2 класса, с момента ввода водоочистной станции, по согласованию с местными органами санэпиднадзора, методы применения коагуляции и флокуляции при водоподготовке были исключены. Указанные методы обработки воды привносили бы дополнительное загрязнение, не вызывая эффекта осаждения. К примеру, применение алюмосиликатов приводило бы к увеличению концентрации содержания алюминия в питьевой воде.

Принятая схема водоподготовки выглядит так:

Приемный оголовок ⟹ самотечный участок водовода до насосной станции

⇩

Насосная станция спрыск чистой воды

для промывки сеток

⇩ ⇩

погружные барабанные микрофильтры

⇩ ⇩

подача раствора хлора ⇒ контактные осветлители ⇨ сброс промвных вод

⇩ ⇩

контактный резервуар

осадконакопитель

⇩

резервуары чистой воды

⇩

напорный магистральный водовод

⇩

станция 2-го подъема

⇩

3-и зоны напорных резервуаров чистой воды

⇩

Разводящая сеть жилых микрорайонов

Вода после поступления через приемный оголовок самотечным водоводом подается на насосную станцию находящуюся ниже здания станции водоочистки, на резервуар с двумя микрофильтрами, далее поступает самотеком в контактные осветлители, выполняющих роль вторичных фильтров, попутно подвергаясь обеззараживанию с подачей хлорсодержащего раствора. Из резервуара чистой воды вода насосной подается в городской магистральный водовод, далее насосной второго подъема в напорные резервуары м через них распределяется по зонам в уличные водоводы жилых микрорайонов и зон обслуживания.

Применение газообразного хлора для обеззараживания воды заменено 2005 г. на установки Аквахлор-500.

Из специальных видов водоподготовки, в связи с низким содержанием втора в природной воде, до 1999 г осуществлялось лишь фторирование воды кремнефтористым препаратами, поставляемых в сухом виде. Фторирование было по согласованию с руководством Усть-Илимского центра Госсанэпиднадзора.

За прошедший период с 1978 года не используемое оборудование растворных и смесительных узлов частично было снято, частично технически стало не пригодным.

По периметру территория зоны (1-го пояса) строгого режима ограждена забором, охраняема. Оголовок водозаборного устройства по поверхности водохранилища обозначен буями.

2 пояс – зона ограничения – в зону включается береговая часть (левая и правая) акватория водохранилища. Верхняя граница по акватории водохранилища проходит на расстоянии 90 км от водозабора. Нижняя граница проходит на расстоянии 2.5 км ниже водозабора. В границах береговой части 2-го пояса зоны входит территория радиусом 90 -100 км вверх по водохранилищу.

3 пояс – зона наблюдения – охватывает смежную со вторым поясом территорию.

Объемы забираемой воды из Усть-Илимского водохранилища для хозяйственно-питьевых нужд с 2014 года снизился после закрытия ряда предприятий местной пищевой отрасли и сокращения объектов общепита, проведения мероприятий по ликвидации утечек, отключения п. Железнодорожный составляют от 27,0 до 29,0 тыс. $м^3$/сут.

2.2 Применяемая технология водоподготовки.

Качество воды, забираемое из поверхностного водоема и подаваемое в городскую сеть контролируется лабораторно по рабочим программам (графикам) согласованных с территориальным управлением Росприроднадзора и утверждаемого ежегодно руководством участка ТВСиК. Исходя из многолетнего мониторинга забираемой воды и подаваемой в разводящую сеть, выполняется краткая и полная программы контроля в соответствии с действующим ГОСТ и СанПиН.

По качественному составу вода Усть-Илимского водохранилища соответствует первому классу по ГОСТ 2761-84* «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора», Гигиеническим нормативам ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

Вода оценивается маломинерализованная, что не соответствует физиологическим требования для организма человека.

За период эксплуатации Усть-Илимского водохранилища, водоем сформировался по озерному типу. Соответственно изменился качественный состав по отдельным показателям. Снизилось содержании кислорода (с 11-12,3 мг/л до 8,6- 10,0 мг/л.). Имеет место активного роста сине-зеленых водорослей, опасность которых вызывает образование токсинов при их гибели.

По данным органов санитарного надзора периодически отмечается наличие колли-фагов (что требует специализированное исследование на вирусы) в контрольных створах и месте забора воды, указывающее на возможное антропогенное влияние.

В летний период в связи с прогревом поверхностных слоев воды, развиваются планктонные ракообразные, создающие нагрузку на работу микрофильтров забираемой воды для водоподготовки, что приводит к увеличению количества промывок микрофильтров.

Ниже в таблице приводятся показатели качества воды в контрольных створах Карапчанского хоз-питьевого водозабора из Усть-Илимского водохранилища по данным лаборатории территориального управления Роспотребнадзор в г.Усть-Илимске и Усть-Илимском районе.

Сведения о качестве воды забранной для водоподготовки («исходной») и после ступеней очистки приведены по среднегодовым значениям в следующей таблице по данным лаборатории ТВСиК.

№	Показатель	**Норматив** питьевая исходная	Единицы измерения	Исходная вода	Фильтрованная вода
1	2	3	4	5	6
1.	Аммиак и ионы аммония (суммарно)		Мг/дм^3		
		1,5		0,03	
2.	Анионные поверхностные активные вещества (АПАВ)	0,5	Мг/дм^3		0,003
		0,5		0,004	
3.	Биохимическое потребление кислорода (БПК$_5$ и БПК пол.)		Мг/дм^3		
		2,0 и не > 3,0		0, 74 и 1,43	
4.	Бор	0,5	Мг/дм^3		0,008
		0,5		0,008	
5.	Взвешенные вещества		Мг/дм^3		
		не >0,25 от фона		0,89	
6.	Водородный показатель pH	6,0 - 9,0	ед.pH		8,0
		6,5 – 8, 5		8,1	
7.	Железо общее	0,3	Мг/дм^3		0,04
		1,0		0,12	
8.	Жесткость общая	7,0	^{0}Ж		1,5
				1,6	

9.	Кадмий	0,001	Мг/дм^3		0,000054
		0,001		0,000054	
10.	Кальций	Не нормируется	Мг/дм^3		
				21,6	
11.	Лигнин		Мг/дм^3		
		1,0			
12.	Магний		Мг/дм^3		
		50,0		12,1	
13.	Марганец	0,1	Мг/дм^3		0,015
		0,1		0.029	
14.	Медь	1,0	Мг/дм^3		0,00099
		1,0		0,00110	
15.	Молибден	0,25	Мг/дм^3		0,0014
		0,07		0,0017	
16.	Мышьяк	0,05	Мг/дм^3		0,002
		0,01		0,004	
17.	Нефтепродукты	0,1	Мг/дм^3		0,006
		0,1		0,008	
18.	Нитрат-ион	45,0	Мг/дм^3		0,24
		45,0		0,24	
19.	Нитрит-ион	3,0	Мг/дм^3		0,002
		3,3		0,0032	
20.	Окисляемость перманганатная	5,0			1,6
		7,0	Мг/дм^3	1,9	

21.	Остаточный активный хлор	0,3-0,5,0	Мг/дм^3		0,68
22.	Удельная радиоактивность Rn 222	60	Бк/кг		
		60			
23.	Растворенный кислород		Мг/дм^3		
		не < 4		10,5	
24.	Ртуть	0,0005	Мг/дм^3		0,00005
		0,0005		0,00005	
25.	Свинец	0,03	Мг/дм^3		0,00011
		0,01		0,00012	
26.	Сероводород	0,003	Мг/дм^3		
		0,05		0,00033	
27.	Сульфат-ион	500	Мг/дм^3		13,4
		500		15,8	
28.	Сухой остаток				
29.	Удельная суммарная альфа-активность	0,2	Бк/кг		0,04
		0,2		0,03	
30.	Удельная суммарная β-активность	1,0	Бк/кг		< 0,1
		1.0		< 0,1	
31.	Фенолы	0,001	Мг/дм^3		0,0002
				0,0006	

32.	0,001		Мг/дм^3		0,005
	0,05	0,05		0,007	
33.	Фторид - ион	1,5	Мг/дм^3		0,12
		1,5		0,13	
34.	ХПК		Мг/дм^3		
		не > 15		9,1	
35.	Хлорид - ион	350	Мг/дм^3		5,6
		350		4,8	
36.	Хлороформ	0,2	Мг/дм^3		0,058
		0,6			
37.	Хром	0,05	Мг/дм^3		0,002
		0,05		0,003	
38.	Цианид - ион	0,035	Мг/дм^3		0,0006
		0,07		0,0009	
39.	Цинк	5,0	Мг/дм^3		0,0025
		1,0		0,0031	
40.	Щелочность	6,5	Моль/дм^3		
		4,4		1,5	
41.	ГХЦГ-альфа	0,002	Мг/дм^3		< 0,0001
		0,004		< 0,0001	
42.	ГХЦГ-гамма	0,002	Мг/дм^3		< 0,0001

Качество питьевой воды, подаваемое с «Карапчанского» хоз-питьевого водозабора, по заключению территориального органа Росприроднадзор в г. Усть-Илимске и Усть-Илимском районе соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению» (с изменениями от 2010 г). Ниже приведены показатели качества питьевой воды после водоподготоки по данным

Подземный хоз-питьевой водозабор «Толстый мыс» обеспечивает водопотребление левобережной части города. Размещается в 350 м ниже левобережной земляной плотины Усть-Илимской ГЭС. Питающими горизонтами являются подрусловые воды р. Ангара и фильтрационные воды Усть-Илимского водохранилища. Представлен 7-ю подземными скважинами глубиной 70 м и насосной станцией второго подъема. Оголовки скважин обустроены в камерах ниже уровня земли. Обустроены средствами для измерений статического и динамического уровней воды. Для обеззараживания воды установлены УФ лампы в помещении насосной. Вода подается в магистральные водоводы Усть-Илимской ГЭС и город, которые обеспечены напорными резервуарами, через которые вода поступает в разводящую сеть жилой и производственной зон. Проектная мощность 18 тыс. $м^3$/сут. Фактическое водопотребление составляет 9-11 тыс.$м^3$/сутки.

Проект организации санитарно-защитной зоны согласован с органами санитарного надзора. Зона строгого режима ограждена и охраняется. С северной восточной и западной сторон примыкают садово-огороднические кооперативы.

Качество воды на протяжении всего периода эксплуатации не менялось. Соответствует требованиям СанПиН «Питьевая вода». Уровень минерализации забираемой воды, выше чем на Карапчанском ВОС.

3. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ

С учетом выше изложенного, следует отметить, что эксплуатируемые водоочистные сооружения крупных городов Иркутской области, от Иркутска до Усть-Илимска, выполненные по традиционной схеме с механической очисткой предусматривающей реагентную обработку и использующих в качестве водоисточника р. Ангара, осуществляют водоподготовку без реагентов. Природная вода Байкала на всем протяжении р. Ангара сохраняет свои качества, что не требует внесения химических реагентов для осветления и обесцвечивания. В этом основное отличие от равнинных рек Европейской части России, Дальнего востока, которым присуще в воде наличие гуминовых веществ, содержащих органические соединения и минеральные вещества, активного роста планктона и сине-зеленых водорослей. Характеризуя такие воды как мутные и высоко цветные.

С одной стороны это дает экономический эффект, с другой исключает попадание (насыщение) в воду излишних концентраций химических веществ при использовании коагулянтов и флокулянтов.

Осуществлена замена использования газообразного хлора на гипохлорит натрия, что позволило устранить жалобы населения на присутствие запахов хлора в используемой воде. Это предотвратило также, образование хлорфенольных запахов, диоксиноподобных опасных соединений.

К недостаткам можно отнести исключение из технологии водоподготовки узлов фторирования и углевания.

Использование фторирования воды связано с необходимостью профилактики кариеса среди населения при наличии высокой стоматологической заболеваемости в городе.

Поэтому считаем необходимым восстановить узел фторирования с использованием новых технологий и новых форм фторсодержащих реагентов.

Использование углевания обеспечивает повышение эффективности очистки воды от вирусных возбудителей, токсинов сине-зеленых водорослей, тяжелых металлов от горно-добывающих предприятий Нижне - Илимского района, специфических загрязняющих веществ Братского целлюлозного завода, поступающих в Усть-Илимское водохранилище со сточными водами. Само углевание можно заменить на использование емкостных фильтров или установки сорбционных колонн.

По нашему мнению, в целях повышения качества (полезности) питьевой воды в физиологическом отношении, следует проработать вопрос о возможности внедрения автоматизированной системы минерализации воды органическими минералами до показателя по уровню - средне-минерализованной.

Предлагаемые мероприятия подлежат всестороннему обсуждению с привлечением НИИ гигиены, участия органов здравоохранения и Роспотребнадзора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения квалификационной работы «Выбор оптимального метода очистки хозяйственно-питьевой воды на примере водоочистных сооружений участка тепловодоснабжения и канализации (ТВСК) филиала «Усть-Илимская ТЭЦ ПАО Иркутскэнерго» были изучены теоретические основы:

1.Требований, предъявляемых к качеству природных вод при выборе водоисточника для хозяйственно-питьевых нужд.

2.Применяемых методов очистки воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

3.Применяемого оборудования при очистке воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

4.Оптимального выбора и использования технологий водоподготовки на используемых водозаборных сооружениях г. Усть-Илимска

Цель достигнута, при этом были выполнены следующие задачи:

Определены требования к качеству воды при выборе водоисточника для хозяйственно-питьевых нужд.

Изучены основные требования к выбору схем водоочистки с учетом качества воды выбранного водоисточника для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Изучены требования к выбору технологического оборудования и методам очистки воды для хозяйственно-питьевого обеспечения.

Изучена оптимально принятая технология водоподготовки на городских поверхностных водозаборах, с учетом качественных показателей воды Усть-Илимского водохранилища, используемого в качестве водоисточника для нужд города.

Даны рекомендации по повышению надежности и эффективности, заложенных проектом, методов водоподготовки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александр, Бураков Мембранная очистка воды / Бураков Александр , Ирина Романцова und Анастасия Кучерова. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. - 908 с.

2. СанПиН 2222.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. — М.: Ин- форм.-издат. центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996. — 111с.

3. «Вода ключ к здоровью человека» Виталий и Татьяна Тихоплав. «Астрель» Москва 2007.

4. . Николаева, Н. И. Качество питьевой воды – источника жизни/ Н. И. Николаева, В. А.

5. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Ввел. 2001-01-01. М: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.