

**Вода –
главный источник
жизни**

Технологии очистки воды

- Умягчение воды
- Термическая обработка
- Магнитная обработка воды
- Обеззараживание воды
- Обеззараживание воды озоном
- Обеззараживание воды ионами серебра
- Обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами
- Обезжелезивание подземных вод
- Химическая и биологическая очистка воды
- Другие методы очистки
- Примеры и дополнительная информация

Умягчение воды

Жесткость воды определяет содержание в ней так называемых солей жесткости (солей Ca, Mg). В соответствии с СанПиН жесткость не должна превышать 7 мг экв/л (в отдельных случаях до 10 мг экв/л).

Если жесткость воды превышает эти показатели, то умягчение воды, т.е. удаление из нее солей Ca и Mg.

Для умягчения используются следующие методы:

Импфирирование воды (метод применяется в тех случаях, когда из воды необходимо удалить карбонатную жесткость ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, CaCO_3 , а некарбонатную (CaSO_4 , CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{MgO})_2$, MgO_4 , MgCl_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ можно оставить, данный метод заключается в переводе карбонатной жесткости некарбонатную жесткость путем простого подкисления ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{CO}_3$).

Метод имеет следующие недостатки: 1) необходим постоянный контроль за дозировкой кислот, 2) требуется защита оборудования от коррозии, которая возникает под действием агрессивных сред.

Термическая обработка

Выбор метода умягчения зависит от исходной жесткости воды, от необходимой глубины умягчения воды, от технико-экономических показателей. На практике в последние годы наибольшее распространение и применение получил метод ионного обмена, т. к. он является наиболее экономически оправданным способом умягчения воды.

Метод ионного обмена — основан на использовании специальных ионообменных материалов, так называемых ионитов (обычно, это — шарики специальной смолы). Ионообменные материалы являются высокомолекулярными соединениями кислого или основного характера, которые получают путем поликонденсации исходных мономеров, либо их сополимеризации.

Иониты — твердые вещества органического или неорганического, естественного или искусственного происхождения. В состав ионитов входят нерастворимая в воде молекулярная структура и ионы (активные группы), которые могут обмениваться на ионы из контактирующего раствора. По характеру действия все иониты делятся на 2-е группы:

1. Катиониты иониты, способные обменивать катионы $1 - \text{H RHR}^- + \text{H}^+$.
2. Аниониты — иониты, способные обменивать анионы $1 - \text{ROHR}^+ \text{OH}^-$.

В результате имеют особый раствор электролитов с ограниченной подвижностью ионов. Каждый ионит обладает обменной емкостью, которая рассчитывается, как количество ионов, способных обменяться в одном цикле фильтрования. Выражают обменную емкость в г.экв. задержанных ионов на 1 м³ набухшего ионита.

Различают полную и рабочую обменные емкости ионита. Полной обменной емкостью ионита называют количество ионов, которые может задержать 1 м³ ионита, находящегося в рабочем состоянии до того момента, когда концентрация ионов в фильтрате станет равной их концентрации в исходном растворе. Рабочей обменной емкостью ионита, находящегося в рабочем состоянии — количество ионов, которое может задержать 1 м³ ионита до момента проскока этих ионов в фильтрат

Магнитная обработка

ВОДЫ

Метод основан на пропускании ВОДЫ через магнитное поле. Предполагается, ЧТО под действием магнитного ПОЛЯ:

- Происходит Деформация имеющихся в воде ионов. Это уменьшает гидратацию ионов, и таким образом способствует их сближению и образованию центров кристаллизации;
- происходит изменение структуры самой воды;
- происходит воздействие на примеси воды, особенно коллоидной степени дисперсности.
- ускоряется коагуляция;
- усиливаются все адсорбционные процессы;
- изменяется процесс кристаллизации солей.

Конкретно метод применяется для борьбы с образованием накипи на стенках котлов и нагревательных элементов, т.м. при воздействии магнитного поля на воду накипь образуется не на поверхности нагрева, а В толще воды, образующийся шлак удаляется продувкой.

Достоинства этого метода:

- прост, дешев, безопасен;
- — замедляет рост водорослей;
- снижаются коррозионные процессы.

Недостатки данного метода:

- все соли жесткости остаются в воде, для их удаления требуется дополнительное механическое воздействие.

вода сохраняет свои свойства в течение небольшого промежутка времени;

Обеззараживание воды

Обеззараживание воды — это процесс обработки воды, который проводится для удаления патогенных (болезнетворных) и снижения общего количества микроорганизмов. Если вода соответствует всем требованиям СанПиН, кроме микробиологических, её нельзя подавать потребителям, обязательно проводится обеззараживание реагентными либо безреагентными методами.

К реагентным методам обеззараживания воды относятся:

- 1) обеззараживание воды озоном;
- 2) обеззараживание воды ионами серебра (олигодинамия);
- 3) обработка воды хлором и хлорирующими реагентами.

К безреагентным методам обеззараживания воды относятся:

- 1) обеззараживание воды ультрафиолетовыми лучами;
- 2) обеззараживание воды ультразвуковыми волнами.

Обеззараживание воды

ОЗОНОМ

Озон — это аллотрофная модификация кислорода. Его молекула состоит из трех атомов кислорода.

Реакция идет с поглощением большого количества энергии. Это значит, что молекула озона неустойчива, может самопроизвольно превращаться в молекулу кислорода и атомный кислород ($O = O_2 + O$).

Благодаря высокому окислительному потенциалу, озон активно вступает во взаимодействие с органическими и неорганическими веществами и бактериальными клетками.

Механизм обеззараживающего действия озона состоит в том, что он проникает внутрь бактериальной клетки и окисляет вещества, которые входят в состав цитоплазмы.

Остаточное содержание озона в воде по СанПиН не более 0,3 мг/л.

Способ имеет следующие преимущества:

Озон, как обеззараживающее средство, действует быстрее хлора в 15 - 20 раз. При этом расход озона меньше, а диапазон действия больше, чем у Cl_2 .

При озонировании воды на конечный эффект не влияет t , мутность, цветность.

Озон вырабатывается на месте.

Озон не вносит в воду дополнительных загрязнений. Способ имеет следующие недостатки:

Чистый озон взрывается при самом незначительном воздействии; 10%-ая озоновоздушная смесь взрывоопасна в меньшей степени, поэтому работа с озоном требует особых мер безопасности.

Обеззараживание ВОДЫ ионами серебра

Ионы серебра Ag^+ разрушают цитоплазму бактериальной клетки, взаимодействуют с её ферментами, блокируют их и нарушают обмен веществ между клеткой и окружающей средой.

Очищение воды ионами серебра возможно следующими путями.

1. Металлическим серебром. В этом случае, ионов серебра в растворе будет тем больше, чем больше поверхность соприкосновения воды с металлом, поэтому серебро напыляют тонким слоем на предметы с развитой поверхностью и фильтруют через них обрабатываемую воду.

2. Электролитический метод основан на одном растворении серебра. Метод позволяет установить точную дозировку ионов серебра, которые подаются в воду, позволяет регулировать процесс обеззараживания.

Ионы серебра Ag разрушают цитоплазму бактериальной клетки, они еще и воздействуют на микрофлору организма человека, со временем разрушая ее, что приводит к заболеваниям желудочно-кишечного тракта. Поэтому воду, насыщенную ионами серебра не рекомендуется использовать в питьевом водоснабжении. В случае использования такой воды, ее необходимо пропускать через полупроницаемые мембраны, которые будут задерживать ионы серебра, и предотвращать их попадание к потребителю. Олигодинамия применяется для обеззараживания небольших количеств воды на автономных объектах.

Обеззараживание Воды ультрафиолетовыми лучами

Механизм бактерицидного действия лучей заключается во влиянии их коферментов и протоплазму бактериальной клетки. При этом отмирают вегетативные формы бактерий, а также погибают споры, вирусы, простейшие. С физиологической точки зрения различают три дозы ультрафиолетовых лучей:

- 1) не вызывающие гибель бактерий (суббактерицидные);
- 2) минимальная бактерицидная доза, которая убивает большую часть бактерий данного вида;
- 3) полная бактерицидная доза, которая убивает все бактерии данного вида.

Способ имеет следующие преимущества:

- 1) вода не меняет физических и химических свойств;
- 2) метод абсолютно безвреден.

Способ имеет следующий недостаток:

обеззараживание ультрафиолетовыми лучами не имеет пролонгированного действия и возможно вторичное бактериальное загрязнение воды при её подаче по сети.

Обезжелезивание подземных

ВОД

В подземных водах железо чаще всего находится в виде двухвалентного железа (если в воде отсутствует растворенный кислород). Поэтому для обезжелезивания применяется фильтрование с предварительной обработкой воды упрощенной аэрацией, применением окислителей, методом ионного обмена.

1. Упрощенная аэрация.

Воду насыщают кислородом, т. е. аэрируют, и сразу подают на фильтр. Весь процесс перехода Fe^{+2} в Fe^{+3} происходит в фильтрующем слое, а на поверхности зерен фильтрующей загрузки образуется каталитическая пленка. Она состоит из $Fe(OH)_3$ и интенсифицирует процесс обезжелезивания. При этом содержание O_2 в воде должно быть не менее 0,6 мг/д.

2. Метод ионного обмена.

Заключается в использовании катионитов и позволяет провести глубокое обезжелезивание воды, но применение целесообразно, если необходимо одновременное умягчение воды.

3. Применение катализаторов.

Метод основан на применении катализаторов, которые способны ускорять преобразование двухвалентного железа в трехвалентное железо даже при очень низких значениях рЧ. Катализатором служит «черный песок» — это обычный кварцевый песок, который попеременно смачивают 15% раствором $MnCl_2$ и 1% раствором $KMnO_4$. Каталитическое действие окислов марганца следующее: растворенный в воде кислород способствует тому, что двухвалентное железо окисляется до трехвалентного железа, а Mn^{+7} до Mn^{+4} . В качестве фильтрующей среды используются различные природные вещества, включающие в свой состав двуокись марганца

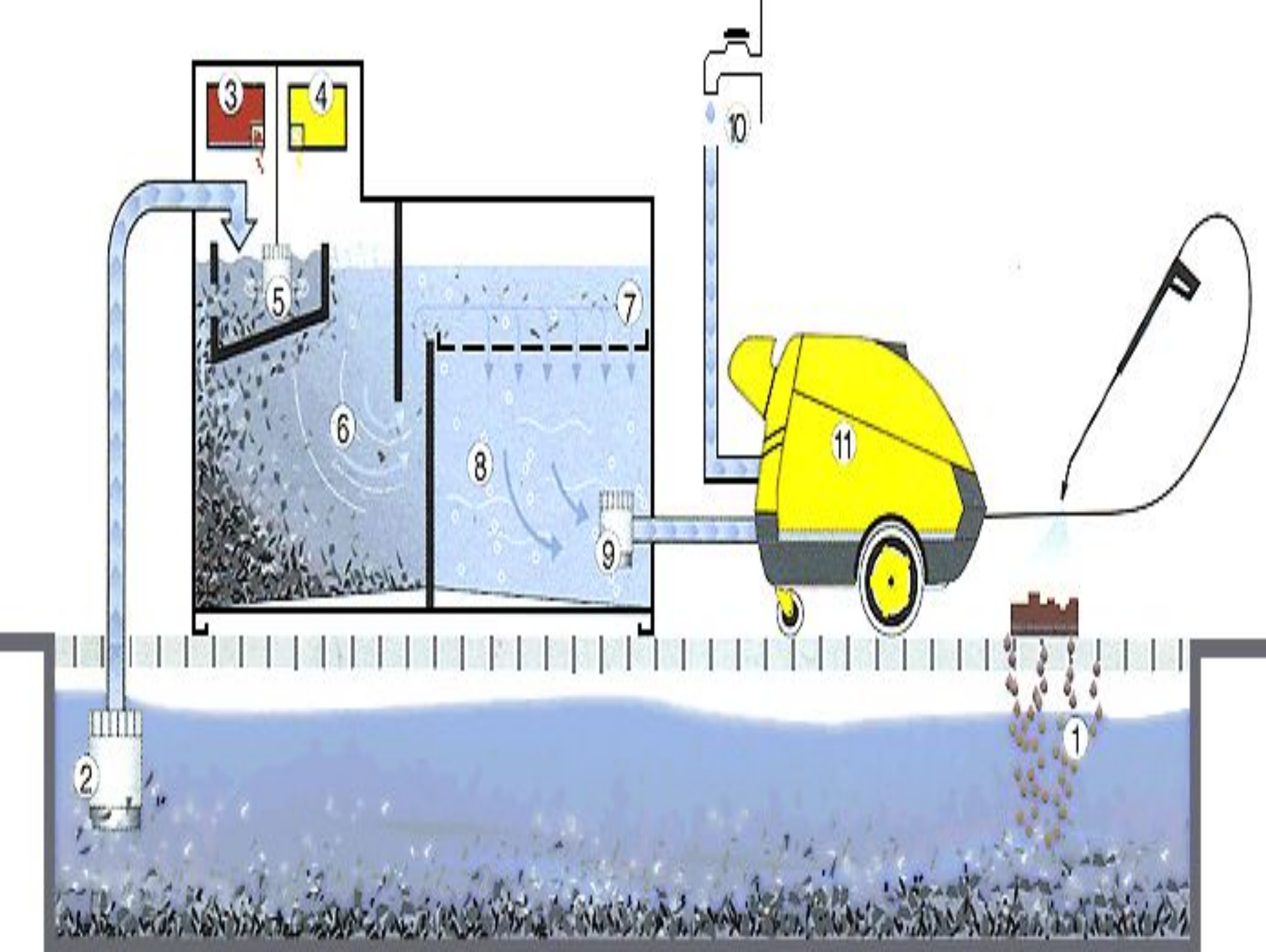
Химическая и биологическая очистка воды

Химическая очистка — добавление в сточные воды реагентов, способствующих образованию осадков из коллоидных и некоторых истинных растворов.

Биологическая очистка в естественных условиях происходит на специальных полях орошения или полях фильтрации. Здесь создается сеть магистральных и распределительных каналов и карт (площадок) шириной 20 м и длиной 100—150 м, окруженных земляными валами. Карты периодически заполняют сточными водами. Под воздействием солнечного света, воздуха, микроорганизмов они очищаются и просачиваются в грунт. На поверхности карт образуется перегной. Через несколько лет после прекращения слива сточных вод поля фильтрации используют для выращивания трав, кормовых культур или овощей, которые можно употреблять в пищу после термической обработки. Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях производится в специальных сооружениях — биофильтрах и аэротенках. Биофильтр представляет собой сооружение из кирпича или бетона, внутреннее его помещение заполнено прочным пористым материалом: шлаком, гравием, щебнем, керамзитом. На эти пористые материалы нанесена пленка микроорганизмов (бактерий, простейших и др.), которые в процессе жизнедеятельности поедают и разлагают органические вещества, очищая от них воду. В биофильтр периодически подаются сточные воды и воздух, идущий на процессы окисления во вторичных отстойниках происходит отделение бактериальной пленки от чистой воды. В таких биофильтрах и аэротенках устраняется более 90% загрязнений органическими веществами.

Бытовые сточные воды могут содержать патогенные микроорганизмы, поэтому их обеззараживают жидким хлором или хлорной известью.

Работа очистных сооружений и установок на предприятиях контролируется законом об охране окружающей среды.



Другие методы очистки

Мембранные методы очистки воды

Опреснение — это процесс снижения содержания солей в воде до предела, близкого к их содержанию в питьевой воде, т.е. 1000 мг/л.

Обессоливание — это процесс полного удаления солей из воды.

1. Обессоливание и опреснение воды методом электродиализа

Метод заключается в пропускании электрического тока через обрабатываемую воду, при этом происходит электролиз солей, находящихся в воде. Положительно заряженные катиониты движутся к отрицательному катоду, а отрицательно заряженные аниониты к положительно заряженному аноду.

Катодом служит электрод из магнетита, анодом электрод из железа. В производстве используют многокамерные диализаторы, имеющие 100-200 камер. В качестве перегородок используются особые селективные мембраны. Они состоят из пористого инертного материала, в котором опресованные зерна ионита. При погружении диафрагмы в воду происходит частичная диссоциация ионитов, и диафрагма приобретает заряд. Установка состоит из ряда катионитовых диафрагм. Под действием электрического тока начинается перемещение ионов таким образом, что во всех четных камерах останется чистая вода, а во всех нечетных рассол. Метод позволяет

Примеры и дополнительная информация

1. Основную часть используемых человеком водных ресурсов составляет речной сток. Полный годовой сток рек на нашей планете — км³. Почти под каждой рекой течет подземная река, и подземный годовой сток составляет 13 тыс. км³. Обеспеченность

пресной водой разных стран неодинакова. Наиболее богаты пресной водой Евразия (5668 км³ в год) и Канада (9740 км³ в год). В нашей стране годовой сток рек составляет 4384 км³ в год. Многие страны испытывают недостаток в пресной воде и импортируют ее. Вода транспортируется на десятки и сотни километров по трубопроводам, перевозится судами, автомашинами и даже самолетами. Привозную воду используют жители Алжира, Голландии, Гонконга, Сингапура. По данным Всемирной организации здравоохранения, примерно 1,2 млрд. человек страдают от нехватки чистой питьевой воды.

2. В сельском хозяйстве вода используется в огромных количествах: 70% от всего водопотребления. Для основных сельскохозяйственных культур установлены следующие нормы орошения (в м³ на 1 га); зерновые — 1500—3500, многолетние травы — 2000-8000, хлопчатник — 5000—8000, рис — 8000—15 000.

3. В коммунальном хозяйстве вода используется для бытовых нужд населения, на работу предприятий бытового обслуживания, мытье улиц и поливку зеленых насаждений, на противопожарные меры. Это составляет примерно 15% от расхода воды в промышленности. Считается, что в благоустроенном городе на личные нужды каждый житель расходует 200—300

История


Первая система водопровода в Елабуге создана И.В. Шишкиным, отцом великого художника. Издавна город питался родниковой водой. На чудом сохранившемся плане, датированном ноябрем 1923 года, можно увидеть, что водопроводы из деревянных труб проложены по оврагам и городским улицам длиной 9 км 935 м, из чугунных труб длиной 6 км 115 м, или 5 верст 366 сажен. Уже тогда на улицах имелись пожарные краны.

В середине XX века с развитием нефтяной промышленности и ростом города появилась необходимость в дополнительном объеме воды. На высоком берегу Камы, откуда открывался прекрасный вид на Елабужское городище, реку, луга, историческую часть города, пробурили первые артезианские скважины водозабора. До 1 марта 1976 года объекты водоснабжения и канализации Елабуги принадлежали трем ведомствам: НГДУ "ПН", комбинату коммунальных предприятий, УПП ВОС. Вновь организованное управление водопроводно-канализационного хозяйства (ПУВКХ) объединило эти объекты и основную базу. За 25 лет предприятие претерпело значительные изменения, а в 2001 году ПУВКХ присоединилось к ГУП "Вода Прикамья", созданному в 1988 году на базе водозаборных сооружений "Тураево" и станции очистки воды ПО "ЕлАЗ".

Сегодня ЗАО "Вода Прикамья" - крупное предприятие с коллективом работников в 500 человек, со сложной структурой и непрерывным режимом работы. Одним из важнейших его объектов является водозабор "Тураево", расположенный на правом берегу реки Камы на 112-м километре от устья. Речная вода по трем водоводам диаметром 1000 мм и протяженностью 47,7 км подается потребителям: на промыслы НГДУ "ПН", Менделеевский завод им. Карпова, станцию очистки воды ООО "Менделеевск-Азот" для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и предприятий г. Менделеевска, на станцию очистки воды ЗАО "Вода Прикамья". Районные очистные сооружения (РОС) представляют собой комплекс сложных технических устройств, предназначенных для очистки хозяйственно-бытовых и производственных стоков с проектной мощностью 160 тыс. м. Для естественной сушки и обеззараживания осадок на иловых площадках должен лежать не менее 5 лет. Так как ежедневно на такие площадки поступало до 40 - 50 м. Учитывая, что проект обработки осадков на РОС технически устарел, для обезвоживания осадков сточных вод необходимо было выбрать наиболее экономичное и эффективное оборудование. Такой установкой стал ленточный фильтр-пресс РМТ-1500, предложенный НПП "Биотехпрогресс" и приобретенный по лизингу. Установка позволила снизить объем осадка, решила ряд экологических проблем.

В дальнейшем иловые площадки будут использованы как полигоны для складирования, стабилизации, обеззараживания, дополнительного подсушивания, улучшения товарного вида, выдержки в течение одного-двух лет, после чего осадок планируется использовать в качестве органических удобрений.

Станция очистки воды (СОВ), где происходит подготовка воды хозпитьевого качества, пущена в эксплуатацию в 1997 году. Проектная мощность СОВ - 200 тыс. м³ в сутки. Фактически подаваемый в г. Елабугу и на промплощадку ПО "ЕлАЗ" объем воды составляет 25 - 26 тыс. м³ в сутки. В качестве коагулянта применяется сернокислый алюминий или аква-аурат, технология которого отработана на СОВ впервые в республике. Для улучшения процесса коагулирования и ускорения процесса осаждения взвесей в апреле 2005 года в качестве флокулянта внедрен полиэлектролит ВПК-402 взамен запрещенного к применению полиакриламида. Коллектив СОВ планомерно работает над вопросами улучшения качества хозпитьевой воды. Выполнена реконструкция скорых фильтров с заменой дренажной системы фильтра №1 из стальных труб на полиэтиленовые с фильтрующим элементом из нержавеющей стали, что позволяет максимально использовать всю площадь фильтра, уменьшить содержание в воде железа и бактерий.



Одной из важнейших задач для повышения надежности водоснабжения является строительство второго резервуара чистой воды. Важнейшей проблемой остается и ветхость сетей, особенно в нижней части города. До сих пор по улицам Гассара и Казанская в работе чугунные трубы, проложенные в 1900 году.

В 2004 году завершена реконструкция хозпитьевого водопровода по ул. Тугарова (по федеральному бюджету). Новые проекты выполняются в соответствии с требованиями времени: с применением прогрессивных материалов, оборудования и методов строительства. Так, при проектировании реконструкции водопровода по улицам Гассара, Казанская взят за основу метод горизонтально-направленного бурения.

Решение большинства производственных задач, таких, как использование современных технологий очистки воды, ремонт оборудования и сетей, строительство новых и замена ветхих сетей, достигается усилиями сплоченного коллектива предприятия под руководством высококвалифицированных специалистов.

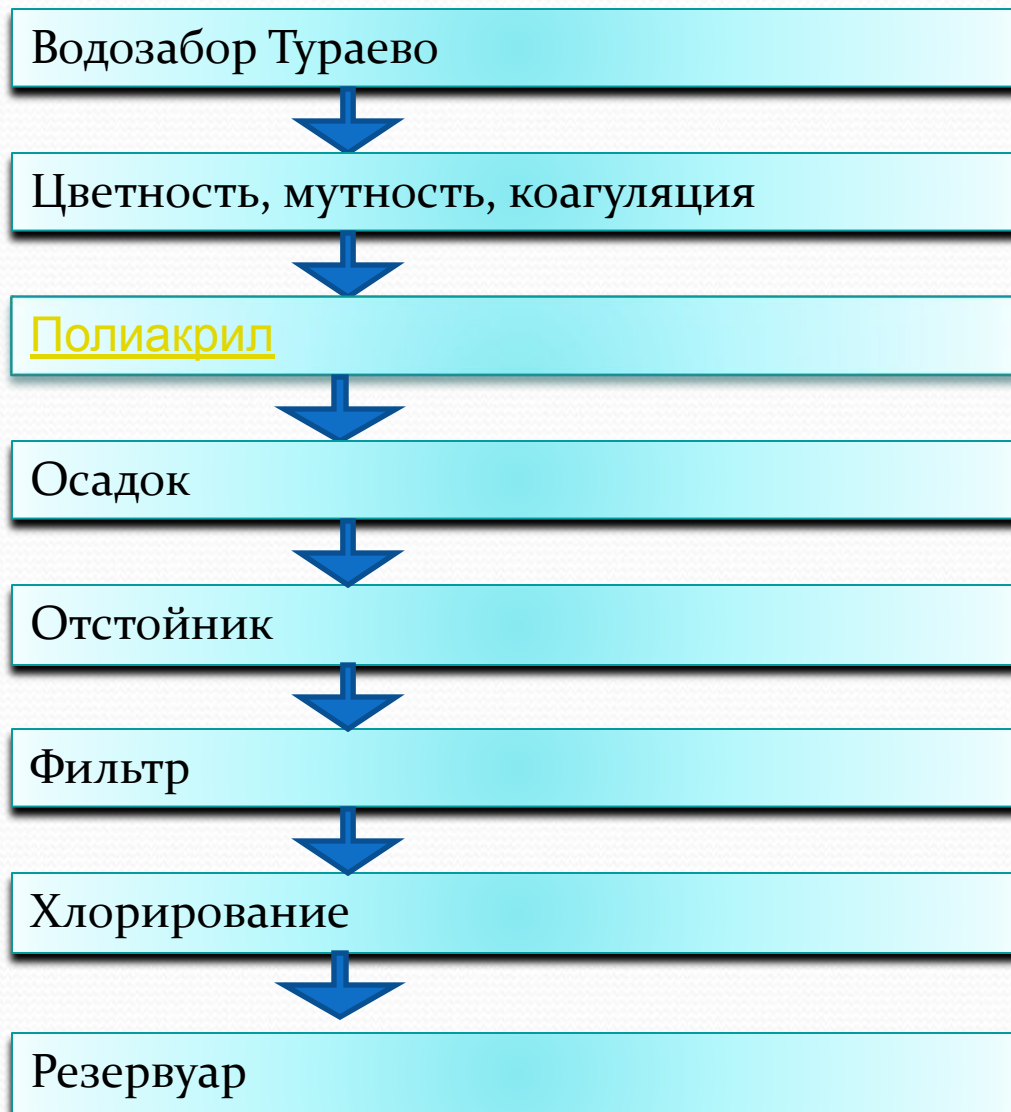
С 1980 года трудится на предприятии бессменный начальник водозабора В.Н. Голоднов. Ветеран труда, будучи на пенсии, продолжает возглавлять один из ключевых участков, передавая свои знания и опыт молодым. Досконально знает работу основных сооружений водоснабжения и канализации А.И. Гниденко, которая с 1989 года, еще в должности начальника санитарно-технического отдела УГЭ, вела контроль за ходом строительства РОС, СОВ и водозабора "Тураево".

Порой в тяжелых погодных условиях, в труднодоступных местах трудятся аварийно-восстановительные бригады. Четкая организация работ начальников цеха водоснабжения С.А. Команова, цеха водоотведения В.Н. Максимова сокращает сроки ликвидации аварий, облегчает труд подчиненных. С заслуженным уважением коллектив относится к начальнику РОСИ.А. Волкову, начальнику цеха водоподготовки М.В. Барышеву, начальнику РМЦ Н.Н. Колесову.

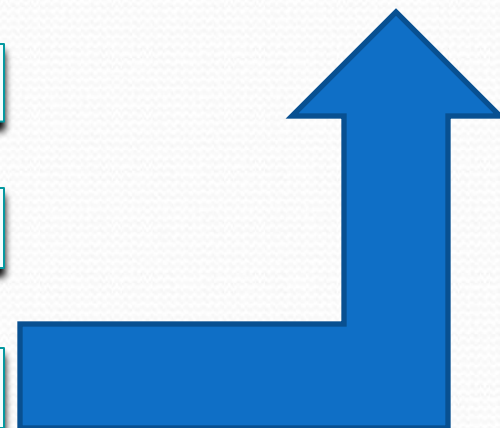
Возможно, менее известны в городе (что никак не умоляет их заслуги!) передовики производства: слесари-ремонтники В.А. Кузнецов, К.Г. Мавров, С.И. Данилов, мастер Ю.А. Смирнов, электромонтер В.Н. Власов, оператор на фильтрах С.В. Польшкина, машинист насосных установок А.А. Ким, водитель автокрана А.Н. Курочкин, токарь С.Я. Снегирев и многие другие.

Коллектив ЗАО "Вода Прикамья" осознает значимость своего предприятия и свою ответственность перед городом: нельзя останавливаться на достигнутом, необходимо ставить перед собой новые задачи, двигаться вперед. Это и дальнейшая реконструкция сетей в городе, и перевод обеззараживания воды и стоков с жидкого хлора на гипохлорит натрия, и внедрение преобразователей частоты плавной регулировки сетевых насосов на СОВ, и многое другое - всё то, что продиктует завтрашний день.

Этапы очистки воды в Елабуге



Выход в
город Елабуга



Коагуляция

В огромном помещении расположены резервуары, в которых вода проходит механическую очистку. Говоря научным языком, идет процесс коагуляции — взвешенные вещества выпадают в осадок. Затем, стекая по желобу, «облегченная» вода проходит следующую стадию очищения.

Камера-смеситель, в ней вода перемещается снизу вверх. Из труб бьет фонтан прозрачной воды с зеленоватым оттенком. Здесь продолжается процесс осветления. Затем через систему насосов очищенная вода поступает к потребителям со скоростью 320 кубометров в час.

Для того чтобы ускорить процесс коагуляции, вводят реагент гипохлорида натрия. Получают его путем электролиза раствора поваренной соли. На переднем плане — резервуар, в котором находится недельный запас солевого раствора.

Осадок

Схема обработки осадка сточных вод:
механическое обезвоживание уплотненной смеси сброженного в метантанках осадка на трех центрифугах ОГШ-501К-10;
термическая обработка (дегельминтизация) осадка в спиральных теплообменниках;
сжигание осадка вместе с мусором в термических печах мусороперерабатывающего завода.



Отстойник

Отстаивание — наиболее простой и часто применяемый способ выделения из сточных вод грубо дисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дне отстойника или всплывают на его поверхности.



Фильтр

Высокоскоростные напорные фильтры для воды – эти фильтры представляют собой специальные емкости, напоминающие по форме колонны, изготовленные из прочных антикоррозионных материалов и наполненные фильтрующим материалом. При прохождении через этот материал, происходит фильтрация воды - степень очистки около 30 мкм. В верхней части колонны устанавливается управляющий блок, определяющий параметры процесса фильтрации и периодичность регенерации (специальный режим, восстанавливающий свойства фильтрующего материала).

Этот фильтр напорный эффективно используется при высоких концентрациях разнородных механических примесей в воде. В этом смысле это, пожалуй, наиболее универсальный тип фильтра механической очистки. Однако, для данного напорного фильтра необходимо иметь достаточно места для его размещения в отапливаемом помещении, а также должна быть предусмотрена дренажная магистраль для обеспечения режима регенерации.



Хлорирование

Хлорирование воды, обработка воды хлором и его соединениями. Наиболее распространённый способ **обеззараживания питьевой воды**; основан на способности свободного хлора и его соединений угнетать ферментные системы микробов, катализирующие окислительно-восстановительные процессы. Для обеззараживания питьевой воды применяют хлор, двуокись хлора, хлорамины и хлорную известь. Необходимая доза препарата устанавливается пробным Х. в.: она определяется хлор-поглощаемостью воды (количество хлора, необходимое для связывания главным образом содержащихся в воде органических соединений). Хлор вводят с избытком (остаточный хлор) с целью уничтожения микробов, попадающих в воду после её хлорирования. Содержание остаточного свободного хлора через 30 мин после Х. в. должно быть не менее 0,3 мг/л. В некоторых случаях проводят двойное Х. в. - до очистки (предварительное Х. в.) и после неё (заключительное Х. в.); при наличии в воде веществ, которые после Х. в. могут придать ей неприятные запах и привкус, воду до хлорирования обрабатывают аммиаком или аммонийными солями.

Х. в. применяют и для обеззараживания питьевой воды в полевых условиях; наиболее надёжен метод суперхлорирования, обеспечивающий избыток активного хлора не менее 10 мг/л при экспозиции не менее 30 мин. После суперхлорирования проводится дехлорирование - устранение избыточного хлора физическими или химическими методами.

Резервуар

Резервуар-ёмкость для хранения жидкостей или газов. **Резервуары** устраивают надземные, наземные и подземные, изготавливают металлическими, железобетонными и деревянными, по форме - цилиндрическими, призматическими и сферическими. Наиболее распространены вертикальные цилиндрические **резервуары**. В зависимости от назначения и вида хранимого вещества **резервуары** подвергают тепло- и гидроизоляции, а их внутренние стенки облицовывают. **Резервуары** оборудуют подогревателями, предохранительными и др. клапанами, арматурой, приёмо-раздаточными устройствами, приспособлениями для очистки, уровнемерами и т. п.





Конец