

Менеджмент обработки воды в целях пригодности для питья

В ходе сегодняшней темы вы изучите:

- Понятия: питьевая вода, обработка воды в целях пригодности для питья;
- Требования к качеству питьевой воды на основе Закона № 182 от 19.12.2019 г. о качестве питьевой воды;
- Классификацию методов обработки воды;
- Установки/сооружения для обработки поверхностных и подземных вод;
- Схему технологического процесса станции обработки для питьевой воды.

Ознакомьтесь!

Вода является важнейшим незаменимым продуктом питания. Эти утверждения не фигура речи, а цитаты из стандартов по воде развитых стран. Человек может крайне ограничивать себя в воде для других видов использования, но не в питьевой воде. Поэтому для человека самой важной была, есть и будет **питьевая вода**.

❖ *Согласно Закону о качестве питьевой воды № 182/2019:*

Питьевая вода – вода, предназначенная для употребления людьми, а именно:

a) любой вид природной воды или воды после обработки, используемой для питья, приготовления пищи, личной гигиены, гигиены жилья или бытовых предметов, независимо от ее происхождения и от того, поставляется ли она посредством распределительной сети, из источника или резервуара либо распределяется в бутылках или в других емкостях;

b) вода, используемая в пищевой промышленности для производства, переработки, консервирования или реализации продуктов, или веществ, предназначенных для употребления людьми.

Обработка воды в целях пригодности для питья - означает устранение большинства органических, неорганических и биологических компонентов, содержащихся в воде, для соответствия полученной воды национальным и международным нормам, касающимся питьевой воды.

Качественная питьевая вода должна быть холодной (5°), приятной на вкус, без цвета и запаха, со средним содержанием минеральных веществ (карбонатов кальция, магния, солей сульфатов с упомянутыми металлами).

Чтобы быть здоровым, следует употреблять воду из надежных источников:

- Источники питьевой воды в сельской местности – колодцы, скважины малой глубины и водозаборы – проверяются территориальными подразделениями Национального агентства общественного здоровья по запросу местного органа публичной власти или владельца источника воды каждые три года по химическим параметрам и ежегодно - по микробиологическим параметрам, путем отбора проб воды и проведения лабораторных анализов;
- Состояние питьевой или непитьевой воды, установленное на основе анализов уполномоченной лабораторией, указывается на табличке, вывешенной на видном месте над источником воды или вблизи него.
- Если лабораторные анализы показывают, что вода не соответствует условиям годности для питья, запрещается ее использование для употребления людьми, животными и для орошения.

Полезно знать!

Для обеспечения населения питьевой водой, вода должна пройти долгий и достаточно сложный путь.

Все проводимые для этих целей мероприятия определяются видом воды, используемой для обработки в целях пригодности для питья, а именно поверхностных и подземных вод.

Централизованное использование воды в населенных центрах является проблемой ближайшей перспективы, связанной с неуклонным повышением степени комфорта и цивилизованности.

Как вы уже поняли, для поставки питьевой воды по водораспределительной сети, ее необходимо подвергать обработке.

Подземные воды часто бывают такого качества, которое позволяет их непосредственно использовать как питьевую воду, без обработки. Вода, происходящая из других источников, таких как поверхностные воды, должна обрабатываться в целях пригодности для питья, этот комплекс процессов часто называют приготовлением или обработкой воды.

Обязательным элементом системы поставки питьевой воды является станция обработки.

Система производства и поставки питьевой воды содержит следующие компоненты:

- ❖ Водный источник – фронт забора поверхностных и подземных вод;
- ❖ Станция обработки/очистки в целях пригодности для питья;
- ❖ Система транспортировки очищенной воды;
- ❖ Распределительная система.

Процессы и этапы обработки воды достаточно разнообразны. Станции обработки воды могут быть достаточно разных конструкций, в зависимости от размеров, сложности, используемых технологий и т.д. Также бывают мини-станции очистки или даже индивидуальные устройства. Вместе с тем, этапы и принципы обработки воды чаще всего одинаковые.

❖ Каждый процесс обработки основан на обеспечении качества технологии обработки воды, оборудования, веществ и материалов, контактирующих с питьевой водой, а именно:

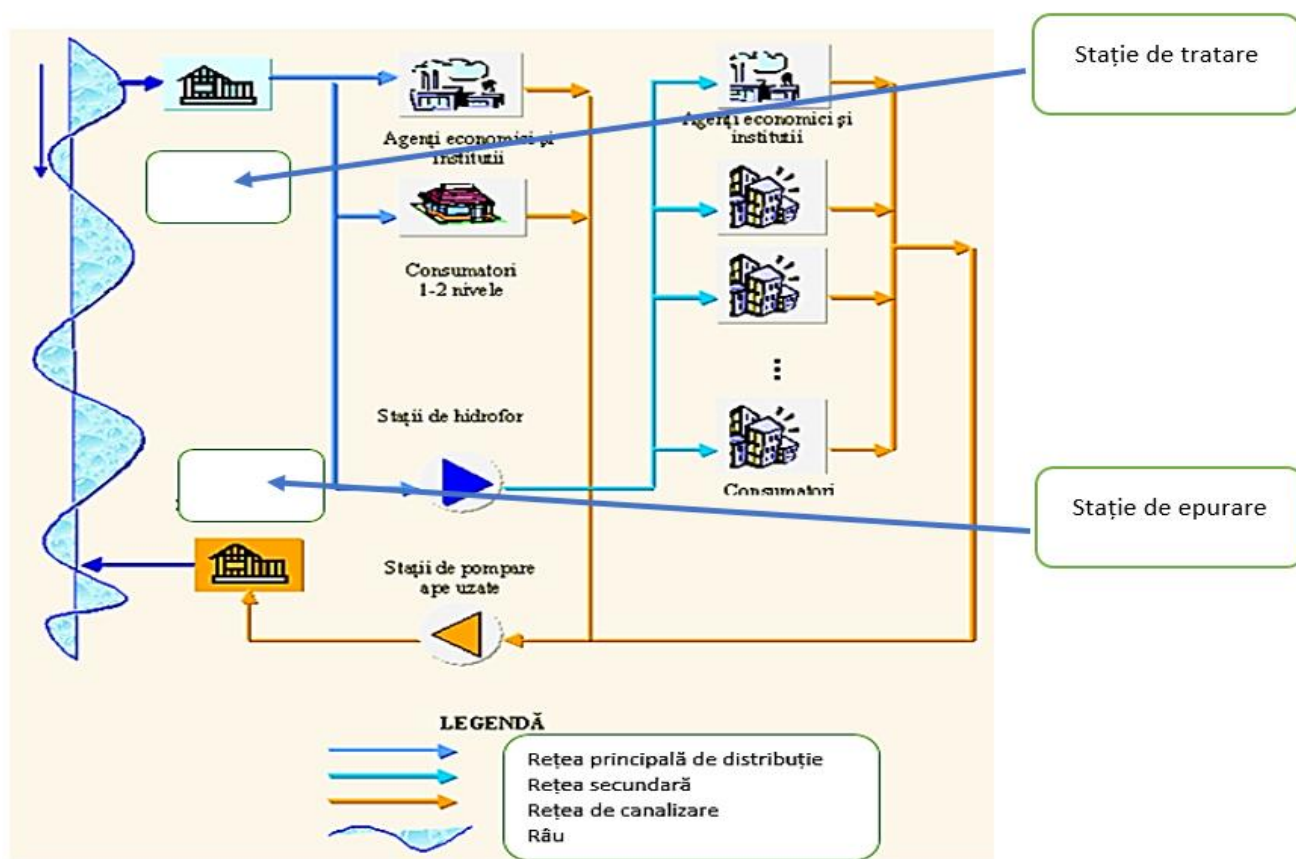
- ✓ Ни одно вещество или материал, используемый на установках по производству, распределению, розливу, транспортировке или хранению питьевой воды, не должны присутствовать в более высоких концентрациях, чем это необходимо для цели его использования, и не должны оставлять в питьевой воде, прямо или косвенно, соединения или примеси, ухудшающие охрану здоровья человека.
- ✓ Предложение к потреблению питьевой воды, разлитой в бутылки или другие емкости, осуществляется с соблюдением положений законодательства об упаковке и маркировке пищевых продуктов.

Приложение. 2

Условия/требования к качеству питьевой воды:

- 1) Питьевая вода должна быть саногенной и чистой;
- 2) В воде не должно быть микроорганизмов, паразитов или веществ, которые по своему количеству или концентрации создают потенциальную угрозу для здоровья человека
- 3) Вода должна отвечать минимальным требованиям микробиологических, химических и индикаторных параметров.

Принципиальная схема системы водоснабжения и канализации города/муниципия.



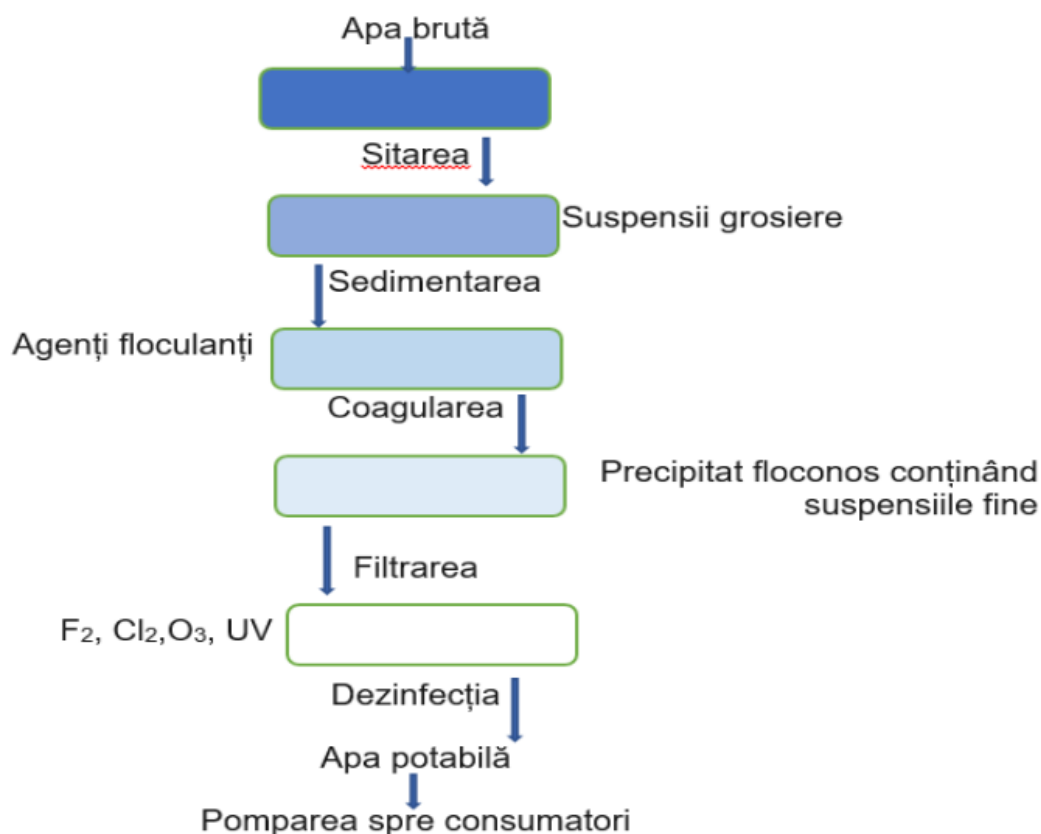
Методы обработки воды:

Для получения питьевой воды установлены **обычные** методы обработки воды, которые включают: отстаивание, коагуляцию, фильтрование (физическое или биологическое), затем дезинфекцию, и **передовые** методы обработки: Простая физическая обработка и дезинфекция (например: быстрая фильтрация и дезинфекция).

Обычная, физическая, химическая обработка и дезинфекция [например: предварительное хлорирование, коагуляция, флокуляция, отстаивание, фильтрование, дезинфекция (окончательное хлорирование)].

Передовая физическая, химическая обработка, предварительное хлорирование и дезинфекция [например: промежуточное хлорирование, коагуляция, флокуляция, отстаивание, фильтрование путем поглощения (на активном угле), дезинфекция (озонирование, окончательное хлорирование)].

Технологический процесс получения питьевой воды обычными методами обработки.



Описание этапов обработки питьевой воды

Вода забирается, как правило, из водохранилищ, реже – из рек, из зоны санитарной охраны. Благодаря тому, что водозабор не находится на поверхности и есть решетки, на станцию обработки, называемую обычно водообрабатывающей фабрикой, не доходят крупные плавающие или твердые предметы. Идеально, когда до обработки производится предварительная очистка воды путем пропускания через участок почвы, что применяется во многих странах, где забираемая вода закачивается в поверхностную почву, и на небольшом расстоянии выкачивается и заливается уже в предварительно очищенном виде в саму станцию обработки. Вот вкратце процессы, которым подвергается сырая вода в дальнейшем для того, чтобы стать питьевой водой:

- **Процеживание** – первый этап приготовления воды. На ситочной станции, путем последовательного пропускания воды через крупные, затем мелкие сита и впоследствии – через микро-сита, удаляются плавающие тела, рыбы, планктон и прочие крупные взвеси.

- **Отстаивание** происходит в отстойниках, которые могут быть линейными или круговыми. Здесь вода простаивает определенное время, а взвеси гравитационно осаждаются на дно отстойника, откуда периодически удаляются. Поскольку не все вещества в виде частиц откладываются, или это может длиться слишком долго, процесс усиливается путем флокуляции и коагуляции. В этих целях в воду вводятся реактивы, такие как сульфат алюминия, сульфат или хлорид железа, известь и др. Таким образом, частицы с электрическим зарядом связываются и образуют более крупные, электрически нейтральные агрегаты, которые откладываются.

- **Фильтрование** представляет собой следующий процесс, который происходит на фильтровальных станциях. Существует несколько видов фильтров, которые используют песок, соответственно, активированный уголь. Самые распространенные из них – медленный (английский) фильтр и быстрый (американский) фильтр. Фактически это бассейны с песком, через которые вода проходит сверху вниз, гравитационно, выходя в

чистом состоянии. Фильтры периодически промываются для устранения массы удержанных примесей. У «быстрого фильтра» процесс фильтрования является механическим, а у «медленного фильтра» это фактически механическо-биологический процесс, потому что в основном на поверхности фильтра образуется слой, колонизированный водорослями, бактериями простейшими, которые активно способствуют задержанию примесей через химические, ферментные и бактерицидные организмы.

● **Окисление** является дополнительным приемом удаления загрязняющих веществ, который применяется не на всякой станции обработки. Окисление осуществляется такими реагентами, как озон, хлор или Cl_2O . Озон разрушает хлорфенолы и другие вещества, которые ухудшают вкус воды. Хлорметаны могут разлагаться с помощью ультрафиолета плюс пероксидом водорода. Cl_2O может окислять то, что не удается окислять хлору и озону. Эффективность окисления снижается, если в воде присутствуют гуминовые кислоты. Для эффективного окисления следует знать, какие загрязнители содержатся в воде. В случае поверхностных вод это сложно, потому что их много, и они все время меняются. Окисление удаляет многие нежелательные соединения, но может создавать другие, такие как цетоны, карбоксильные кислоты и др.

● **Абсорбция** - это метод, используемый на некоторых станциях и осуществляемый на оксиде алюминия, поглощающих смолах или активном угле (безосновательно называемый фильтрованием на активном угле).

Стабилизация воды включает приемы, предназначенные для предотвращения изменения воды между приготовлением и использованием потребителем, а именно избежание коррозии труб или осаждения/отложений в трубах. Против коррозии идеальным является отложение слоя карбоната кальция или магния с внутренней стороны, но практически это сильно зависит от pH, кислорода, бикарбоната и др.

● **Раскисление** применяется в случае кислых вод, чтобы они не были коррозионными. Производится путем механического проветривания или пропускания через щелочные вещества. Обезжелезивание и деманганизация проводятся с целью удаления этих металлов, которые могут откладываться в трубах или создавать проблемы у потребителей. Путем введения кислорода Fe^{2+} превращается в малорастворимый гидроксид железа $3+$. Похожим образом осуществляется деманганизация, которая, однако сильно тормозится, если вода содержит много аммиака, хлора или органических веществ. Существуют и биологические методы обезжелезивания и деманганизации, при которых используются бактерии.

● **Умягчение / денкарбонизация.** Жесткость воды бывает карбонатной (обусловлена карбонатами кальция и магния) и некарбонатной (вызванной сульфатами, нитратами и хлоридами кальция или магния). Жесткая вода не полезна для здоровья, но и вредна для многих практических видов использования (стирки, приготовления пищи, систем теплого водоснабжения и т.д.). Поэтому для приведения воды в состояние, пригодное для питья, вода умягчается только в исключительных случаях. Однако это делается для специальных технических вод использования, таких как центральное отопление, почечный диализ и т.д. Различают непосредственное умягчение, при котором извлекается кальций и магний ионными обменниками, которые выделяют взамен ионы натрия и водорода, или денкарбонизация, посредством которой удаляется бикарбонатный ион через ионный обменник или осаждение.

Деактивация воды осуществляется в целях удаления радиоактивных соединений. Чаще всего используются ионные обменники.

Дезинфекция воды практикуется для поверхностных вод, берегового фильтрата, подземных вод из растрескавшихся почв, или которые слабо фильтруются по другим причинам. Цель состоит в разрушении болезнетворных микробов – бактерий, вирусов и паразитов, включая кисты. Дезинфекция воды может приводить к нежелательным последствиям в виде наличия в питьевой воде остатков веществ, использованных при ее обработке, или их субпродуктов, таких как хлорфенолы, галоацетонитрилы или тригалометаны (в случае хлорирования), соответственно, альдегидов, фенолов и карбоксильных кислот (в случае озонирования). Поэтому метод следует выбирать и в

зависимости от имеющихся загрязнителей. Существует несколько возможностей для дезинфекции, из которых мы представим самые распространенные:

- **Непрямое хлорирование в газовой фазе** газообразным хлором, который сначала превращается в раствор. Обеспечивает и окисление различных органических и неорганических веществ. Главный недостаток состоит в том, что образуются вторичные токсичные соединения (например, тригалометаны, такие как хлороформ), нежелательные в том числе из-за возможного канцерогенного действия. Их образования можно избежать путем предварительной обработки ультрафиолетовыми лучами и озоном, но это спорный прием, потому что озон тоже дает нежелательные побочные продукты. Хлорируемая вода должна быть в остальном чистой, иначе основная часть хлора расходуется в других реакциях, чем намеченные, по разрушению микробов. Другое нежелательное следствие - формирование хлорфенолов, которые серьезно ухудшают вкус даже при ничтожно малых концентрациях - 1:20.000.000 ! В воде должно еще оставаться некоторое количество остаточного хлора, для обезвреживания микробов, которые еще загрязняют воды во время прохождения по сети до потребителя, но не в избытке, потому что это органолептически портит воду и вредно для здоровья.

- **Гипохлорит натрия - NaClO** , это прозрачный, слегка желтоватый раствор с характерным запахом. Когда гипохлорит натрия не растворен в воде, образуются два вещества, играющие очень важную роль при окислении и дезинфекции. Эти два вещества – хлорноватистая кислота (HOCl) и гипохлорит ион (OCl^-), который менее активен. Гипохлоритная кислота распадается на хлористую кислоту и кислород. Атом кислорода – очень мощный окислитель. Гипохлорит натрия эффективен против бактерий, вирусов и грибов. Дезинфицирующая сила гипохлорита равнозначна силе хлора. Преимущество по сравнению с хлором – это легкость транспортировки и хранения. Дозировка гипохлорита простая и безопасная. Недостатки гипохлорита состоят в том, что он не должен оставаться в контакте с воздухом, поскольку он разлагается. Это коррозионное и опасное вещество. Ни гипохлорит, ни хлор не разрушают *Giardia Lambia* и *Cryptosporidium*.

- **Cl_2O** обладает существенными преимуществами перед газообразным хлором: pH воды не влияет на его использование; его собственный вкус и запах менее раздражительны, как и у Cl_2 ; не вступает в реакцию с фенолами, а значит, органолептически не портит воду хлорфенолами; меньше вступает в реакцию с органическими соединениями воды и поэтому меньше расходуется в нежелательных направлениях; образует меньше тригалометанов и побочных продуктов. Недостатки заключаются в том, что вступает в реакцию с гуминовыми кислотами, образуя в результате токсичные и даже мутагенные продукты. Кроме того, формирует хлориды и хлораты, а также другие соединения, многие из них токсичны. Поэтому в целом нельзя утверждать, что он ни лучше, но и не хуже газообразного хлора.

- **Озонирование** состоит в обработке воды озоном – мощным окислителем, у которого также есть и преимущества, и недостатки по сравнению с хлором. Преимущества: требует меньше времени для реакции (10 минут по сравнению с 30 минутами у хлора); бактерицидная активность в 20 раз сильнее; на него не влияет pH воды; не сохраняется в воде и не дает реманентных продуктов (выделяется кислород); не образует хлорфенолов и не ухудшает вкус никаким другим образом. Недостатки: не оказывает длительного воздействия, сохраняющегося в сети; эффективность ухудшается в присутствии органических веществ, которые «конкурируют» с бактериями, которые он должен подавлять; создает токсичные вещества, такие как озониды, которые трудно поддаются дозировке.

- **Ультрафиолетовые лучи** - метод дезинфекции, применяемый к очень чистым водам, потому что они зависят от прозрачности воды. Должны применяться тонким слоем и относительно долгое время, поэтому метод применим только для относительно небольших объемов воды. Образуются и определенные количества озона, который, в свою очередь, дает токсичные производные, следовательно, обработка УФ тоже не является абсолютно «чистой».

- **Обработка серебром:** Требуется очень чистой воды и неоднократного контакта воды с серебряными пластинами. Это хорошее дезинфицирующее средство, но применяется

скорее для поддержания воды в стерильном состоянии после того, как она уже была продезинфицирована.

- **Гамма-лучи** представляют собой электромагнитные, ионизирующее излучения. Реже используются для дезинфекции.

- **Ультразвуки** - это высокочастотные механические вибрации, которые способны убивать микроорганизмы. Применяются редко.

При дезинфекции воды следует учитывать, что вирусы более устойчивые, как и кишечные бактерии, но менее устойчивые, чем простейшие. Например, обычное хлорирование практически не способно удалить *Giardia*. В качестве методов дезинфекции их эффективность уменьшается в следующем порядке: $O_3 > Cl_2O > HClO > ClO^- >$ хлорамины.