

## СПОСОБЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Methods of disinfection of drinking water

**А. А. Медведева**, студент

**Н. Л. Лопаева**, кандидат биологических наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

*Рецензент:* О. В. Горелик, профессор, доктор сельскохозяйственных наук

### **Аннотация**

Обеззараживание питьевой воды важная процедура для уничтожения патогенных микроорганизмов, предотвращения передачи через воду возбудителей инфекций, и обеспечения безопасности потребления воды. Для этого были разработаны методы, обладающие разной степенью эффективности, со своими преимуществами и недостатками. Обеззараживание воды, как один из этапов очистки, необходимо, даже вне зависимости от того, для каких целей будет использоваться эта вода дальше. Так как, необеззараженная вода может быть опасна для здоровья людей, массовое употребление и использование такой воды отрицательно повлияет на санитарно-эпидемиологическую обстановку в стране.

**Ключевые слова:** вода, обеззараживание, микроорганизмы.

### **Summary**

Disinfection of drinking water is an important procedure for the destruction of pathogenic microorganisms, preventing the transmission of infectious agents through water, and ensuring the safety of water consumption. To do this, methods have been developed with varying degrees of effectiveness, with their advantages and disadvantages. Disinfection of water, as one of the stages of purification, is necessary, even regardless of what purposes this water will be used for further. Since uninfected water can be dangerous to human health, the mass consumption and use of such water will negatively affect the sanitary and epidemiological situation in the country.

**Keywords:** water, disinfection, microorganisms.

Обеззараживание – очистка питьевой воды от микробиологического загрязнения. Методы обеззараживания служат для уничтожения вредных микроорганизмов, вирусов и бактерий. Чистая питьевая вода необходима не только для производственных предприятий, но и для применения в быту, содержания животных, полива растений.

Каждый из методов имеет свои плюсы и минусы. В целях обеззараживания применяют химические и физические методы, а иногда их комбинируют между собой, что позволяет добиться лучшего эффекта.

Под химическими методами подразумевается применение окислителей (реагентов), таких как хлор, озон, ионы серебра, йод и других веществ. К физическим относят: УФ облучение, ультразвук, радиоактивное излучение, термическую обработку. В условиях подачи воды в городах, обеззараживание производят в последнюю очередь, перед поступлением воды в резервуары[1].

Рассмотрим для начала химические методы. Один из самых популярных методов – хлорирование, основан на способности хлора угнетать ферментные системы микроорганизмов, па-

губно воздействуя на их окислительно-восстановительные процессы. Хлор, при нормальных условиях – это удушающий газ со специфическим запахом, который относится к сильнодействующим ядовитым веществам и способен вызвать сильнейшее отравление у людей.

Его повсеместное использование связано с тем, что хлор очень дешевый и его выгоднее использовать в больших масштабах. Оборудование для обеззараживания хлором не сложное в использовании, а так же этот метод является самым надежным и его можно использовать для обеззараживания на самых разных сооружениях. В целях обеззараживания воды могут применяться: хлор, хлорная известь, двуокись хлора, хлорамин и другие хлорсодержащие вещества.

Однако использование хлора, может сокращать срок службы водопроводных труб. Самым прочным материалом для изготовления труб, по которым будет течь хлорированная вода, оказалась медь. Так же опасность хлорирования не только в том, что хлор сам по себе токсичен, но и в том, что он может образовывать канцерогенные и мутагенные соединения с содержащимися в воде органическими веществами и техническими отходами. К минусам использования хлора так же можно отнести: спорообразующие бактерии (сибирская язва), яйца гельминтов, цисты амёбы, вирусы гепатита, при таком способе обеззараживания не погибают, вода может приобретать неприятный запах и вкус, появляются хлорустойчивые микроорганизмы, медленно проявляется обеззараживающий эффект, повышенные требования к условиям хранения и перевозки хлора, угроза утечки [2].

**Хлорирование.** Для эффективного использования хлора, вода предварительно должна быть очищена от частиц минерального и органического происхождения, доза хлора должна быть достаточной по отношению к количеству воды, которую необходимо очистить, и хлор должен быть в воде от 30 минут до часу, для проявления обеззараживающего эффекта. При добавлении хлора в воду, должен быть даже небольшой избыток свободного вещества. По окончании процесса хлорирования, об его эффективности судят по остатку активного хлора. Обычно добавляют 1-3 мг хлора на литр, при этом остаточный свободный хлор в чистой воде должен быть не более 0,3-0,5 мг на литр.

**Двойное хлорирование.** При таком способе, хлор добавляется в воду два раза. Сначала в отстойники, а потом после фильтров (до и после очищения). При этом дозу хлора делят на 2 части. Применяется при использовании речной воды с бактериальным загрязнением. Такой способ позволяет повысить надежность обеззараживания и снизить рост микроорганизмов на очистных сооружениях.

**Суперхлорирование.** Воду хлорируют большими дозами хлора. Добавляют 5-10 мг/л, такая концентрация больше обычной в 5-10 раз. При этом, остаток активного хлора достигает 1-5 мг/л. Используется только в экстренных ситуациях, при особой эпидемической обстановке, когда нет времени для достаточной выдержки хлора в воде. Может использоваться в военное время или в полевых условиях. При этом время контакта хлора с водой снижается до 15 минут. Избыток хлора устраняется либо фильтрацией через активированный уголь, либо добавлением гипосульфита натрия.

**Аммонизация.** В воду добавляют аммиак или соли аммония и хлор. Аммонизация может быть осуществлена как до, так и после хлорирования. Используется для удаления неприятного запаха и привкуса, при хлорировании, для предотвращения последующего образования таких канцерогенных веществ как хлороформ, хлорорганических соединений, для продления обеззараживающего эффекта хлора.

Сейчас, в качестве альтернативы хлорированию существует много других химических способов обеззараживания воды, более пригодных для использования потом этой воды в качестве питьевой. Рассмотрим другие химические способы.

**Йодирование.** Способ основан на бактерицидном действии йода. Однако, он плохо растворим в воде, может придавать ей специфические привкусы или запахи, поэтому не добавляется в чистом виде. Чаще всего такой способ используют в походных условиях, добавляя специальные таблетки йода в воду или в качестве замены хлорированию воды в бассейнах.

**Озонирование.** Озонирование – обработка воды озоном для уничтожения микроорганизмов и устранения неприятных запахов. Это происходит при помощи озонатора, это генератор для получения озона. Озон – газ со специфическим запахом, хорошо растворимый в воде, имеет голубоватый цвет, высокую окислительную способность и, в отличие от хлора, может уничтожать вирусы и споры.

Озонирование позволяет сократить время обеззараживания до нескольких минут, при этом, эффективность почти не зависит от мутности, кислотности и температуры воды. Озон и его соединения не имеют запаха и вкуса, а его избыток превращается в кислород, не оказывая пагубного влияния на здоровье людей, так же его можно производить прямо на месте очистки воды, используя генераторы. Вода, полученная таким способом, не имеет цвета, в ней меньше образуется токсичных соединений.

Однако озонирование достаточно дорогой способ, а сам озон взрывоопасен и токсичен. Он слишком быстро разлагается и может иметь обратный эффект и вызывать рост микроорганизмов, а так же нельзя говорить про его полную эффективность в уничтожении спор бактерий. Как и хлор, образует токсичные и мутагенные соединения.

**Обеззараживание ионами серебра.** Этот способ основан на способности ионов серебра оказывать токсическое воздействие на бактерии, вирусы, грибы, плесень и споры. При этом, серебро обладает консервирующим эффектом, сохраняя высокие санитарно-гигиенические показатели воды более года. Использоваться может путем помещения в воду серебряного предмета или в виде солей серебра, которые растворяются в воде электролитическим способом, с помощью ионаторов. Такой способ получения питьевой воды часто используется космонавтами и моряками, и с его помощью часто обеззараживают минеральную воду.

Однако пока что недостаточно сведений о токсичности серебра для людей, поэтому трудно использовать его как надежный метод.

Следующие способы относятся к физическим, их часто применяют совместно с химическими (например, с хлорированием), в целях повышения эффективности обеззараживания.

**Обеззараживание ультразвуком.** Этот способ основывается на разрушении клеточной оболочки бактерий ультразвуком и не зависит от мутности воды, в отличие от предыдущего. Обеззараживающий эффект распространяется в том числе на споры и эффект достигается за пару секунд воздействия. Для получения необходимых ультразвуковых колебаний, используются магнитострикционные и пьезоэлектрические устройства.

**Ультрафиолетовое облучение.** Под воздействием ультрафиолетовых лучей микроорганизмы погибают, из-за разрушения белков клеток и дополнительно в воде образуются молекулы озона, свободные радикалы и атомарный кислород, которые так же пагубно воздействуют на них. Данный метод не влияет на химический состав воды, её вкус и запах, действие лучей происходит в течение нескольких секунд. УФ лучи убивают вирусы, споры, яйца гельминтов, бактерии. Последние погибают в течение нескольких минут после облучения. Облучение, даже дольше требуемого времени, никак не влияет на безопасность воды. Способ

не дорогостоящий, не требует сложного в обслуживании оборудования и затраты на электричество гораздо ниже, чем при других способах.

Однако, для этого способа вода должна не должна быть мутной или содержать соли железа, так как это мешает прониканию УФ лучей. При использовании воды из водоёмов, её необходимо предварительно очистить.

**Радиационное обеззараживание.** Эффект достигается при помощи ионизирующего излучения, при котором происходит ионизация воды и гибель микроорганизмов, за счет нарушения обмена веществ в их клетках. Преимущества в том, что данный способ воздействует на многие бактерии, ионизация происходит быстро и способствует получению наиболее чистой воды. Из-за загрязнения техногенными веществами, этот способ чаще всего используется совместно с хлорированием.

**Термический метод.** Эффект достигается за счет кипячения воды не менее 10 минут, при этом уничтожаются все микроорганизмы, даже полезные для человека и в ней быстро развиваются бактерии, попавшие уже после кипячения. Такая вода хранится не больше суток. Используется в основном домашних условиях, школах, детсадах, больницах.

Таким образом, самый популярный метод - обеззараживание хлором и термическая обработка в домашних условиях. От повсеместного использования других методов, нас останавливает или недостаточная изученность возможных пагубных последствий для здоровья человека, или дороговизна и сложность использования и обслуживания необходимого оборудования [3-5].

### Библиографический список

1. *Ляпин В. А., Любошенко Т. М., Разгонов Ф. И.* Гигиенические требования к качеству воды. Системы очистки и обеззараживания воды: учебное пособие. М., 2016. С. 56.
2. *Кульмакова Н. И., Хакимов И. Н., Семенов В. Г., Мударисов Р. М.* Гигиена содержания, кормления и ухода за сельскохозяйственными животными: учебное пособие для спо. 2021. С. 208.
3. *Петров А. С.* Безопасность водоснабжения: обеззараживание питьевой воды. М., 2017. С. 200.
4. *Иванова О. Н.* Обеззараживание питьевой воды: современные методы и технологии. М., 2015. С. 150.
5. *Сидоров Г. П.* Обеззараживание питьевой воды: сравнительный анализ методов. М., 2019. С. 220.