

# ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

---

---

УДК 628.1

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ

*Г. Б. Абуова, В. Р. Ибатуллина, В. Н. Филимонов*  
*Астраханский государственный*  
*архитектурно-строительный университет (Россия)*

Задачей обеззараживания воды является устранение из нее патогенных и иных микроорганизмов, присутствие которых может делать воду не пригодной для питья. Существуют физические и химические методы обеззараживания воды. При использовании физических способов необходимо подвести к единице объема воды заданное количество энергии, определяемое как произведение интенсивности воздействия (мощности излучения) на время контакта. В случае обеззараживания питьевой воды химическим методом для достижения стойкого обеззараживающего эффекта необходимо правильно определить дозу вводимого реагента и обеспечить достаточную длительность его контакта с водой.

**Ключевые слова:** обеззараживание воды, хлорирование, УФ-обработка, вирусы, микробы.

The goal of water disinfection is the elimination of the pathogenic and other microorganisms, whose presence may make water unsuitable for drinking. There are physical and chemical methods of water disinfection. When using physical methods is necessary to bring a unit volume of water a given amount of energy, defined as the product of exposure intensity (radiation power) at the time of contact. In the case of drinking water disinfection by chemical method to achieve a lasting disinfecting effect is necessary to correctly determine the dose of the reagent and to provide a sufficient duration of its contact with water.

**Keywords:** water disinfection, chlorination, UV treatment, viruses, germs.

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой и интенсивное загрязнение водных ресурсов приобретает характер глобальной проблемы. Наряду с физико-химическим, источники водоснабжения подвергаются микробному и вирусному загрязнению, уровень которого с каждым годом возрастает.

Микробное и вирусное загрязнение воды играет наиболее важную роль при оценке риска здоровья. Наиболее популярными фактами негатив-

ного влияния вирусов на здоровье являются отравление детей в г. Махачкале [1] и жителей в г. Кстово Нижегородской области [2].

При водоподготовке ведущим методом, направленный на удаление бактерий и вирусов, является обеззараживание. Обеззараживанию подвергается вода, уже прошедшая следующие стадии обработки питьевой воды: коагулирование, осветление, и обесцвечивание в слое взвешенного осадка (или отстаивание), фильтрование. При водоподготовке используют первичное и вторичное обеззараживание. При очистке сточных вод метод обеззараживания применяется после биологической очистки.

Для обеззараживания воды применяются химические, физические, физико-химические методы.

К химическим методам обеззараживания воды относится использование элементов галогенов и их производных: хлор, йод, озон, ионы тяжелых металлов, двуокись хлора ( $ClO_2$ ), гипохлорит натрия  $NaClO$ , гипохлорит кальция  $Ca(ClO)_2$  [4]. Наиболее популярными методами являются хлорирование и его производные, а также озонирование.

Одним из главных недостатков при хлорировании является образование в воде токсичных, канцерогенных, мутагенных веществ. Попадая в водоемы и обладая высокой стойкостью к биодеструкции, эти вещества аккумулируются в донных отложениях, тканях гидробионтов и по трофическим цепям попадают в организм человека. Основными токсичными веществами, образующимися в воде после 30-ти минутного контакта хлора с водой являются: 5-хлораминпентанал, 5-дихлораминопентанал, 5-дихлорамино-*N*-хлоролента-нимин и 5-дихлораминопенаннитрил. Так же проблемой применения хлорного реагента является обеспечение безопасности на стадиях транспортировки и эксплуатации хлорного хозяйства.

Одним из производных хлора является двуокись хлора. Двуокись хлора  $ClO_2$  является сильным окислителем, который не образует с фенолами соединений, придающих воде привкусы и запах. Особенно эффективна двуокись хлора при обеззараживании вод с высоким содержанием органических веществ и аммонийных солей.

Следующим химическим веществом, нашедшим применение при проведении процесса обеззараживания воды, является озон. Озонирование позволяет удалять неприятный вкус и запах в воде, чье присутствие обусловлено водорослями и микроорганизмами.

По сравнению с хлором процесс озонирования обладает рядом преимуществ: доступностью сырья; озон при небольших избытках быстро окисляет фенол и другие вещества, придающие воде запахи. Однако, стоимость обработки воды озоном обычно выше стоимости хлорирования.

К физическим методам обеззараживания воды, использующим энергию физических полей, и нашедшим наибольшее внедрение на данном этапе развития техники, относятся: бактерицидное излучение, импульсная электрическая обработка, ультразвуковой метод.

В качестве источников бактерицидного излучения в установках используются ртутно-кварцевые лампы высокого давления или бактерицидные аргоно-ртутные лампы низкого давления.

Бактерицидное действие УФ света совпадает со спектром поглощения ДНК ( $\lambda$  макс = 260 нм), что и приводит к разрушению молекул ДНК бактерий, вирусов, водорослей, находящихся в воде. В основном, бактерицидные УФ-установки предназначены для обеззараживания небольших объемов воды.

Использование УФ-излучения требует тщательной подборки дозы. Это позволяет предотвратить появление в воде каких-либо токсичных побочных соединений. Связано это с тем, что эффект обеззараживания достигается при гораздо меньших дозах бактерицидного излучения по сравнению с фотохимической трансформацией растворенных органических веществ.

Метод обеззараживания воды в УФ-установках обладает несомненными достоинствами: при использовании УФ-установок не изменяются органолептические показатели воды; для практической реализации метода на установке необходима только электроэнергия; эффект обеззараживания не зависит от температуры, рН воды, содержания в ней ионов аммония и т. п. Однако методу присущи и серьезные недостатки, существенно ограничивающие область его применения [3]:

1. Обработка воды с более высоким содержанием мутности, цветности, содержания железа может представлять опасность для здоровья потребителей. Микроорганизмы, особенно в поверхностной воде, могут быть связаны с компонентами взвеси, находиться внутри конгломератов, что защищает их от действия УФ-лучей.

2. При первичном обеззараживании поверхностной воды УФ-облучением создается опасность загрязнения водными организмами очистных сооружений, развития на них бактерий, фито- и зоопланктона, выноса их в фильтрат.

3. Ультрафиолет, не имея пролонгирующего действия, не в состоянии защитить подаваемую в сеть воду от вторичного загрязнения. Необходимо «консервация» воды с целью сохранения ее санитарно-микробиологических показателей и эпидемической безопасности. Такую гарантию на сегодняшний день может дать только хлорирование воды.

В таблице 1 представлена сравнительная оценка различных методов обеззараживания сточных вод [4].

Сравнительная оценка стоимости разных методов при одинаковом эффекте обеззараживания воды приведена в таблице 2. Стоимость хлорирования принята за 1 рубль.

В зависимости от производительности стоимость изменяется в следующих интервалах (табл. 3).

Таблица 1

Сравнение различных методов обеззараживания сточных вод

Показатели	Качественные показатели эффективности применения различных методов обеззараживания сточных вод		
	Хлорирование (Cl <sub>2</sub> )	Озон (O <sub>3</sub> )	УФ
Уничтожение бактерий	+	+	+
Уничтожение вирусов	-	+	+
Уничтожение простейших микроорганизмов	+	++	+
Образование токсинов	+	+	-
Окислительная способность	+	++	+
Деструкция органических веществ, сине-зеленых водорослей, плесени и др.	+	++	++
Снижение цветности воды и интенсивности ее запахов	+	++	++
Снижение ХПК и БПК	+	+	+
Увеличение прозрачности воды	+	++	+
Наличие в воде остатков хлорорганических веществ	++	-	-

Таблица 2

Оценка стоимости процесса обеззараживания воды на установках до 100 м<sup>3</sup>/ч

Метод обеззараживания	Стоимость, руб.
Хлорирование	1,0
Озонирование (без осушки воздуха)	0,625
УФ (Hg-лампа низкого давления)	0,156
УФ (Hg-лампа среднего давления)	0,588

Таблица 3

Стоимость обеззараживания очищенной воды в зависимости от производительности сооружения

Вид обработки	Производительность, в тыс. м <sup>3</sup> /сут, у. е.			
	4	20	40	400
Хлорирование	8,2	5,0	4,2	3,5
Озонирование	42,5	23,2	20,7	15,7
УФ-обработка	4,5	3,5	3,2	3,0

Таким образом, согласно табл.1, наиболее эффективными методами обеззараживания воды является озонирование и УФ-обработка, а из таблицы 2 и 3, наиболее экономически выгодным методом является обеззараживание воды с помощью УФ-обработки. Однако действие УФ на бактерии и вирусы кратковременное, при транспортировании воды на большие рас-

стояния, применять такой метод не целесообразно. Наиболее эффективный результат достигается путем применения комбинированных методов с одновременным использованием реагентного и безреагентного способов.

#### Список литературы

1. Некачественная питьевая вода признана причиной отравления в Махачкале. URL: <http://betterhumansproject.com/articles/291714/>
2. ЧП в Кстове: Жители отравились водопроводной водой. URL: <https://www.nnov.kp.ru/daily/26644.4/3663560/>
3. Долина Л. В. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных вод и природных вод. Днепропетровск : Континент, 2000. 218 с.
4. Сравнение различных методов обеззараживания сточных вод. URL: <http://ukrengineer.com/pdf/uv-stoki-srav.pdf>

УДК 37.013.2

### ВЛИЯНИЕ ЗНАЧЕНИЯ pH НА ОРГАНИЗМЫ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ И МОЛЛЮСКОВ-ФИЛЬТРАТОРОВ

*А. Ф. Сокольский, А. И. Воронина, В. И. Башмакова  
Астраханский государственный  
архитектурно-строительный университет (Россия)*

Вода является ценнейшим природным ресурсом, которая играет важнейшую роль в процессах жизнедеятельности. Приведен анализ влияния различных значений pH сточных вод на организмы высших водных растений и моллюсков-фильтраторов.

*Ключевые слова:* водородный показатель, высшие водные растения, моллюск-фильтратор, анализ, влияние.

Water is the most valuable natural resource, which plays an important role in life processes. The analysis of the influence of different pH values of wastewater on organisms of higher aquatic plants and mollusk-filterers is given.

*Keywords:* hydrogen index, higher aquatic plants, mollusk-filter, analysis, influence.

Водородный показатель (pH) является мерой активности ионов водорода в растворе, которая количественно выражает его кислотность. С уровнем водородного показателя связаны явления жизни человека, а также самой природы. Таким образом, уровень pH для некоторых видов рыб должен быть не ниже уровня 6 и не выше 10, в отличие менее чувствительного к уровню pH человеческого организма. Уровень pH питьевой воды выходит из водопровода в городских квартирах в диапазоне от 5 до 10. В каждой стране показатель pH воды различен, но находится под строгим наблюдением со стороны компетентных органов.

Значение pH можно проанализировать посредством специальных приборов или используя лакмусовый индикатор. Также уровень pH может быть изменен путем добавления в воду определенных солей, например,