

УДК 628.166-926.214

Обзор методов обеззараживания вод. Ультрафиолетовое обеззараживание

Жевлакова Е.А.

Студент,
кафедра «Экология и промышленная безопасность»

Научные руководители: Кирикова О.В. ⁽¹⁾, Носенко Н.Н. ⁽²⁾,
ст. преподаватель кафедры «Экология и промышленная безопасность» ⁽¹⁾,
ассистент кафедры «Экология и промышленная безопасность» ⁽²⁾

МГТУ им. Н.Э. Баумана
Zhevlakovakate@gmail.com

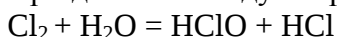
Обеззараживанием воды называется процесс уничтожения находящихся там микроорганизмов. До 98 % бактерий задерживается в процессе очистки воды. Но среди оставшихся бактерий, а также среди вирусов могут находиться патогенные (болезнетворные) микробы, для уничтожения которых нужна специальная обработка воды.

Для обеззараживания используют в основном два метода - обработку воды сильными окислителями (хлор, хлорсодержащие реагенты, озон) и воздействие на воду ультрафиолетовыми лучами.

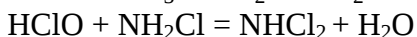
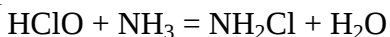
1. Обеззараживание хлором

Хлор - ядовитый газ зеленовато-желтого цвета с резким удушливым запахом, в 2,45 раза тяжелее воздуха.

При добавке в воду хлора происходит его гидролиз



Часть хлорноватистой кислоты HClO диссоциирует с образованием гипохлоритного иона OCl^- . При наличии в воде аммиака образуются моно- и дихлорамины:



Основными обеззараживающими веществами являются Cl_2 , HClO , OCl^- , NH_2Cl и NHCl_2 , их называют активным хлором. При этом Cl_2 , HClO и OCl^- образуют свободный хлор, хлорамин и дихлорамин - связанный хлор.

Преимущества хлорирования:

- Технологическая простота процесса хлорирования.
- Недифицитность хлора.

что обуславливает его широкое внедрение в практику водоснабжения.

Недостатки:

- Является наименее эффективным способом обеззараживания по отношению к вирусам.
- Под действием хлора происходит образование хлорорганических соединений, обладающих по отношению к человеку высокой токсичностью,

мутагенностью и канцерогенностью. Попадая в естественные водоемы, хлорированные воды оказывают отрицательное воздействие на различные водные организмы, вызывая у них серьезные физиологические изменения и даже их гибель.

- Хлор является сильнодействующим ядовитым веществом и при его транспортировании, хранении и использовании необходимо соблюдение специальных мер по обеспечению безопасности обслуживающего персонала и населения.

2. Озонирование воды

Озон (O_3) - более сильный окислитель, чем диоксид хлора или свободный хлор. Озонатор вырабатывает озон из кислорода, содержащегося в атмосферном воздухе. При производстве озона необходимо удалять влагу из воздуха, иначе в озонаторе будет образовываться азотная кислота. После взаимодействия с загрязняющими химическими и микробиологическими веществами озон превращается в обычный кислород.

Преимущества озонирования:

- Озон уничтожает все известные микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибки, водоросли, их споры, цисты простейших и т. д.
- Не существует и не может возникнуть устойчивых к озону форм микробов.
- Остаточный озон стерилизует поверхность.
- Озон действует очень быстро — в течение секунд.
- Озон удаляет неприятные запахи и привкус.
- Озонирование не придаёт дополнительных вкусов и запахов.
- Озонирование не изменяет кислотность воды и не удаляет из неё необходимые человеку вещества.
- Озон вырабатывается на месте, не требуя хранения и перевозки.
- Озон уничтожает микроорганизмы в 300-3000 раз быстрее, чем любые другие дезинфекторы.

Недостатки озонирования:

- Дороговизна озонатора. Стоимость растет в геометрической прогрессии в зависимости от производительности.
- Необходимость специальной подготовки воздуха (осушка) или работа на кислороде.
- Недостаточная способность озона к разрушению фенольных соединений.
- Необходимость длительного контакта озона с загрязнителем в случае комплексных соединений

3. Обеззараживание воды в УФ установках

Ультрафиолетовые лучи длиной волн 220-280 нм действуют на бактерии губительно. В результате такого облучения микроорганизмы «микробиологически» погибают, так как они теряют способность воспроизводства. УФ-излучение в диапазоне длин волн около 254 нм хорошо проникает сквозь воду и стенку клетки переносимого водой микроорганизма и поглощается ДНК микроорганизмов, вызывая нарушение её структуры. Следует отметить, что данный механизм распространяется на живые клетки любого организма в целом, именно этим обусловлена опасность жесткого ультрафиолета.

С 1997 года МГУП «Мосводоканал» совместно с ведущим российским производителем УФ-оборудования – ЗАО «ЛИТ» на московских станциях аэрации

организовало проведение цикла исследовательских работ, направленных на определение требований к эксплуатации УФ-оборудования на крупных очистных сооружениях. В процессе работ определялись эффективность и стабильность обеззараживания ультрафиолетом биологически очищенных сточных вод по отношению к различным видам микроорганизмов, включая простейшие и вирусы.

Проведенные исследования позволили рекомендовать УФ-метод для обеззараживания очищенных сточных вод на Люберецких очистных сооружениях. В 2006 году специалистами ГУП «МосводоканалНИИпроект» была разработана проектная документация на блок УФ-обеззараживания для первой очереди Люберецких очистных сооружений.

Ввод блока УФ-обеззараживания в эксплуатацию состоялся в августе 2007 года. Максимальная пропускная способность блока составляет 56250 м³/час или 1,35 млн. м³/сут. при среднесуточном расходе 1 млн. м³/сут. УФ-станция рассчитана на обеспечение микробиологических показателей качества сточных вод до требований СанПиН 2.1.5.980 – 00 «Гигиенические требования к охране поверхностных водоемов». Обеззараженные сточные воды отводятся в реку Пехорка.

Очищенные сточные воды в самотечном режиме первоначально поступают на механические щелевые плоские сита с прозором 1,4 мм (5 сдвоенных сит), предназначенные для удаления грубодисперсных примесей, и далее через сборно – распределительный канал на комплекс УФ-обеззараживания.

В блоке УФ-обеззараживания применены УФ-модули специальной конструкции с вертикально установленными лампами. С учетом значительных расходов обеззараживаемых сточных вод в УФ-модулях использованы уникальные мощные высокоэффективные амальгамные лампы низкого давления типа ДБ-600, разработанные и произведенные ЗАО «ЛИТ».



Рис. 1. Вертикальный УФ-модуль

Использование вертикальных УФ-систем на лампах низкого давления высокой мощности позволяет создавать компактные УФ-станции, способные размещаться на действующих очистных сооружениях в отсутствии значительных свободных площадей. Вертикальное расположение ламп, установленных в шахматном порядке, позволяет обеспечить максимально высокую эффективность перемешивания и, как следствие, обеззараживания сточных вод, а также существенно упростить процедуру замены ламп. При замене ламп исключается выполнение операций по извлечению модулей из сточных вод и их отмывки от загрязнений (для систем горизонтального типа проведение данных операций обязательно). При этом значительно сокращен ручной труд обслуживающего персонала.

Блок УФ-обеззараживания состоит из восьми каналов, в каждом из которых расположено по четыре последовательно расположенных секции в составе двух УФ-модулей вертикального типа, установленных поперек канала.

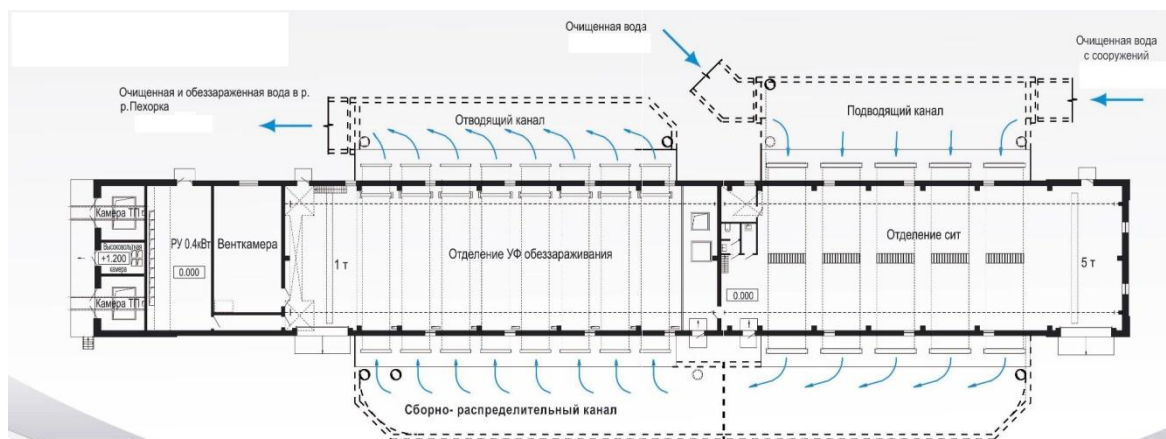


Рис. 2. План УФ станции на Ново-Люберецких очистных сооружениях

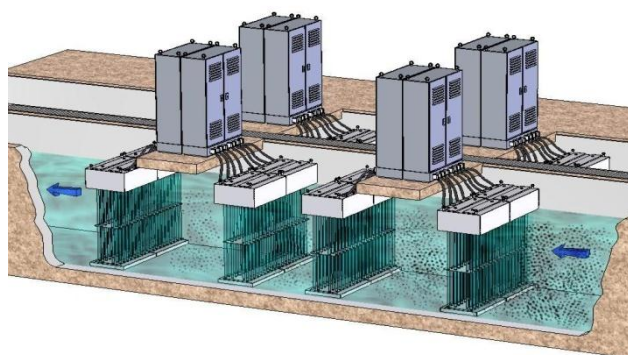


Рис. 3. Продольный разрез канала УФ-станции

В состав УФ-комплекса входит автоматизированная система поддержания уровня сточных вод в каждом канале. Поддержание уровня обеспечивается посредством изменения положения щита регулирующего щитового затвора при изменении уровня сточных вод в канале. В комплект каждого модуля входит также автоматическая механическая система очистки кварцевых чехлов с пневматическим приводом. Дополнительно на станции предусмотрена химическая промывка УФ-модулей, которая проводится путем выемки модуля из канала и погружением его в емкость с раствором щавелевой кислоты.

Общая потребляемая мощность УФ-модулей составляет менее 30% мощности, затрачиваемой на биологическую очистку такого же количества сточных вод. Эксплуатация УФ-станции производится в автоматическом режиме. Оценка себестоимости обеззараживания воды на новом блоке показала, что она не превышает 10 коп. за кубометр воды.

Качество сточных вод, поступающих на УФ-обеззараживание, по физико-химическим показателям приведено в таблице.

Качество сточных вод по физико-химическим показателям

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
1	Взвешенные вещества	мг/л	4-10
2	БПК ₅	мг/л	2-4
3	ХПК	мг/л	20-50

Эксплуатация УФ-оборудования на Люберецких очистных сооружениях показала высокую эффективность УФ-обеззараживания по всем индикаторным показателям в соответствии с нормативными требованиями (рис. 6-8).

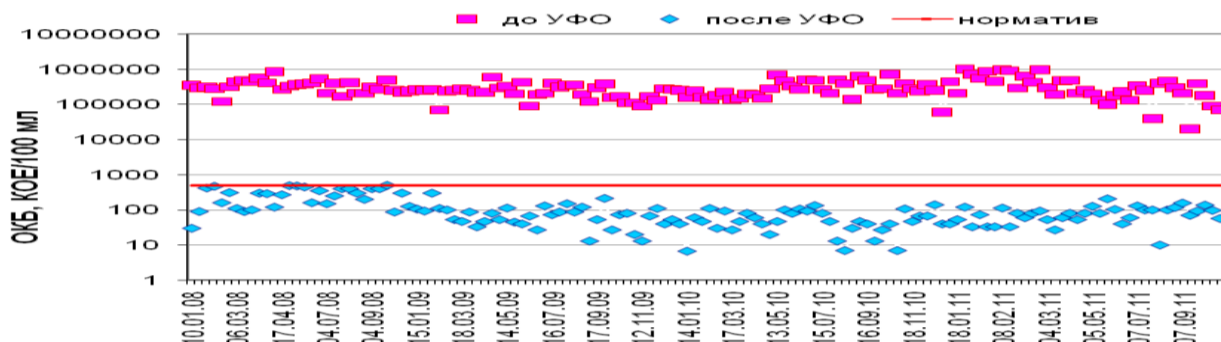


Рис. 4. Эффективность УФ-обеззараживания сточной воды по показателю ОКБ

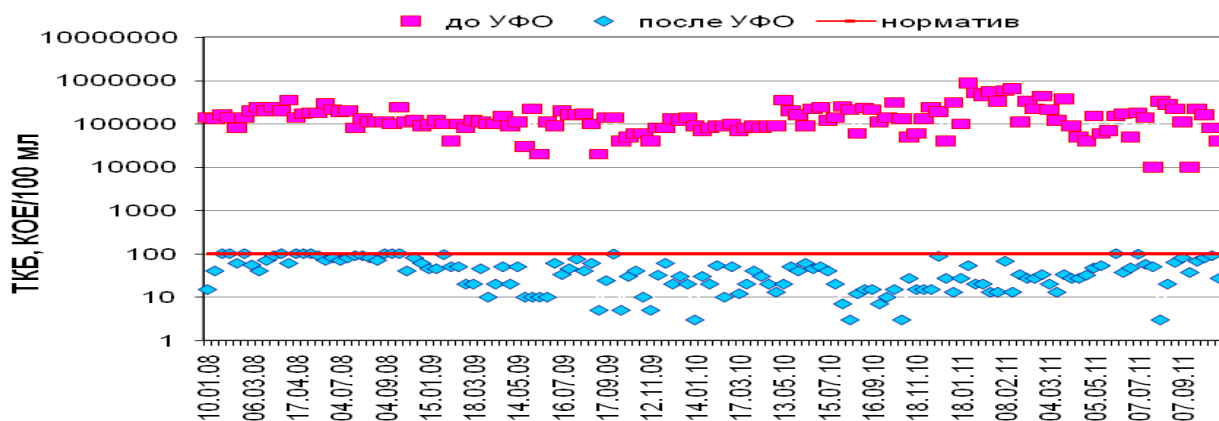


Рис. 5. Эффективность УФ-обеззараживания сточной воды по показателю ТКБ

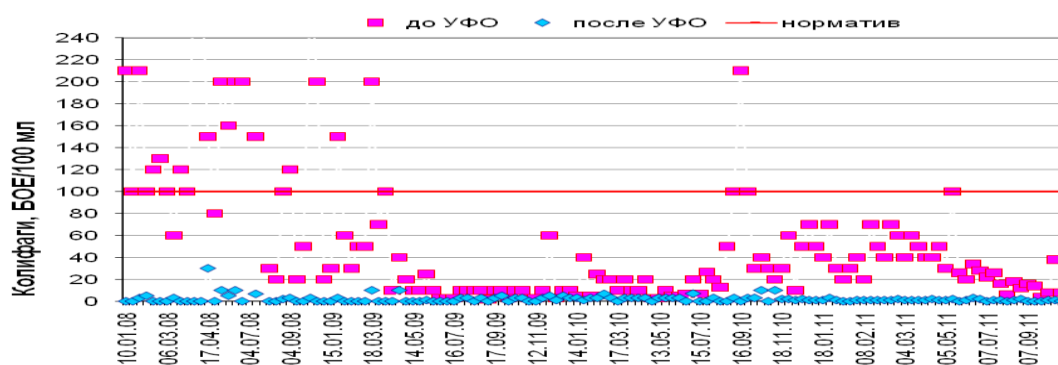


Рис. 6. Эффективность УФ-обеззараживания сточной воды по показателю колифаги

Введенный в эксплуатацию УФ-блок на Люберецких очистных сооружениях явился первым этапом в создании систем обеззараживания на московских канализационных очистных сооружениях. По итогам успешной работы УФ-блока на

Люберецких очистных сооружениях и высокой эффективности УФ-обеззараживания очищенных сточных вод по основным индикаторным показателям было принято решение о внедрении аналогичного УФ-комплекса на Курьяновских очистных сооружениях производительностью 3,125 млн. м³/сут. с выпуском обеззараженных сточных вод в реку Москва. Согласно генеральной схеме развития канализации г. Москвы к 2014 году весь объем очищенных сточных вод будет подвергаться УФ-обеззараживанию.

Выводы

МГУП «Мосводоканал» осуществлен комплекс работ по поиску, обоснованию, разработке и реализации оптимального технического решения проблемы обеззараживания очищенных сточных вод г. Москвы. Многолетняя планомерная работа позволила выбрать наиболее эффективный и экологически безопасный метод обеззараживания, разработать оборудование для его реализации. Технические решения и оборудование НПО «ЛИТ» стали основой уникального, крупнейшего в мире блока обеззараживания сточных вод ультрафиолетом на Люберецких очистных сооружениях. Модульная структура УФ-оборудования позволила использовать его для создания крупных комплексов УФ-обеззараживания сточных вод мегаполисов (1-3 млн. м³/сут. и более) при минимизации занимаемой площади. Высокие характеристики обеспечиваются разработкой уникальных УФ-модулей со специальными сверхмощными бактерицидными лампами низкого давления, дополненные многочисленными системами контроля, управления и энергосбережения. Оснащение всех канализационных очистных сооружений блоками УФ-обеззараживания позволит существенно улучшить экологическое и санитарно-эпидемиологическое состояние рек Москвы и Пехорки.

Литература

1. Храменков С.В., Пахомов А.Н. Обеззараживание очищенных сточных вод УФ излучением на Московских станциях аэрации // Водоснабжение и Санитарная Техника. 2004. № 4. С. 1–4.
2. Пахомов А.Н., Козлов М.Н. Развитие систем обеззараживания сточных вод на московских станциях // Водоснабжение и санитарная техника. 2005. № 12 ч. 1. С. 28–32.
3. Bonadonna L., Briancesco R., Divizia M. et all. Fate of bacterial indicators, viruses and protozoan parasites in a wastewater multi-component treatment system. New Microbiol. 2002, Oct.25 (4). P. 413-420.
4. Филатов Н. Н. Об актуальности вопроса обеззараживания воды в современных условиях // Водоснабжение и Санитарная Техника. 2007. № 10. С. 2–4.