

Г. Б. Талипова, магистрант
А. Ш. Ульмасбаев, магистрант
З. А. Акбарходжаев, А. А. Артыков
(ТХТИ, г. Ташкент)

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ВОДОПОДГОТОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

Вряд ли стоит много говорить о важности проблемы качества питьевой воды. Однако, только по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) ежегодно в мире из-за низкого качества воды умирает около 5 млн. человек. Инфекционная заболеваемость населения, связанная с водоснабжением, достигает 500 млн. случаев в год. Это даёт основание назвать проблему водоснабжения доброкачественной водой в достаточном количестве одной из главных проблем человечества.

Системный анализ водоподготовки основан на системном анализе процесса ультрафиолетового обеззараживания. Надо представить систему водоподготовки как объект, состоящий из двух компонентов, в первой компоненте находятся физические элементы объекта – его подсистемы очистки, а другая компонента, это процесс, протекающий в системе.

Очистка воды с применением ультрафиолета является эффективными удобным способом, поскольку обладает очень важным качеством – в процессе очистки не происходит изменение химических и физических характеристик воды даже при чрезвычайно высоких дозах излучения. Ультрафиолетовые (УФ) лучи – это часть электромагнитных волн, которые невозможно заметить человеческим глазом.

Следует заметить, что у ультрафиолета энергии намного больше, чем у видимого обычного фиолетового света. Ультрафиолетовое излучение находится в диапазоне от 100 до 400 нанометров следует заметить, что только некоторая часть ультрафиолетового излучения, которая находится в диапазоне от 205 до 315 нм, обладает обеззараживающим (бактерицидным) эффектом. Обеззараживающий эффект ультрафиолета, в первую очередь, базируется на фотохимических реакциях, которые под его воздействием происходят изменения в структуре молекул РНК и ДНК. Воздействие ультрафиолета во время ультрафиолетовой дезинфекции воды приводит к тому, что в структуре клеточных стенок микроорганизмов и мембран вызываются нарушения, которые способствуют

их гибели. При этом такие реакции приводят к необратимым повреждениям молекул вредных веществ.

Строение и принцип работы установки ультрафиолетового обеззараживания воды.

Промышленная установка ультрафиолетового обеззараживания (рис. 1) состоит из стальной камеры с вмонтированными лампами ультрафиолетового излучения внутри, помещенных в защитные чехлы из прочного кварца.

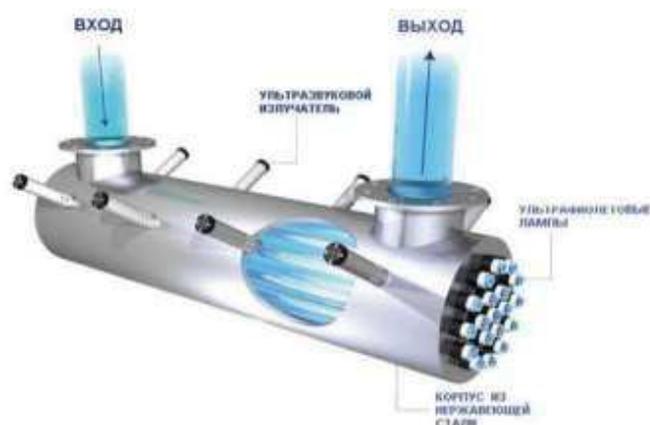


Рисунок 1 – Вид ультрафиолетовой установки

Они спроектированы таким образом, чтобы исключить прикосновение к воде. Водный поток, пропускаемый по трубе, омывает со всех сторон кварцевую трубку, в которой расположена ультрафиолетовая лампа, которая непрерывно облучает ультрафиолетом, что дает возможность устранить пребывающих в воде бактерии. Некоторые модели ультрафиолетовых установок оборудованы ультразвуковым излучателем. Принцип работы установки основан на особенности ультрафиолета, в зависимости от длины волны, разрушать вредоносные клетки вирусов и болезнетворных бактерий. Оптимальная длина волны, которая уничтожает практически все вредные микроорганизмы – 260 нм.

Системный анализ водоподготовки с применением ультрафиолетового обеззараживания.

На основе системного многоступенчатого анализа определена последовательность и взаимосвязь объектов очистки и обеззараживания воды при участии ультрафиолетовой установки излучения на примере водоочистительного комплекса (рис. 2).

1. Сетчатый фильтр – устанавливается на входных отверстиях трубопроводов, так как выполняет функцию первичной фильтрации воды от наиболее крупных загрязняющих частиц. Фильтрационные системы сетчатой конструкции служат главным барьером в процессе

прохода жидкости из основных источников забора в водопровод и фильтруется от ила, песка, камней и органических элементов, попадая в систему уже без наличия крупных элементов грязи и повышает эффективность работы ультрафиолетовой установки.

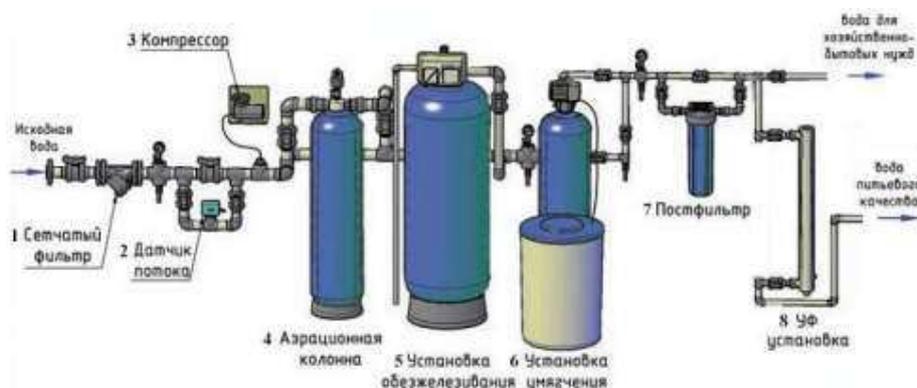


Рисунок 2 – Структурная схема водоочистительного комплекса

2. Датчики потока жидкости – предназначены для индикации потока жидкого вещества, определения скорости и измерения уровня расхода.

3. Компрессор – устройство для повышения давления (сжатия) и перемещения газообразных веществ в аэрационную колонну.

4. Аэрационная колонна – принцип работы основан на том, что при взаимодействии растворенного в воде кислорода происходят процессы окисления железа, марганца и сероводорода, а в итоге – выпадение их в осадок. Их присутствие в воде нежелательно из-за их опасности и вреда для человеческого организма, а также для корректной и долговечной эксплуатации оборудования.

5. Установка обезжелезивания воды – представляет собой напорный фильтр очистки воды от железа с зернистым фильтрующим материалом для удаления двухвалентного железа. Она активно применяется для очистки воды от присутствующего железа в системах коммунального и производственного водоснабжения.

6. Установка умягчения воды – умягчение воды на установках осуществляется методом натрий-катионирования при фильтровании исходной воды через слой ионообменной смолы. В установках используются сильнокислотные катионообменные смолы, которая при контакте с водой обеспечивает замещение ионов магния и кальция на ионы натрия и водорода. В результате вода смягчается, становится безопасной для использования в питьевых и хозяйственных целях.

7. Постфильтр с угольным фильтром – применяется для предфильтрационной очистки воды в системах очистки воды, перед тем как вода

попадет в ультрафиолетовую установку. Необходим для устранения постороннего привкуса и запаха, которые также могут появиться при длительном хранении воды в накопительном баке.

8. Ультрафиолетовая установка обеззараживания воды – использует ультрафиолетовое излучение для воздействия на воду и устранения патогенных организмов.

На весь процесс очистки воды оказывает важное влияние параметров, которые условно можно разбить на входные, выходные.



Входные параметры: расход воды, консистенция примесей в воде, температура, давление.

Выходные параметры: расход воды, консистенция примесей в воде, температура, давление.

Расход воды – $G_{\text{вода}}$

Для правильной работы ультрафиолетовой лампы необходимо определить характер потока воды. Знать его минимальный и максимальный уровень расхода. Ведь под изменения потока воды адаптируется работа ультрафиолетового фильтра. Это служит для эффективной работы всей очистительной системы.

Консистенция воды – $G_{\text{кон}}$

В воде содержатся различные элементы и живые организмы, от тяжелых металлов и солей, до болезнетворных бактерий и вирусов.

Уровень температуры воды – $T_{\text{воды}}$

Существуют два разных вида ламп, которые отвечают колебаниям температуры по-разному. Они реагируют на изменения тепла извне своей внутренней температурой. На работу ультрафиолетовых ламп среднего давления не оказывает влияние температура до 85 °С, а 16–20 °С отлично подходит для ламп с низким давлением.

При снижении или увеличении тепла необходимо контролировать поток воды. Определяя входные и выходные параметры всей системы, можно проанализировать подсистемы станции очистки воды и процесс, улучшить ее работу и создать условия для лучшей работы всей станции и её подсистем.

Эффективность ультрафиолетового обеззараживания. Здесь, мы рассмотрим эффективность ультрафиолетового обеззараживания, в частности ультрафиолетовой лампы с рабочей длиной волны в 260 нм, так как именно это значение является самым оптимальным для обеззараживания воды и её воздействие на микробов. Эффективность обеззараживания ультрафиолетовым излучением отражается в уничтожении различных бактерий, вирусов, пропорциональна мощности излучения и продолжительности воздействия на обрабатываемую воду и не зависит от её рН.

При использовании ультрафиолетовой установки и выборе их режима работы обязательно должно учитываться наличие взвесей, так как они заслоняют собой целевые загрязнения и поглощают собой часть излучения, для этого нужно применять предочистку воды фильтром. К тому же от этого зависит не только эффективность обеззараживания, но и экономические показатели процесса: чем выше прозрачность воды для УФ-лучей, тем меньше надо затратить энергии на обеспечение одной и той же дозы для эффективного УФ-обеззараживания.

На рисунках 3 и 4, приведены результаты имитационного моделирования мощности УФ-лампы на численности бактерий, содержащихся в потоке ультрафиолетовой установки.

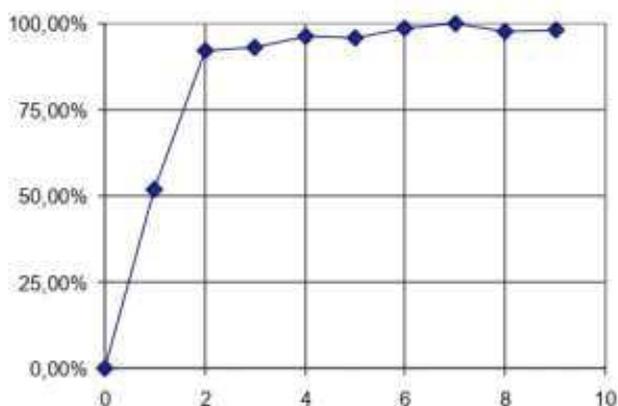


Рисунок 3 – ИзлучениеУФ-лампы

За основу мощности УФ-лампы возьмем оптимальное значение в 260 нм для обеззараживания воды и применим её как пиковое рабочее значение в 100% (рис. 3).

При моделировании и симуляции процессов обеззараживания воды, как мы видим, при излучении УФ-лампы в значении 260 нм и времени работы УФ-излучения, численность бактерий (рис. 4) идет на спад к нормам питьевого качества для использования в пищевых производствах, где крайне необходимо соблюдать санитарные нормы.

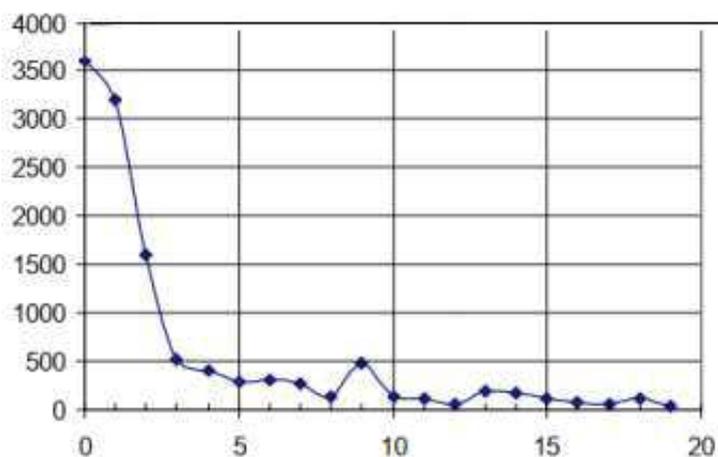


Рисунок 4 – Численность бактерий в потоке

Применив системный анализ, установили высокой эффективностью обеззараживания воды с помощью ультрафиолетовой установки. Комплекс по водоочистке подвергнут к процедурам системного структурирования. В результате комплекса водоочистки разделены элементы и вкратце описана их роль в системе очистки воды и их взаимодействие с ультрафиолетовой установкой обеззараживания воды.

Полученные результаты формируют основу для рационального выбора использования ультрафиолетовой установки в очистных комплексах водоочистки и затронут общий интерес к качеству используемой воды в производстве, где необходима вода питьевого качества с минимальным содержанием в ней бактерий, солей и тяжелых металлов.

Литература

1. Современные направления развития источников УФ-излучения бактерицидного диапазона / А. С. Бугаев [и др.] / Вестник Московского государственного областного университета. Серия. Физика. Математика. – 2017. – № 4. – С. 24–38.

2. Технология УФ обеззараживания / Лит. Ультрафиолетовые технологии // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lituv.com/ru/technology>. – Дата доступа. 11.10.2020.