

А. Р. Паранюк, инженер-технолог НПЦ «ПромВодОчистка»

ОЧИСТКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД. Этап обеззараживания очищенной воды

Полноценная технологическая схема очистки городских сточных вод (ГСВ) должна включать в себя четыре основных этапа: механическая очистка, биологическая очистка, обеззараживание очищенной воды и обработка осадка. В ряде случаев могут применяться так называемые «урезанные схемы», в которых отсутствует какой-то процесс – это оправданно в исключительных условиях.

Факт 1. Целью обеззараживания является сокращение количества бактерий дополнительно на три-четыре десятичных порядка.

Под обеззараживанием (или дезинфекцией) сточных вод понимается не строгое медицинское «уничтожение или обезвреживание всех патогенных микроорганизмов», а «обработка сточных вод или осадка для снижения активности возбудителей заболеваний ниже заданного значения».

Обычная очистка стоков без дезинфекции сокращает количество бактерий группы кишечной палочки только на два десятичных порядка. Дополнительные три-четыре достигаются методом дезинфекции.

Человек обычно контактирует с живущими в сточных водах возбудителями заболеваний в водоемах для купания или при потреблении питьевой воды, на которую воздействовали сточные воды. А поскольку патогенные для человека бактерии попадают в водоемы преимущественно со стоками после очистных сооружений, дезинфекция сточных вод может внести вклад в уменьшение опасности инфекции. Дезинфекция сточных вод является тем более многообещающей, чем больше устраняется других негативных воздействий вследствие исключения точечных нагрузок от очистных сооружений. Преимуществом является как можно более близкий к природному водосборный бассейн с большой долей площади пойменных лесов в хорошем состоянии. Опыт показывает, что при соответствующих предельных условиях при помощи дезинфекции сточных вод в водоемах можно соблюдать значения Европейской директивы о водоемах для купания при сухой погоде.

Методы дезинфекции сточных вод делятся на физические и химические.

Физические методы дезинфекции:

- термическая обработка;
- УФ-облучение;
- мембранная фильтрация;

Химические методы дезинфекции:

- озонирование;
- окисление хлором и соединениями, выделяющими хлор, или диоксидом хлора либо применение надуксусной кислоты или перекиси водорода.

Из практического опыта (с полупромышленными сооружениями), а также из соображений экономичности и защиты окружающей среды в соответствии с табл. 1 рассматривается применение только некоторых методов для биологически очищенных сточных вод перед их спуском в водоемы.

Применение хлорирования вследствие образования хлорорганических веществ должно рассматриваться с точки зрения экологии водоемов как небезопасное, а, кроме того, предположительно менее экономически целесообразное, чем УФ-облучение.

Факт 2. Ультрафиолетовое облучение приводит к повреждению носителя наследственности микроорганизмов.

Особенно действенным методом обеззараживания воды является УФС-облучение (длина волны 100–280 нм). Основными определяющими величинами являются средняя доза УФ как произведение интенсивности облучения и средней продолжительности воздействия, а также УФС-проницаемость



Рис. 1. Основные этапы очистки городских сточных вод

сточных вод, обычно задаваемая как пропускание УФ. Допущение средней интенсивности облучения и средней продолжительности является приближенным, так как фактически в облучаемой зоне течение и интенсивность облучения распространяются неравномерно. Для того чтобы все клетки по возможности получали УФ-облучение одинаково, следует обеспечить пробковое течение как можно ближе к идеальному и производить поперечное перемешивание.

Кроме того, значение имеет содержание твердых веществ в сточных водах. Для бактерий-индикаторов фекального загрязнения (кишечные палочки (*E.coli*), кишечные энтерококки), а также для колифагов достигаются показатели уничтожения от четырех до пяти десятичных порядков.

Установки УФ-облучения сегодня применяются преимущественно в конструкциях с открытыми каналами с безнапорным течением (рис. 2).

Для основ расчета параметров сток очистного сооружения характеризуется по колебаниям расходов на сооружения, обеспечиваемой степени очистки по взвешенным веществам и содержанию соответствующих микроорганизмов. Учитываются суточные и годовые колебания, а также погодные воздействия, в расчет принимается определяющий пиковый расход очищаемого стока. Сточные воды должны иметь минимально возможную концентрацию взвешенных веществ – менее 20 мг/л, в оптимальном случае не более 5 мг/л. При содержании более 10 мг/л необходимо предусмотреть дополнительное оборудование для доочистки сточных вод.

В каждом случае требуется индивидуальный подход для определения необходимости установки после биологической очистки перед обеззараживанием стоков на УФ-установке дополнительного

сооружения по доочистке путем фильтрации. В частности, наличие взвешенных веществ в стоке после очистного сооружения является причиной недостаточно эффективного обеззараживания, так как взвешенные вещества создают преграду для бактерий от УФ-излучения.

Выбор применяемой системы УФ-облучения должен определяться при помощи расчетов экономической эффективности, в которых учитываются затраты на оборудование, потребляемую электроэнергию, продолжительность использования излучателей и стоимость излучателей. В табл. 2 сопоставлены характеристики и свойства имеющихся в продаже УФ-излучателей.

Требуемое УФ-облучение, или УФ-доза, которой необходимо облучать сточные воды, зависит от основных параметров сточных вод и требований к очищенному стоку. Для бытовых механико-биологически очищенных сточных вод с содержанием взвешенных веществ менее 10 мг/л обычно достаточно 400 Дж/м² УФ-облучения для соблюдения требований Директивы ЕС по гигиеническим свойствам водоемов для купания. В зависимости от мощности и геометрического расположения УФ-излучателей, а также от пропускной способности УФ-установки сточных вод наблюдается различное распределение интенсивности УФ-излучателей по сечению русла.

Для проектирования и эксплуатации действуют следующие рекомендации:

- разделение всего потока на несколько русел;
- равномерное пробковое течение по всему сечению через соответствующую впускную конструкцию;
- адаптация интенсивности облучения к текущим характеристикам потока;

Таблица 1

Распространенные методы дезинфекции сточных вод

Метод	Дезинфицирующее действие	Опыт применения	Экологическая совместимость
УФ-облучение	+	++	+
Мембранная фильтрация	++	–	++
Озонирование	+	+	–
Хлорирование	++	++	–

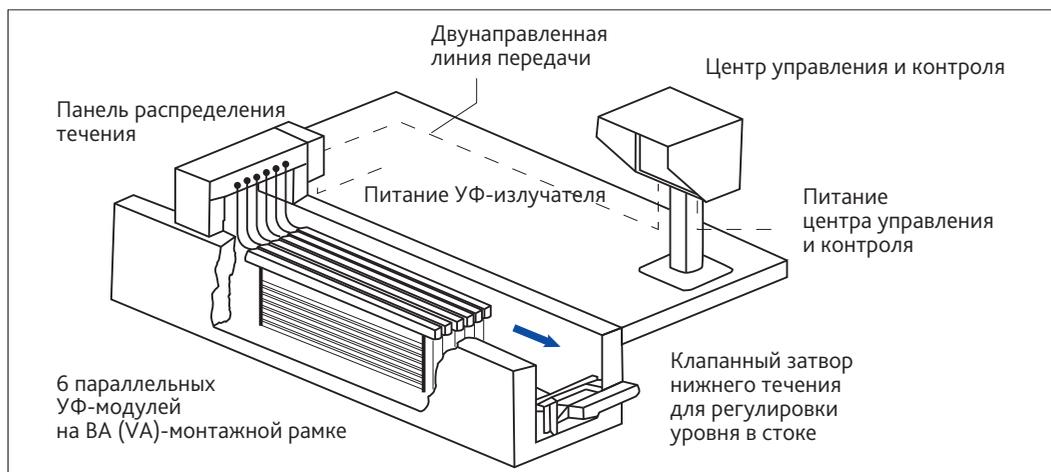


Рис. 2. Схематическое изображение сооружения для УФ-облучения в открытом канале для дезинфекции сточных вод

- контроль оборудования и документирование рабочих параметров;
- регулярное удаление отложений с защитных трубок из кварцевого стекла (от 14 дней до 6 месяцев) автоматической системой очистки (механическая очистка).

Факт 3. Ультрафильтрация дает возможность задерживать бактерии и твердые вещества.

Благодаря адсорбционному связыванию вирусов твердыми веществами можно также достичь определенного снижения количества вирусов. По этой причине при подготовке питьевой воды для обеззараживания применяется ультрафильтрация.

При обработке сточных вод на промышленных сооружениях также иногда внедряется дополнительная ультрафильтрация, с помощью которой можно достичь некоторой степени дезинфекции. Ультрафильтрация обычно следует после биологической ступени очистки, и этот вариант мембранного метода не подходит для применения в качестве мембранно-биологической технологии. Применение ультрафильтрации экономически приемлемо только тогда, когда наряду с целевой установкой «дезинфекция сточных вод» на переднем плане находится такая задача, как подготовка технологической/охлаждающей воды или максимально эффективное удаление фосфора.

Годовые затраты на ультрафильтрацию как на дополнительную технологию в разы выше, чем затраты на УФ-облучение, а эффективность ее не

Таблица 2

Характеристики и свойства УФ-излучателей среднего и низкого давления

Характеристики и свойства	Излучатели низкого давления	Излучатели среднего давления
Давление паров ртути, бар	0,001	1–20
Температура поверхности, °С	40–100	600–900
Излучение в УФ-диапазоне	Монохроматическое	Широкополосное
Длина волны, нм	254	200–400
Входная мощность	10–500	1000–20 000
Выход УФ-излучения в спектре С (200–280 нм):		
- относительно электрической мощности, %	30–40	12–15
- относительно длины излучателя, Вт/см	0,2–0,7	4–15
Снижение мощности за время эксплуатации, %	30–40	25–40
Время эксплуатации, ч	8000–15 000	800–3000

так высока, поэтому ее применение рассматривается только при особых рамочных условиях и требованиях, которые выходят за пределы дезинфекции сточных вод.

Вывод

В статье рассмотрен третий этап очистки городских сточных вод – обеззараживание. На этом этапе, если дополнительно требуется глубокое удаление фосфора, целесообразна последующая установка сооружения для флокуляционной фильтрации.

Также стоит упомянуть об использовании установок озонирования. Озон в основном применяется не для дезинфекции, а для устранения органических примесей, дающих запах и привкус. В обработке сточных вод озон используется для окисления устойчивых примесей и для обесцвечивания; дезинфекция сточных вод практикуется в промышленном масштабе, а не в рамках озонирования как отдельная задача.

Это обусловлено только тем, что годовые затраты на обработку озонем в качестве отдельного дополнительного этапа в несколько раз выше, чем затраты на УФ-облучение.



Рис. 3. Установка ультрафильтрации компании ООО «НПЦ ПромВодОчистка»

При обработке озонем вследствие частичного окисления органических примесей возникают побочные продукты, четких знаний о воздействии которых на водные системы нет.

Для удаления этих побочных продуктов и для уничтожения остаточного озона необходимо внедрить далее по технологической линии установку для адсорбции активированным углем.



**СОКРАТИТЕ БЮДЖЕТ
НА ВОДОПОДГОТОВКУ И ВОДООЧИСТКУ!**

ПРОВЕДИТЕ ТЕСТОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

**ЗАКАЖИТЕ
БЕСПЛАТНО + 7 (831) 272-75-50 test@prom-water.ru**