

ПРЕДПРИЯТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЮ

Вячеслав ЯЛОВЕГА, Московское представительство компании Millipore

Уф-технологии очистки воды

(ЧАСТЬ I)*

В научно-исследовательском отделе компании Millipore проведены исследования по воздействию ультрафиолетового излучения (УФ) на различные виды бактерий и органических молекул. Определены оптимальные условия применения УФ-технологии в системах очистки воды.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ЛАМПЫ

Как правило, в системах очистки воды применяются лампы с парами ртути низкого давления. Ртуть, помещенная в герметичную колбу, возбуждается при помощи электрического разряда. Электроны атома ртути, возвращаясь с высоких энергетических уровней в исходное состояние, вызывают излуче-

ние на соответствующих длинах волн. При низком давлении ртуть испускает излучение на трех длинах волн: 253,7 нм, 184,9 нм и 194,2 нм. Излучение на длине волны 254 нм обладает бактерицидными свойствами, а излучение на длине 185 нм преобразует кислород в озон, расщепляет воду и вызывает фотоокисление органических молекул. Обычное стекло поглощает все излучение на длинах волн ниже 320 нм. Поэтому фотоны с длинами волн 185

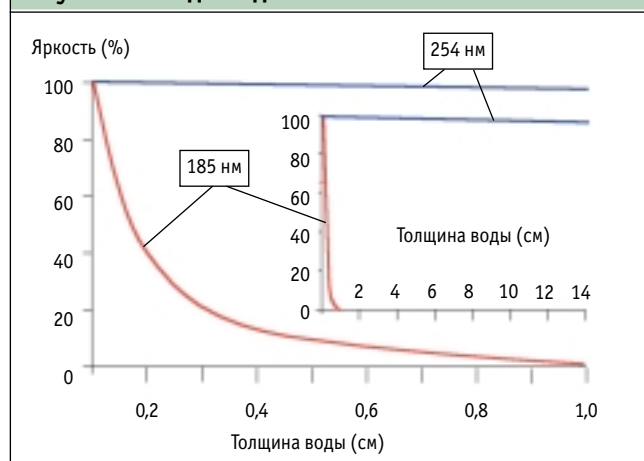
SUMMARY

The research results demonstrate the deactivating effect of ultraviolet radiation on different microorganisms.

Ultraviolet technology of water purification.

и 254 нм сквозь стекло не проходят и не достигают воды. Обычно колба УФ-ламп изготавливается из кварцевого стекла. Но излучения на указанных длинах волн в воде ведут себя по-разному. На длине 254 нм фотоны свобод-

* Продолжение статьи читайте в одном из следующих номеров.

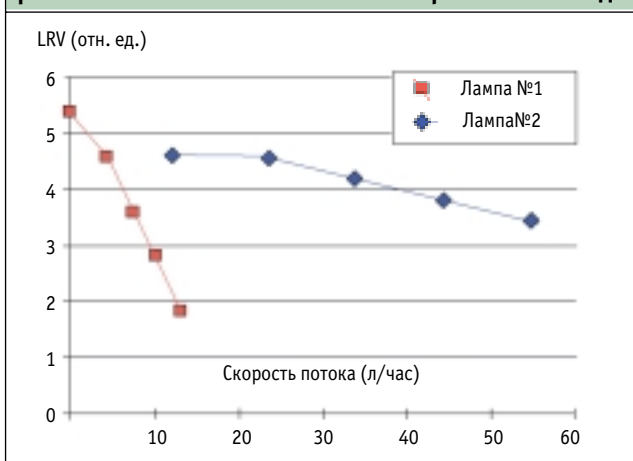
РИСУНОК 1 Распространение ультрафиолетового излучения в воде на длинах волн 185 и 254 нм

но проходят сквозь толщу воды, не вступая во взаимодействие с ее молекулами, а на длине 185 нм яркость резко падает из-за поглощения молекулами воды (рис. 1).

Кроме физико-химических процессов на эффективность излучения оказывают влияние и другие параметры, такие как количество паров в лампе, парциальное давление ртути, электропитание, процессы электрической разрядки и размеры самой лампы. Комбинированное воздействие перечисленных факторов приводит к значительному разбросу характеристик ламп у различных фирм-поставщиков.

В научно-исследовательском отделе компании Millipore были испытаны лампы разных моделей, изготовленные разными компаниями. В экспериментах измерялась яркость ламп и фиксировался такой важный параметр, как повторяемость результатов измерений. Такая методика позволила выполнить быстрое и экономное сравнение ламп и оценить энергию излучения в слоях воды, прилегающих к корпусу лампы, в зависимости от скорости потока для каждой исследуемой лампы.

Так же были исследованы бактерицидные лампы с длиной волны излучения 254 нм и лампы с комбинированным излучением на длинах 185 и 254 нм. На рисунке 2 приведены логарифмические кривые снижения содержания бактерий LRV в зависимости от скорости потока двух ламп. Четыре уровня LRV означают снижение содержания бактерий в 10 000 раз. Из рисунка видно, что

РИСУНОК 2 Бактерицидные свойства двух ультрафиолетовых ламп в зависимости от скорости потока воды

в аналогичных условиях работы разные лампы вели себя по-разному. В то время как лампа 1 эффективно работала на низких скоростях потока, ее нельзя было использовать при скорости более 5 л/час. Лампа 2 удовлетворительно снижала рост бактерий в широком диапазоне скоростей. Но ни одна из указанных ламп не отвечала требованиям компании Millipore. Проводилось также измерение общего содержания органического углерода для двух ламп с комбинированным излучением на разных длинах волн: 185 и 254 нм. Кроме того, сравнивались два разных блока питания одной УФ-лампы. Переменное напряжение блоков питания поступало на электроды лампы с парами ртути низкого давления. Эксперименты показали, что блок питания не только влиял на яркость, но и оказывал существенное влияние на срок службы лампы.

БАКТЕРИЦИДНАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ

Как было указано ранее, излучение с длиной волны 254 нм свободно проходит сквозь воду. Лампы с длиной волны излучения 254 нм уже давно применяются в системах очистки воды, например, в работах, проводимых на генетическом уровне [2,3,4]. Установлено, что наибольший бактерицидный эффект проявляется на длине волны 265 нм. Доза облучения, необходимая для дезактивации микроорганизмов различных типов, меняется в довольно широких пределах. ДНК бактерии достаточ-

но чувствительна к воздействию УФ-излучения. На грибы и на некоторые вирусы УФ-излучение сильного влияния не оказывает, т.к. их ДНК хорошо защищены. Эффективность воздействия излучения на бактерии зависит от штамма бактерии, мощности лампы, продолжительности ее свечения и скорости потока воды.

Рассмотрим два штамма *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, для дезактивации которых необходимы, соответственно, дозы излучения 6600 и 10500 мВтс/см². В системе очистки воды была установлена бактерицидная лампа мощностью 6 Вт и длиной корпуса 7 см. Длина волны излучения этой лампы — 254 нм, а скорость потока воды — 10 л/час. В кварцевой колбе была измерена поглощенная энергия, которая составила 4,08 мВтс/см². Суммарная энергия, достигшая потока воды с бактериями, равнялась 37 600 мВтс/см². Так, эффективность дезактивации обоих штаммов составила 99,9%. Лампы этого типа установлены в системах первичной очистки воды RiOs и Elix, выпускаемых компанией Millipore. Результаты измерений содержания бактерий в воде, очищенной по технологиям обратного осмоса и электродеионизации (системой Elix), показали снижение роста бактерий на 5–6 порядков при скорости потока 40 л/час.

Список использованной литературы
Вы можете запросить в редакции.