

Технологии ультрафиолетового обеззараживания. Ультрафиолет среднего давления.

Опубликовано в журнале СОК №4 2012г.

Автор: И. ДРИМАЛ

Ультрафиолетовое излучение, которое, как известно, обладает бактерицидными свойствами, является составной частью солнечного света. В спектре электромагнитного излучения оно занимает место между видимым светом (диапазон 380–780 нм) и рентгеновскими лучами.

Принцип действия ультрафиолета

Принимая во внимание длину волн излучения и последствия их воздействия, традиционно принято различать четыре части излучения в ультрафиолетовом диапазоне: вакуумное УФ-излучение в поддиапазоне 100–200 нм; UVC — это УФ-излучение в поддиапазоне 200–280 нм; UVB — это УФ-излучение в поддиапазоне 280–315 нм; UVA — это УФ-излучение в поддиапазоне 315–400 нм.

Обеззараживающий эффект ультрафиолетового излучения основан на фотохимических реакциях, запускающих механизм физикохимических и биологических мутаций живой материи микроорганизмов (бактерий, вирусов, микробов и простейших). При УФ-облучении у них нарушается аппарат воспроизводства макромолекул ДНК и РНК, разрушаются аминокислоты, пептиды и белки, происходит нарушение проницаемости мембран и т.д. Такие летальные эффекты, обеспечивающие обеззараживающее действие ультрафиолета, могут быть не только бактериостатическими (клетки живут, но прекращают размножаться), но и бактерицидными, без возможности исправления этих изменений (реактивации микроорганизмов), вызывающих необратимую гибель клеток микроорганизмов.

Изменения, касающиеся фатальных разрушений микроорганизмов, зависят от длины волны и дозы облучения. Не случайно, оптимальным решением с наибольшим бактерицидным эффектом обеззараживания и дезинфекции в водоподготовке или в сфере водоотведения без применения химических реагентов являются УФ-установки с разрядными лампами среднего давления, излучающими в поддиапазонах UVB и UVC ультрафиолета. Обычно используемые отечественными производителями лампы низкого давления, в т.ч. амальгамные, излучают в поддиапазоне UVC и то только с одной длиной волны 254 нм, при этом энергия их ультрафиолетового излучения на порядок ниже ламп среднего давления. Излучение ламп низкого давления хотя и нарушает структуру ДНК и РНК, но не может, в отличие от ультрафиолетового излучения ламп среднего давления, предотвратить реактивацию микроорганизмов, которая естественным образом восстанавливает структуру макромолекул с участием специфических энзимов, являющихся природным средством «исправления» нарушений ДНК, сложившимся в ходе миллиардов лет эволюции.

Применение УФ-установок также позволяет понижать в воде содержание вредных примесей. Этот эффект наилучшим образом также достигается работой ламп среднего давления. В результате фотохимических реакций происходит значительное понижение содержания

связанного хлора в воде, например, в воде плавательных бассейнов, где эта технология с успехом применяется, а в случае комбинирования озонирования и УФ-облучения лампами среднего давления (воздействие, так называемым, усовершенствованным процессом окисления), эффективно устраняются пестициды из питьевой воды.

Технологии в обеззараживании и дезинфекции воды

Положив в основу принцип воздействия УФ-излучения в волновых поддиапазонах UVB и UVC не только на структуру ДНК микроорганизмов, но и на другие биомолекулы, чешскими учеными была изобретена уникальная технология с максимально выраженным обеззараживающим эффектом дезинфекции воды или водных стоков, получившая запатентованное название LifeUVM. На основе этой инновационной технологии были разработаны, протестированы, сертифицированы на предмет соответствия более строгим европейским нормам, в т.ч. экологическому законодательству, и выпущены в серийное производство УФ-установки с лампами среднего давления различной мощности. Благодаря широкому спектру и высокой энергии излучения, УФ-лампы среднего давления, используемые в системах LifeUVM, инактивируют микроорганизмы необратимым способом. Кроме того, применение этих УФ-систем уменьшает, помимо всего прочего, содержание в воде таких загрязняющих ее вредных веществ, как пестициды в питьевой воде или связанный хлор в воде бассейнов. Успешный ввод в эксплуатацию оборудования сопровождается положительными отзывами пользователей не только в Чешской Республике, но и в других странах Евросоюза.

Результаты вышеупомянутого воздействия полихроматического УФ-излучения ламп среднего давления, обладающего большей энергией по сравнению с лампами низкого давления, могут быть многократно усилены его комбинацией с озонированием или в сочетании с дозировкой перекиси водорода. На этом методе, известном как «усовершенствованное окисление» или «ультрафиолетовое окисление», чешскими инженерами была разработана новая усовершенствованная технология LifeOX, основанная на оптимизированном синергическом взаимодействии озона и УФ-излучения.

Принцип ее действия таков. Растворенный в воде озон под фотолитическим воздействием УФ-лучей трансформируется в ОН-радикалы, которые обладают весьма сильным окислительным (дезинфицирующим) действием. ОН-радикалы мгновенно реагируют с загрязнением и способны ликвидировать даже те патогенные микроорганизмы, которые устойчивы к воздействию обычно применяемого в качестве окислителя — хлора, или озона. ОН-радикалы также весьма эффективно удаляют органические вещества, при этом не образуя токсичных химических остатков. Этим они отличаются от хлора, создающего с органическими веществами соединения связанного хлора (хлорамины) и другие побочные продукты хлорирования, например, хлороформ и хлоруксусные кислоты. ОН-радикалы совместно с УФ-излучением разлагают соединения связанного хлора и, тем самым, понижают его концентрацию в воде. Вода, обработанная по технологии LifeOX, не содержит озон — он полностью трансформируется в ОН-радикалы (таким образом, нет необходимости контролировать концентрацию озона в воде) и расходуется на дезинфекцию и на устранение загрязняющих веществ. А время «жизни» самих ОН-радикалов настолько коротко (в

микросекундах), что они в процессе своей «работы» никогда не покидают пространство УФ-камеры.

Исполнение УФ-установки

Технологически УФ-установка состоит из камеры УФ-облучения и выносного электротехнического шкафа, содержащего блок питания УФ-ламп и блок электронного управления. Камера УФ-облучения произведена из нержавеющей стали 316L, а ее внутренняя поверхность полированная. Внутри УФ-камеры оптимально расположены УФ-лампы среднего давления, помещенные в кварцевые чехлы. Данная камера оснащена датчиками, следящими за интенсивностью УФ-излучения и температурой воды. Поверхность кварцевых чехлов и датчиков очищается от отложений и грязи механическим путем: вручную или с помощью автоматического привода.

Установки LifeUVM имеют компактную конструкцию УФ-камер, с небольшой площадью занимаемой поверхности, хотя при этом устройства, в зависимости от модели, способны обрабатывать объемы воды от 20 до 1200 м³/ч. Благодаря своей конструкции и небольшому количеству УФ-ламп, потеря давления в камере является крайне низкой. Камера может располагаться в горизонтальном или вертикальном положении.

Электронные источники питания УФ-ламп, а также блок управления с программируемым логическим контроллером расположены в выносном шкафу. Для коммуникации пользователя с оборудованием предназначен цветной сенсорный дисплей размером по диагонали 7" и с разрешением 800×480. Лампы снабжают энергией усовершенствованные электронные источники питания собственного производства со встроенными электронными балластами. В автоматическом режиме работы выявленное понижение интенсивности УФ-излучения систематически компенсируется повышением мощности электронного балласта. Это означает, что при изменении условий, например при выработке ресурса УФ-лампы или при уменьшении оптического пропускания воды, всегда гарантирована надежная дезинфекция воды. Основным преимуществом является возможность плавного регулирования мощности УФ-ламп, а новейшие технологические усовершенствования позволили увеличить срок службы ламп до 18 тыс. рабочих часов.

Также следует отметить отдельно тот факт, что инновационные технологии обеззараживания и дезинфекции воды, основанные на усовершенствованных решениях чешских ученых на базе собственной научно-исследовательской лаборатории LifeTech в Брно, позволили минимизировать затраты на создание УФ-установок по сравнению с предыдущим выпускаемым серийно оборудованием с лампами низкого давления, а благодаря оптимизации работы производственных и бизнес-процессов переместило новое выпускаемое оборудование в более низкий ценовой диапазон, определив его место в одном ценовом ряду с продукцией отечественных производителей.