О возможности дистанционного обеззараживания объектов

В.П. Архипов, А.С. Камруков, Н.П. Козлов, А.А. Макарчук

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия, [kamrukov@mail.ru](mailto:kamrukov@mail.ru)

В настоящее время развиваются и широко применяются различные химические и физические методы обеззараживания объектов. Однако лишь немногие из них допускают возможность дистанционного применения. В то же время нередко возникают ситуации, когда требуется обеспечить обеззараживание объектов, удаленных от применяемых технических средств на расстояния порядка нескольких десятков и более метров.

Одним из возможных решений этой задачи является использование генераторов остронаправленного УФ излучения биоцидного диапазона (Δλ = 190 – 315 нм). При этом для обеспечения высокой эффективности и необратимости антимикробного действия спектр УФ излучения должен непрерывно перекрывать весь биоцидный диапазон, поскольку только в этом случае обеспечивается многоканальное деструктивное воздействие на все жизненно важные биологические структуры клетки — нуклеиновые кислоты, белки, мембраны и др. Это ограничивает применение для рассматриваемых целей УФ лазеров.

В данной работе в качестве генератора остронаправленного биоцидного излучения предлагается использовать прожекторную систему на основе импульсной короткодуговой ксеноновой лампы высокого давления. Такие лампы имеют компактное изолированное тело свечения, хорошо согласующееся со светотехническими системами-концентраторами энергии, характеризуются высокой спектральной яркостью излучения и сплошным эмиссионным спектром с максимумом в УФ области и могут работать в импульсно-периодических режимах с достаточно большой частотой (до нескольких килогерц) следования импульсов и высокой средней электрической мощностью (сотни ватт и более).

В опытах использовалась экспериментальная прожекторная установка с параболическим зеркалом *D*~ 300 мм и шаровой ксеноновой лампой ДКсШ-3000 (межэлектродный промежуток ~7 мм, *PXe* ~ 7·105 Па). Центр межэлектродного промежутка лампы располагался в фокусе зеркала (*F*= 75 мм). Источником питания лампы являлся конденсатор емкостью 3 мкФ, заряжаемый до напряжения 1,65 кВ. Конденсатор заряжался от блока питания, обеспечивающего частоту следования импульсов до *f*= 60 Гц (средняя электрическая мощность на лампе ~250 Вт).

Спектрально-энергетические характеристики лампы и прожектора измерялись калиброванными фотоэлектрическими приемниками. Согласно измерениям, осевая импульсная сила излучения прожектора составляла ~17 МВт/ср. Угол рассеяния излучения по уровню половинной интенсивности ~20. Во всей УФ области спектра (λ < 400 нм) прожектор излучает ~50% генерируемой мощности при τ0,5~11 мкс. В бактерицидной области (λ = 265 ± 25 нм) плотность энергии излучения в импульсе составляла ~27 Дж/ср.

Экспериментальная оценка бактерицидной эффективности прожекторной установки проведена с использованием в качестве тест-культуры клеток Bacillus subtilis. Бактерии высевались на чашки Петри и облучались с расстояния 10 метров от прожектора. Контрольные образцы не облучались, но открывались в том же помещении на 30 секунд. Эксперименты показали, что уже за 280 импульсов облучения эффективность дистанционной инактивации бактерий сенной палочки превышает 95%, при 560 импульсах имело место полное обеззараживание чашек Петри. Суммарная экспозиционная доза бактерицидного излучения при этом составила ~15 мДж/см2. При частоте вспышек *f*= 7 Гц процедура полного обеззараживания длилась 80 с, при *f*= 60 Гц — не превышала 10 с.   
При увеличении дистанции УФ обработки в 10 раз требуемое время стерилизации возрастает в 100 раз и при использовании прожекторных установок киловаттного уровня средней мощности может составлять единицы минут.

**Список авторов**

1. Архипов В.П., РФ, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана;
2. Камруков А.С., РФ, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, [kamrukov@mail.ru](mailto:kamrukov@mail.ru) ;
3. Козлов Н.П., РФ, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана;
4. Макарчук А.А., РФ, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана.

ABOUT THE POSSIBILITY OF REMOTE DECONTAMINATION OF OBJECTS

V.P. Arkhipov, A.S. Kamrukov, N.P. Kozlov, and A.A. Makarchuk

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia, Russia,   
e-mail: kamrukov@mail.ru

**List of authors**

1. Arhipov V.P., Russia, Moscow, MBSTU;
2. Kamrukov A.S., Russia, Moscow, MBSTU, e-mail: kamrukov@mail.ru;
3. Kozlov N.P., Russia, Moscow, MBSTU;
4. Makarchuk A.A., Russia, Moscow, MBSTU.