

Summary. The problem of ensuring safety and improving working conditions of operators of forage harvesters when carrying out harvesting operations is quite acute. The solution to this problem lies in further improvement of mobile agricultural machinery and improvement of labor and production discipline. At the same time, timely and quality of work on forage depends on the implementation by employers organizational and technical measures to ensure occupational safety.

УДК 628. 5: 637. 6

Жаркова Н.Н., старший преподаватель

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ЭКСИЛАМПЫ – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ СПОНТАННОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО (УФ) И ВАКУУМНО-УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО (ВУФ) ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация: в статье отражена суть бактерицидного действия ультрафиолетового излучения эксиламп

Abstract: The article reflects the essence of the bactericidal effect of ultraviolet radiation from excilamps.

Ключевые слова: бактерицидное ультрафиолетовое излучение, эксимеры, эксилампа,

Keywords: bactericidal ultraviolet radiation, excimer lasers, excilamp.

Решение задачи энергосбережения при одновременном соблюдении санитарно-гигиенических и зооветеринарных требований к газовому составу воздуха в технологических помещениях предприятий АПК возможно путём обоснованного выбора комплекта оборудования для рециркуляции и очистки воздушной среды.

Согласно многочисленным исследованиям, одним из наиболее эффективных методов обеззараживания воздуха и поверхностей является бактерицидное ультрафиолетовое (УФ) излучение. Его действие базируется на фотохимических реакциях, вызывающих необратимые повреждения ДНК, а также РНК, клеточных мембран и других структур. Наибольшей инактивирующей способностью обладает коротковолновое УФ-излучение в диапазоне 200–295 нм (бактерицидная область спектра). Данное излучение эффективно поглощается азотистыми основаниями ДНК, которая признана основной мишенью при летальном и мутагенном воздействии УФ на биосистемы. При этом чувствительность вирусов и клеток в этом диапазоне может существенно варьироваться [1].

На сегодняшний день наиболее распространённым источником бактерицидного УФ-излучения являются трубчатые ртутные лампы низкого давления. Их высокая эффективность обусловлена резонансной

линией 253,7 нм, совпадающей с максимумом бактерицидного действия, что обеспечивает бактерицидную отдачу на уровне 30–40%. По конструктивным особенностям такие лампы делятся на два типа: с колбой из увиолевого стекла и с колбой из кварцевого стекла, легированного оксидом титана. Оба типа исключают выход озonoобразующей линии 200 нм, поэтому их называют безозонными. В увиолевых лампах используется жидкая ртуть, в кварцевых – амальгама (твёрдое соединение ртути с металлами), что определяет их название – амальгамные. Давление паров ртути над амальгамой существенно ниже, чем над жидкой ртутью, поэтому при разрушении колбы концентрация паров ртути не превышает ПДК, и демеркуризация помещения не требуется. Амальгамные лампы более механически прочны, имеют единичную мощность 100–1000 Вт, тогда как увиолевые – 8–75 Вт. Электрические характеристики увиолевых ламп аналогичны характеристикам люминесцентных ламп той же мощности, что позволяет использовать стандартные схемы включения. Полезный срок службы (до снижения бактерицидного потока на 20 %) для амальгамных ламп составляет 12 000 ч, для увиолевых – 8 000–9 000 ч.

Конструктивно лампы размещаются в облучателях, которые подразделяются на открытые и закрытые (рециркуляторы). Открытые облучатели допускается использовать только в отсутствие людей, что усложняет процесс обеззараживания. Рециркуляторы, напротив, предназначены для непрерывной обработки воздуха в присутствии людей. В них УФ-излучение локализовано внутри кожуха, а обеззараживание происходит при прокачке воздуха через внутренний объём за счёт принудительной или естественной конвекции. К этому типу также относят модули с бактерицидными лампами, устанавливаемые после фильтров в выходных каналах приточно-вытяжной вентиляции [2].

В настоящее время ртутные лампы всё чаще признаются не соответствующими современным экологическим стандартам из-за сложности и дороговизны их утилизации. В связи с этим ведётся поиск альтернативных, не содержащих ртути, источников УФ-излучения. Исследования [3] показывают, что таковыми могут служить эксилампы – обобщённое название устройств, генерирующих спонтанное УФ- или вакуумное УФ-излучение эксимерных и эксиплексных молекул, спектры которых частично перекрывают бактерицидный диапазон [4].

Принцип работы эксимерной лампы основан на образовании возбуждённых димеров (эксимеров), спонтанно переходящих в основное состояние с испусканием УФ-фотонов. Эксимеры – это двухатомные (гомоядерные) или многоатомные молекулы, имеющие стабильные возбуждённые и несвязанное (или слабосвязанное) основное состояние. Термин «эксиплекс» (возбуждённый комплекс) также относится к

эксимерным молекулам. Наиболее изучены димеры редких газов и димеры редких газов с галогенами. Другие типы (эксимеры металлов, галогенидов металлов, оксидов и др.) применяются реже [5]. Эксиплексные и эксимерные молекулы неустойчивы и существуют только в возбуждённом состоянии; время жизни составляет 10^{-9} – 10^{-7} с. Их спонтанный распад на атомы сопровождается излучением кванта света, характерного для данного комплекса. Излучение эксиламп узкополосно, максимумы полос лежат в диапазоне 126–354 нм в зависимости от используемой молекулы [6].

С практической точки зрения достоинствами эксиламп являются: высокая энергия фотона (3,5–10 эВ), узкая полоса излучения, значительная удельная мощность, возможность масштабирования и выбора геометрии излучающей поверхности, а также отсутствие ртути. Это обеспечивает экологическое преимущество перед ртутными лампами. Эксимерные лампы относятся к «холодным» источникам: их излучающая поверхность нагревается незначительно, а максимальная мощность достигается практически мгновенно после включения [7–9].

Фотоны с энергией 3,5–10 эВ способны разрывать большинство химических связей и инактивировать микроорганизмы за счёт разрушения нуклеиновых кислот и ДНК. Экспериментально подтверждено, что излучение эксиламп оказывает выраженный бактерицидный эффект на широкий спектр микроорганизмов, причём действие не является избирательным – все протестированные культуры погибли [10].

Области применения эксимерных ламп включают очистку и дезинфекцию воды (питьевой, бассейнов, сточных вод), обеззараживание воздуха и промышленных отходов, фотохимический синтез, разложение органических соединений в дымовых газах и воде, фотополимеризацию покрытий, фотохимическое осаждение из газовой фазы. Во всех случаях УФ-фотоны возбуждают частицы или разрывают связи, инициируя необходимые реакции. Избирательность действия эксиламп (возможность подобрать длину волны для генерации нужных радикалов) является их важной особенностью. Лампы на основе редких газов абсолютно безопасны, а галогенсодержащие – экологичнее ртутных.

Среди некогерентных узкополосных источников УФ- и ВУФ-диапазона эксилампы выделяются удачным сочетанием физических характеристик и удобством эксплуатации. Их стоимость как минимум на порядок ниже стоимости УФ- или ВУФ-лазера [6]. Эти свойства позволяют использовать эксилампы для облучения протяжённых объектов – от кювет с жидкостями и газами до животноводческих помещений. В настоящее время эксимерные лампы находят применение в экологии, фотохимии, фотобиологии, медицине, криминалистике, нефтехимии, физике,

микроэлектронике, в широком спектре технологий, а также в различных отраслях промышленности и АПК.

Список использованной литературы

1 Вассерман, А.Л. Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания воздуха / А.Л. Вассерман, // Светотехника, – 2004. – № 1. – С. 46–47.

2 Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях: Руководство. – М. : Федеральный центр госсан эпиднадзора Минздрава России, 2005. – 46 с.

3 Авдеев, С.М. Бактерицидное действие ультрафиолетового излучения эксимерных и эксиплексных лам на чистые культуры микроорганизмов / С.М. Авдеев, Э.А. Величевская, Л.В. Лаврентьева, К.Ю. Соснин // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2008. – № 2. – С. 18-27.

4 Соснин, Э.А. Эксилампы – перспективный инструмент фотоники. / Э.А. Соснин, В.Ф. Тарасенко // Фотоника, 2015, – № 1, С. 60–69

5 Автаева, С.В. Новые направления в научных исследованиях и применении эксиламп / С.В. Автаева, О.С. Жданова, А.А. Пикулев, Э.А. Соснин, В.Ф. Тарасенко. – Томск : STT, 2013. – 246 с.

6 Соснин, Э.А. Закономерности развития газоразрядных источников спонтанного излучения: Руководство для разработчика. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 106 с.

7 Соснин, Э.А. Действие ультрафиолетового излучения и ультразвуковых колебаний на сточные воды / Э.А. Соснин., Е.И. Липатов, В.С. Скакун, В.А. Панарин, В.Ф. Тарасенко, О.С. Жданова, П.А. Гольцова // Современные научные исследования и инновации. – 2016. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/03/65016> (дата обращения: 30.04.2026).

8 Соснин, Э.А. Эксилампы и новое семейство газоразрядных ультрафиолетовых облучателей на их основе / Э.А. Соснин // Светотехника. – 2006. – № 6. – С. 25–31

9 Ломаев, М.И. Эксилампы – эффективные источники спонтанного УФ и ВУФ излучения / М.И. Ломаев, В.С. Скакун, Э.А. Соснин и др. // Успехи физических наук. – 2003. – Т. 173, № 2. – С. 201–217.

10 Современные научные исследования и инновации. 2016 № 3 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/03/65016> (дата обращения: 13.04.2026).

Summary. A well-founded choice of air recirculation equipment using excilamps (mercury-free sources of narrow-band UV radiation) makes it possible to solve the problem of energy saving at agricultural enterprises without violating sanitary, hygiene, and veterinary requirements for the gas composition of the air, due to their high bactericidal efficiency, environmental safety, instant start-up, and the ability to operate continuously in the presence of people.