



УДК 629.5.06

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

**Гурьянов Николай Михайлович**, аспирант кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

**Мизгирев Дмитрий Сергеевич**, д.т.н., доцент, профессор кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта  
Волжский государственный университет водного транспорта  
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

*Аннотация. Рассмотрены наиболее распространенные источники УФ-излучения. Проведен анализ эффективности обеззараживания воды при использовании ламп УФ-излучения. Выбор дозы излучения определяется характером и качеством воды, поступающей для обеззараживания и обладает выраженным бактерицидным действием в отношении различных микроорганизмов, включая бактерии и вирусы*

*Ключевые слова: доза облучения, коронный разряд, микробная клетка, обеззараживание воды, уровень облучения, УФ-излучение.*

УФ-излучение – электромагнитное излучение, занимающее диапазон между рентгеновским и видимым излучением (диапазон длин волн 100...400 нм) [1]. Международным стандартом ISO 21348 и нормативными документами РФ определены участки спектра УФ-излучения (рис. 1), оказывающие различное биологическое воздействие.

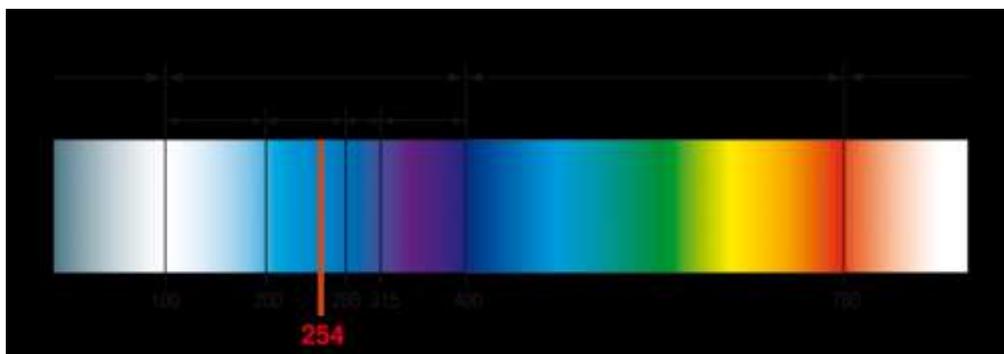


Рисунок 1 – Ультрафиолет в спектре электромагнитного излучения

Бактерицидным действием обладает УФ-излучение с диапазоном длин волн  $\lambda = (205 \dots 315)$  нм, которое проявляется в деструктивно-модифицирующих фотохимических повреждениях ДНК клеточного ядра микроорганизма, что приводит к гибели микробной клетки.

Во всем диапазоне УФ-излучения наибольшей обеззараживающей эффективностью по отношению к устойчивым к хлорированию бактериям, вирусам и цистам простейших обладает участок УФ-С. Кроме того, УФ-излучение не оказывает влияния на физико-химические и органолептические свойства воды, не образует побочных продуктов, нет опасности передозировки.

Степень обеззараживания определяет доза УФ-излучения, которая обусловлена технологией и качеством предварительной очистки воды. Нормами установлен минимальный уровень облучения  $30 \text{ мДж/см}^2$  при обработке воды с показателями не хуже: ВВ –  $10 \text{ мг/дм}^3$ ; БПК<sub>5</sub> –  $10 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$ ; химическое потребление кислорода (ХПК) –  $50 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3$ ; колифаги –  $104 \text{ БОЕ/100 мл}$ . Это обеспечивает до 5 порядков обеззараживания по патогенным бактериям и до 2 порядков — по вирусам. В настоящее время для гарантированного обеззараживания используют значительно большие дозы облучения до  $(50 \dots 100) \text{ мДж/см}^2$ , что ведет к росту массы, габаритов, энергопотребления и стоимости водоочистного оборудования.

Для генерации бактерицидного УФ-излучения в основном используются искусственные источники света [3]. Объясняется это тем, что основная обеззараживающая часть спектра (УФ-С) естественного солнечного излучения задерживается озоновым слоем Земли.

Наиболее распространенные источники УФ-излучения – газоразрядные лампы. Рабочим телом в них являются пары металлов (ртуть), инертные газы (аргон, гелий), их смеси. Лампы высокого давления помимо УФ-излучения генерируют озон, что позволяет использовать последний как дополнительный обеззараживающий агент, однако обладают слабым бактерицидным действием при высоком энергопотреблении, имеют малый срок службы, сравнительно дороги. Лампы низкого давления обладают сроком службы до 50 000 ч., после включения почти сразу обеспечивают эффективное обеззараживание, имеют удовлетворительные массу и габариты при малом энергопотреблении.

Сравнительно новыми являются эксимерные некогерентные лампы УФ-излучения на основе барьерного разряда (спектры используемого коронного разряда представлены на рис. 2), а также когерентные излучатели – лазеры. Проблемой здесь является прозрачность материала диэлектрика для возникающего излучения [2].

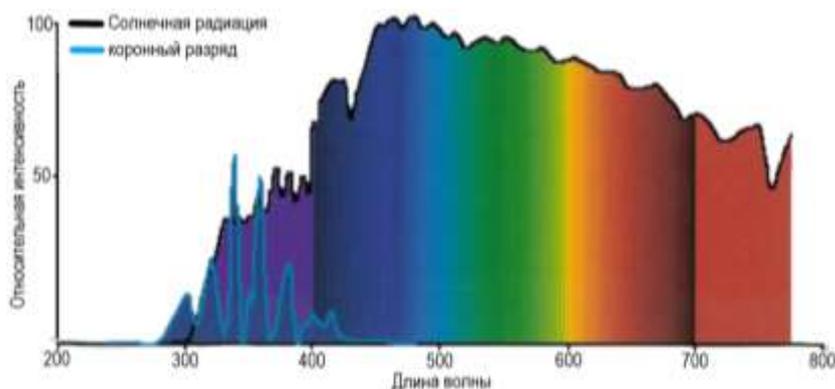


Рисунок 2 – Спектры излучения коронного разряда

Кроме того, анализируя рис. 2, можно сделать вывод о значительной мощности излучения коронного разряда в области  $\lambda = (205 \dots 315)$  нм, что позволяет использовать эксимерные лампы в качестве источников бактерицидного УФ-излучения.

Использование ламп УФ-излучения ограничивают:

- хрупкость, вызванная особенностью конструкции излучателя (в основе конструкции лампы стеклянная трубка с толщиной стенки менее 0,5 мм, свободно расположенная внутри кварцевого чехла, омываемого водой);

- высокая чувствительность к качеству электропитания, сложность пускорегулирующей аппаратуры, невозможность регулировки мощности;

- потенциальная химическая опасность (наличие токсичных компонентов) требует соблюдения особых условий к хранению и сдаче на утилизацию;

- высокая стоимость оборудования.

Несмотря на перечисленные недостатки, газоразрядные лампы УФ-излучения нашли широкое применение. Таким образом, поиск надежного и дешевого источника обеззараживающего УФ-излучения является актуальной задачей, требующей скорейшего разрешения.

### Список литературы:

1. Дугиева, Д. А. Ультрафиолетовое излучение / Д. А. Дугиева. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 5 (295). – С. 1-3. – URL: <https://moluch.ru/archive/295/67050/> (дата обращения: 20.11.2022).
2. Мизгирев Д.С. Направления совершенствования судовых станций приготовления питьевой воды в условиях переменного состава исходной воды // Великие реки - 2020. Труды 22-го международного научно-промышленного форума. 2020. С. 45.
3. Волков С.В. Опыт и перспективы применения УФ обеззараживания. Часть I / С.В. Волков, С.В. Костюченко и др. // Экология и промышленность России. – 2000. – Сентябрь. – С. 30-34.
4. Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях: Руководство Р 3.5.1904-04. М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2005. 46 с.
5. Гурьянов Н.М., Мизгирев Д.С. Использование синергетического эффекта активированных окислительных технологий (АОТ's) в судовых системах приготовления питьевой воды // Труды 1-го международного научно-промышленного форума "Транспорт. Горизонты развития" (Нижний Новгород - Новосибирск. 25-28 мая 2021 г.)
6. Mizgirev D.S., Vlasov D.V., Vlasov V.N. Mathematical description of the cavitation process in the jet apparatus // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021, ITMM 2021- Mathematical Modeling and Computational Methods in Problems of Electromagnetism, Electronics and Physics of Welding" 2021. С. 54.

## THE USE OF CORONA DISCHARGE UV-RADIATION FOR WATER DISINFECTION

Nikolay M. Guryanov, Dmitriy. S. Mizgirev

*Abstract. The article is devoted to the determination of the out-of-ship environmental protection means by the probabilistic-statistical method. As a result, the dependence of the average values of the amount of waste water to be taken by environmental protection facilities on the average number of ships is determined.*

*Keywords: radiation dose, corona discharge, microbial cell, water disinfection, radiation level, UV-radiation.*