



Семенов А. О.,
Кожушко Г. М.,
Баля Л. В.

БЕЗОЗОННІ БАКТЕРИЦИДНІ ЛАМПИ ДЛЯ УСТАНОВОК ФОТОХІМІЧНОЇ ТА ФОТОБІОЛОГІЧНОЇ ДІЇ

Запропонована конструкція безозонової бактерицидної лампи для установок фотохімічної та фотобіологічної дії. Вказані особливості конструкції бактерицидної лампи, яка обмежує вихід озону в оточуюче середовище. Лампа комплектується пусковою апаратурою та цоколем, що розширює можливості її використання в побутових умовах для знезараження питної води та поверхонь.

Ключові слова: УФ-випромінювання, ультрафіолетові лампи, бактерицидне знезараження, безозонна лампа, УФ-потік.

1. Вступ

Використання ультрафіолетового випромінювання в теперішній час стає все більш актуальним [1, 2], оскільки ультрафіолетовий метод знезараження успішно інактивує бактерії, грибки, віруси в повітрі, в воді і на доступних до опромінювання поверхнях.

Метод ультрафіолетового випромінювання характеризується рядом переваг — безреагентність, висока ефективність, екологічна чистота, що робить його незамінним в процесах бактерицидного знезараження. Широке використання ультрафіолетового опромінювання стало можливим із-за розширення номенклатури виробництва штучних джерел світла та підвищення їх ефективності в області С (200–280 нм), в яких максимум випромінювання знаходиться на довжині хвилі $\lambda = 254$ нм [3].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Промисловістю різних країн випускається широка номенклатура ультрафіолетових ламп для побутового і промислового використання в установках фотофізичної, фотобіологічної та фотохімічної дії.

Газорозрядні джерела УФ-випромінювання застосовуються найчастіше, оскільки вони дають можливість отримати високі питомі потужності УФ-випромінювання з високим ККД перетворення електричної енергії, змінювати спектр випромінювання, мають великий ресурс, досить прості в експлуатації. Для підвищення ефективності перетворення електричної енергії в енергію УФ-випромінювання в теперішній час найбільшого поширення в якості джерел бактерицидного УФ-випромінювання отримали трубчасті розрядні лампи низького тиску. Вони є найбільш ефективними джерелами ультрафіолетового бактерицидного випромінювання, завдяки випромінюванню в ультрафіолетовій області спектра, що припадає на резонансну лінію 254 нм, яка лежить в зоні максимальної бактерицидної дії, і пояснює їх високу бактерицидну віддачу в межах 30–40 % [4].

Умовно ртутні лампи низького тиску можна розділити на два класи: Лампи з увіолевого скла (Soft

Glass) і Стандартні лампи із кварцового скла (Standard Quartz) [5].

За своїми конструктивними особливостями ультрафіолетові лампи низького тиску для бактерицидного знезараження рідин, повітря і поверхонь за зовнішнім виглядом подібні люмінесцентним лампам, які успішно використовуються для освітлення офісів, побутових приміщень, виробничих підприємств, оскільки володіють строком служби до 10 тис. год і світловою віддачею в видимій області спектру 50 лм/Ватт, що зумовило розробку УФ-ламп на їх основі. При виробництві ультрафіолетових ламп використовують ті ж виробничі лінії, що і для люмінесцентних ламп, але відсутність люмінофорного покриття та використання інших марок скла (кварцового та увіолевого) забезпечує випромінювання лампи в ультрафіолетовій області, що характеризується бактерицидною дією, інактивуючи віруси та бактерії.

Порівнюючи УФ-лампи з кварцового та увіолевого скла слід відзначити, низьку пропускну здатність короткохвильового випромінювання увіолевого скла в бактерицидній області. Прикладом ламп такого типу є лампи TUV [5], торгової марки «Philips» або лампи ДБ [6], що характеризуються низькою пропускну здатністю в порівнянні з УФ-лампами з кварцового скла, лампи типу ДРБ [7]. Причиною зменшення енергетичної ефективності в УФ-області увіолевих ламп є зниження прозорості скла під дією ртуті та окисних продуктів. Світовими лідерами у виробництві такого типу джерел є компанії Philips Lighting і Lightech, які володіють власним виробництвом увіолевого скла. До великих виробників можна також віднести німецький Osram, в РФ — об'єднання ЛИСМА, на жаль в Україні власного виробництва немає, оскільки один із виробників ТОВ «Завод ГРЛ» не працює з 2012 року.

Стандартні лампи (Standard quartz) виготовляються з чистого кварцу, що дозволяє одержувати більш високий вихід ультрафіолету і, відповідно, ККД більш високого пропускання на довжині хвилі 254 нм. В залежності від застосування кварц може бути покритий окисом титану [8] для поглинання короткохвильового УФ-випромінювання з довжиною хвилі 185 нм (такі лампи називають безозоновими), але технологія нанесення

окси титану не досконала і потребує доопрацювання [5]. Перевага ламп з кварцового скла є істотною і полягає в наступному: при однакових розмірах і потужності лампи можна отримати приблизно на 40 % більше значення бактерицидної ефективності [9] в порівнянні з лампами з увіолевого скла. Крім того, не можна не відзначити інші переваги кварцових ртутних ламп — це відсутність ефекту соляризації, значно більш висока механічна міцність і термін служби таких ламп досягає 16 000 годин.

Лампи з кварцового скла типу ДРБ мають істотний недолік, що обмежує їх використання або потребує додаткових умов безпеки для обслуговуючого персоналу — це утворення озону при довжинах хвиль менше 200 нм. При взаємодії озону із азотистими з'єднаннями, що присутні в повітрі, утворюються діоксини [4]. Зазначені сполуки є шкідливими і використання бактерицидних джерел ультрафіолетового випромінювання з такими властивостями обмежує їх застосування в системах забезпечення чистоти повітря і приміщень, а також в установках або пристроях санітарно-гігієнічної обробки для стерилізації і дезінфекції. Крім того, власне озон є сильним окиснювачем і його вміст у повітрі допускається не вище встановлених норм (не більше 0,1 мг/м³).

3. Об'єкт, мета та завдання дослідження

Об'єкт дослідження — процеси, що відбуваються при ультрафіолетовому опроміненні з використанням ламп бактерицидної дії низького тиску.

Метою даної роботи є вдосконалення конструкції бактерицидної лампи для зниження концентрації озону в оточуючому середовищі.

Проведені дослідження ставили за мету визначити технічні характеристики і особливості використання ультрафіолетових ламп бактерицидної дії низького тиску. Використовуючи здобутий досвід використання бактерицидних ламп з кварцового скла (лампи-опромінювачі) при знезараженні і досвід проектування ламп УФ-дії розробити конструкцію безозонової лампи для опромінення повітря, поверхонь, питної води і рідин.

4. Результати дослідження розробки безозонової бактерицидної лампи

В залежності від призначення бактерицидних ламп, їх розрядні трубки додатково поміщають в кварцову трубку більшого діаметра — чохол [7], один кінець якого запаюють, а інший комплектується цоколем. Така конструкція бактерицидних ламп дозволяє використовувати їх при зануренні для знезараження води, опроміненні рідин і т. д.

Відомі лампи для УФ-знезараження, що містять колбу з увіолевого скла, всередині якої закріплені електроди, а колба заповнена аргонем з дозованою кількістю ртуті. При подачі достатньої напруги на електроди між ними виникає дуговий розряд в аргоні, який при випаровуванні ртуті переходить в розряд в парах ртуті, випромінюючи її спектр. Недоліком такої конструкції є використання увіолевого скла, що знижує ефективність УФ-випромінювання, а також необхідність використання пускової апаратури, яка забезпечує підключення лампи до електричної мережі [4]. Такі лампи використовують для знезараження повітря і поверхонь, що обмежує їх

універсальність використання для знезараження питної води та опромінення рідин.

Використання кварцового скла дає можливість збільшити дозу бактерицидної ефективності, але поява озону із-за широкого спектру ультрафіолетового випромінювання з максимум випромінювання на резонансних довжинах хвиль, не тільки в бактерицидній області 254 нм, але і в озонотворюючій області при довжинах хвиль менше 200 нм негативно впливає на використання таких ламп в системах бактерицидного знезараження, оскільки вони потребують додаткових заходів безпеки.

Бактерицидні лампи, як і люмінесцентні низького тиску при підключенні до електричної мережі потребують використання спеціальних допоміжних пристроїв, відомих як пускорегулюючі апарати (ПРА) [10] або сучасні пускорегулюючі апарати (ЕПРА) [11], що приводить до збільшення витрат на підключення їх в системах бактерицидного знезараження. З досвіду використання вищеперечисленої пускової апаратури, можемо з впевненістю стверджувати, що використання електронної пускової апаратури дає можливість збільшити строк служби лампи і при цьому отримати на виході збільшення бактерицидного потоку на 10 % [12].

В наслідок проведених експериментальних робіт авторами статті розроблена конструкція ультрафіолетової лампи бактерицидної дії, яка складається із газорозрядної трубки з кварцового скла, що розміщується в трубці більшого діаметра (кварцовий чохол), до якої приєднується герметично в корпусі необхідна пускова апаратура. При цьому використовуються стандартні цоколі, наприклад, Е27, що спрощує використання таких ламп.

Як показують проведені дослідження ефективність роботи УФ-лампи бактерицидної дії залежить від багатьох чинників, до яких в першу чергу відносять [13]:

- стабільність напруги електричної мережі;
- температура навколишнього середовища, оскільки при збільшенні температури вище 25 °С УФ-потік швидко зменшується;
- чистота наповнюючих газів, що призводить при роботі лампи до утворення оксидів;
- чистота кварцових трубок і т. д.

5. Особливості конструкції бактерицидної лампи

Лампи-опромінювачі (далі — опромінювачі) призначені для використання в установках або пристроях знезараження питної води, опромінення інших рідин, повітря, внутрішньої поверхні та інших закритих поверхонь і т. д. Опромінювачі повинні використовуватися при температурах навколишнього середовища від 5 °С до 40 °С та в умовах відсутності вібрацій, ударів та інших механічних впливаючих чинників.

Лампа представляє собою безкорпусний пристрій (рис. 1), який складається з газорозрядної трубки з кварцового скла, яка поміщається в трубку більшого діаметра і баласту, що розміщений в приєднаному пластмасовому корпусі. Простір між газорозрядною трубкою і зовнішньою кварцовою колбою, товщина якої не перевищує 1,5 мм, а діаметр 23 мм наповнено сумішшю кисню і азоту при тиску від 1500 до 80000 Па.

Для отримання максимального ультрафіолетового потоку в бактерицидній області температура суміші азоту і кисню, якою наповняється простір між газорозрядною

трубкою і чохлам не повинна перевищувати 450 °С, тому величина зазору вибирається в діапазоні від 1,0 до 5 мм.

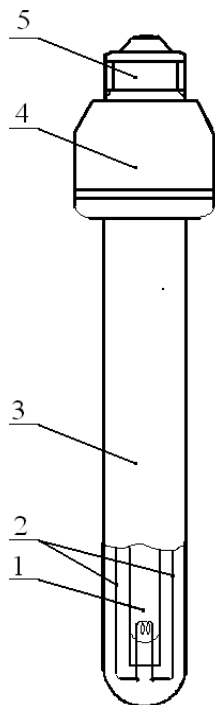


Рис. 1. Бактерицидна безозонова лампа: 1 — розрядна трубка з кварцового скла; 2 — траверси; 3 — зовнішня кварцова трубка (чохол); 4 — електронний чи електромагнітний баласт в корпусі; 5 — цоколь

Лампи є джерелом жорсткого ультрафіолетового випромінювання (область спектра випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 100 нм до 280 нм), яке має бактерицидну дію — призводить до загибелі бактерій, вірусів та інших мікроорганізмів. Максимальний вихід ультрафіолетового випромінювання (бактерицидного потоку) забезпечується при горінні ламп при температурах знезаражувальної рідини (навколишнього середовища) в діапазоні від 10 °С до 25 °С, при цьому положення горіння лампи — вертикальне.

Конструкція лампи забезпечує поглинання УФ-випромінювання при довжині хвилі менше 200 нм, при цьому поява озону в оточуючому середовищі обмежена газовою сумішшю.

Кількість озону при використанні безозонової бактерицидної лампи зменшується в 3–4 рази, не перевищуючи допустимі значення 0,1 мг/м³ при роботі лампи на протязі 2-х годин.

Дана конструкція безозонової лампи дає можливість позбутися основного недоліку кварцових ламп появи озону при довжині хвилі менше 200 нм, що дає можливість її використання в побутових умовах при УФ-опромінюванні поверхонь, повітря та рідин.

6. Висновки

Проведені дослідження і розробка зразків безозонової бактерицидних ламп в діапазоні потужностей від 4 до 60 Вт дає можливість розширити сфери використання бактерицидних ламп, які використовують в системах забезпечення чистоти повітря і приміщень,

а також в установках або пристроях санітарно-гігієнічної обробки з метою стерилізації і дезінфекції, а також в побутових умовах для знезараження питної води, поверхонь, повітря і опромінювання рідин.

Напрямами наших подальших досліджень є розширення сфери використання безозонової бактерицидних ламп в різних галузях діяльності людства при боротьбі з вірусами, бактеріями та шкідливими мікроорганізмами.

Література

- Lee, B. Effects of installation location on performance and economics of in-duct ultraviolet germicidal irradiation systems for air disinfection [Text] / B. Lee, W. P. Bahnfleth // Building and Environment. — 2013. — Vol. 67. — P. 193–201. doi:10.1016/j.buildenv.2013.05.019
- Gray, N. F. Ultraviolet Disinfection [Text] / N. F. Gray // Microbiology of Waterborne Diseases. — Elsevier BV, 2014. — P. 617–630. doi:10.1016/b978-0-12-415846-7.00034-2
- Вассерман, А. Л. Бактерицидная эффективность ультрафиолетового излучения и оценка результатов бактериологических исследований [Текст] / А. Л. Вассерман, М. Г. Шандала, В. Г. Юзбашев // Светотехника. — 1999. — № 5. — С. 9–12.
- Вассерман, А. Л. Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний [Текст] / А. Л. Вассерман, М. Г. Шандала, В. Г. Юзбашев. — М.: Медицина, 2003. — 208 с.
- Кармазинов, Ф. В. Ультрафиолетовые технологии в современном мире [Текст]: коллективная монография / Ф. В. Кармазинов, С. В. Костюченко, Н. Н. Кудрявцев, С. В. Храменков (ред.) — Долгопродный: Изд. Дом «Интеллект», 2012. — 392 с.
- ТУ У 31.5-31618588-010:2006. Лампи розрядні низького тиску бактерицидні двоцокольні. Технічні умови. — Чинний від 2006-10-17. — Полтава: Полтавстандартметрологія, 2006. — 20 с.
- А. с. 1765857 СССР. МКИ H01 J 61/34. Газоразрядная лампа [Текст] / Вассерман А. Л., Константинов Б. А., Щукин Л. И., Середя Н. И. (СССР). — № 4905408/07; заявл. 10.12.1990; опубл. 30.09.1992, Бюл. № 36. — 2 с.
- Васильев, А. И. Исследование влияния защитного слоя на параметры кварцевых газоразрядных ламп низкого давления с оксидными электродами [Текст] / А. И. Василяк, Л. М. Василяк, С. В. Костюченко и др. // Электронная обработка материалов. — 2007. — № 1. — С. 63–67.
- Белявский, М. П. Методика контроля потока излучения бактерицидных ламп в процессе их эксплуатации [Текст] / М. П. Белявский, А. Л. Вассерман, П. В. Рубинштейн // Светотехника. — 2001. — № 1. — С. 6–8.
- Краснопольский, А. Е. Пускорегулирующие аппараты для газоразрядных ламп [Текст] / А. Е. Краснопольский, В. Б. Соколов, А. М. Троицкий; под общ. ред. А. Е. Краснопольского. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 206 с.
- Варфоломеев, Л. П. Электронные пускорегулирующие аппараты системы управления освещением [Текст] / Л. П. Варфоломеев; под ред. Ю. Б. Айзенберга. — М.: Дом света, 2002. — 15 с.
- Семенов, А. О. Особенности конструкции одноцокольных ламп для ультрафиолетового опроминивання [Текст] / А. О. Семенов // ScienceRise. — 2014. — № 5/2(5). — С. 64–68. doi:10.15587/2313-8416.2014.30564
- Василяк, Л. М. Определяющие факторы ресурса бактерицидных ртутных ламп низкого давления [Текст] / Л. М. Василяк, Л. А. Дроздова, Д. В. Соколова и др. // Светотехника. — 2008. — № 6. — С. 8–10.

БЕЗОЗОНОВЫЕ БАКТЕРИЦИДНЫЕ ЛАМПЫ ДЛЯ УСТАНОВОК ФОТОХИМИЧЕСКОГО И ФОТОБИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Предложена конструкция безозонової бактерицидної лампи для установок фотохімічного і фотобіологічного дії. Указані особливості конструкції бактерицидної лампи, котра обмежує вихід озону в оточуючу середу. Лампа комплектується пусковою апаратурою і цоколем, що розширяє можливості її використання в побутових умовах для обеззараживания питьевой воды и поверхностей.

Ключевые слова: УФ-излучение, ультрафиолетовые лампы, бактерицидное обеззараживания, безозоновая лампа, УФ-поток.

Семенов Анатолий Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра товароведения непродовольственных товаров, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна, e-mail: a-semenov@li.ru.

Кожушко Григорій Мефодійович, доктор технічних наук, професор, кафедра товароведения непродовольственных товаров, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна, e-mail: tovarovedkafedra@mail.ru.

Баля Лілія Вікторівна, кандидат технічних наук, кафедра товароведения продовольственных товаров, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна, e-mail: balja-lilija@rambler.ru.

Семенов Анатолий Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра товароведения непродовольственных

ных товаров, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна.

Кожушко Григорій Мефодієвич, доктор технічних наук, професор, кафедра товароведения непродовольственных товаров, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна.

Баля Лілія Вікторівна, кандидат технічних наук, кафедра товароведения продовольственных товаров, Полтавський університет економіки і торгівлі, Україна.

Семенов Anatoly, Poltava University of Economics and Trade, Ukraine, e-mail: a-semenov@li.ru.

Kozhushko Gregory, Poltava University of Economics and Trade, Ukraine, e-mail: tovarovedkafedra@mail.ru.

Balja Lilija, Poltava University of Economics and Trade, Ukraine, e-mail: balja-lilija@rambler.ru

УДК 621.318.48:621.316

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.46866

**Синчук И. О.,
Беридзе Т. М.,
Яловая А. Н.,
Винник М. А.**

ПРАКТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЕЙ ПРОГРЕССИВНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОДЗЕМНЫМИ ВИДАМИ ДОБЫЧИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

В статье представлен анализ энергопотребления горных предприятий, в ходе которого обоснованы факторы, влияющие на энергоэффективность и пути ее повышения в условиях современных железорудных шахт. Представлена методика для определения прогнозных уровней электропотребления, которая даст возможность снизить отклонения заявочных объемов электропотребления от фактических, а, следовательно, и материальные затраты предприятия.

Ключевые слова: энергоэффективность, уровни электропотребления, сезонность, прогноз электропотребления, факторная модель, горные предприятия.

1. Введение

Украина относится к числу ведущих стран мира по запасам, перспективам и объемам добычи железорудного сырья (в дальнейшем ЖРС).

Благодаря этому, в настоящее время более 70 % ежегодных валютных поступлений в казну Украины составляет продукция горно-металлургического комплекса — железорудное сырье. В силу этого для государства весьма важно сдерживание естественного процесса роста себестоимости добываемой руды и в том числе экологично щадящими подземными способами — в шахтах и рудниках.

К сожалению, как показывает анализ, производственная себестоимость добываемой руды всеми без исключения железорудными предприятиями Украины, в том числе с подземными способами добычи ЖРС имеет совсем не желательную, но все же однозначно устойчивую тенденцию роста [1, 2]. Так, к примеру, по крупнейшему отечественному подземному железорудному ПАО «Криворожский железорудный комбинат» с 2005 по 2011 год себестоимость добываемой сырой руды выросла более чем в 2,5 раза. Еще более огорчает

то, что за это же время доля энергозатрат в анализируемом процессе увеличилась более чем в 3 раза [2].

В свою очередь, установлено, что более 30 % в общей себестоимости добываемой железной руды подземным (шахтным) способом составляет сегмент энергозатрат (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма слагаемых энергозатрат по железорудным предприятиям с подземным способом добычи руды