

ЗАСТОСУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ УФ-ЛАМП В ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВКАХ ФОТОБІОЛОГІЧНОЇ ТА ФОТОХІМІЧНОЇ ДІЇ

Сьогодні УФ-опромінення знаходить широке використання в різних технологіях, зокрема для бактерицидного знезараження різних об'єктів (води, повітря, харчових продуктів та інш.), передпосівного стимулювання біологічної активності посівного матеріалу різних сільгоспкультур, фотохімічних окислювальних технологіях та інш.

Основними факторами, що визначають ефективність того чи іншого джерела УФ-випромінення в бактерицидних опромінювальних установках є:

- бактерицидний потік;
- бактерицидна віддача (ефективність);
- стабільність бактерицидного потоку в процесі строку служби;
- строк служби;
- технологічність застосування;
- вартість ламп і пускорегулюючої апаратури (ППА);
- безпечність застосування.

Найбільш ефективними для УФ-знезараження на сьогодні є ртутні розрядні лампи низького тиску [1, 2], але вони мають малу потужність на одиницю довжини дуги (1-2 Вт/см), що не дозволяє створювати лампи великої одиничної потужності з малими габаритними розмірами. Такі лампи не завжди технологічні для обладнання з великою продуктивністю або для процесів в яких обмежений час для створення великих доз опромінення. Приклади таких процесів є опромінення сипучих харчових продуктів [3], сировини для лікарських препаратів [4], передпосівна обробка сільськогосподарських культур [5, 6], де для забезпечення продуктивності технології час опромінення може бути менше 1с. Для таких умов доцільно застосовувати імпульсні УФ-лампи. Вони, незважаючи на те, що більш як в 3 рази програють в бактерицидній віддачі ртутним лампам низького тиску, можуть забезпечувати необхідну дозу опромінення за дуже короткий час, що не можна досягти з допомогою інших УФ-ламп.

Бактерицидна доза УФ-випромінення $D_{\text{бак}}$ для імпульсних ламп визначається інтегралом бактерицидної опроміненості протягом часу дії:

$$D_{\text{бак}} = t \left[\frac{1}{T} \int_0^t E_{\text{бак}} dt \right], \quad (1)$$

де t – час опромінення; T – час між імпульсами, $E_{\text{бак}}$ – миттєва опроміненість.

Розрахунки показують, що протягом 1с за допомогою імпульсних ламп можна створювати дози більші за 200 Дж/м².

Висока інтенсивність випромінення імпульсних ламп призводить до інтенсифікації під дією УФ-випромінення фотохімічних реакцій. Крім того, багаторазово підсилюється роль ланцюгових реакцій фотодеструкції, забезпечуються умови підвищення швидкості прямих (деструктивних) процесів над зворотними (рекомбінаційними, репараційними). Імпульсне короткохвильове випромінення призводить до збільшення проникливості мембран для різних речовин і іонів. Порушення бар'єрних властивостей мембран клітин імпульсним УФ-випромінюванням ксенонової лампи призводить до їх пошкодження і загибелі, що не властиве при опроміненні ртутною лампою низького тиску з довжиною хвилі 254 нм [7].

Слід також зауважити, що дослідження проведені в медичних закладах показують недостатню ефективність ртутних ламп низького тиску стосовно спорових форм бактерій, грибів, стійких видів вірусів (вірус гепатиту С. При цьому само оброблення займає багато часу. Для підвищення ефективності і зменшення часу оброблення реалізуються нові УФ-технології з розширенням спектрального діапазону УФ-випромінення в короткохвильову область спектру з одночасним збільшенням інтенсивності для додаткової активації фотохімічних процесів. В основі цієї технології лежить застосування широкополосного спектру випромінення і імпульсне живлення лампи. Розширення спектрального діапазону випромінення дозволяє реалізувати наступні фотохімічні процеси: фотодимерізацію і фотогідрацію нуклеїнових кислот, їх зшивку з білками, розриви ланцюгів ДНК. Випромінення з довжиною хвилі коротшою за 240 нм призводить до деструкції білка, інактивації ферментів, утворення із молекул води радикалів OH , що інтенсифікує механізми інактивації мікрофлори і знищує активність процесів репарації і відновлення

[7, 8].

Джерелом імпульсного випромінення можуть бути імпульсні ксенонові лампи. Пікова інтенсивність випромінення імпульсної ксенонової лампи може бути в 10^5 разів вищою самих потужних бактерицидних розрядних ламп низького тиску (більш як 50 кВт/см^2) [7]. Спектр випромінювання цих ламп перекриває весь УФ-діапазон (С, В, А). Для ксенонових ламп типу ДКсШ-300 при температурі розряду 12000 К максимум випроміненням знаходиться в області 200-300 нм [8]. Кульова ксенонова імпульсна лампа є потенціально оптимальним джерелом імпульсного УФ-випромінення для бактерицидного знезараження спорових форм бактерій, грибів та стійких видів вірусів, а також для опромінювальних установок для знезараження сипучих матеріалів.

Список використаних джерел:

1. Василяк Л. М. Применение импульсных электроразрядных ламп для бактерицидной обработки. *Электронная обработка материалов*. 2009. № 1. С. 30–40. 2. Анализ современных промышленных источников бактерицидного ультрафиолетового излучения / Васильев А. И. и др. *Светотехника*. 2004. № 6. С. 42–45. 3. Семенов А. А. Ультрафиолетовое излучение для обеззараживания сыпучих пищевых продуктов. *Вісник національного технічного університету «ХПІ»: Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків : НТУ «ХПІ». 2014. № 17 (1060). С. 25–30. 4. Семенов А. О., Кожушко Г. М., Сахно Т. В. Дослідження можливості мікробіологічного очищення активованого вугілля УФ-опроміненням : матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції «Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи», 30 січня - 2 лютого 2018 р. Тернопіль – Яремча. 2018. С. 59-62. 5. Вплив ультрафіолетового випромінювання на проростання, схожість та ростові процеси насіння пшениці. Семенов А.О. та ін. *Вісник полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4 (91). С. 70–75. 6. Семенов А. О., Сахно Т. В., Кожушко Г. М. Схожість насіння ріпаку при передпосівному УФ-опроміненні : матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет конференції «Хімія, екологія та освіта», 15-16 травня 2018 р. Полтава, ПДАА. 2018. С. 156–158. 7. Гольдштейн Я. А., Голубцов А. А., Киреев С. Г., Шапковський С. Г. Опыт применения импульсных ультрафиолетовых установок в комплексе дезинфекционных мероприятий в чистых помещениях. *Чистые помещения и технологические среды*. 2017. № 2 (62). С. 37-44. 8. Изучение эффективности импульсного УФ-излучения сложного спектра в отношении устойчивого к антибиотикам клинического штамма *Clostridium difficile* в споровой форме и тест-штамма *Mycobacterium terrae*. *Инфекционные заболевания. Хирургия*. 2016. № 3(20). С. 33-35.*