

## Джерела світла зі зменшеною кількістю ртуті для умов тепличного господарства

Приведені результати досліджень по розподілу енергії випромінювання в спектральному діапазоні безртутних натрієвих ламп, натрієвих ламп зі зменшеним вмістом ртуті та натрій - цезієвих ламп. Приведена оцінка перспектив використання цих ламп для вирощування овочів в умовах тепличного господарства.

**джерело світла, ртуть, цезій, світлокультура**

**Вступ.** Створення сучасних технологій вирощування рослин в умовах захищеного ґрунту пов'язане із використанням високоінтенсивних розрядних ламп (РЛ). Широке застосування РЛ, безсумнівно, є позитивним чинником інтенсифікації цього виробництва, хоча й пов'язано з серйозною екологічною проблемою, в наповнення переважної більшості сучасних РЛ входить токсична речовина – ртуть і її сполуки. Однак вирішення цієї важливої задачі полягає у використанні спеціальних енергоефективних джерел світла для вирощування овочів в умовах закритого ґрунту.

**Постановка проблеми, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Найефективнішими джерелами світла для умов тепличного господарства є натрієві лампи високого тиску (НЛВТ), оскільки їх світлова віддача, термін роботи і стабільність параметрів - одні з найкращих серед усіх джерел світла (ДС). Чисельні теоретичні та експериментальні дослідження процесів в розряді, на електродах та в приелектродних ділянках РЛ показали, що є цілий ряд питань, які вимагають подальшого вивчення та вдосконалення [1,2]. Для НЛВТ, які використовуються в рослинництві закритих ґрунтів, необхідно перш за все оптимізувати спектральний склад випромінювання під конкретну світлокультуру і зменшити вміст ртуті в розрядній трубці, попередивши можливе забруднення навколишнього середовища ртуттю із ламп, що вийшли з ладу.

Способи підвищення екологічних властивостей РЛ розглянуто в ряді робіт [3-5]. Головним напрямом підвищення екологічності РЛ є створення високоефективних безртутних розрядних ламп та ламп зі зменшеною кількістю ртуті в розрядній трубці. Останнім часом ці роботи проводилися окремими світлотехнічними фірмами, в тому числі і в країнах СНД [6, 7]. Безртутні РЛ та лампи зі зменшеною кількістю ртуті в розрядній трубці [8] знайшли застосування, передусім у сільськогосподарському виробництві, оскільки саме ця галузь повинна входити в число пріоритетних для впровадження екологічно чистих технологій, з метою уникнення ризику забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами.

**Мета роботи.** Дослідження складу амальгами РЛ з метою виявлення ламп з меншим вмістом ртуті для застосування в умовах закритого ґрунту.

**Методика експерименту.** Спектральний склад випромінювання ламп вимірювали за допомогою монохроматора МДР23, як приймач випромінювання використовували фотопомножувач ФЕУ62, градування фотометричної частини установки здійснювали методом заміщення по еталонній лампі розжарювання СИ200. Для забезпечення роботи спектрофотометричної установки на лінійній ділянці

застосовувались нейтральні фільтри. Похибка спектрофотометричних вимірювань складала не більше  $\pm 13\%$ , вимірювання електричних параметрів не більше  $\pm 5\%$ .

**Переказ основних матеріалів досліджень.** В результаті проведених експериментів досліджено спектральний склад натрієвих ламп із поліпшеними екологічними властивостями (із зменшеною кількістю ртуті, що вводиться в лампу, і безртутних натрій-ксенонових ламп).

За даними [9], найбільш поширеними сільськогосподарськими культурами, що вирощують в умовах закритого ґрунту, є огірки і томати, під які відводиться понад 98% площі теплиць.

Спектральний склад випромінювання джерел світла для рослинництва є одним із головних параметрів, який повинен бути обґрунтовано заданий нарівні з іншими параметрами штучного клімату (опромінюванням, фотоперіодом, температурою, вологістю повітря тощо.).

У таблиці 1 наведено оптимальні співвідношення потоків випромінювання в трьох діапазонах ФАР для огірків і томатів [9].

Таблиця 1 - Оптимальні співвідношення потоків випромінювання в трьох діапазонах ФАР для огірків і томатів

| Культура | Потоки випромінювання ФАР, % |           |           |
|----------|------------------------------|-----------|-----------|
|          | 400-500нм                    | 500-600нм | 600-700нм |
| Огірки   | 15-20                        | 35-45     | 40-45     |
| Томати   | 10-20                        | 15-20     | 60-75     |

На видиму частину спектра випромінювання стандартних натрієвих ламп припадає понад 30% від споживаної лампою енергії. У таблиці 2 і на рис.1 наведено характеристики цих ламп, у порівнянні з іншими джерелами світла із вмістом токсичних речовин. Очевидно, що стандартні натрієві лампи і за екологічністю, і за енергетичною ефективністю мають переваги над іншими інтенсивними РЛ аналогічної потужності, але серед них натрій - цезієві лампи мають кращі показники по спектральному розподілу потоку випромінювання в ділянці ФАР та вмісту ртуті.

Таблиця 2 - Спектральні, енергетичні та екологічні характеристики джерел світла, рекомендованих для вирощування овочів [9, 61, 145]

| Тип джерел світла        | Потоки випромінювання в діл. ФАР, % |           |           | Потік випромін. (400-750нм)Вт | К.к.д. в діл., ФАР, % | Вміст ртуті, мг |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------------------|-----------------|
|                          | 400-500нм                           | 500-600нм | 600-700нм |                               |                       |                 |
| ДНАТ400                  | 7                                   | 56        | 37        | 113                           | 27                    | 17              |
| ДРЛФ400                  | 26                                  | 56        | 18        | 48                            | 12                    | 76              |
| ДРИ400                   | 39                                  | 43        | 18        | 96                            | 24                    | 68              |
| Натрій-цезієві лампи 400 | 14                                  | 38        | 58        | 70                            | 29                    | 10              |

В роботі також досліджувалися експериментальні зразки натрієвих ламп із різним наповненням інертних газів, тиском парів натрію та кількістю введеної ртуті потужністю 300-400 Вт, а також безртутні натрій-ксенонові лампи потужністю 100-150Вт. Було використано штенгельну конструкцію пальників ламп, наповнення інертними газами – Хе та суміш Пеннінга (Ne 99,3%, Ar 0,3%) амальгама Na з молярним

відношенням компонентів  $\mu\text{Na}/\mu\text{Hg}\approx 0,95$  для ртутних натрієвих ламп. Тиск парів Na регулювали тепловим режимом пальників за допомогою екранів із полірованих металів, які закріплювали на кінцях пальника, величину тиску парів Na визначали розрахунковим шляхом за ступенем самопоглинання резонансних ліній Na.

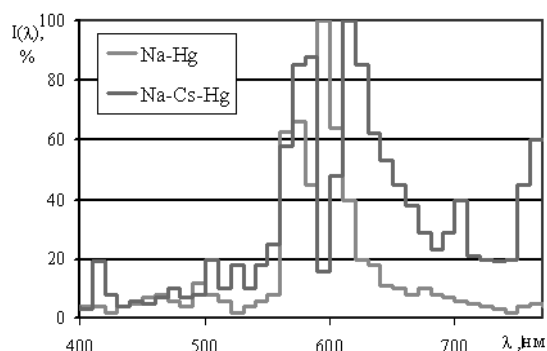


Рисунок 1- Розподіл відносної спектральної енергії випромінювання ламп типу ДНаТ з наповненнями Na-Hg, Na-Cs-Hg

Приведені результати вимірювань ртутних і безртутних НЛВТ. Досліджувалися лампи різної потужності, а відомо [10], що при зниженні потужності в лампах збільшуються питомі теплові втрати і, відповідно, к.к.д. лампи.

Основні параметри експериментальних ламп та результати дослідження, наведені в таблиці 3 .

Таблиця 3 - Основні характеристики експериментальних натрієвих, натрій-цезієвих ламп

| Потужність, Вт | Внутр. діаметр, мм | Міжел.в ід-стань, мм | Вміст Hg, ат % | Склад, наповнення тиск, кПа | Потоки випромінювання, % |           |           | К.к.д. ФАР, % |
|----------------|--------------------|----------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|-----------|---------------|
|                |                    |                      |                |                             | 400-500нм                | 500-600нм | 600-700нм |               |
| 400            | 7,6                | 90                   | 25             | Хе,4                        | 9                        | 49        | 42        | 25            |
| 400            | 7,6                | 90                   | 25             | Хе,20                       | 9                        | 45        | 46        | 27            |
| 400            | 7,6                | 85                   | 20             | Хе,20                       | 14                       | 38        | 58        | 29            |
| 360            | 7,6                | 90                   | 25             | Ne,(99,3%) Ar (0,3%)2,8     | 9                        | 55        | 36        | 19            |
| 150            | 4,5                | 70                   | -              | Хе,20                       | 10                       | 30        | 60        | 21            |

**Висновки.** На основі проведених досліджень отримано наступні результати:

1. Дослідження натрій - цезієвих ламп засвідчили, що розподіл енергії в діапазоні ФАР більш сприятливий для вирощування огірків і томатів, ніж в інших НЛВТ, і відповідає рекомендаціям [9]. Що стосується к.к.д. ламп в цьому діапазоні випромінювання, то він трохи вищий, ніж для ртутних НЛВТ при аналогічному тиску парів натрію (при аналогічному розширенні резонансних ліній натрію).

2. Збільшення тиску ксенону в межах від 4 до 20кПа підвищує к.к.д. ламп у діапазоні ФАР (при інших рівних умовах) на 10-12%. Спектр випромінювання при цьому істотно не змінюється.

3. Заміна ксенонового наповнення ламп на неон-аргонову суміш (Ne 99,7+ Ar 0,3%) за інших рівних умов знижує к.к.д. лампи на 20-35%. Спектр випромінювання в діапазоні ФАР істотно не змінюється від стандартних НЛВТ.

## Список літератури

1. Литвинов В.С. Об особенностях расчета и оптимизации параметров массовых источников света // Светотехника. -1993.-№5-6.-С.28-31.
2. Вассерман А.Л., Квашин Г.Н., Малышев В.В. Об оценке эффективности действия источников излучения на растения // Светотехника. -1986. - №7. - С.14-16.
3. Ашурков С.Г. Эволюция безртутных разрядных ламп высокой интенсивности с излучающими добавками // Светотехника. -1992. -№9. -С 11-13.
4. Кожушко Г.М., Корягин О.Г., Михайлов В.К. Пути рационального решения проблемы ртутьсодержащих ламп // Светотехника. -1991. -№10. -С14-15.
5. Сарычев Г.С. О создании разрядных ламп на основе экологически чистого буферного наполнения // Светотехника. -1992. -№4. -С 2-3.
6. Ашурков С.Г., Коптелов И.В., Минаев И.Ф. , Прытков Ю.А., Сарычев Г.С. О безртутных металлогалогенных лампах для растениеводства // Светотехника. -1992. -№12. -С.10-13.
7. Гурьянов И.В., Кожушко Г.М., Колодный Н.П. О разработке безртутных натриевых ламп высокого давления // Светотехника. -1993.- №5-6. -С 27-28.
8. Ашурков С.Г., Доброзраков И.Е., Минаев И.Д., Сарычев Г.С. О разработке и освоении производства безртутных металлогалогенных ламп // Светотехника. -1994. -№8. -С 21.
9. Прикупец Л.Б., Тихомиров А.А. Оптимизация спектра излучения при выращивании овощей в условиях интенсивной светокультуры // Светотехника. -1992. -№3. -С.5-7.
10. Справочная книга по светотехнике /Под ред. Ю.Б.Айзенберга. М.:Энегроатомиздат.- 1995.-528с.

Приведены результаты исследований по распределению энергии излучения в спектральном диапазоне безртутных натриевых ламп, натриевых ламп с меньшим содержанием ртути и натрий-цезиевых ламп. Приведена оценка перспектив использования этих ламп для выращивания растений в условиях тепличного хозяйства.

In this paper present the results of studing on an energy distribution of radiation in spectral range unhydrargyrum of sodium lamps, sodium lamps with the smaller contents of hydrargyrum and natrium - cesium lamps. The estimation of perspectivity of usage of these lamps for cultivation of plants in conditions of hothouse facilities is adduced.