

ВИСОКОІНТЕНСИВНІ ДЖЕРЕЛА СВІТЛА З ДОБАВКАМИ ЦЕЗІЮ ДЛЯ УМОВ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ

І.А. Велит, канд.техн.наук, доцент
Полтавська державна аграрна академія

Натрієві ламп високого тиску (НЛВТ) є одні з найефективніших джерел світла. НЛВТ мають найвищу світлову віддачу, що досягає 100-150 лм/Вт, термін служби, який становить близько 20 і більше тисяч годин при слабкому спаді світлового потоку (20-25% до кінця терміну служби), що робить їхнє застосування досить виправданим [1]. К.к.д. для цих ламп у діапазоні ФАР досягає 25-29%. Лампи мають високу стабільність. Спектр випромінювання НЛВТ містить досить розширені лінії натрію. 70% видимого випромінювання цих ламп зосереджене в жовтогарячій та жовтій ділянках спектру. Поліпшення спектрального складу випромінювання НЛВТ дозволить значно розширити сферу їх використання. Експерименти засвідчили, що введення в розрядну трубку (РТ) додаткових елементів призводить до зміни фізичних та хімічних процесів в амальгамі, розряді та електродах. Труднощі вибору добавок у НЛВТ зумовлені порівняно низькою температурою розряду (температура на осі близько 4200К) та низькими потенціалами збудження резонансних ліній натрію. До того ж при робочих температурах амальгами в НЛВТ тиск пари більшості елементів значно нижчий [2], ніж у натрію і ртуті. Введення добавки в Na-Hg розряд може призвести до зміни, температурного профілю розряду, парціальних тисків пари компонентів, балансу енергії позитивного стовпа розряду і електродів, електричних і світлотехнічних параметрів лампи.

Невеликі добавки лужних металів (K, Rb, Cs) [3,4] призводять до значних змін у спектрі лампи: з'являються лінії добавок у червоній ділянці спектру, збільшуються безперервний фон і ширина самообертання резонансних ліній натрію. НЛВТ із лужними добавками [4] можна використовувати замість ртутних ламп високого тиску (РЛВТ), тому що приблизно рівні світлові потоки досягаються при зниженій потужності ламп із лужними добавками, в порівнянні з РЛВТ; при цьому НЛВТ повинні працювати в режимі ненасиченого пару, що викликає значні сумніви, оскільки склад амальгами в звичайних НЛВТ змінюється досить відчутно через відхід натрію [5].

У результаті дослідження фізико-хімічних властивостей системи Na-Cs-Hg обрано найефективніший склад амальгам. Установлено, що тиск парів компонентів є визначальним параметром для світлових і спектральних характеристик розрядних ламп високого тиску в інтервалі температур від 250 до 530°C при постійному вмісті в сплавах ртуті і співвідношенні в сплавах натрію і цезію 4:1. Розраховано тиски насичених парів для різних температур і зіставлені з тисками парів у бінарній системі Na-Hg.

Обрано склад амальгами розрядної трубки, в якій співвідношення концентрацій натрію і ртуті близьке до відповідного співвідношення у стандартній натрієвій лампі, а добавки цезію змінюються в межах від 5 до 10 ат.%. Виготовлено лампи ДНаТ400 з добавками Na-Cs-Hg, а також проведено їх промислові випробування (табл. 1).

Таблиця 1 - Світлові й електричні характеристики ламп ДНаТ400, заповнених сплавами системи Na-Cs-Hg

№	Na		Cs		Hg		Uм.,В	Uл., В	Iл.,	Рл., Вт	Φ, лм	H, лм/Вт
	Ваг.	Ат.	Ваг.	Ат.	Ваг.	Ат.						
	%											
1	8.6	77	6,4	3	64,9	20	220	120	4,8	380	23940	63
2	28,9	75	10,4	5	62,7	20	220	120	4,9	380	26220	69
3	25,4	73	14,6	7	62,8	20	220	123	5,1	380	24320	64
4	23,1	70	19,1	10	61,0	20	220	124	5,2	380	22800	60

Наведено залежність характеристик потоку випромінювання пальника ламп із міжелектродною відстанню 8,5 см та різними добавками від питомої потужності (P_1) рис.1. Результати досліджень свідчать, що енергетичний потік випромінювання (Φ_e) у лампах з добавкою Cs(5%) вищий, ніж у лампах з добавками Cs(5%)-K(1%). Світлова ефективність (η) при збільшенні питомої потужності (P_1) ламп зростає, причому для натрій - ртутних ламп при P_1 (25-60 Вт/см) η є вищою, ніж для ламп із добавками Cs, K, Rb, а при P_1 , більший 60÷65 Вт/см, η вища для ламп із наповненням Na-Cs-Hg та Na-Cs-K-Hg і складає $29 \pm 2\%$.

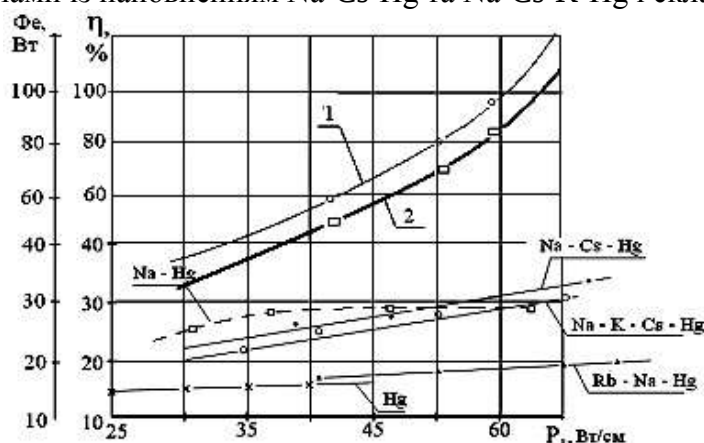


Рис. 1 Залежність енергетичного потоку випромінювання (Φ_e) ламп із різними добавками (1–Cs(5%); 2–K(1%), Cs(5%)) та світлової ефективності (η) ламп із різними наповнювачами ($\square$ – Na-Hg, $\circ$ – Na-K-Cs-Hg, $\bullet$ – Na-Cs-Hg, $\times$ – Hg, $\blacktriangle$ – Rb-Na-Hg) від питомої потужності ламп (P_1).

Встановлено, що зі збільшенням P_1 і температури холодної зони ($t_{хз}$) зростання Φ_e випромінювання відбувається переважно за рахунок зростання його червоної та інфрачервоної ділянок. Для світлокультури рослин при $P_1 > 58 \div 60$ Вт/см ефективнішими є натрієві лампи високого тиску з добавками цезію.

Для оцінки якісних показників рослин, що було вирощено при опроміненні лампами з добавками цезію з визначеними світлотехнічними параметрами виконано аналіз вмісту пігментів в листках рослин томату, огірка та гороху.

Сумарний вміст хлорофілу та співвідношення суми хлорофілу до каротиноїдів у рослинах томату, огірка і гороху при опроміненні натрієвою лампою високого тиску з добавками цезію є вищими, ніж при опроміненні ДРЛФ400 і ДНаТ400.

Висновки На основі проведених досліджень встановлено оптимальні параметри ламп, які можна використовувати для світлокультури рослин: зовнішній діаметр розрядної трубки з полікристалічного окису алюмінію – 8,9 мм, міжелектродна відстань – 85мм, склад амальгами

натрію з добавками цезію (Hg-20%, Na-75%, Cs-5%), з Хе при холодному тиску 20мм.рт.ст., в інтервалах питомих потужностей розрядного стовпа 55-65 Вт/см і к.к.д. ФАР 29-32%.

Спектральні характеристики ламп із досліджуваною амальгамою вказують на збільшення потужності випромінювання в червоній ділянці спектра, що дає можливість використовувати їх в умовах тепличного господарства.

Список літератури

1. Рохлин Г.Н. Работа натриевых ламп высокого давления в пульсирующем режиме / Г.Н. Рохлин // Светотехника.- 2001.- №3.-С. 2-8.
2. Уеймаус Д. Газоразрядные лампы/ Д Уеймаус // М.:Энергия.1977.- 343 с.
3. Пат. №51-39473 (Япония). Натриевая лампа/Кавасима Кодзо. Заявл. 30.11.71.№45-96456; опубл. 28.10.76.МКИ НОІ J 61/22.
4. Заявка №60-107256 (Япония). Натриевая лампа высокого давления/ Харуо К., Ясабура Т., Ясуо Х. Заявл. 15.11.83, №58-215216; опубл. 12.06.85 МКИ НОІ J 61/56.
5. Дергачева М.Б., Хобдабергенова Г.Р. Термодинамические свойства жидких сплавов системы натрий-цезий-ртуть/ М.Б.Дергачева, Г.Р.Хобдабергенова // Ж. физ.-хим. -1988.-Т.62, №3.- С.594-599.