

## ХАРАКТЕРИСТИКА ІНФРАЧЕРВОНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ТА ЇХ ДІЇ НА ОБ'ЄКТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Мунтян В. О., Чумак В. О.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Розглянуто різні види випромінювачів інфрачервоних променів. Представлено їх конструкцію, параметри та особливості використання для сільськогосподарських потреб.*

**Постановка проблеми.** На сучасному рівні розвитку агропромислового комплексу, актуально постає питання щодо засобів обробки зернових матеріалів для кормових потреб сільського господарства. На сьогодні існує велика кількість методів підготовки зернового та зернобобового корму для тварин. Основною метою таких операцій є необхідність досягти найкращого засвоєння поживних речовин організмом тварини, що в свою чергу дозволить збільшити продуктивність у вигляді живої маси, удою молока, розвитку молодняка тощо.

Сьогодні підприємству пропонується широкий спектр засобів для переробки та підготовки зернових, зернобобових культур. Кожен з них має свої особливості: переваги та недоліки. Тому, дуже важливо володіти повною інформацією про кожен із способів для того, щоб уникнути невиправданих витрат на виробничий процес.

Один із методів обробки корму передбачає використання теплової дії інфрачервоного випромінювання (ІЧ-випромінювання). Установки, які працюють за даним принципом, уже широко впроваджуються на різних сільськогосподарських підприємствах України. Використання таких засобів обробки підтверджує високу ефективність та доцільність їх впровадження.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За період вивчення інфрачервоного випромінювання, було винайдено величезну кількість пристроїв, які генерують ІЧ-промені. Їх успішно використовують у різних виробничих процесах та наукових розробках.

Дослідження параметрів різних інфрачервоних установок вказують на високі показники температурної дії; можливість регулювання потужності та інтенсивності випромінювання; помірні енергозатрати у порівнянні з іншими методами теплової дії на об'єкт.

Проводилися дослідження у галузі взаємодії ІЧ-випромінювання різноманітної довжини хвиль на стимуляцію біологічних процесів пшениці. У якості джерел опромінення використовувалися: лампа типу КГ (короткі хвилі), імпульсний випромінювач ECS-1 (середні хвилі) та лампа типу ІК-250 (довгі хвилі). Серед розглянутих засобів випромінювання найефективнішим для стимуляції росту зерен виявився імпульсний ІЧ-випромінювач ECS-1 та комбінація різних довжин хвиль. Ефективність була підтверджена знятими осцилограмами енергетики зерна до та після обробки.

Крім цього, доцільність використання інфрачервоного випромінювання для обробки зернового корму підтверджується математичними розрахунками, не говорячи вже про досвід зарубіжних та вітчизняних виробників [2].

**Мета статті.** Пропонується огляд ряду інфрачервоних випромінювачів, характеристика параметрів та особливостей конструкції для виявлення найефективніших засобів, які можуть бути використані для потреб сільського господарства.

**Основні матеріали дослідження.** На сьогодні уже винайдено велику кількість приладів для генерування інфрачервоного випромінювання, головним елементом яких є випромінювач. Він представляє собою технічне джерело теплової радіації, в якому електрична енергія перетворюється у світлову з довжиною хвилі від 0,8 – до 15 мкм. Випромінювачі діляться на дві основні групи: світлі та темні. Світлі джерела дають інфрачервоне випромінювання з малою часткою в області видимого світла і сприймається оком. А темні – непомітні для людського ока і можуть бути сприйняті шкірою у вигляді відчуття тепла. Темні випромінювачі найбільш надійні та довговічні, нечутливі до раптового охолодження або до потрапляння краплин вологи [2].

Розрізняють такі основні типи випромінювачів: лампові інфрачервоні випромінювачі; дугові газорозрядні лампи високого тиску; дугові лампи, електричні випромінювачі з кварцовими та керамічними оболонками, трубчасті випромінювачі в металічних оболонках, електричні випромінювачі в металічних оболонках з відкритими неметалічними та металічними тілами розжарювання, газові інфрачервоні випромінювачі та багато інших. Приведемо коротку характеристику кожного випромінювача окремо [1].

Лампові інфрачервоні випромінювачі мають вольфрамову нитку розжарювання, яка вкрита карбідом танталу для підвищення частки опромінення в ІЧ-зоні спектру. Такі випромінювачі відрізняються від звичайних ламп розжарювання підвищеною часткою потоку, який випускається в інфрачервоній області спектру, і зменшеною часткою потоку у видимій зоні. У зв'язку з цим вони мають більш низьку температуру тіла розжарення та забезпечені відбивачами. Частіше за все використовується внутрішній відбивач у вигляді шару алюмінію. Це дозволяє відбивати теплове випромінювання та концентрувати його в необхідному напрямку. Максимум випромінювання таких ламп падає на область 1,2 – 1,3 мкм.

Галогенний випромінювач представляє собою лампу, яка містить вольфрамову спіраль в кварцовому корпусі в середовищі аргону з невеликою кількістю йоду. Йод забезпечує повернення вольфраму, який випарився на розжарену спіраль. Це запобігає осіданню вольфраму на стінках трубки та її помутнінню. Діаметр трубок таких випромінювачів 10 - 12 мм, дов-

жина складає як правило 375 - 750 мм при потужності від 0,5 до 20 кВт. Більше 90% випромінювання галогенних ламп припадає на область спектру від 0,8 – до 3,0 мкм [3].

Порівнюючи інфрачервоні та галогенні лампи, на рисунку 1, бачимо яким чином розподіляється спектральна інтенсивність випромінювання ламп.

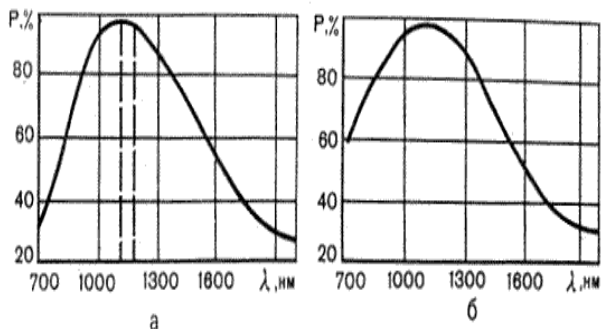


Рисунок 1 – Відносний розподіл спектральної інтенсивності випромінювання інфрачервоних та галогенних ламп: а) ІЧ лампа типу ИКЗК 220-250; б) лампа типу КГТ 220-1000

Інфрачервоні лампи часто використовують для обігріву молодняка ВРХ та свиней, для опромінення рослин у теплицях, а галогенові – в установках для обробки зернових матеріалів перед посівом або перед споживанням сільськогосподарськими тваринами.

Галогенові лампи типу КГТ використовують в багатьох установках високотемпературної обробки зерна. Однією з таких є мікронізатор УТЗ-4. Основою його роботи є використання змінного теплового потоку при обробці зерен та бобів [2].

На рисунку 2 показано порівняння графіків зміни кінетики нагріву сої на основі постійного та змінного теплового потоку.

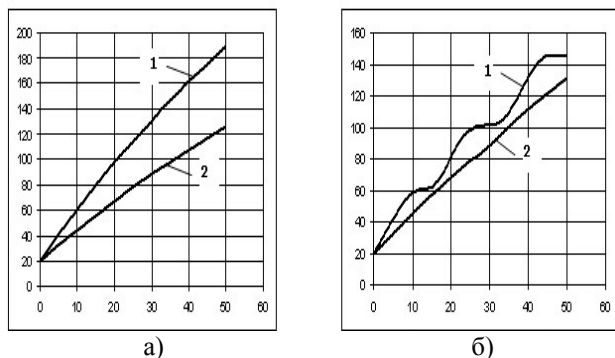


Рисунок 2 – Кінетика нагріву соєвих бобів під час дії інфрачервоних променів: а) постійний тепловий потік, б) змінний тепловий потік; 1 – на поверхні зерна, 2 – всередині зерна

Характеристики вказують а те, що при використанні прямого теплового потоку не доцільне, так як біохімічний склад сої та інших матеріалів не однорідний за своєю структурою. А використання змінного потоку дозволяє вирішити питання рівномірності обробки соєвих бобів або зернових культур [2].

Трубчасті випромінювачі в металевих оболонках з'явилися в результаті розвитку трубчастих електронагрівачів (ТЕНів). Вони представляють собою металеву трубку із жаростійкої сталі з розміщеною всередині неї нагрівальною спіраллю. Простір між стінками трубки та спіраллю заповнений електроізоляційною масою з окису алюмінію або кристалічним окисом магнію. Торці трубки залиті вологонепроникним термостійким лаком (герметиком). Контакти виготовляють із сталі. Матеріал трубки може бути виготовлений з нержавіючої сталі, міді, алюмінію, латуні. Трубка може мати різноманітні форми. Максимум випромінювання таких випромінювачів припадає на 4 - 5 мкм, а потужність їх досягає 0,05 - 25 кВт.

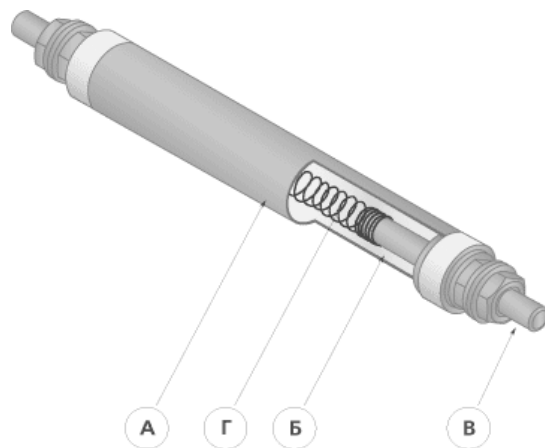


Рисунок 3 – Конструкція трубчастого інфрачервоного випромінювача: а) металева трубка; б) електроізоляційна маса; в) нагрівальний елемент; г) контактна частина

Спектральна крива випромінювання ТЕНів визначається їх температурою нагріву. При температурах 623 - 773 К вона має слабовиражений максимум в діапазоні 3,5 – 4 мкм (рисунок 4), при нагріванні до 1023 К максимум випромінювання припадає на довжину хвилі 2,9 мкм [2].

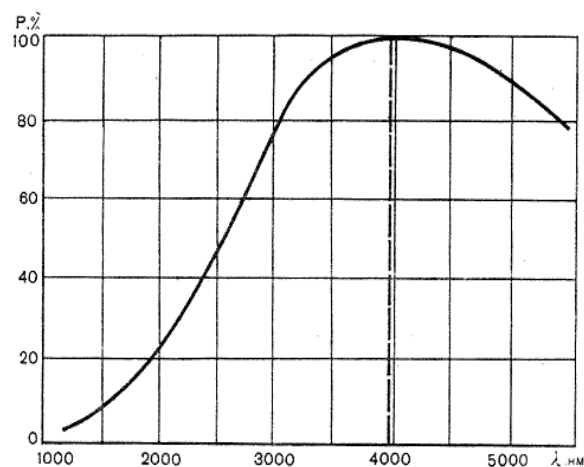


Рисунок 4 – спектральна характеристика інфрачервоного трубчастого випромінювача (T=732 К,  $\lambda_{\text{макс}}=3990$  нм)

Електричні випромінювачі з кварцовими оболонками мають високу термічну стійкість та забезпечують в нормальному стані енергетичну освітленість до  $10 \text{ Вт/см}^2$ . Тіло розжарювання таких випромінювачів має форму спіралі та виготовлене з вольфраму. Світлова температура складає  $2500 \text{ }^\circ\text{C}$ ; максимум спектральної щільності випромінювання відповідає довжині хвилі  $1 \text{ мкм}$ . В конструкцію нагрівача можуть входити один або два випромінювача та відбивач [3].

Електричні випромінювачі з керамічними та металевими оболонками є найбільш поширеними в промисловості та простими по конструкції. Променева енергія виділяється в металевих провідниках, які запресовані в ізолювану керамічну масу. Провідники виготовляють з ферохромалюмінієвих та хромонікелевих сплавів. Робоча температура складає  $1300 \text{ }^\circ\text{C}$ . У якості керамічної оболонки використовують композицію керамічних матеріалів, які ззовні вкриті глазур'ю. Металічні оболонки виготовляють з міді, латуні або жаростійкої сталі. Відбивачі – з полірованих та анодованих листів алюмінію [1].

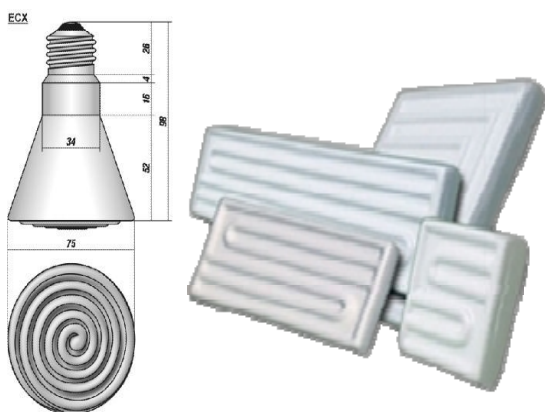


Рисунок 5 – Керамічні інфрачервоні випромінювачі (точкові, лінійні та плоскі)

Електричні випромінювачі з керамічними оболонками (керамічні випромінювачі) можуть бути точковими, лінійними та плоскими. Точкові призначені для заміни в нагрівальних установках лампових випромінювачів. Вони можуть бути  $100$ ,  $150$  та  $200 \text{ Вт}$ . Температура нагрівання  $150$ - $175 \text{ }^\circ\text{C}$ . Лінійні випромінювачі розраховані на потужність  $75$ - $1000 \text{ Вт}$ . Температура нагрівання  $300$ - $700 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура опромінення поверхні на відстані  $10 \text{ см}$  складає  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ . Плоскі керамічні випромінювачі мають коритоподібну форму або форму плитки. Потужність їх складає  $200$ - $1250 \text{ Вт}$ , температура опромінення поверхні також складає  $300$ - $700 \text{ }^\circ\text{C}$  [1]. Випромінювачі такого типу також широко використовуються для імпульсного опромінення зерна перед посівом або для високотемпературної обробки зернового корму тваринам.

Електричні випромінювачі в металічних оболонках з відкритими неметалічними тілами розжарювання (силітові, карборундові, глобарові). Вони мають форму стрижня з однорідної і твердої маси, яка на  $95 \%$  складається з карбиду кремнію. Карборундовий стрижень відрізняється великою крихкістю та ламкістю. Допустима температура досягає  $1600 \text{ }^\circ\text{C}$ , але за-

звичай лежить у межах  $1450$ - $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ . Максимум випромінювання карборундових стрижнів лежить в області  $4 - 12 \text{ мкм}$ . Потік квантів енергії випромінювач викидає через вікна в необхідному напрямі. Основними недоліками їх є: складна система живлення, зміна електричного опору з часом, висока вартість [1].

**Висновки.** Беручи до уваги викладений матеріал статті, можемо зробити висновок про ефективність використання інфрачервоного випромінювання. При виборі того чи іншого випромінювача, в першу чергу слід орієнтуватися на технологічний процес, в якому його буде використано. Крім цього слід пам'ятати про умови та інтенсивність роботи.

Проаналізувавши всі типи випромінювачів, було зроблено висновок, що темні джерела інфрачервоного променів більш ефективні та надійні, ніж світлі. А враховуючи умови обробки кормових матеріалів, випромінювачі з керамічними та металевими оболонками, а також трубчасті випромінювачі як найкраще підходять для заданих параметрів.

#### Список використаних джерел

1. Криксунов Л. З. Справочник по приборам инфракрасной техники / Л. З. Криксунов, В.А.Волков, В. К. Вялов и др.; Под ред. Л. З. Криксунова. – К.: Техніка, 1980. – 232 с.
2. Электронный научно-методический комплекс "Облучение". Лекционный курс. Раздел 1, глава 8. Облучательные установки инфракрасного нагрева и особенности их расчета. Режим доступа: <http://light.jino.ru/obluchenie/obluch/g18.htm>
3. Круз П. Основы инфракрасной техники / П. Круз, Л. Макглоулин, Р. Макквистан. – М.: Воениздат, 1964. – 464 с.

#### Аннотация

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ И ИХ ДЕЙСТВИЯ НА ОБЪЕКТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Мунтян В. А., Чумак В. А.

*Рассмотрены различные виды излучателей инфракрасных лучей. Представлена их конструкция, параметры и особенности использования для сельскохозяйственных нужд.*

#### Abstract

### DESCRIPTION OF INFRARED SOURCES AND THEIR ACTIONS ON OBJECTS OF AGRICULTURAL PURPOSE

V. Muntian, V. Chumak

*There are considered different types of infrared radiation sources. It was presented their design, specification and features of use for agricultural purposes.*