

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНДЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА СВІЛЛОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

СЕМЧИШИН ВАСИЛЬ ВОЛОДИМИРОВИЧ

УДК 621.327.534

ЕНЕРГООЩАДНЕ ОПРОМІНЕННЯ ТЕПЛИЧНИХ РОСЛИН

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

Роботу виконано на кафедрі світлотехніки та електротехніки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри світлотехніки та електротехніки
Костик Любов Миколаївна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри систем електроспоживання та комп'ютерних технологій в електроенергетиці
Оробчук Богдан Ярославович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 19 лютого 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №39 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46а, корпус №7, к.504.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Затрати електроенергії в оптичних технологіях аграрного сектору економіки близькі до половини всіх затрат у даній області. Це надає особливої актуальності проблемі енергозбереження в технологіях опромінення, важливе місце в яких займає вирощування рослин у закритому ґрунті.

Рентабельність тепличних господарств суттєво залежить від раціонального вибору світлотехнічного обладнання, яке дозволяє суттєво зменшити затрати електроенергії на вирощування сільськогосподарських культур. Створення сучасних технологій вирощування рослин в умовах закритого ґрунту пов'язано з використанням високоефективних джерел випромінювання, оптичних систем та параметрів світлового режиму.

Ефективність опромінювальної установки залежить перш за все від світлової віддачі або енергетичної ефективності джерел випромінювання та терміну їх експлуатації; світлотехнічних і енергетичних параметрів опромінювачів; стабільності параметрів опромінювального приладу протягом часу експлуатації, зокрема світлотехнічних параметрів джерела випромінювання. Поряд з цим важливими є також вартість ламп, конструкції опромінювача, монтажних робіт, обслуговування опромінювальної установки.

Таким чином, для опромінювальних установок, які використовуються в оптичних технологіях, кінцевою метою їх нормування є забезпечення необхідного рівня якісних і кількісних характеристик опромінення, які визначають продуктивність установки; регламентація затрат електроенергії, матеріалів та обладнання на їх виготовлення, а також засобів на експлуатацію установки.

Метою роботи дипломної роботи магістра є встановлення шляхів підвищення енергетичної ефективності тепличних опромінювальних установок з врахуванням фотобіологічних процесів, що проходять у рослинах і визначають їх продуктивність.

Об'єктом дослідження є опромінювальні установки для тепличних господарств, технологічні схеми вирощування рослин в закритому ґрунті.

Предмет дослідження – джерела випромінювання для світлокультури рослин, методи визначення їх енергетичної ефективності, режими роботи опромінювальних установок.

Методи дослідження. Стандартні методи розрахунку електричних і світлотехнічних параметрів світлотехнічних установок, емпіричні методи розрахунку показників ефективності.

Наукова новизна отриманих результатів:

- запропонована методика оцінки фотосинтезної ефективності джерел випромінювання, проведений аналіз ефективності розрядних джерел світла для світлокультури рослин;
- обґрунтовано доцільність використання різних режимів роботи опромінювальної установки для підвищення її енергетичної ефективності.

Практичне значення отриманих результатів. Запропонована методика оцінки фотосинтезної ефективності джерел випромінювання дає можливість підбирати джерела випромінювання для світлокультури рослин з максимальним ККД

фотосинтезної дії, що дозволяє зменшити енергетичні затрати на вирощування тепличних культур. Запропоновані технологічні схеми роботи опромінювальної установки дозволяють зменшити споживану потужність установки, стабілізувати оптичні параметри джерел світла, збільшити їх термін служби, досягти значної економії провідникового матеріалу.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на VI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 16–17 листопада 2017 р.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 частин, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 113 арк. формату А4, графічна частина – 12 аркушів формату А4.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** встановлено актуальність тематики дипломної роботи, визначено основні завдання, які необхідно вирішити в роботі, відмічено наукову новизну та практичну цінність результатів виконання роботи.

В **аналітичній частині** проаналізовано вплив параметрів світлового середовища на фотосинтетичну ефективність та морфометричні параметри рослин, досліджено різні типи джерел випромінювання з точки зору їх ефективності для вирощування тепличних культур, приведено параметри та характеристики існуючих опромінювальних установок для рослин закритого ґрунту з різними типами джерел випромінювання.

В **науково-дослідній частині** проаналізовано існуючі підходи до визначення фотосинтезної ефективності джерел випромінювання. На основі запропонованої методики при відомому світловому потоці та спектральному розподілі випромінювання ламп проведено аналіз розрядних джерел світла для світлокультури рослин з точки зору їх фотосинтезної ефективності.

За результатами порівняльної оцінки фотосинтезної ефективності джерел випромінювання встановлено, що найбільш перспективними джерелами є дугові металогалогенні лампи типу ДРИ, натрієві лампи високого тиску ДНаТ та ртутні лампи з відбиваючим покриттям ДРФ-1000.

В **технологічній частині** на основі аналізу світлотехнічних, електричних та експлуатаційних показників обґрунтовано вибір тепличного опромінювача ЖСП з лампою ДНаЗ/Reflux 400 Вт. Проаналізовано особливості включення лампи ДНаЗ з електромагнітним та електронним ПРА, обґрунтовано вибір ЕПРА, представлено структурну та електричну схеми ЕПРА для лампи ДНаЗ. Згідно вимог щодо рівня опроміненості $10...12 \text{ Вт(ФАР)/м}^2$ (5000...6000 лк) та тривалості добового опромінення (12...14 год) для вирощування тепличних рослин розраховано загальну кількість опромінювачів 48 шт. та запропоновано схему почергового ввімкнення окремих секцій опромінювачів з метою зменшення споживаної потужності установки, усунення нестабільності живлючої напруги в граничному режимі, стабілізації оптичних параметрів джерел світла та збільшення їх терміну служби.

В конструкторській частині проведено електричний розрахунок освітлювальної мережі теплиці, а саме обчислено встановлену та розрахункову потужність при різних режимах її роботи, вибрано схеми живлення установки. На основі розрахунків обґрунтовано вибір марок проводів і способів їх прокладання, розраховано та перевірено за умовами нагріву та механічної стійкості діаметр проводів при різних режимах роботи опромінювальної установки. Здійснено вибір комутаційної та захисної апаратури для різних режимів роботи опромінювальної установки. Встановлено, що економія провідникового матеріалу при використанні почергового ввімкнення опромінювачів складає 1,6–4 рази.

В спеціальній частині розглянуто особливості використання систем автоматизованого проектування для розрахунку освітленості, проведено світлотехнічний розрахунок запропонованої опромінювальної установки. Встановлено, що дана установка забезпечує середнє значення освітленості робочої площини 5154 лк, що для лампи ДНаЗ(Reflux) 400 відповідає рівню опромінення 10,8 Вт(ФАР)/м². Завдяки використанню джерел випромінювання з широкою КСС забезпечено необхідну рівномірність опромінення робочої площини $\frac{E_{\max}}{E_{\min}} = 1,6$.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» проведено розрахунок економічної ефективності від впровадження нових опромінювальних установок в тепличне господарств, економічно обґрунтовано вибір установки з лампою ДНаЗ з врахуванням її біологічної ефективності.

В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання вимог техніки безпеки при монтажі світлових приладів та проведенні електричних вимірювань і випробувань опромінювальної установки, в також проаналізовано особливості роботи підприємств електротехнічної галузі в різних умовах.

В частині «Екологія» проаналізовано прояви шкідливого впливу на довкілля в процесі виготовлення опромінювальної установки та встановлено заходи із зменшенню забруднення довкілля.

У загальних висновках до дипломної роботи описано прийняті в роботі технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують підвищення енергоефективності опромінювальних установок для теплиці.

У графічній частині приведено ілюстративний матеріал щодо основних етапів розрахунку та проектування енергоощадних опромінювальних установок для теплиць, показано результати обчислень та моделювання тепличної опромінювальної установки.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу літератури по оптичних технологіях у тепличному господарстві визначено актуальність тематики дипломної роботи, здійснено постановку задачі дослідження.

2. Проведено порівняльний аналіз енергетичних та світлотехнічних параметрів джерел випромінювання й існуючих опромінювальних пристроїв для світлокультури рослин.

3. Проаналізовано існуючі підходи до визначення фотосинтезної ефективності джерел випромінювання, описана методика оцінки фотосинтезної ефективності джерел випромінювання на основі відомого світлового потоку та спектрального розподілу.

4. На основі аналізу фотосинтезної ефективності різних джерел світла та їх експлуатаційних параметрів обґрунтовано вибір опромінювача для тепличного господарства на основі лампи ДНаЗ.

5. Обґрунтовано вибір електронного пускорегулювального апарату для опромінювальної установки. Приведено його функціональну та електричну схеми.

6. Проведено розрахунок кількості та способу розміщення опромінювачів у теплиці за заданим рівнем опромінення робочої площини.

7. Запропоновано та обґрунтовано схему почергового ввімкнення окремих секцій опромінювачів з метою зменшення споживаної потужності установки, усунення нестабільності живлючої напруги в граничному режимі, стабілізації оптичних параметрів джерел світла та збільшення їх терміну служби.

8. Проведено перевірочний розрахунок опромінення розрахункової площини.

9. Проведено електричний розрахунок опромінювальної установки для різних режимів ввімкнення опромінювачів. Встановлено, що економія провідникового матеріалу при використанні почергового ввімкнення опромінювачів складає 1,6–4 рази.

10. Дано обґрунтування економічної ефективності інженерних рішень та ефективності капітальних вкладень в нову техніку, економічно обґрунтовано вибір установки з лампою ДНаЗ з врахуванням її біологічної ефективності.

11. Розроблені заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та екології під час виготовлення та експлуатації опромінювальних установок.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Семчишин В.В., Костик Л.М. Енергоощадне опромінення теплиць // Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 16–17 листопада 2017 р. – С.122.

АНОТАЦІЯ

Семчишин В.В. Енергоощадне опромінення тепличних рослин. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2018.

У роботі описано методику оцінки енергетичної ефективності джерел випромінювання, проведено аналіз їх фотосинтезної ефективності, запропоновано енергоефективну опромінювальну установку для тепличного господарства,

запропоновано різні технологічні режими роботи опромінювальної установки, здійснено розрахунок освітлювальної мережі для різних режимів роботи установки, проведено розрахунки освітленості горизонтальної площини за допомогою програми DiaLUX. Запропонована опромінювальна установка забезпечує економічний ефект за рахунок зменшення енергоспоживання, підвищення продуктивності, зниження матеріаломісткості, скорочення витрат на монтаж та обслуговування.

Ключові слова: СВІТЛОКУЛЬТУРА РОСЛИН, ФОТОМОРФОГЕНЕЗ, ОПРОМІНЕНІСТЬ, ФОТОСИНТЕЗНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ФОТОСИНТЕЗНО-АКТИВНА РАДІАЦІЯ, ОПРОМІНЮВАЧ, РЕЖИМИ ОПРОМІНЕННЯ.

ANNOTATION

Semchyshyn V.V. Energy-saving Irradiation of Greenhouse Plants.
141 Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics. – Ternopil Ivan Puluj National Technical University. - Ternopil, 2018.

The paper describes a method for evaluating the energy efficiency of radiation sources, analyzes their photosynthesis efficiency, proposes an energy efficient irradiation unit for the greenhouse economy, proposes various technological regimes of the operation of the irradiation facility, calculates the lighting network for various modes of operation of the installation, calculates the irradiation of the horizontal plane with the help of the program DiaLUX The proposed irradiation installation provides an economical effect by reducing energy consumption, increasing productivity, reducing material consumption, reducing installation and maintenance costs.

Key words: LIGHT-CULTURE OF PLANTS, PHOTOMORPHOGENESIS, IRRADIATION, PHOTOSYNTHESIS EFFICIENCY, PHOTOSYNTHESIS ACTIVE RADIATION, IRRADIATOR, IRRADIATION MODES.

