

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

РОМАНЮК ДЕНИС СЕРГІЙОВИЧ

УДК 621.327.534

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛИЧНИХ
ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК**

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Автореферат
дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль
2018

Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії
Костик Любов Миколаївна,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри приладів і контрольно-вимірювальних систем
Чайковський Андрій Вікторович
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №36 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46а, корпус №7, ауд.310.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Значне зростання тарифів на енергетичні ресурси, цін на устаткування і металоконструкції робить актуальним створення перспективних енерго- та матеріалоощадних технологій у тепличних господарствах АПК. За даними наукових публікацій 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 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 фотобіологічні процеси у рослинах, опромінювальні установки для тепличних господарств АПК, технологічні схеми вирощування рослин у закритому ґрунті.

Предмет дослідження – джерела випромінювання для світлокультури рослин і методи визначення їх енергетичної ефективності, установки постійного та змінного опромінення.

Методи дослідження. Стандартні методи розрахунку електричних і світлотехнічних параметрів джерел світла та опромінювальних 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 установок змінного опромінення для підвищення їх енергетичної ефективності;

- запропоновано конструкцію опромінювальної установки з коливним рухом опромінювача.

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.

Запропонована опромінювальна установка дозволяє зменшити споживану потужність установки, досягти значної економії енерго- та матеріалоресурсів, покращити параметри опромінення рослин у теплиці.

Апробація. Основні положення роботи і її результати доповідалися на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 28-29 листопада 2018 р. (Тернопіль 2018 р.)

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (37 найменувань). Загальний обсяг текстової частини: 106 сторінок, 16 таблиць, 47 рисунків.

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 світлотехнічні та енергетичні характеристики сучасних джерел випромінювання та опромінювальних установок для теплиць. Встановлено, що основними шляхами підвищення ефективності опромінювальних установок є підбір більш ефективних джерел випромінювання та режимів опромінення. Розглянуто поняття продуктивності та енергетичної ефективності опромінювальних установок, встановлено, що енергетична ефективність установки залежить від світлотехнічних, енергетичних та експлуатаційних параметрів джерела випромінювання і опромінювача та режиму роботи установки.

В **науково-дослідній частині** дано визначення спектральної фотосинтезної ефективності оптичного випромінювання, проаналізовано підходи до визначення фотосинтезної ефективності джерел випромінювання. Описана методика оцінки фотосинтезної ефективності джерел випромінювання на основі відомого світлового потоку та спектрального розподілу, на основі якої проведено аналіз розрядних джерел світла для світлокультури рослин з точки зору їх фотосинтезної ефективності. Визначені залежності продуктивності та ККД фотопроцесу від рівня опромінення. Встановлено, що продуктивність із збільшенням рівня опромінення нелінійно зростає, а ККД фотопроцесу – плавно зменшується.

В **технологічній частині** на основі аналізу існуючих способів вирощування тепличних культур встановлено переваги вирощування рослин у вузькостелажних багатоярусних теплицях. Спроековано тепличні опромінювальні установки постійної дії з різною кількістю опромінювачів ЖСП02ВОТ-400 (18 та 24), які забезпечують нормативний рівень опроміненості 5-10 Вт/м² ФАР (2,5-5 клк). На

основі проведеного розрахунку рівня опромінення робочої площини вузькостележної теплиці отримано велике значення неоднорідності опроміненості, що приводить до нерівномірного розвитку рослин різних ярусів. Крім того, велика частка світлового потоку витрачається на освітлення проходу між стелажми. Тому доцільним буде проектування установки змінного опромінення для теплиць такого типу.

В конструкторській частині запропонована конструкція опромінювальної установки з коливним рухом опромінювача на основі опромінювача ЖСП-ВОТ-02, який володіє ширококутовим розподілом світлового потоку та високим ККД (не менше 0,75) з лампою ДНаТ з ККД фотосинтезної дії 52,5%.

Проведено розрахунки освітленості робочої площини при різних кутах нахилу опромінювачів для установок з різною кількістю та потужністю джерел випромінювання при коливному русі опромінювачів ЖСП02ВОТ-250 (24 світильники), ЖСП02ВОТ-400 (12 світильників) та ЖСП02ВОТ-400 (18 світильників) при переміщенні опромінювача від 0 до 80 градусів.

Розраховано енергетичну ефективність установок постійного та змінного опромінення для вузькостележної багатоярусної теплиці. Встановлено, що найвищою ефективність володіє установка з опромінювачами ЖСП02ВОТ з лампою ДНаТ-250. Крім того, слід відзначити вищу однорідність освітленості площини росту рослин при використанні установок змінного опромінення.

В спеціальній частині проведено електричний розрахунок освітлювальної мережі теплиці при ввімкненні 24 опромінювачів ЖСП02ВОТ з лампами ДНаТ -400, а саме обчислено встановлену та розрахункову потужність установки, вибрано схеми її живлення. На основі розрахунків обґрунтовано вибір марок проводів і способів їх прокладання, розраховано та перевірено діаметр проводів за умовами нагріву та механічної стійкості. Здійснено вибір комутаційної та захисної апаратури для опромінювальної установки.

В частині «Обґрунтування економічної ефективності» проведено розрахунок економічної ефективності від впровадження нових опромінювальних установок в тепличне господарств, економічно обґрунтовано вибір установки з лампою ДНаТ 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 вузькостележної багатоярусної теплиці, подано результати обчислень та розрахунків

рівня опроміненості при використанні тепличної опромінювальної установки змінної дії.

ВИСНОВКИ

1. На основі аналізу літературних джерел встановлено, що для підвищення ефективності опромінювальних установок для теплиць актуальним є використанням високоефективних джерел випромінювання, оптичних систем та параметрів світлового режиму.

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 ЖСП02ВОТ з лампою ДНаТ-400.

5. Проаналізовано сучасні технологічні схеми вирощування рослин у теплицях. Показано переваги вирощування рослин у багатоярусних вузькостелажних теплицях.

6. Запропоновано конструкцію опромінювача змінного опромінення із коливним рухом опромінювача для світлокультури рослин у вузькостелажних багатоярусних теплицях.

7. Проведено розрахунок освітленості площини росту рослин при постійному і змінному опроміненні з використанням опромінювачів ЖСП02-ВОТ.

8. На основі розрахунків встановлено, що найвищою ефективністю відзначається установка змінного опромінення з лампою ДНаТ-250.

9. Проведено електричних розрахунок тепличної опромінювальної установки.

10. Дано обґрунтування економічної ефективності інженерних рішень та ефективності капітальних вкладень в нову техніку, економічно обґрунтовано вибір установки з лампою ДНаТ 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. Л.М.Костик, Д.С.Романюк. Підвищення енергетичної ефективності тепличних опромінювальних установок // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 28–29 листопада 2018 р. – С.74.

АНОТАЦІЯ

Романюк Д.С. Підвищення енергетичної ефективності тепличних опромінювальних установок. 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 конструкцію опромінювача змінного опромінення із коливним рухом опромінювача для світлокультури рослин у вузькостелажних багатоярусних теплицях. Проведено розрахунки освітленості робочої площини при різних кутах нахилу опромінювача. Запропонована опромінювальна установка забезпечує економічний ефект за рахунок зменшення енергоспоживання, підвищення продуктивності, зниження матеріаломісткості, скорочення витрат на монтаж та обслуговування.

Ключові слова: ОПРОМІНЮВАЛЬНА УСТАНОВКА, ФОТОСИНТЕЗНО-АКТИВНА РАДІАЦІЯ, ФІТОПОТІК, ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПРОМІНЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ.

ANNOTATION

Romaniuk D.S. Improving Energy Efficiency the Greenhouse Irradiation Installation. 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. The construction of an irradiated irradiator with oscillatory motion of irradiator for plant lighting in narrow-gauge multi-tier greenhouses was proposed. Calculations of the irradiation of the working plane at different angles of the irradiator are made. The proposed irradiation installation provides an economical effect by reducing energy consumption, increasing productivity, reducing material consumption, reducing installation and maintenance costs.

Key words: IRRADIATING INSTALLATION, PHOTOSYNTHESIS RADIATION, PHYTO-FLUX, EFFICIENCY OF THE IRRADIATING INSTALLATION.

