

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 08.085.001
в ДВНЗ «Придніпровська державна
академія будівництва та архітектури»

ВІДГУК

**офіційного опонента доктора технічних наук, професора,
Фаренюка Геннадія Григоровича
на дисертаційну роботу Бордун Марини В'ячеславівни
на тему: «Конструкції енергоефективних споруд закритого ґрунту»,
поданої до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальності 192 Будівництво і цивільна інженерія
(галузь знань 19 Архітектура і будівництво)**

Актуальність теми

В умовах кліматичної кризи, рослинництво закритого ґрунту набуває все більшої популярності не тільки в Україні, а й у світі. Цей напрям сільського господарства дозволяє забезпечити населення свіжою продукцією протягом всього року незалежно від впливу зовнішніх кліматичних факторів. Експлуатація більшості теплиць, особливо в холодний період року, потребує значної кількості енергетичних ресурсів, що суттєво впливає на формування собівартості тепличної продукції.

Тому проблема енергозбереження в галузі рослинництва закритого ґрунту є актуальною, що обумовлює необхідність пошуку енергоефективних конструктивних рішень споруд закритого ґрунту для зниження енергоємності технологічних процесів.

Актуальність роботи також підтверджує її виконання в рамках науково-дослідних робіт «Наукові основи створення будівельно-аграрних кластерів із замкнутим циклом матеріальних та енергетичних потоків» (номер держреєстрації 0117U00367) та «Науково-практичні засади проектування

автономних екобудівель за концепцією «Потрійний нуль» (номер держреєстрації 0117U006728).

Структура і обсяг дисертації

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 129 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг роботи складає 201 сторінку, у тому числі 123 сторінки основного тексту, 68 рисунків та 19 таблиць, 15 сторінок списку використаних джерел із 129 найменувань.

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, наукову новизну та практичну цінність роботи, а також представлено її загальну характеристику; поставлену мету, задачі та методи проведення дослідження; розкрито зв'язок роботи з науковими планами та програмами; представлена інформація щодо апробації результатів роботи та її висвітлення у наукових фахових виданнях та матеріалах конференцій.

В **першому розділі** наведений аналіз вітчизняних та закордонних наукових досліджень щодо стану сучасних конструкцій споруд закритого ґрунту, наведено їх переваги та недоліки. Автором запропоновано класифікацію споруд закритого ґрунту за характерними ознаками, визначено основні способи підвищення енергоефективності теплиць, розглянуто типи світлопрозорих покриттів споруд закритого ґрунту, які є основним конструктивним елементом, запропоновано класифікацію та проаналізовано їх технічні характеристики.

Другий розділ присвячено визначенню найбільш раціонального світлопрозорого покриття теплиці за критерієм енергоефективності і вартості життєвого циклу. Досліджено основні технічні характеристики сотового полікарбонату, обґрунтовано його використання в якості світлопрозорого покриття для споруд закритого ґрунту. Розглянуто методи оцінки вартості життєвого циклу світлопрозорого покриття споруд закритого ґрунту, встановлено залежність сукупної вартості життєвого циклу 1 кв. м теплиці від

товщини полікарбонату з урахуванням дисконтування із різними відсотковими ставками на капітал.

У третьому розділі наводяться результати досліджень радіаційного і теплового режиму світлопрозорого покриття теплиці, також обґрунтовано вибір найбільш раціональної конструктивної форми теплиці, орієнтації споруди, кута нахилу світлопрозорого покриття відносно сонячних променів, геопросторового розташування теплиці відносно поверхні землі.

В четвертому розділі викладено результати експериментального дослідження температурно-вологісного режиму теплиці у весняний період (березень – квітень), розташованої в м. Дніпрі. Автором запропоновано теплотехнічну модель для розрахунку параметрів добового теплоаккумулятора, яка враховує теплонадходження від сонячної радіації, теплові втрати через огорожуючі конструкції і тепло, яке накопичується в аккумуляторі. На основі запропонованої математичної моделі теплотехнічних процесів в теплиці визначено раціональні параметри добового водяного теплоаккумулятора для експериментальної теплиці. Виконано комплекс досліджень, спрямованих на визначення ефективності використання сезонного теплоаккумулятора із різними теплоакмулюючими матеріалами для теплиць типу «Вегетарій». За результатами досліджень автором запропоноване технічне рішення сезонного багат шарового теплоаккумулятора (пат. України 137026) для ефективного зберігання і використання теплової енергії в системі опалення теплиці.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій

Обґрунтованість та достовірність наукових положень та зроблених на їх основі висновків підтверджується достатнім обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, використанням сучасних методів досліджень з використанням вимірювальних приладів з високим класом точності; використанням апарату математичної статистики для обробки

результатів експерименту та задовільною збіжністю отриманих експериментальних досліджень з теоретичними результатами.

Достовірність отриманих результатів також підтверджується впровадженням результатів роботи в практику проектування та будівництва.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів

Здобувачем вперше розроблено метод визначення раціональних характеристик світлопрозорого покриття для споруд закритого ґрунту з урахуванням життєвого циклу споруди; удосконалено метод визначення раціональної форми, орієнтації та геопросторового розташування споруд закритого ґрунту для індивідуальних фермерських господарств; здійснено визначення раціональних параметрів добового і сезонного акумуляторів тепла для вирівнювання коливань температур в споруді; розроблено конструктивне рішення енергоефективної теплиці з багатошаровим сезонним теплоакумулятором.

Запропоновані для подальшої реалізації енергоефективні конструктивні рішення споруд закритого ґрунту можуть бути використані у практиці проектування і будівництва споруд закритого ґрунту. Розроблені конструктивні рішення впроваджено при розробці проектних пропозицій щодо реконструкції Центру-притулку Бетані в м. Малацки (в рамках виконання міжнародного наукового проекту InStep Project International Sustainable Engineering Practices Ref.21810098), а також на підприємствах агропромислового комплексу Слобожанської селищної територіальної громади, Дніпропетровська обл.

Повнота відображення основних положень дисертації в опублікованих працях

Основні положення і результати дисертаційної роботи опубліковані в 12 наукових працях, з яких: 2 статті у наукових фахових виданнях, які відповідають переліку МОН України, 1 – у виданні, що включене до

міжнародної наукометричної бази Scopus; 1 публікація у періодичному науковому виданні держави Європейського Союзу; 3 публікації апробаційного характеру; 4 додаткові публікації; 1 патент України на корисну модель.

Результати досліджень достатньо апробовані на 10 міжнародних науково-практичних конференціях і семінарах.

Опубліковані наукові праці Бордун М.В., які зараховані за темою дисертації, відповідають вимогам п.11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 167 від 06.03.2019 р.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

За результатами перевірки дисертаційної роботи Бордун М.В. на наявність ознак академічного плагіату встановлено коректність посилань на першоджерела для текстових та ілюстрованих запозичень. Навмисних спотворень не виявлено. Таким чином можна зробити висновок про відсутність порушень академічної доброчесності.

Дискусійні положення та зауваження по дисертаційній роботі

1. В основу оцінювання показників економічної ефективності споруд, що досліджувались у дисертації, покладена методика розрахунку чистої поточної (дисконтованої) вартості з посиланням на роботу Нікіфорової Т.Д. (2016 р.) та, чомусь, Колотилкіна Б.М. (1989 р.). Загальноприйнятим сучасний методом аналізу економічних показників є метод ануїтетних витрат чи загальних витрат встановлюється, який встановлюється EN 15459. В Україні цей стандарт був гармонізованим у 2014 р., як ДСТУ Б EN 15459:2014 (EN 15459:2007, IDT), у 2017 р. була введена більш сучасна версія стандарту ДСТУ EN 15459-1:2017 «Енергоефективність будівель. Процедура економічного оцінювання енергетичних систем будівлі». Тому методологічно слід користуватися найбільш сучасними розробками або, щонайменше, наводити посилання на такі розробки.

2. При наведенні розрахункових формул у розділі 2.2 (суттєво відрізняються від методології EN 15459) не розкрито складу експлуатаційних витрат, які не можуть покриватись тільки витратами на опалення теплиць. Не наведено обґрунтування чому ці витрати приймаються постійними протягом усього періоду життя споруди.

3. Не розкрито сутність визначення утилізаційних витрат, тому не зрозуміло чому витрати на ліквідацію теплиці є пропорційними товщині полікарбонатних листів, причому ця залежність має різну лінійність для товщин від 4 до 10 мм та від 10 до 32 мм (рис.2.2).

4. У розділі 3.2 наведені формули для визначення розсіяної сонячної радіації, що надходить на горизонтальну поверхню. При цьому не відзначено, що такі досить детальні дані існують у ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Доцільно було зробити порівняння даних стандарту і розрахунків для конкретного географічного району.

5. Цікаві дані наведені на рис.3.9, 3.10 з тепловтрат для різних типів теплиць. Але при цьому відсутній аналіз структури цих тепловтрат і від чого вони залежать. Слід було привести аналіз впливу фактору форми на тепловтрати теплиць, що дозволило б розробити наукові рекомендації щодо оптимізації типу теплиць.

6. У розд.3.5 наводяться дослідження геопросторового розташування за критерієм енергоефективності, але визначення цього критерія не наведено. Критерієм енергоефективності теплиць є енергетичний баланс між отриманою сонячною енергією і тепловими втратами, але цей баланс в залежності від конструкції теплиць – односкатна, двоскатна, заглиблена у ґрунт, тощо, в дисертації не наведено.

7. При проведенні експериментальних досліджень температурно-вологісного режиму теплиць не вимірювались сонячні надходження, що знижує достовірність отриманої моделі розрахунку, що основана тільки на балансі між теплоакумуючими властивостями і тепловтратами без

урахування кількості сонячної енергії, що потрапила у внутрішній простір терлиці через різні листи полікарбонату з різною орієнтацією конструкцій.

8. Автором розроблено технічне рішення теплиці з багат шаровим тепловим акумулятором, але посилання на стор.137 на отриманий патент є невірним. Крім того, потребує пояснення яким чином забезпечується рух теплого повітря з верхньої частини об'єму теплиці у повітроводи, що розташовані внизу об'єму, а далі крізь шари акумулятора. Якщо це примусовий рух із застосування вентиляторів, то треба розраховувати енергоспоживання теплиці і, відповідно, враховувати ці витрати енергії у критерії енергоефективності.

9. У висновках до розділу 4 стверджується, що найбільш ефективним матеріалом для акумулювання теплової енергії є глауберова сіль. Але цей висновок не обґрунтований, тому що вказаний матеріал має досить високу температуру фазового переходу (більш 32 °C), крім того вона є нестабільною і постійно збільшується з кількістю фазових переходів, тому прогнозувати кількість необхідного матеріалу для акумуляції теплоти і вирішення задачі стабільного температурного режиму у теплиці із застосуванням такого матеріалу досить складно.

Наведені зауваження та дискусійні положення не знижують як теоретичного так і практичного значення дисертаційної роботи та можуть бути враховані при проведенні подальших досліджень.

Висновок про відповідність дисертації вимогам МОН України

Дисертаційна робота Бордун М. В. «Конструкції енергоефективних споруд закритого ґрунту» є завершеною самостійною кваліфікаційною науковою працею, яка містить нові теоретичні положення та науково – обґрунтовані експериментальні результати, що мають важливе наукове та практичне значення.

Дисертаційна робота відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і

науки України № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» від 12.01.2017р. (зі змінами від 31.05.2019 р.) та «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 р. № 167), а здобувач – Бордун Марина В'ячеславівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 19 – Архітектура та будівництво за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
директор ДП «Державний
науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій»



Г. Г. Фаренюк