

## ВІДГУК

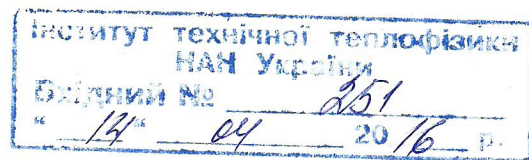
офіційного опонента на дисертаційну роботу Гайдай Ольги Ігорівни «Оцінка життєвого циклу виробництва теплової енергії з твердого біопалива за показниками енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.08 – перетворювання відновлюваних видів енергії.

### 1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Скорочення споживання викопного палива, в першу чергу природного газу є дуже актуальною задачею, яка наразі стоїть перед енергетичним сектором України. Біомаса, що володіє значним енергетичним потенціалом являється найкращою альтернативою для заміщення традиційних палив при виробництві теплової енергії. Національний план дій з відновлюваної енергетики декларує значне збільшення використання твердої біомаси на період до 2020 року. Залучення біомаси в енергетичний сектор країни для заощадження традиційних палив повинно відбуватись найбільш ефективним шляхом як з точки зору ефективності енергетичного перетворення, так і екологічного впливу певної технології.

Проте, енергетичне використання біомаси супроводжується рядом технологічних та логістичних проблем. Незначний питомий енерговміст первинної біомаси, просторова розосередженість, сезонність, плинність фізико-хімічних властивостей спричиняють додаткові витрати первинної енергії на одержання одиниці кінцевої енергії з біомаси. Головним показником ефективності використання біопалива може вважатися загальна економія енергії не відновлювального (традиційного) палива, що досягається у разі використання відновлювального джерела енергії за певною технологією.

Аналіз з використанням показнику сукупних приведених витрат первинної енергії віднесених на одиницю виробленої енергії з відновлюваного джерела дає можливість визначити енергетичну ефективність залучення біомаси до паливно-енергетичного балансу країни та вказати на найбільш ефективні шляхи її використання.



Скорочення викидів парникових газів під час енергетичного використання біомаси є одним з рушійних сил розвитку даного сектору. Біомаса, вважається CO<sub>2</sub> нейтральним паливом, так як в результаті росту рослини відбувається поглинання даного парникового газу. Проте, під час операцій сировинного циклу, що передуює енергетичному перетворенню біопалива відбувається використання дизельного пального та електроенергії з викопних джерел. Розрахунок балансу між викидами парникових газів упродовж життєвого циклу біопалива та заощадженими викидами за існуючими (базовими) традиційними технологіями є необхідною умовою під час виконання комплексного аналізу біоенергетичних технологій.

Тому, робота Гайдай О.І. присвячена аналізу життєвого циклу використання твердого біопалива за показниками енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів є беззаперечно актуальною.

## **2. Структура та обсяг роботи.**

Дисертація має структуру завершеної науково-дослідної роботи. Текст дисертації складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків та рекомендацій, переліку посилань та додатку, в якому міститься інформація про практичне використання результатів роботи. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 178 сторінок; 78 посилань на використані джерела; 41 рисунок та 40 таблиць.

У **вступі** обґрунтована актуальність роботи, мета та задачі, наведені наукова новизна та практична цінність отриманих результатів, особистий внесок здобувача, відомості про апробацію результатів дисертації та публікації, що містять основні положення та результати роботи.

У **першому розділі** проведено огляд результатів виконання енергетичного та екологічного аналізу при виробництві теплової енергії з біомаси з використанням методології оцінки життєвого циклу. Проведено вибір індикаторів, за якими буде проведено оцінку. В результаті аналізу зроблено висновок щодо обмеженості даних з оцінки життєвого циклу виробництва теплової енергії в умовах України та необхідності виконання аналізу з

врахуванням місцевих умов та з порівнянням різних варіантів утилізації біомаси.

В результаті проведеного аналізу сформульовані мета та задачі дослідження.

**У другому розділі** згідно методології оцінки життєвого циклу виконано інвентаризацію життєвого циклу використання відходів деревини та соломи для виробництва теплової енергії. Розглядаються сировинні цикли використання лісосічних відходів у вигляді тріски та гранул та соломи у вигляді енергетичних тюків та гранул.

Визначено та систематизовано дані по енергоємності операцій сировинного циклу – збирання, складування, попередньої переробки та транспортування сировини. Ці дані є необхідними для оцінки споживання первинної енергії палива та викидів парникових газів.

**У третьому розділі** виконано адаптацію методології оцінки життєвого циклу до особливостей виробництва теплової енергії із твердої біомаси. Запропоновано залежності, за якими виконується розрахунок приведених питомих сукупних витрат первинної енергії, коефіцієнту перетворення енергії та скорочення викидів парникових газів. Виконано математичне описання річного споживання первинної енергії упродовж сировинних циклів використання лісосічних відходів у вигляді тріски та гранул та соломи у вигляді тюків та гранул. Запропоновано залежність для розрахунку сукупних витрат первинної енергії у підсистемі перетворення.

**У четвертому розділі** запропоновано розрахунково-методичні моделі визначення енергетичної ефективності та потенціалу скорочення викидів парникових газів при роботі установок на біомасі з врахуванням критеріїв сталого розвитку та повного життєвого циклу. Виконано порівняння енергетичної ефективності використання лісосічних відходів та соломи для отримання теплової енергії за показниками приведених сукупних витрат первинної енергії та коефіцієнту виходу енергії. Виконано розрахунок питомих викидів парникових газів та скорочення викидів парникових газів при виробництві теплової енергії з твердого біопалива. Визначено вплив найбільш

вагомих параметрів життєвого циклу на його енергетичну ефективність: потужності енергетичної установки, відстані перевезення біопалива, коефіцієнту корисної дії котла. Проведено аналіз чутливості енергетичної ефективності при збільшенні витрати палива на основні операції життєвого циклу продукту.

У п'ятому розділі виконано оцінку техніко-економічних показників впровадження проектів з виробництва теплової енергії із твердого біопалива, що розглядається в роботі та виконано оцінку створення нових робочих місць при впровадженні біоенергетичного обладнання в Україні.

У підсумку в роботі встановлено максимально допустимі відстані перевезення біомаси автомобільним транспортом, при яких показники, що використовуються в якості критеріїв сталого розвитку, задовольняють їх граничним значенням.

Дисертаційна робота Гайдай О.І. характеризується логічною послідовністю та завершеністю. Висновки за окремими розділами, а також загальні висновки по роботі відповідають поставленим завданням та отриманим науковим і практичним результатам.

### **3. Наукова новизна одержаних результатів.**

Виконання комплексного аналізу виробництва теплової енергії із твердого біопалива з використанням методології оцінки життєвого циклу та з врахуванням критеріїв сталого розвитку дозволило:

1. Адаптувати методологію оцінки життєвого циклу для визначення ефективності використання твердого біопалива для виробництва теплової енергії в умовах України, що дозволило удосконалити порівняння енергетичних установок, які працюють на різних видах біомаси.

2. Розробити розрахунково-методичні моделі визначення енергетичної ефективності та потенціалу скорочення викидів парникових газів при використанні наступних видів твердого біопалива для виробництва теплової енергії: тріска з лісосічних відходів, тюкована солома, гранули з лісосічних відходів та соломи.

3. Виконати порівняння набору технологічних операцій у ході виробництва теплової енергії з твердого біопалива використовуючи показники сукупних витрат первинної енергії, скорочення викидів парникових газів (двоокису вуглецю та метану) та економічної ефективності у якості критеріїв сталого розвитку.

4. Встановити залежність економії первинної енергії вичопного палива та скорочення викидів парникових газів від сукупності технологій, на яких базується життєвий цикл продукту.

#### **4. Практичне значення роботи.**

Практичне значення роботи полягає в тому, що за результатами виконаних досліджень визначено граничні відстані транспортування, які відповідають встановленим значенням критеріїв сталого розвитку. Отримані значення відстані транспортування можуть використовуватись в якості показника для прийняття практичних рішень по організації логістики постачання біомасової сировини. Доведено, що виконання критеріїв сталого розвитку під час виробництва теплової енергії з твердого біопалива може здійснюватися з задовільними економічними показниками.

Розроблені моделі визначення енергетичної ефективності дають можливість проведення аналізу проектів виробництва теплової енергії із біомаси на предмет їх відповідності критеріям сталості перед початком їх реалізації.

#### **6. Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях.**

Основні наукові положення, що повністю розкривають зміст та основні результати дисертаційної роботи опубліковано в 14 друкованих наукових працях, у тому числі, в 12 публікаціях у фахових виданнях України, одній статті в журналі, що входить до наукометричних баз даних, та 1 публікації у збірнику праць міжнародного симпозіуму. Персональний внесок дисертанта в роботах, опублікованих у співавторстві, відображено у авторефераті.

Зміст автореферату й основних положень дисертації ідентичні.

## **7. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень.**

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів дисертаційної роботи сформульованих у дисертації, забезпечується: використанням сучасної методології оцінки життєвого циклу; використанням нормативних документів згідно чинного законодавства України; узгодженням результатів розрахункових досліджень з результатами інших авторів; апробацією результатів роботи на міжнародних наукових конференціях та семінарах; успішним впровадженням результатів роботи.

## **8. Редакційний аналіз.**

Текст дисертації та автореферату викладено послідовно і доступно, фрази чіткі і завершені, рисунки інформативні, читання формул не викликає труднощів.

Оформлення дисертації відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою КМУ від 24.07.2013 р. № 567.

## **9. Зауваження по роботі.**

1. Необхідні пояснення до рис. 2.11 і 2.12. Незрозуміле походження даних, наведених на цих рисунках.
2. Відсутня процедура визначення споживання первинної енергії (таблиці 2.10 і 2.11).
3. Відсутні посилання на джерело походження підходів до визначення сукупних приведених затрат (стор. 66).
4. Необхідні пояснення: формули та рівняння (стор. 70-72) авторські чи задіяні із інших джерел.
5. Не зрозуміло чи є зв'язок систем рівнянь (3.14 і 3.19) з таблицями 2.10 і 2.11. Якщо так, то чому ці рівняння не були приведені раніше?
6. Визначення відстані транспортування тріски задача однозначно оптимізаційна. Не зрозуміло, які методи використовувались для вирішення цієї задачі.
7. За якими критеріями визначена максимально допустима відстань транспортування біопалива?

## 10. Висновки.

Зроблені вище зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, яка рецензується.

Дисертаційна робота Гайдай О.І. «Оцінка життєвого циклу виробництва теплової енергії з твердого біопалива за показниками енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів» є завершеною науковою працею, що містить отримані особисто здобувачем нові наукові положення, які розширюють сучасні уявлення про науково-методологічні засади аналізу виробництва теплової енергії із біопалива. Одержані результати мають важливе практичне значення для розвитку технологій, що дозволяють заощаджувати традиційні енергоносії.

За актуальністю, науковою новизною, практичною значимістю, обґрунтованістю та достовірністю основних наукових положень, висновків та рекомендації дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.14.08. – перетворювання відновлюваних видів енергії і профілю спеціалізованої вченої ради К 26.224.02.

На підставі вищевикладеного вважаю, що дисертаційна робота Гайдай Ольги Ігорівни «Оцінка життєвого циклу виробництва теплової енергії з твердого біопалива за показниками енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів» відповідає встановленим вимогам, а її автор заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.08 – перетворювання відновлюваних видів енергії.

Офіційний опонент,  
доцент кафедри електропостачання  
Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут»,  
кандидат технічних наук, доцент



В. П. Калінчик

Підпис доцента Калінчика В.П.

засвідчую:

