

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента Чейлитка А. О.
на дисертацію **Ялечка Володимира Івановича**

**«Підвищення ефективності енерготехнологічного процесу спалювання
здрібненої деревної біомаси»,**

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова
теплоенергетика

Актуальність теми дисертації

Актуальною задачею для України, враховуючи те, що з-поміж Європейських країн у нашої держави найбільший потенціал для розвитку альтернативних джерел енергії, є наукові розробки та проекти з підвищення енергоефективності процесів спалювання біомаси.

Серед існуючих джерел біомаси найбільш придатними для використання у якості палива є деревна біомаса та відходи деревини. Важливу роль сьогодні також відводять використанню у якості палива швидкоростучої деревини. Під час спалювання деревної біомаси у навколишнє середовище потрапляє значно менше оксидів вуглецю та сірки ніж при спалюванні викопних видів палива. Отже, спалювання деревної біомаси в сучасних техногенних умовах є екологічно прийнятним методом отримання енергії.

Все вищевказане дає можливість стверджувати, що дисертаційна робота Ялечка В. І. «Підвищення ефективності енерготехнологічного процесу спалювання здрібненої деревної біомаси» присвячена розв'язанню актуального завдання – розвитку наукових основ процесу спалювання здрібненої деревної біомаси та удосконалення паливних пристроїв.

Зв'язок дисертаційної роботи з державними науковими програмами, планами, темами, пріоритетними напрямками розвитку науки і техніки

Дисертаційна робота є складовою науково-дослідних робіт, які виконуються відповідно до напряму наукової діяльності кафедри теплоенергетики, теплових та атомних електричних станцій «Підвищення ефективності та надійності теплоенергетичного і тепловикористовуючого устаткування». Окремі результати роботи отримані здобувачем в межах таких науково-дослідних робіт: госпдоговірної теми Г/д №1020-3Э-БуТЭС/0567 «Організація зміни паливного режиму роботи котлів ТП-100 за оптимальних режимів роботи КБМ та спалюванні непроектних видів палива», держбюджетної НДР ДБ 08.16-02-12 "Розроблення енергоощадних технологій виготовлення дереворізальних інструментів" (номер держаної реєстрації 0112U003033), НДР «Теоретичне обґрунтування та експериментальне

дослідження ефективності роботи котельних установок в процесі довготривалої експлуатації» (номер держаної реєстрації 0115U000439).

Структура та зміст дисертаційної роботи

Основна частина дисертаційної роботи складається із п'яти розділів, у яких послідовно викладено суть вирішення завдань, поставлених у дисертаційній роботі.

У першому розділі приведений огляд теоретичних, експериментальних та розрахункових робіт, пов'язаних з аналізом сучасного стану досліджень процесу спалювання здрібненої деревної біомаси.

Другий розділ присвячено математичному моделюванню процесу самозаймання здрібненої деревної біомаси, а також представлено удосконалену математичну модель цього процесу.

Для розроблення математичної моделі процесу спалювання здрібненої деревної біомаси застосовано рівняння теплового балансу реагуючої суміші професора Хзмаляна Д.М. у безрозмірному вигляді, яке доповнене диференціальним рівнянням зміни концентрації кисню у реагуючій суміші та рівнянням взаємозв'язку концентрації кисню та деревинних частинок у суміші. Таким чином сформовано математичну модель процесу спалювання здрібненої деревної біомаси.

Дослідивши діапазони зміни параметрів процесу спалювання здрібненої деревної біомаси, визначено діапазони зміни безрозмірних параметрів (безрозмірного коефіцієнта тепловіддачі Ω , безрозмірної температури стінок камери згоряння Θ_1 : $\Omega = 0 \div 0,05$; $\Theta_1 = 0,045 \div 0,1$. Таким чином уточнено умови застосування математичної моделі процесу спалювання здрібненої деревної біомаси.

Потрібно відзначити, що у цьому розділі також представлено систему рівнянь для визначення кінетичних констант процесу спалювання деревної біомаси.

У третьому розділі розроблено методику експериментальних досліджень кінетичних констант процесу спалювання здрібненої деревної біомаси (верба енергетична *Salix*), а також деревини інших порід.

При дослідженні реакцій, що протікають під час процесу спалювання деревної біомаси застосовують як методи термодинаміки, так і методи хімічної кінетики. Для отримання кінетичних закономірностей визначено початковий і кінцевий стани системи, а також шлях, по якому протікає реакція. Знаючи ці закономірності досліджуваної хімічної реакції (процесу) та її кінетичні параметри, розраховано її швидкість та оптимальні умови перебігу процесу спалювання у реально діючих установках.

Для експериментального дослідження процесу спалювання зразків здрібненої деревної біомаси застосовано комплексний метод, який поєднує метод диференційної термогравіметрії (ТГ) і диференційного термічного аналізу (ДТА). Названий комплексний метод дослідження зразків подрібненої деревини реалізовано за допомогою дериватографічної установки Q-1500 D (Paulik-Erdey).

За результатами ряду виконаних експериментальних досліджень сформовано базу для дослідження процесу спалювання здрібненої деревини різних порід.

У четвертому розділі наведено аналіз результатів експериментальних досліджень спалювання здрібненої деревної біомаси.

У цьому розділі представлено результати досліджень процесу самозаймання деревини верби *Salix*. Автором також виконано дослідження процесу самозагоряння інших порід деревини, зокрема: тополі, вільхи, осики, результати досліджень яких представлено у додатку 4.

Автором розроблено аналітичну залежність втрати маси зразків деревини від часу, зокрема, для верби енергетичної *Salix*. Наявність аналітичної залежності втрати маси зразка від часу дає можливість виконати моделювання перебігу процесу спалювання у часі, що важливо під час розроблення конструкції паливних пристроїв.

Виконаний комплекс досліджень процесу спалювання деревної біомаси доводить необхідність зважати на властивості вибраного виду біомаси для адекватної оцінки параметрів процесу самозаймання.

Отримані результати математичного моделювання дозволяють використовувати їх для розроблення ефективних конструкцій відповідних паливних пристроїв й ефективного спалювання обраного виду деревної біомаси.

У п'ятому розділі представлено результати удосконалення конструкції паливного пристрою для спалювання здрібненої деревної біомаси.

Зокрема, автором досліджено зміну довжини ділянки загорання паливо-повітряної суміші в залежності від початкової температури суміші (температури стінок камери згорання), а також від коефіцієнта надлишку повітря. Показано, що реалізація процесу горіння з коефіцієнтом надлишку повітря $\alpha_{п}$ більшим від 1,3 призводить до суттєвого зростання коефіцієнта тепловіддачі Ω , довжини ділянки самозагорання суміші χ , а для $\alpha_{п} > 2,0$ та для низьких початкових значень температури Θ_1 суміші самозаймання може не відбутися. За результатами експериментальних досліджень процесів спалювання здрібненої деревної біомаси, а саме за результатами аналізу складу димових газів, підтверджено, що для формування ефективного процесу горіння,

а, отже, й отримання високого ККД котлоагрегату потрібно забезпечити значення коефіцієнта α_d у діапазоні від 1,1 до 1,35.

Автором запропоновано дві удосконалені конструкції камерних паливень. Потрібно підкреслити, що одна з цих конструкцій захищена патентом на корисну модель.

Цікавими є технічні рішення застосовані для удосконалення камерної паливни з обертовою колосниковою решіткою для спалювання твердого палива (кора, тирса, тріска тощо) у шарі, що дає змогу спалювати паливо з вологістю до 65% без зниження потужності. Така решітка має конусну форму, що сприяє переміщенню деревної суміші по рухомих кільцях.

Розроблені конструкції паливень впроваджено на підприємствах ПАТ «Дрогобицький машинобудівний завод» та Україно-чеському СП «Ройек-Львів».

Наукова новизна.

Наукова новизна в роботі полягає у тому, що:

- отримане рівняння самозагоряння подрібненої деревної біомаси з урахуванням тепловідведення від камери, що дає можливість дослідити вплив характеристик палива та режимних умов на процес самозаймання палива;

- розроблено аналітичні залежності для визначення кінетичних констант процесу спалювання подрібненої деревної біомаси за результатами термічного аналізу зразків деревини;

- визначено залежність впливу коефіцієнта надлишку повітря на паливневий режим при спалюванні генетично модифікованої деревини, що дозволяє знизити рівень викиду шкідливих речовин.

- отримано залежності параметрів процесу самозагоряння генетично модифікованої деревини від коефіцієнта надлишку повітря, що дає змогу обрати режимні параметри процесу спалювання такої деревини та підвищити ефективність паливневих пристроїв.

Практичне значення отриманих в дисертації результатів

Практичне значення роботи полягає в:

- за результатами комплексного термічного аналізу зразків деревини різних порід сформовано базу значень кінетичних параметрів різних порід (верба швидкоростуча, тополя, вільха, осика), що дає можливість підвищити точність моделювання процесів спалювання цих порід;

- удосконалено конструкцію паливневих пристроїв для спалювання здрібної деревної біомаси, що дало можливість підвищити ефективність роботи паливневих пристроїв для спалювання здрібної деревної біомаси. Використання паливень запропонованої конструкції дозволяє підвищити ККД котельного агрегату на 1,0 ÷ 2,0%.

Одну з удосконалених конструкцій паливень реалізовано під час переводу міні-котельні з спалювання природного газу на спалювання відходів деревини на підприємстві ПАТ «ДМЗ» (м. Дрогобич), де запропоновані вдосконалення в комплексі з заміною виду палива забезпечили суттєве зменшення витрат на оплату енергоносіїв.

Впровадження результатів дисертації Ялечка В.І. на практиці підтверджено відповідними актами.

Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації та достовірність отриманих результатів

Наукові положення дисертаційної роботи забезпечуються коректністю застосування теорії кінетики процесу горіння, методів моделювання. Основні наукові висновки підтверджені результатами експериментальних досліджень. Зокрема, достовірність результатів елементного аналізу деревини та термічного аналізу деревної біомаси забезпечена застосуванням класичних методик експериментальних досліджень. Достовірність математичної моделі процесу горіння подрібненої деревної біомаси підтверджується застосуванням під час її отримання положень теорії горіння та кінетики хімічних реакцій, а також визначенням параметрів моделі (кінетичних констант) експериментальним шляхом. Оригінальність основних конструктивних рішень щодо удосконалення паливневих пристроїв підтверджена патентами на корисну модель.

Автореферат повністю відтворює зміст дисертації і містить основні результати роботи, відомості про друковані праці автора, висновки.

Робота **апробована** на п'ятнадцяти наукових конференціях за напрямком досліджень, серед яких одинадцять міжнародні та дві закордонні.

Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих працях. Впровадження результатів дослідження

За темою дисертаційної роботи опубліковано 21 наукова праця (в тому числі 2 публікації у виданні, що включене до наукометричної бази даних Index Copernicus): 3 статті в наукових фахових виданнях, 1 – у закордонних виданнях (розділ у колективній монографії (США)), 2 – у патентах на корисні моделі, 15 публікацій у матеріалах і тезах доповідей міжнародних, закордонних та всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Впровадження результатів дисертаційної роботи у діючі конструкції паливневих пристроїв підтверджено двома актами про впровадження, що представлені у додатках 5 і 6.

Дисертація Ялечка В.І. „Підвищення ефективності енерготехнологічного процесу спалювання здрібненої деревної біомаси” є закінченою науковою працею та відповідає паспорту спеціальності 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика

По змісту дисертації та автореферату є наступні зауваження:

1. Окремі положення першого розділу мають декларативний характер, зокрема це стосується аналізу зольності та елементного складу деревини (п.1.2.2, п.1.2.3 дисертації);

2. Аналіз, проведений у першому розділі, будується на класичних теоріях теплоенергетики та замало містить сучасних світових досліджень спалювання біомаси. Бажано б було навести більше світових розробок у зазначеній області.

3. У другому розділі при аналізі кінетики хімічних реакцій бажано б було врахувати зміни концентрацій активних центрів згідно академіка Зельдовіча Я.Б.

4. Назва другого розділу «Математичне моделювання процесу спалювання здрібненої деревної біомаси» не коректна, так як у даному розділі не наведена сама математична модель з крайовими умовами.

5. Висновки роботи розписані більш широко ніж поставленні завдання, при цьому частина висновків носить декларативний характер.

6. По тексту дисертацій зустрічаються орфографічні та стилістичні помилки, описки у написанні деяких формул, переплутане синтаксичне значення слів «взірець» зі «зразком».

7. Бажано б було збільшити кількість публікацій в міжнародних індексованих виданнях для розширення представництва розробок українських вчених для світової наукової спільноти.

Висновки

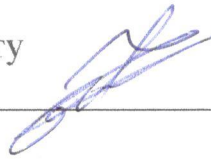
Дисертаційна робота **Ялечка В.І.** „Підвищення ефективності енерготехнологічного процесу спалювання здрібненої деревної біомаси”, присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі – розвитку наукових основ процесу спалювання здрібненої деревної біомаси та удосконалення паливневих пристроїв для підвищення ефективності її спалювання.

Дисертаційна робота **Ялечка Володимира Івановича** «Підвищення ефективності енерготехнологічного процесу спалювання здрібненої деревної біомаси» виконана на достатньому фаховому рівні і відповідає паспорту спеціальності 05.14.06 – «Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика». Отримані результати відповідають критеріям наукової новизни, мають практичну цінність. За рівнем виконаних досліджень і

значимістю отриманих результатів та їх опублікуванням дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9, 11 та 12 “Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р., щодо кандидатських дисертацій.

Дисертаційна робота **Ялечка В.І.** відповідає встановленим вимогам, а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – технічна теплофізика та промислова теплоенергетика.

Офіційний опонент, завідувач кафедри
теплоенергетики та гідроенергетики
Запорізького національного університету
доктор технічних наук, доцент



_____ А.О.Чейлитко

Підпис доктора технічних наук,
доцента Чейлитка А.О. засвідчую
Вчений секретар Вченої ради
Запорізького національного університету
кандидат філологічних наук, доцент



_____ Проценко О.А.