

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Абдуліна Михайла Загретдиновича

“РОЗРОБЛЕННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ЗАСАД ТЕХНОЛОГІЙ СПАЛЮВАННЯ ПАЛИВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СТРУМЕНЕВО- НІШОВИХ СИСТЕМ”,

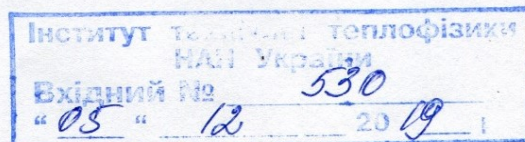
що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 05.14.06 – Технічна теплофізика та промислова
теплоенергетика

Дисертаційна робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків та 4 додатків. Основний матеріал викладено на 290 сторінках, 205 рисунках, 19 таблицях. Бібліографія містить 205 найменувань робіт на 25 сторінках. Загальний обсяг дисертації становить 390 сторінок.

1. Структура дисертації

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, задачі, об'єкт, предмет та методи досліджень, а також наведено загальну характеристику роботи, відмічено наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

У *першому розділі* наведено результати аналізу сучасного стану проблем стосовно умов спалювання палива в пальникових пристроях. Аналіз літературних джерел показав, що актуальними є дослідження технологій спалювання палив із застосуванням струменево-нішових систем. Потреби розвитку цих технологій зумовлюють необхідність їх всебічного аналізу, що базується на сучасних теоретичних та експериментальних дослідженнях. Аналіз літературних джерел засвідчив також необхідність розроблення технічних рішень і ефективних конструкцій пальників зі струменево-нішовими системами та проведення їх випробувань у складі різних вогнетехнічних об'єктів. На основі проведеного огляду літературних джерел обґрунтовано актуальність роботи та сформульовано завдання досліджень.



У другому розділі розглядаються особливості методики експериментальних досліджень та методики математичного моделювання робочих процесів пальників зі струменево-нішовими системами. Наводяться описи експериментальних стендів і відповідної вимірювальної апаратури стосовно вимірювань структури течії, сумішоутворення палива і окиснювача, полів температур, вигорання палива, характеристик сталого горіння і запалення, масообміну в нішовій порожнині. Розглянуто оцінки похибок вимірювання досліджуваних величин. Відмічено, що використовувалась також методика промислових випробувань пальникових пристроїв згідно зі стандартами підприємств. Математичне моделювання процесів переносу здійснювалось з використанням пакета FLUENT.

У третьому розділі представлено результати експериментальних досліджень робочого процесу автономних пальникових модулів різних типів – струменевих і струменево-нішових з нішовими порожнинами різної конфігурації. Для струменево-нішових паливних модулів з прямокутною приструменевою нішою – зручнообтічного модуля і модуля з торцевою порожниною – виконано дослідження структури течії, сумішоутворення, стабілізації полум'я та вигорання палива. Для струменево-нішових паливних модулів з трапецієвидною нішою за наявності і відсутності структураторів потоку виконано комплекс експериментальних досліджень щодо встановлення закономірностей впливу геометричних параметрів ніші і структураторів потоку на характеристики течії і сумішоутворення палива і окиснювача.

Четвертий розділ присвячено дослідженням закономірностей стабілізації полум'я у струменево-нішових системах та пальниках на основі застосування таких систем. Для систем з прямокутними нішами, в яких циркуляційні течії в нішових порожнинах слугують джерелом стабілізації полум'я, запропоновано експериментально-розрахунковий підхід до вивчення характеристик бідного зриву та запропонована відповідна узагальнювальна залежність. Певну увагу в роботі приділено дослідженням впливу конфігурації нішової порожнини на характеристики займання і

бідного зриву. За результатами виконаних досліджень встановлено, що форма ніші спричиняє суттєвий вплив на вказані характеристики. На основі статистичних методів планування експерименту виконано аналіз впливу геометричних параметрів паливорозподілу на характеристики бідного зриву для струменево-нішового модуля з прямокутною нішою і визначено області рекомендованих значень цих параметрів за умов спалювання природного газу і пропан-бутану.

У п'ятому розділі наводяться результати експериментальних досліджень робочих процесів систем, що складаються з декількох пальникових модулів. При цьому розглядаються системи, скомпоновані зі струменевих і струменево-нішових модулів з прямокутними нішовими порожнинами та модулів зручнообтічної форми. За результатами досліджень встановлено факт значного скорочення довжини факелу у системі модулів з прямокутною нішою у порівнянні з поодиноким модулем. Показано, що на початковій стадії розвитку факела інтенсивність горіння для системи струменево-нішових модулів є суттєво вищою, ніж для системи струменевих модулів. Для системи зручнообтічних модулів виконано дослідження характеристик горіння палива у широкому діапазоні зміни коефіцієнта загромадження прохідного перерізу каналу.

Шостий розділ присвячено дослідженням на основі CFD моделювання течії та теплообміну в системах охолодження пальникових пристроїв на основі струменево-нішових конструкцій. Сутність пропонованих систем полягає в охолодженні стінок пальникових модулів природним газом, який спеціальним чином подається в їхню внутрішню порожнину і далі, після виконання своїх функцій холодоагенту, надходить у газоподавальні отвори і використовується як паливо. Встановлено закономірності течії та теплообміну у системах охолодження з обдувом внутрішньої торцевої поверхні стабілізатора полум'я круглими імпактними струменями або плоским імпактним струменем за умови використання дефлекторних конструкцій різної конфігурації. Досліджено особливості зміни

характеристик систем охолодження при варіюванні навантаження котлоагрегату.

У цьому розділі наводяться результати досліджень характеристик розроблених пальникових пристроїв зі струменево-нішовими системами в лабораторних умовах та у складі вогнетехнічних об'єктів різного призначення. Технічні рішення та ефективні конструкції цих пальників розроблено за результатами виконаних досліджень робочих процесів відповідних автономних пальникових модулів та системи модулів. Вказані результати було покладено в основу пропонованих рекомендацій з вибору геометричних і режимних параметрів паливоподачі для досліджуваних пальникових пристроїв. Понад 100 типів розроблених пальників пройшли сертифікацію у ДП «Сертифікаційний центр». Проведено дослідження розроблених пальникових пристроїв у складі різних вогнетехнічних об'єктів.

1. Актуальність теми дисертації

Наразі в енергетичній галузі України гостро постає проблема раціонального використання палива та покращення екологічної ситуації в країні. Один із ефективних шляхів вирішення цієї проблеми - впровадження новітніх технологій на основі спалювання палива в пальникових пристроях зі струменево-нішовими системами. Потреби розвитку цих технологій зумовлюють необхідність їх всебічного аналізу, що базується на застосуванні сучасних теоретичних та експериментальних методів досліджень. Вказані технології як об'єкт теплофізичних досліджень являють собою комплекс складних процесів сумішоутворення палива і окиснювача, стабілізації полум'я, вигорання палива, формування температурних полів зони горіння тощо. Однак на сьогодні відсутня необхідна повнота досліджень теплофізичних аспектів технологій спалювання палива на основі застосування струменево-нішових систем. З огляду на це, слід констатувати, що тема дисертаційної роботи Абдуліна М. З. є актуальною як у науковому, так і прикладному аспектах.

3. Мета і завдання досліджень

Метою роботи є науково-технічне обґрунтування прогресивних технологій спалювання газоподібних палив на основі струменево-нішових систем та розроблення на цій основі відповідних технічних рішень та рекомендацій щодо їх впровадження. Для досягнення поставленої мети вирішенню підлягали такі завдання:

1. Виконати комплекс експериментальних досліджень щодо встановлення закономірностей перебігу робочих процесів у поодиноких пальникових модулях різних типів: а) струменевих модулях – модулях з уступом та модулях з торцевою нішою; б) струменево-нішових модулях з прямокутною нішою – зручнообтічних модулях та модулях з торцевою нішою; в) струменево-нішових модулях з трапецієвидною нішою за наявності та відсутності структураторів потоку.
2. Для струменево-нішових пальникових модулів з нішовими порожнинами різної форми (прямокутними та трапецієвидними) виявити закономірності займання та зриву горіння щодо спалювання різних газів у широкому діапазоні зміни режимних та конструктивних параметрів.
3. Встановити ефекти впливу параметрів паливорозподілу на пускові характеристики струменево-нішового модуля та визначити області їх рекомендованих значень.
4. Обґрунтувати концепцію модульного принципу конструювання пальникових пристроїв на основі струменево-нішової системи за результатами дослідження робочих процесів системи пальникових модулів.
5. На основі CFD моделювання дослідити аеродинамічну структуру течії та особливості теплообміну у системах охолодження струменево-нішових пальників з обдувом внутрішніх поверхонь модулів полум'я струменями газу.
6. Виконати порівняльний аналіз основних характеристик робочих процесів пропонованих і традиційно застосовуваних пальників у складі

різних вогнетехнічних об'єктів та встановити енергетичну ефективність заміни штатних пальників на пропоновані.

4. Наукова новизна дисертаційної роботи

Основні наукові результати полягають у наступному:

1. Уперше у широкому діапазоні зміни визначальних параметрів отримано дані експериментальних досліджень процесів течії, сумішоутворення, теплопереносу, стабілізації полум'я і вигорання палива для поодиноких струменевих і струменево-нішових пальникових модулів, пальників з прямокутними та трапецієвидними нішовими порожнинами за наявності та відсутності структураторів потоку.
2. Уперше виконано порівняльний аналіз характеристик займання та зриву горіння для струменево-нішових пальникових модулів пальників з нішовими порожнинами різної форми та розмірів; виявлено роль структураторів потоку у підвищенні стабілізуючих властивостей модулів з трапецієвидною нішою; розроблено підхід до визначення характеристик пускових режимів для струменево-нішової системи з прямокутною нішою; за результатами аналізу ефектів впливу геометричних параметрів розподілу палива на режимі бідного зриву модуля з прямокутною нішою встановлено діапазони раціональних значень цих параметрів для умов спалювання різних газів.
3. Уперше виявлено основні закономірності протікання робочих процесів систем, що складаються з декількох струменево-нішових модулів; показано, що у цих системах має місце значне скорочення довжини факела у порівнянні з автономним модулем; встановлено факт практичної ідентичності робочих процесів в окремих модулях системи, що обумовлює правомірність використання модульного підходу до конструювання пальників даного типу.
4. Уперше для струменево-нішових пальників з трапецієвидними нішовими порожнинами встановлено закономірності теплообміну та аеродинаміки у спеціальних системах їх охолодження, які

характеризуються тим, що у них як охолоджувальний агент застосовується паливний газ перед його надходженням на спалювання; проведено аналіз теплового стану цих пристроїв і виконано загальну оцінку ефективності їхніх систем охолодження.

5. Виконано зіставлення основних характеристик робочих процесів пропонуваніх паливних пристроїв на основі струменево-нішових систем і традиційно використовуваних паливників у складі вогнетехнічних об'єктів комунальної та промислової енергетики.

5. Практична цінність дисертаційної роботи

Результати виконаних досліджень впроваджено більш ніж на 1000 вогнетехнічних об'єктах в Україні, Білорусі, Росії, Польщі, Казахстані (котли, печі, сушарки тощо.). Сертифіковано більше 100 типів і моделей розроблених паливних пристроїв в ДП «Сертифікаційний випробувальний центр», отримано право встановлення розроблених паливних пристроїв на котлах Монастирищенського, Бійського, Дорогобужського та інших котельних заводів. Міністерством житлово-комунального господарства України рішенням науково-технічної ради №16 від 26.10.2010р. рекомендовано впровадження енергоощадної струменево-нішової технології на об'єктах комунального господарства України. Використання результатів роботи підтверджуються відповідними актами впровадження в комунальній теплоенергетиці, металургії, будівельній, хімічній та сільськогосподарській галузях.

6. Достовірність отриманих наукових результатів роботи.

Вірогідність наукових результатів дисертаційної роботи підтверджена застосуванням сучасних методик теплофізичних досліджень, зіставленням експериментальних і розрахункових даних, зіставленням отриманих результатів з результатами інших авторів, даними випробувань відповідного устаткування та позитивним досвідом впровадження отриманих результатів.

7. Повнота викладу основних результатів роботи в опублікованих працях.

Результати дисертаційної роботи опубліковано у 54 друкованих працях, зокрема: у 1 монографії; 2 статтях, що входять до наукометричної бази Scopus; 14 статтях, що входять до інших наукометричних баз; 2 статтях у закордонних виданнях; 15 статтях у спеціалізованих фахових виданнях; 11 статтях в інших виданнях; 2 публікаціях в матеріалах міжнародних конференцій в Україні і за кордоном; 3 патентах на винаходи і 4 патентах на корисну модель. Персональний внесок дисертанта в роботах, опублікованих у співавторстві, відображено в авторефераті.

Зміст автореферату й основних положень дисертації ідентичні.

Зауваження по дисертації

1. У першому розділі дисертації, присвяченому огляду літературних джерел, занадто багато уваги приділено розгляду конструкційних особливостей пальникових пристроїв. Хоча доцільно було б докладніше зупинитися на аналізі наявних досліджень робочих процесів пальників.
2. У дисертації наводяться результати досліджень робочих процесів автономних струменевих і струменево-нішових модулів. Однак, дослідження, пов'язані зі струменевими модулями, виходять за межі предмету досліджень дисертації, що присвячена, як свідчить її назва, застосуванню струменево-нішових систем.
3. Виконані в роботі дослідження стійкості горіння є неповними для окремих модифікацій пальникових модулів. Наприклад, для модулів з трапецієвидними нішами та структураторами потоку відсутні дані щодо меж багатого зриву.
4. Наявні певні розбіжності у послідовності викладання матеріалу в авторефераті та дисертації. Так, методика CFD моделювання процесів переносу при дослідженні систем охолодження пальникових пристроїв наводиться у дисертації в шостому розділі, а в авторефераті – в другому.

5. Бажано було б навести у дисертації обґрунтування вибору досліджуваних дефлекторних конструкцій, що застосовуються в системах охолодження пальникових пристроїв із застосуванням струменево-нішових систем.
6. Було б не зайвим доповнити роботу дослідженнями з математичного моделювання робочих процесів у пальниках, що розглядаються. Це дозволило б розширити уявлення про локальні особливості перебігу досліджуваних процесів.
7. В роботі та авторефераті наявні певні вади щодо їх оформлення. Так, умовні позначення наводяться у авторефераті без розмірностей величин, подекуди мають місце русизми та відповідне калькування тощо.

8. Висновок про відповідність дисертації вимогам п. 12 «Порядку присудження наукових ступенів та вченого звання старшого наукового співробітника».

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

Дисертаційна робота Абдуліна Михайла Загретдиновича “Розроблення теплофізичних засад технологій спалювання палив із застосуванням струменево-нішових систем” є завершеною науковою працею, що містить нові наукові положення, які вирішують важливу проблему підвищення ефективності використання палива. Дисертаційна робота Абдуліна М. З. відповідає паспорту спеціальності 05.14.06. – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика і профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.224.01.

На підставі проведеного аналізу дисертаційної роботи Абдуліна М. З. «Розроблення теплофізичних засад технологій спалювання палив із застосуванням струменево-нішових систем» можна зробити висновок про те, що за актуальністю вирішеної проблеми, отриманими новими науковими результатами, їх практичною цінністю вона відповідає «Порядку присудження наукових ступенів та вченого звання старшого наукового

співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р., а її автор Абдулін М. З. заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри теплопостачання та вентиляції
Інституту будівництва та інженерних систем
Національного університету

«Львівська політехніка» МОН України



Желих В.М.

Підпис доктора технічних наук,
професора Желиха Василя Михайловича засвідчую:
Вчений секретар ради Національного університету.
«Львівська політехніка»



Брилинський Р.Б.