

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Новаківського Максима Олександровича

“КОМПЛЕКСНІ ТЕПЛОУТИЛІЗАЦІЙНІ СИСТЕМИ ДЛЯ КОТЛІВ
МАЛОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ З ПІДВИЩЕНИМ
ВОЛОГОВМІСТОМ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ”,

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

1. Актуальність теми.

В умовах обмеженості первинних енергоресурсів і тенденції до підвищення вартості палива в Україні його ефективне використання стає запорукою економічної стабільності країни. При вирішенні цієї проблеми в галузі комунальної теплоенергетики актуальним є створення і впровадження енергозберігаючих технологій утилізації теплоти відхідних газів котельних установок за умови покращення їхніх екологічних характеристик. Серед таких технологій на особливу увагу заслуговують технології з комплексним використанням утилізованої теплоти, що характеризуються підвищеною тепловою ефективністю. Одним із прогресивних способів покращення екологічних показників котельних установок є пригнічення утворення оксидів азоту шляхом введення вологи в зону горіння.

Сумісне застосування комплексних теплоутилізаційних технологій та введення вологи у топковий простір котла покликане підвищити як теплову, так і екологічну ефективність котельних установок комунальної теплоенергетики.

Наразі впровадження таких комплексних теплоутилізаційних систем стримується через обмеженість спеціальних теплофізичних досліджень та недостатню досконалість технічних рішень відповідного устаткування. Вищевикладене зумовлює необхідність поглиблених досліджень у цьому напрямі.

Спрямованість дисертаційної роботи на теплофізичне обґрунтування нових прогресивних теплоутилізаційних технологій з комплексним використанням утилізованої теплоти для котлів малої та середньої потужності підвищеної екологічної ефективності з введенням вологи в зону горіння не викликає сумнівів стосовно її актуальності.



2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень.

Обґрунтованість та достовірність наукових висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, доведено наступними положеннями роботи:

- застосуванням сучасних методик теплового розрахунку теплоутилізаційних систем та газовідвідних трактів котелень;
- зіставленням результатів теплового розрахунку теплоутилізаторів з даними їх теплотехнічних випробувань;
- виконанням в рамках методики планування експерименту статистичного аналізу результатів досліджень та перевіркою адекватності отриманих рівнянь за критеріями Кохрена, Ст'юдента, Фішера;
- відповідністю основних висновків роботи фізичній суті досліджуваних явищ, а також впровадженням та успішною перевіркою на практиці результатів роботи; апробацією результатів роботи на міжнародних наукових конференціях

Всі розділи дисертаційної роботи мають чітку структурну організацію, логічно взаємопов'язані, змістовно підпорядковані сформульованій меті дослідження.

3. Наукова новизна роботи.

У загальному вигляді ключові результати, які розкривають наукову новизну дисертаційної роботи, можна викласти наступним чином:

- Встановлено залежність тепловологісного стану і показників енергетичної ефективності комплексних теплоутилізаційних систем для підігрівання вхідної котлової води та холодної води на хімводоочищення від рівня вологовмісту відхідних димових газів котла.
- Виконано оцінку впливу рівня вологості відхідних газів котла на основні характеристики теплоутилізаційної системи з підігріванням котлової води та повітря на горіння.
- В широкому діапазоні зміни вологовмісту відхідних газів котла одержано дані порівняльного аналізу тепловологісних режимів та теплової ефективності комплексної системи утилізації теплоти з підігріванням вхідної котлової води і води на хімводоочищення та системи для нагрівання котлової води і повітря на горіння.
- Здійснено теплофізичне обґрунтування запропонованого технічного рішення комплексної теплоутилізаційної системи з підігріванням та зволоженням повітря на горіння і нагріванням холодної води хімводоочищення.

- Визначено умови раціонального застосування методів захисту газовідвідних трактів котла при підвищених рівнях вологовмісту його відхідних газів.

4. Практичне значення роботи.

Основні результати виконаних досліджень було використано при розробці комплексних теплоутилізаційних систем для газоспоживальних котлів комунальної теплоенергетики: систем з підігріванням котлової води та води хімводоочищення до котла ТВГ-8 і систем з підігріванням та зволоженням повітря на горіння та води хімводоочищення до котла Е-1,0-9Гн-2. Застосування даних систем дозволяє підвищити КВТП котла на 5,8 – 11,1 % для першої з вказаних систем і на 11,3 – 13,9 % для другої системи.

Розроблену теплоутилізаційну систему з підігріванням та зволоженням повітря на горіння впроваджено в ПАТ «Київенерго».

5. Редакційний аналіз.

Текст дисертації та автореферату викладено послідовно і доступно, фрази чіткі і завершені, рисунки інформативні, читання формул не викликає труднощів. Оформлення відповідає вимогам п. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами, затвердженими постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015, № 1159 від 30.12.2015, № 567 від 27.07.2016).

6. Відповідність тексту автореферату і дисертації.

Текст автореферату адекватний змісту, структурі та основним положенням дисертації.

7. Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Матеріали дисертації пройшли достатню апробацію на міжнародних конференціях і семінарах. Основні наукові положення, що повністю розкривають зміст та основні результати дисертаційної роботи, викладено в 16 друкованих працях, в тому числі у 1 статті в журналі, що входить до наукометричних баз даних, 7 статтях у наукових фахових виданнях України, та 8 публікаціях в збірниках наукових праць за матеріалами конференцій.

8. Структура та обсяг роботи.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертаційної

роботи становить 226 сторінок машинописного тексту, що містять 189 сторінок основної частини, 44 рисунки та 9 таблиць, 186 бібліографічних найменувань, а також 3 додатки.

9. Аналіз основного змісту роботи.

У вступі наведено обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи, а також сформульовано мету, задачі, об'єкт, предмет та методи досліджень; викладено наукову новизну і практичну цінність, та наведено інші необхідні відомості щодо загальної характеристики роботи.

У першому розділі подано стислий аналіз сучасного стану та основних проблем стосовно комплексних теплоутилізаційних систем котельних установок з підвищеним вологовмістом відхідних димових газів.

За результатами виконаного огляду літератури відмічається, що впровадження таких систем стримується через обмеженість спеціальних теплофізичних досліджень та недостатню досконалість технічних рішень відповідного устаткування.

Розглядаються наявні методики теплового розрахунку теплоутилізаційних систем при підвищених вологовмістах димових газів та методи антикорозійного захисту газовідвідних трактів котельних установок. Певна увага приділяється методам оцінки ефективності теплоутилізаційних систем на основі ексергетичного підходу.

Виходячи з сучасного стану досліджуваної проблеми формулюються основні завдання, які вирішуються в даній роботі з метою теплофізичного обґрунтування нових прогресивних теплоутилізаційних технологій з комплексним використанням утилізованої теплоти для котлів малої та середньої потужності підвищеної екологічної ефективності з введенням вологи в зону горіння та розроблення на цій основі відповідних технічних рішень і рекомендацій щодо їх впровадження.

Другий розділ присвячено висвітленню особливостей методики теплофізичних досліджень комплексних теплоутилізаційних систем котельних установок при підвищених вологовмістах димових газів.

Розглядаються особливості основних складових загальної методики теплофізичних досліджень, а саме – методики теплового розрахунку теплоутилізаційних систем, методики визначення тепловологісних характеристик газовідвідних трактів котельної установки та методики аналізу ефективності цих систем на основі ексергетичного підходу.

Певна увага приділяється також оцінці достовірності виконаних розрахункових досліджень.

У **третьому розділі** подано результати теплофізичних досліджень комплексних теплоутилізаційних систем з підігріванням вхідної котлової води і води на хімоводоочищення та систем для підігрівання котлової води і повітря на горіння при підвищених вологовмістах димових газів.

Наводяться принципові схеми котельних установок з вказаними теплоутилізаційними системами та результати виконаних розрахункових досліджень. Представлено дані щодо закономірностей впливу режиму роботи котла та вологовмісту його відхідних димових газів на такі узагальнені характеристики системи, як річне вироблення теплової енергії, середньорічний приріст ККД котла, витрата конденсату, оптимальне співвідношення площ водо- і повітрогрійного устаткування тощо.

Аналізуються теплові характеристики комплексної теплоутилізаційної системи з водо- і повітрогрійним теплообмінниками у порівнянні із системою з двома водогрійними теплообмінниками. Показано, що приріст ККД котла в першому варіанті в цілому перевищує приріст КВТП для другого варіанту. При цьому дане перевищення є найбільш значним за низьких температур навколишнього середовища.

За результатами виконаних досліджень робиться висновок, що теплоутилізаційні системи з підігріванням котлової води та повітря на горіння мають певні переваги над системами з підігріванням котлової води та води хімоводоочищення.

Для комплексної теплоутилізаційної системи, призначеної для підігрівання котлової води та повітря на горіння, встановлено, що при високих вологовмістах відхідних газів котла оптимальне співвідношення площ теплообмінних поверхонь водо- і повітропідігрівачів практично не залежить від кліматичної зони України.

У **четвертому розділі** викладено результати теплофізичних досліджень нової пропонованої комплексної теплоутилізаційної системи з попереднім підігріванням та зволоженням повітря на горіння і підігріванням холодної води на хімоводоочищення.

Подається принципова схема пропонованої теплоутилізаційної системи, в якій підігрівання повітря забезпечує підвищення ККД котла, а підігрівання води хімоводоочищення та зволоження повітря – збільшення його КВТП. При цьому, завдяки надходженню зволоженого повітря в топку котла

пригнічується утворення оксидів азоту, що пов'язано зі зменшенням рівня максимальної температури в зоні активного горіння.

Наводяться дані, згідно з якими загальна теплопродуктивність та приріст КВТП для комплексних теплоутилізаційних систем за наявності нагрівання води хімоводоочищення перевищує відповідні показники цих систем без вказаного нагрівання для водогрійних і парових котлів в усіх режимах їхньої роботи.

Важливим результатом роботи слід вважати виконану оцінку відносного зниження викидів оксидів азоту завдяки зволоженню дугтьового повітря в комплексній теплоутилізаційній установці.

Показано, що обсяг вказаних викидів зменшується на 20 – 60 % в залежності від режиму роботи котла та його типу. Рівні зниження NO_x зростають зі зменшенням навантаження котла відповідно до підвищення температури навколишнього середовища.

У п'ятому розділі для умов застосування пропонованих комплексних теплоутилізаційних систем наведено результати досліджень щодо захисту газовідвідних трактів котелень, аналізу ефективності даних систем, рекомендацій стосовно їх впровадження тощо.

Зазначається, що підвищені рівні вологовмісту димових газів у газовідвідних трактах котельної установки можуть спричинити посилене корозійне руйнування даних трактів, що потребує застосування спеціальних заходів стосовно їхнього захисту. Наводяться результати досліджень ефективності використання таких методів захисту, як підігрів димових газів перед їх надходженням у газовідвідний тракт, встановлення внутрішніх газовідвідних стволів у димову трубу та застосування спеціальних труб із корозійностійких матеріалів.

Важливим результатом роботи слід вважати визначення умов раціонального застосування методів захисту газовідвідних трактів котла при підвищених рівнях вологовмісту його відхідних газів та запропоновані на основі проведених досліджень схемо-технічні та конструкторські рішення комплексних теплоутилізаційних установок з агрегатованими теплоутилізаторами.

В даному розділі наводяться також результати аналізу техніко-економічних показників пропонованих комплексних теплоутилізаційних систем, та результати розробки рекомендацій щодо застосування

пропонованих систем для котлів малої та середньої потужності з підвищеним вологовмістом відхідних газів.

Отримані наукові результати можна рекомендувати до включення в програми підготовки фахівців за відповідними спеціальностями, а рекомендації щодо впровадження теплоутилізаційних технологій з комплексним використанням утилізованої теплоти для котлів малої та середньої потужності підвищеної екологічної ефективності з введенням вологи в зону горіння наразі набувають великого практичного значення і можуть бути рекомендовані для подальшого широкого використання при створенні та впровадженні енергоощадного обладнання в сфері комунальної теплоенергетики України.

Зауваження по дисертації.

1. Доцільно було б провести зіставлення основних показників усіх розглянутих комплексних теплоутилізаційних систем, а саме, систем для підігрівання котлової води і води на хімводоочищення, котлової води і повітря на горіння та підігрівання і зволоження повітря на горіння і води хімводоочищення.

2. Розроблені в дисертації рекомендації щодо впровадження комплексних теплоутилізаційних систем для котлів з підвищеним вологовмістом димових газів мали б бути більш розгорнутими та деталізованими.

3. У підрозділі дисертації 4.4, присвяченому системам захисту каналізаційних стоків котельних установок, не наводяться конкретні схеми цих систем.

4. Слід було б розширити висновки за всіма розділами дисертації та подати їх більш предметно.

5. В роботі відсутні вартісні оцінки встановлення в димову трубу газовідвідного ствола з антикорозійних матеріалів для підвищення надійності цих труб при підвищеному вологовмісті відхідних газів.

6. В оформленні дисертації мають місце деякі неточності, повтори, стилістичні та орфографічні помилки, наприклад:

- в табл. 5.2 відсутні необхідні найменування параметрів;
- рис. 3.13 та 3.14 перевантажені великою кількістю близько розташованих кривих, що ускладнює їх аналіз;
- стилістичні неточності (стор. 38,105,113).

10. Загальний висновок.

Вказані зауваження не знижують позитивної оцінки дисертаційної роботи і можуть бути враховані автором у подальших дослідженнях. Дисертаційна робота Новаківського Максима Олександровича “Комплексні теплоутилізаційні системи для котлів малої та середньої потужності з підвищеним вологовмістом відхідних газів”, є повністю завершеною науковою роботою, в якій вирішується актуальна проблема розробки прогресивних теплоутилізаційних систем з комплексним використанням утилізованої теплоти для котлів малої та середньої потужності підвищеної екологічної ефективності з введенням вологи в зону горіння. За актуальністю, науковою новизною, практичною значимістю, обґрунтованістю та достовірністю основних наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11, 12, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами, затвердженими постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19.08.2015, № 1159 від 30.12.2015, № 567 від 27.07.2016), а її автор Новаківський Максим Олександрович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.06 – Технічна теплофізика та промислова теплоенергетика.

Офіційний опонент

Завідувач кафедри теплоенергетики
та холодильної техніки Національного університету
харчових технологій МОН України,
доктор технічних наук, професор

С.М. Василенко

Підпис проф. Василенка С.М. засвідчую



С.М. Василенко