

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Логвинюка Максима Олександровича

на тему «Зниження викидів оксидів азоту в промислових котлах шляхом
ступеневого спалювання»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 «Електрична інженерія»

за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування»

Актуальність теми дисертації.

Сучасні екологічні виклики ставлять перед теплоенергетикою України завдання переходу від застарілих, високозабруднюючих технологій до більш чистих і контрольованих процесів згоряння. Однією з найбільш поширених проблем є надмірне утворення оксидів азоту у продуктах згоряння, що виникає переважно внаслідок високотемпературних зон у топках котлів.

У межах цього дослідження сформульовано завдання створення комплексної чисельної моделі, яка дозволяє моделювати утворення NO_x в реальних умовах експлуатації промислових котлів. Застосовано два підходи: перший базується на позонному тепловому розрахунку та емпіричних співвідношеннях, а другий — на системі диференціальних рівнянь, що описують кінетику реакцій згоряння, перенесення тепла та маси. Обидва методи забезпечують гнучкий інструмент для аналізу впливу параметрів горіння, таких як коефіцієнт надлишку повітря, температура та конфігурація пальників, на процеси утворення NO_x.

Отримані результати дозволяють сформулювати рекомендації щодо реконструкції існуючих топкових камер без необхідності капітальних інвестицій, орієнтуючись на забезпечення відповідності європейським екологічним директивам.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше здійснено всебічне порівняння методик теплового розрахунку та оцінки утворення оксидів азоту, що застосовуються у світовій та вітчизняній практиці;
- розроблено вдосконалену математичну модель розрахунку теплових процесів у топковій камері з урахуванням зонального підходу до аналізу формування шкідливих викидів;
- обґрунтовано ефективний алгоритм розподілу повітря в багатоярусних системах пальників із додаванням сопел третинного повітря, що дозволяє оптимізувати процес спалювання й мінімізувати утворення NO_x ;
- побудовано регресійну модель прогнозування оксидів азоту й хімічного недопалу, що забезпечує надійне моделювання при змінному навантаженні (40–100%);
- вперше розроблено й візуалізовано діаграми залежності екологічних показників від розподілу повітря та режимів роботи, що робить можливим впровадження автоматизованого контролю;
- сформульовано рекомендації щодо впровадження модернізованих схем спалювання у промислових котлах, що дозволяє суттєво знизити техногенне навантаження на довкілля.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Логвинюка Максима Олександровича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Енергетичне машинобудування».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Фізика процесів горіння і підвищення ефективності енерготехнологічних об'єктів і систем».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Логвинюка Максима Олександровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Матеріал дисертації викладено доступно, з використанням загальноновживаної термінології та дотриманням принципів академічної доброчесності.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 142 сторінки.

У вступі аргументовано актуальність підвищення екологічної ефективності котлоагрегатів шляхом оптимізації процесу горіння. Окреслено мету дослідження — розробка математичних моделей для прогнозування утворення оксидів азоту та аналіз ефективності ступеневого спалювання. Представлено наукову новизну, практичну значущість, методи дослідження й структуру роботи.

У першому розділі проведено системний огляд сучасних технологій зниження NO_x , зокрема вивчено ефективність ступеневого спалювання в котлах середньої потужності. На основі огляду сформульовано проблематику та визначено основні напрямки для подальшого моделювання.

У другому розділі реалізовано побудову двох моделей: зональної моделі теплового розрахунку на основі емпіричних співвідношень і розширеної моделі на основі диференціальних рівнянь, що описують процеси горіння, теплообміну

і утворення NO_x . Розроблено методику регресійного аналізу для валідації чисельних результатів.

У третьому розділі проведено розрахунки для котла ГМ-50-14/250. Отримані результати зіставлено з експериментальними даними, що дозволило підтвердити адекватність моделей. Здійснено порівняння режимів, що впливають на утворення оксидів азоту.

У четвертому розділі виконано моделювання роботи топки за схемами ступеневого спалювання з варіативною подачею повітря. Досліджено ефект застосування третинного повітря та втрат хімічного недопалу. Результати дозволяють сформулювати рекомендації щодо реконструкції котлів для зменшення екологічного навантаження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 3 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 1 стаття у виданнях, віднесених до першого — третього квартилів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports.

Також результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У роботі недостатньо детально описано побудову розрахункової сітки, зокрема не вказано її тип (структурована, неструктурована, гібридна), топологію, розміри комірок у критичних зонах. Відсутній аналіз якості сітки в

області, що безпосередньо впливає на точність моделювання процесів аеродинаміки, таких як турбулентність, змішування паливоповітряної суміші та формування високотемпературної зони горіння поблизу пальників.

2. В роботі недостатньо описана оцінка параметра Y^+ , який є ключовим критерієм при моделюванні пограничного шару в рамках турбулентних моделей. Значення Y^+ дозволяє визначити, наскільки обґрунтованим є обраний підхід до моделювання поблизу стінок.

3. Розділ 3 містить надмірну кількість рисунків, що призводить до інформаційного перенасичення і ускладнює сприйняття основних висновків. Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

4. Недостатньо обґрунтовано доцільність конфігурації сопел третинного повітря. Як зміни в конфігурації сопел можуть вплинути на формування факела, турбулентне змішування та рівень утворення оксидів азоту.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Логвинюка Максима Олександровича на тему «Зниження викидів оксидів азоту в промислових котлах шляхом ступеневого спалювання» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для Електричної інженерії. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Логвинюк Максим Олександрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія», за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування».

Офіційний опонент:

Заступник директора
Інституту технічної теплофізики
Національної академії наук України,
доктор технічних наук, професор

Андрій АВРАМЕНКО



Підп. *Андрій Авраменко*
Директор
20__ р.
[Signature]

М.П. «___» _____ 20__ року