

РЕЦЕНЗІЯ

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.

Зменшення викидів оксидів азоту з промислових котлоагрегатів є актуальним завданням сучасної теплоенергетики, що обумовлено як екологічними, так і регуляторними викликами. В контексті інтеграції України до ЄС та поступової імплементації європейських стандартів охорони довкілля, гостро постає потреба у впровадженні ефективних і технологічно обґрунтованих рішень для зниження викидів забруднювачів, зокрема NO_x — одного з головних компонентів кислотних дощів і фотохімічного смогу.

Незважаючи на прогрес у впровадженні сучасних технологій, значна частина українських котлів, які експлуатуються понад два десятиліття, залишаються технічно застарілими та екологічно неефективними. У таких умовах особливого значення набувають первинні методи зниження викидів — зокрема, ступеневе спалювання палива, яке дозволяє суттєво зменшити утворення NO_x без потреби у складній реконструкції обладнання.

Дослідження спрямоване на чисельне моделювання та оцінку ефективності таких методів в умовах реальної експлуатації промислових котлів. Отримані результати мають прикладне значення для планування заходів екологічної модернізації до 2035 року та можуть бути використані у проєктах адаптації теплоенергетичних установок до сучасних вимог.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- аналіз і порівняння двох підходів до теплового розрахунку топкових камер котлів та утворення оксидів азоту, застосовуваних у світовій та українській практиці;

- розширено можливості існуючої методики розрахунку теплових процесів у топковій камері шляхом впровадження системи емпіричних рівнянь, яка дозволяє зональний розрахунок викидів оксидів азоту;

- удосконалено концепцію поетапного спалювання природного газу; запропоновано ефективну схему поділу повітряного потоку між пальниками та третинними соплами для зменшення забруднення;

- створено нову регресійну модель для прогнозування утворення оксидів азоту та хімічного недопалу при часткових і повних навантаженнях котла (40–100%). Побудовано діаграми для оцінки ефективності повітророзподілу в цих умовах.

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 «Енергетична ефективність та енергозбереження», «Екологічні проблеми в енергетиці».

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 дисертації обґрунтовано актуальність проблеми зниження викидів оксидів азоту в промислових котлах та необхідність розробки нових чисельних методик теплового розрахунку. Сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, окреслено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів. Визначено особистий внесок здобувача, наведено дані про апробацію роботи, її структуру та обсяг.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан котлоагрегатів в Україні та світі, а також труднощі, пов'язані зі зменшенням викидів NO_x . Розглянуто різні технології зниження забруднень, зокрема метод ступеневого спалювання, з акцентом на його застосовність до модернізованих українських котлів. На основі проведеного аналізу сформульовано мету та завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі описано дві авторські чисельні методики для розрахунку процесів горіння й утворення NO_x у топковій камері. Перша базується на системі емпіричних рівнянь з поділом по зонах топки; друга — на системі диференціальних рівнянь, що детально моделює горіння природного газу та

теплообмін. Доповненням є регресійний аналіз для статистичної обробки результатів чисельного моделювання.

У третьому розділі проведено апробацію методик на прикладі котла ГМ-50-14/250. Результати моделювання за двома підходами зіставлено між собою та з натурними даними. Похибки за показником NO_x становили від 2% до 27% залежно від методу та режиму роботи. Аналіз охоплює розподіл температур, теплові навантаження та відповідність європейським нормам.

У четвертому розділі досліджено вплив конфігурації подачі повітря — зокрема, стандартне двоярусне компонування пальників та варіант із додаванням третинного повітря. Побудовано експериментальні матриці для моделювання та отримано діаграми прогнозування викидів NO_x у широкому діапазоні навантажень (40–100%). Показано, що оптимізація подачі повітря дозволяє істотно знизити утворення оксидів азоту й хімічний недопал. Обґрунтовано можливість впровадження методики в практиці експлуатації котлів.

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. Чому рівняння переносу 13, 16, 24 записані в нестационарному режимі, хоча вирішується стаціонарна задача?

2. Автори вважають, що природний газ, еквівалентний метану, проте природний газ насправді є сумішшю вуглецю, водню та інших частинок, що впливають на теплотворну здатність, температуру горіння та утворення оксидів азоту. Відсутність урахування цих факторів при моделюванні може призвести до незначного але завищення екологічних і теплотехнічних показників.

3. У представленому рукописі розрахунок утворення оксидів азоту обмежено лише тепловим механізмом їх генерації, який обумовлений високотемпературною реакцією атмосферного азоту з киснем у зоні факела. Водночас не враховано внесок паливних NO_x . Для повноцінного моделювання доцільним є врахування всіх механізмів утворення NO_x .

4. У розділі 3 бракує кількісного порівняння параметрів, а також верифікації результатів із наявними теоретичними або експериментальними даними з літератури.

5. На сторінці 105, відсутні графіки утворення CO, при потужності 40-80%, при наявності на них посилань.

6. Рукопис містить незначні недоліки форматування.

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.

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».

Рецензент:

Доцент кафедри атомної енергетики

Навчально-наукового інституту

атомної та теплової енергетики

КПІ ім. Ігоря Сікорського,

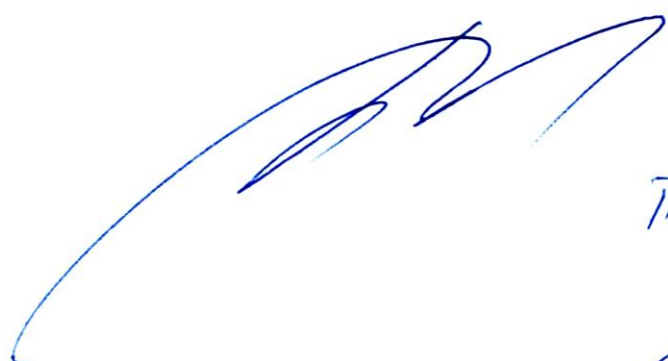
кандидат технічних наук, доцент



Микита ВОРОБІЙОВ



«29» травня 2025 року



Підпис к.т.н. доцента
Воробієв М.В.
Завідуючий
в.о. директора ІНІАТЕ
Євген ПИСЬМЕННИЙ