

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.

Виклики сучасної енергетики потребують точного аналітичного підходу до вирішення проблеми надмірних викидів оксидів азоту. Через зношення основного фонду котлоагрегатів та зростання нормативного тиску з боку міжнародних екологічних угод, актуальним стає впровадження нових підходів та рішень у розробці методів оцінки і зменшення утворення шкідливих викидів.

Одним з таких рішень є спосіб ступеневого спалювання органічного палива, який дозволяє керувати температурним полем у топці та, відповідно, рівнем утворення NO_x . Ефективність цього підходу значною мірою залежить від точності інженерного розрахунку, що визначає розподіл повітря, інтенсивність теплообміну та глибину вигорання палива.

Запропоноване дослідження має на меті побудову та верифікацію математичних моделей, які описують процеси в котлоагрегатах при ступеневому спалюванні. Отримані результати сприятимуть точному прогнозуванню викидів та дозволять приймати рішення щодо модернізації обладнання на основі науково доведених та передбачуваних даних.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше здійснено ґрунтовний аналіз різних методик теплового розрахунку топкових камер з позиції їх практичного застосування в умовах реальної експлуатації;

- вперше розроблено інструментарій для прогнозування утворення оксидів азоту у просторово розділених зонах камери згоряння, що дозволяє оперативно адаптувати режим спалювання. Відхилення методики прогнозування роботи топкової камери, та утворення оксидів азоту від натурних випробувань, складає менше 10%;

- вперше запропоновано ефективний спосіб розподілу повітряного потоку між ярусами пальників і соплами третинного повітря, що доведено на основі модельних та експериментальних досліджень;

- вперше створено регресійну модель прогнозування утворення забруднень в діапазоні навантажень котла (40–100)%, що відкриває можливості інтеграції в систему автоматичного управління;

- запропоновані робочі діаграми, які можуть бути використані в оперативному аналізі та оптимізації технологічного процесу спалювання;

- надано конкретні рекомендації щодо впровадження отриманих методик у промислову практику, що дозволяє зменшити викиди оксидів азоту до європейських нормативних значень (250 мг/м³) без суттєвого зниження ККД котла.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач значною 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 фізики внутрішньо котлових процесів горіння і підвищення енергоекологічної 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 дисертації.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

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

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

У вступі висвітлено необхідність модернізації промислових котлоагрегатів задля досягнення екологічних стандартів затверджених в ЄС. Розкрито концептуальні основи дослідження, мету, завдання, об'єкт, предмет, наукову новизну та практичне значення. Представлено особистий внесок здобувача, апробацію результатів та структурну побудову дисертації.

Перший розділ зосереджено на аналізі сучасного стану теплотехнічного обладнання в Україні й світі, з акцентом на проблематику утворення оксидів азоту при спалюванні органічного палива. Проаналізовано підходи до зменшення NO_x у котлах різної потужності, зокрема за допомогою ступеневого спалювання. На основі аналізу сформовано підхід до розробки нових методів оцінки і зменшення утворення шкідливих викидів.

Другий розділ містить математичний опис процесів у топковій камері. Описано дві моделі: перша — емпірична, з елементами зонального аналізу; друга — диференціальна, яка дозволяє моделювати фізико-хімічні процеси горіння. Додатково розглянуто регресійну модель для оптимізації параметрів.

Третій розділ подає результати практичного застосування моделей на прикладі котла ГМ-50-14/250. Наведено зіставлення розрахункових та експериментальних даних, виконано оцінку точності моделей, визначено межі їх застосування для оцінки формування оксидів азоту.

Четвертий розділ описує чисельне моделювання ступеневого спалювання палива з використанням різних конфігурацій пальників і подачі повітря. Показано вплив розподілу повітря між ярусами пальників та застосування

третинного повітря на утворення NO_x. Визначено оптимальні режими, що дозволяють знизити викиди до рівня європейських нормативів.

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

Також результати дисертації були апробовані на 7-и наукових фахових конференціях.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. В роботі відсутня узагальнена методика розрахунку оксидів азоту та утворення хімічного недопалу в залежності від різних габаритів топкової камери котла.

2. У дисертаційній роботі не зрозуміло визначення висоти встановлення сопел третинного повітря, та яким чином дана висота буде впливати на процес утворення оксидів азоту.

3. З роботи не ясно, чи можна отримані дані розповсюдити на інші типорозміри котлоагрегатів?

4. В роботі визначені теплові навантаження на поверхні нагріву, проте не проведено порівняння з нормативними значеннями або з іншими джерелами?

6. Дисертація містить незначні орфографічні, граматичні та стилістичні помилки, однак вони не впливають на розуміння матеріалу.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову значимість і практичну цінність 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:

Старший науковий співробітник кафедри атомної енергетики

Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики «КПІ ім. Ігоря Сікорського», кандидат технічних наук, доцент

М.П.

« ____ » _____ 20 ____ року

Підпис	г.р.	Валерій РОГАЧОВ
ЗАСВІДЧУЮ		
Відділ кадрів		
підпис	пр-ще	