

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”
к.т.н., доц.
Тетяна ЖЕЛЯСКОВА

“28” 03 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 20 від 19 березня 2025 р. засідання
кафедри атомної енергетики
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

Голова засідання: завідувач кафедри АЕ, д.т.н., проф. Туз В.О.
Д.т.н., проф. Письменний Є. М., д.т.н., проф. Сорокова Н.М., д.т.н., проф.
Кравець В.Ю.; д.т.н., проф. Хайрнасов С. М., доц., д.т.н., доц. Кондратюк В.А.,
к.т.н., с.н.с. Алексеїк Є. С, к.т.н., доц. Коньшин В.І., к.т.н., доц. Лебедь Н.Л.,
к.т.н, доц. Новаківський Є.В., к.т.н., доц. Воробйов М.В., к.т.н., доц.
Клевцов С.В., к.т.н., доц., Рогачов В.А, пров. інженер Піщина І.Г.,
асп. Ліпницький Л.В. асп. Рябцун Р.С.

Порядок денний:

Представлення та обговорення дисертаційного дослідження Рябцуна Р.С. на
тему «Енерготехнологічні особливості використання водневих технологій в
технологічних установках», поданого на здобуття ступеня доктора філософії з
галузі знань 14 Електрична інженерія, за спеціальністю 142 Енергетичне
машинобудування.

Науковий керівник – к.т.н, доц., Воробйов М.В.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри атомної енергетики Рябцуна Руслана
Сергійовича за матеріалами дисертаційної роботи «Енерготехнологічні
особливості використання водневих технологій в технологічних установках»,
поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична
інженерія» за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування», освітньо-
наукова програма «Енергетичне машинобудування» третього (освітньо-
наукового) рівня вищої освіти.

Тему дисертаційної роботи «Енерготехнологічні особливості використання водневих технологій в технологічних установках» затверджено на засіданні Вченої ради ТЕФ (протокол №4 від 23.11.2020 року).

Науковим керівником затверджений к.т.н., доц. Воробйов М.В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: завідувач кафедри АЕ, д.т.н., проф. Туз В.О., д.т.н., проф. Кравець В.Ю., д.т.н., проф. Сорокова Н. М., к.т.н., доц., Лебедь Н.Л., к.т.н., доц., Коньшин В.І, к.т.н., доц. Рогачов В.А, к.т.н., доц. Новаківський Є.В, к.т.н., с.н.с. Алексеїк Є.С.

3. Заслухали висновок експерта, к.т.н., доц. Рогачова В.А., щодо науково-технічної перевірки дисертації на оригінальність за результатами звіту подібності.

4. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: завідувач кафедри АЕ, д.т.н., проф. Туз В.О., д.т.н., проф. Кравець В.Ю., д.т.н., проф. Сорокова Н.М., к.т.н., доц. Лебедь Н.Л., к.т.н., доц., Коньшин В.І.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження.

Відомо, що традиційна енергетика є галуззю, що в першу чергу обумовлює генерацію парникових газів. За 150 років її існування значно підсилюється парниковий ефект, що призвело до кліматичної кризи. На сьогоднішній день проблема зменшення використання викопних вуглеводнів, зокрема природного газу визнана в більшості країн світу як проблема національної безпеки. Для її вирішення втілюють різноманітні заходи, які пов'язані з ефективним використанням альтернативних видів палив та підвищенням енергоефективності об'єктів теплової енергетики.

Дослідження та розробки, що пов'язані з використанням водню у якості палива на сьогоднішній день є надзвичайно актуальними. На сьогодні поширеною є ідея спалювання водню в суміші з природним газом для забезпечення декарбонізації атмосфери та зменшення впливу на глобальні кліматичні зміни шляхом скорочення викидів вуглекислого газу з продуктами згорання вуглеводневого палива. Проте, необхідно з'ясувати енерготехнологічні особливості заміщення природного газу воднем щодо технічних особливостей роботи процесів та агрегатів.

При заміщенні природного газу на відповідні його суміші з воднем потрібно враховувати не тільки зміну теплотехнічних характеристик суміші, а і зміну вогнетехнічних характеристик згорання палива, утворення шкідливих речовин, зміни процесів теплообміну внаслідок зміни складу продуктів згорання і т.д.

Вирішенню вказаних завдань і присвячена дана робота.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана на кафедрі атомних електростанцій відповідно до пріоритетного напрямку «Енергетика та енергоефективність» відповідно Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки», а також переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31-го грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні (Постанова Кабінету Міністрів України від 30 квітня 2024 р. № 476). Робота виконана у відповідності з перспективними напрямками розвитку науки і техніки зі створення та впровадження нових енергозберігаючих технологій та концепції розвитку водневої стратегії України до 2050 року.

3. Наукова новизна отриманих результатів

1. Вперше досліджено спалювання суміші метану і водню на пальнику типу SUEMAX.
2. Вперше досліджені характеристики факелу при спалюванні метано-водневих сумішей в порівнянні з випадком спалювання природного газу. Визначені температури продуктів згоряння на осі та периферії факелу. Показано збільшення температури факелу на ~ 100 °C для метановодневих сумішей в порівнянні з випадком спалювання природного газу.
3. На основі аналізу результатів експериментів визначено, що при спалюванні метано-водневої суміші зменшуються викиди CO та збільшуються температури викидних газів і емісія NO_x .
4. В результаті експериментального дослідження визначено, що емісія оксидів азоту NO_x зростає в $\sim 1,5 \dots 2,0$ рази та складає $[\text{NO}_x] = 89 - 50$ ppm для спалювання чистого водню. В той же час відмічається суттєве зниження утворення CO на ~ 20 разів при спалюванні суміші $[\text{CH}_4] / [\text{H}_2] = 50 / 50$, % об., рівень утворення CO складає $[\text{CO}] = 1 - 2$ ppm.
5. Вперше проведено комп'ютерне CFD моделювання спалювання метано-водневих сумішей в паровому котлі (на прикладі парового котла ДКВР-10 / 13).
6. Показана адекватність верифікованих розрахункових моделей до результатів власних експериментальних досліджень щодо емісійних та вогнетехнічних характеристик роботи паливовикористовуючого обладнання.

4. Практичне значення результатів роботи, впровадження

1. Отримані практичні результати є науковим підґрунтям для широкого використання водню в сумішах з природнім газом в промисловості та комунально-побутовому секторі.
2. Показано можливості використання метано-водневих сумішей при заміщенні природного газу на водень, як перспективне екологічно чисте паливо для роботи на існуючому використовуючому обладнанні без зміни його конструкції та теплових характеристик роботи. Продемонстровано можливість роботи пальників як на чистому метані так і суміші $[\text{CH}_4] / [\text{H}_2] = 50 / 50$, % об.

3. Показано, що при заміщенні природного газу воднем очікуваний рівень емісії CO_2 не відповідає внесений долі водню в паливі, так для палива $[\text{CH}_4] / [\text{H}_2] = 50 / 50 \%$, об. відмічається скорочення викидів CO_2 лише на рівні $\sim 23,34 \%$, що не є суттєвим та значно перебільшує кількість внесеного водню в паливі.

4. Оцінені емісійні характеристики утворення NO_x та CO – як основних токсичних компонентів продуктів згоряння палива для пальників різних конструкцій.

5. Апробація результатів дисертації була здійснена на наукових конференціях:

Результати досліджень були представлені на XVIII міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», Київ, 23 – 26 квітня 2020 р., XIX міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», Київ, 20-23 квітня 2021 р., XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Теплова енергетика: шляхи реновації та розвитку», жовтень 2022 р., XVIII Міжнародній науково-практичній конференції «Теплова енергетика: шляхи реновації та розвитку», жовтень 2023 р.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Рябцуна Р.С., визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 4 наукові праці, а саме:

- 4 статті у фахових виданнях України;
- 4 тези виступів на наукових конференціях в Україні

Перелік публікацій, в яких опубліковані основні наукові та практичні результати дисертації:

1. Воробйов М.В., Баранюк О.В. Рябцун Р.С. Визначення енергетичних та екологічних характеристик роботи котла ДКВР-10-13 при додаванні водню до природного газу методом математичного моделювання. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2022. Том 33 (72), № 5, С. 183-192. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.5/27>

2. Воробйов М.В., Баранюк О.В. Рябцун Р.С. Моделювання екологічних характеристик роботи котла ДКВР-10-13 при використанні метано-водневої суміші як паливного газу. Вчені записки Таврійського національного

університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2023. Том 34 (73), № 1. С. 155–161. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.1/23>

3. Рябцун Р.С., Воробйов М.В. Дослідження енерготехнологічних характеристик спалювання метано-водневих сумішей у промисловому газовому пальнику / Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова № 3 (496) 2024, С. 59 – 63. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2024.3\(496\).8](https://doi.org/10.15589/znp2024.3(496).8)

4. Рябцун Р.С., Воробйов М.В. Оцінка основних вогнетехнічних та екологічних властивостей спалювання метано-водневих сумішей / Збірника наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова № 4 2024, С. 39–43. DOI [https://doi.org/10.15589/znp2024.4\(497\).6](https://doi.org/10.15589/znp2024.4(497).6)

5. Рябцун Р.С., Воробйов М.В. Можливості використання спалювання суміші природного газу і водню в енергетиці України / XVIII міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», Київ, 23 – 26 квітня 2020 р. – с. 163-165.

6. Рябцун Р.С., Воробйов М.В. Енерготехнологічні особливості використання водневих технологій в промисловості і комунально-побутовому секторі України / XIX міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», Київ, 20 – 23 квітня 2021 р. – с. 166-168.

7. Рябцун Р.С., Воробйов М.В. CFD-моделювання екологічних характеристик роботи котла ДКВР-10-13 при додаванні водню до природного газу / Воробйов М.В. // Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції «Теплова енергетика: шляхи реновації та розвитку», жовтень 2022 р. – с. 38-43.

8. Рябцун Р.С., Воробйов М.В. Сірий О.А. Експериментальне спалювання метановодневої суміші у промисловому пальнику / Матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції «Теплова енергетика: шляхи реновації та розвитку», жовтень 2023 р. – с. 104-107.

Якість та кількість публікацій відповідають “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”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Рябцуна Р.С. «Енерготехнологічні особливості використання водневих технологій в технологічних установках», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що

пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми «Енергетичне машинобудування» третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування».

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Енерготехнологічні особливості використання водневих технологій в технологічних установках», подану Рябцуном Русланом Сергійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри атомної енергетики, НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського **Туз Валерій Омелянович;**

Члени:

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського **Рогачов Валерій Андрійович;**

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри атомної енергетики НН ІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського **Новаківський Євген Валерійович**

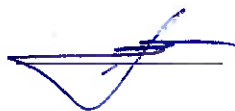
Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Інституту теплоенергетичних технологій НАН України **Вольчин Ігор Альбінович;**

доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України, **Давиденко Борис Вікторович.**

Головуючий на засіданні

д.т.н., професор, завідувач кафедри АЕ НН ІАТЕ

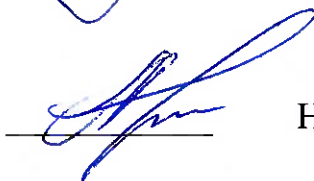


Валерій ТУЗ

В.о. вченого секретаря

кафедри атомної енергетики

к.т.н., доцент кафедри



Наталія ЛЕБЕДЬ