

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



“ 01 ” 05 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 16 від 25 квітня 2025 р. розширеного засідання
кафедри теплової та альтернативної енергетики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри теплової та альтернативної енергетики: зав. кафедри, д.т.н., проф. Черноусенко О.Ю., проф., д.т.н., проф. Безродний М.К., проф., д.т.н., проф. Недбайло О.М., доц., д.т.н., доц. Боженко М.Ф., проф., д.т.н., проф. Абдулін М.З., проф., д.т.н., проф. Дешко В.І., проф., д.т.н., проф. Бовсуновський А.П., доц., к.т.н., доц. Бутовський Л.С., доц., к.т.н., доц. Баранюк О.В., доц., к.т.н., доц. Білоус І.Ю., доц., к.т.н., доц. Романова К.О., доц., к.т.н., доц. Сірий О.А., доц., к.т.н., доц. Студенець В.П., доц., к.т.н., доц. Риндюк Д.В., доц., к.т.н., доц. Середа В.В., доц., к.т.н., доц. Соломаха А.С., доц., к.т.н., доц. Притула Н.О., доц., к.т.н., доц. Дубровська В.В., доц., к.т.н., доц. Пешко В.А., доц., к.т.н., доц. Шкляр В.І., ст. викл., к.т.н. Шелешей Т.В., ас., к.т.н. Власенко О.В., ас., к.т.н. Яценко О. І., ст.викл. Меренгер П.П., аспірант Носаль О.В., магістрант Тихонюк С.О.

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського: ас. кафедри атомних електричних станцій Федоров Д.О., ас. кафедри цифрових технологій в енергетиці Беспала О.М.

Запрошені з інших організацій:

- Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»: зав. кафедри турбінобудування Усатий О.П., д.т.н., проф.

- Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут": зав. каф. аерогідродинаміки Третяк О.В., д.т.н., доц.

- Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка: завідувач відділу коливальних і вібраційної надійності Деркач О.Л., к.т.н., старший дослідник.

- Інститут енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України: зав. Відділу вібраційних і термоміцнісних досліджень Сметанкіна Н.В., д.т.н., старший науковий співробітник.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспірантки кафедри теплової та альтернативної енергетики Беднарської Інни Станіславівни за матеріалами дисертаційної роботи «Удосконалення підходу до розрахунку напружено-деформованого стану елементів системи паророзподілу атомної електростанції», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика. Освітньо-наукова програма «Теплоенергетика».

Тему дисертаційної роботи «Удосконалення підходу до розрахунку напружено-деформованого стану елементів системи паророзподілу атомної електростанції» затверджено на засіданні Вченої ради теплоенергетичного факультету (протокол № 4 від “26” листопада 2018 року) та перезатверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики (протокол № 1 від “30” серпня 2022 року).

Науковим керівником затверджений к.т.н., доц. Риндюк Дмитро Вікторович.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н., проф. Дешко В.І., д.т.н., проф. Бовсуновський А.П., д.т.н., проф. Усатий О.П.

Відповіді на поставлені запитання було надано в повному об'ємі по мірі їх надходження.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

к.т.н., доц. Баранюк О.В., д.т.н., проф. Усатий О.П., д.т.н., доц. Третьак О.В., к.т.н., доц. Пешко В.А., д.т.н., проф. Бовсуновський А.П., д.т.н., проф. Черноусенко О.Ю., д.т.н., проф. Дешко В.І.

Виступаючі дали позитивну оцінку проведеного здобувачкою дослідження, відзначили актуальність теми дисертаційної роботи, підкреслили новизну та практичну цінність отриманих результатів, відзначили загальний високий науково-технічний рівень роботи.

УХВАЛИЛИ:

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

1. Актуальність теми дослідження

Надійність і безпека експлуатації паропроводів атомних електростанцій є критичними факторами для забезпечення стабільного функціонування енергетичної системи країни та запобігання аварійним ситуаціям. Існуючі методики розрахунку напружено-деформованого стану елементів енергетичного обладнання часто не враховують у повній мірі вплив реальних газодинамічних процесів, зокрема турбулентності потоку перегрітого пару, що може призводити до недооцінки або переоцінки рівня напружень у конструкціях. В умовах старіння обладнання АЕС потреба в удосконаленні підходів до оцінки стану паропроводів стає особливо актуальною.

На сучасному етапі розвитку енергетики важливо забезпечити комплексний підхід до аналізу напружено-деформованого стану, що об'єднує газодинамічні особливості потоку, теплові навантаження та механічні напруження. Використання

чисельних методів моделювання тривимірного стаціонарного потоку перегрітого пару на основі рівнянь Нав'є — Стокса в комбінації з моделями турбулентності дозволяє значно підвищити точність прогнозування напружень і деформацій, сприяючи підвищенню надійності та продовженню ресурсу роботи паропроводів. Таким чином, удосконалення підходу до розрахунку напружено-деформованого стану паропроводів АЕС із урахуванням впливу турбулентної газодинаміки є актуальним завданням для енергетичної галузі та має важливе наукове і практичне значення для підвищення безпеки та ефективності експлуатації атомних електростанцій.

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

Дисертаційна робота виконана на кафедрі теплової та альтернативної енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в межах комплексних науково-дослідних робіт № 3545-ЗЕ-БуТЕС від 06.08.2021 р. «Розрахунок ресурсу ротора середнього тиску турбіни блоку №11 для ДТЕК БУРШТИНСЬКА ТЕС», № 37-124-08-22-17927 від 14.06.2022 р. «Оцінка можливості подовження безпечної експлуатації турбоустановки К-1000-60/3000 енергоблоку №2 ХАЕС після пошкодження ротора ЦВТ» та № 5162-ЗЕ-БуТЕС від 20.09.2024 р. «Розрахунок ресурсу ротора середнього тиску турбіни блоку №11 для ДТЕК БУРШТИНСЬКА ТЕС»

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

– Удосконалено математичну модель дослідження течії вологої пари в головних паропроводах АЕС;

- Набули подальшого розвитку підходи до визначення граничних умов теплообміну при моделюванні течії вологої пари в паропроводах АЕС;

- Вперше показано різницю впливу газодинаміки течії вологої пари (за різних способів її представлення при моделюванні) на напружено-деформований стан високотемпературних елементів паропроводів АЕС.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи:

1. На основі проведених досліджень запропоновано підхід до визначення газодинаміки та умов теплообміну вологої пари та основного металу паропроводів АЕС;

2. Визначені розподіли швидкостей, температур та тисків в головних паропроводах енергоблоку №2 ХАЕС при протіканні вологої пари (за різних способів її представлення при моделюванні);

3. На основі розробленого підходу визначено тепловий та напружено-деформований стан товстостінних елементів паророзподільчої системи, а саме корпусу стопорно-регулюючого клапана турбіни К-1000-60/3000 ХАЕС енергоблоку №2.

Частина наукових досліджень здобувача впроваджені на енергоблоці № 11 ДТЕК Бурштинська ТЕС та на енергоблоці № 2 ВП Хмельницька АЕС НАЕК «Енергоатом».

5. Використання результатів дисертації

Результати науково-дослідної роботи щодо подовження терміну безпечної експлуатації турбоустановки впроваджено на енергоблоці Бурштинської ТЕС

(довідка про використання результатів науково-дослідної роботи в межах договору № 3545-3Е-БуТЕС від 06.08.2021 р.).

Участь у НДР № 5162-3Е-БуТЕС від 20.09.2024 р. «Розрахунок ресурсу ротора середнього тиску турбіни блоку №11 для ДТЕК БУРШТИНСЬКА ТЕС».

Довідки про використання результатів НДР № 37-124-08-22-17927 від 14.06.2022 р. «Оцінка можливості подовження безпечної експлуатації турбоустановки К-1000-60/3000 енергоблоку №2 ХАЕС після пошкодження ротора ЦВТ».

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Беднарської І.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 9 наукових публікацій, у тому числі:

- 4 статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, 144 Теплоенергетика;

- 1 стаття за матеріалами наукової конференції;

- 4 тези виступів на наукових конференціях.

Статті у наукових фахових виданнях України – 4 роботи

1. Моделювання газодинаміки вологої пари в головних паропроводах атомної електростанції [Текст] / І.С. Беднарська, Д.В. Риндюк, Лементар С.Ю. // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Том 32 (71) № 5 2021, с.159-167.

Дисертанткою виконано постановку задачі, створення геометричної моделі, проведення числових експериментів, графік падіння тиску на кожному із чотирьох паропроводів по характерних точках на розрахункових схемах.

2. Визначення напружено-деформованого стану стопорно-регулюючого клапана АЕС з урахуванням газодинаміки робочого тіла. [Текст] / І.С. Беднарська, Д.В. Риндюк // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Том 33 (72) № 5 2022, с.193-198.

Дисертанткою виконано постановку задачі, створення геометричної моделі стопорно-регулюючого клапана з турбіною К-1000-60/3000 енергоблоку № 2 Хмельницької АЕС, проведення комплексу числових експериментів, виконана валідація отриманих результатів.

3. Modeling of steam gas dynamics in main pipelines of nuclear power plants [Текст] / Ryndyuk D.V. Bednarska I.S. // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Том 35 (74) № 4. 2024 с. 260-264.

Дисертанткою уточнено геометричну модель та розрахункову схему, побудовано графік зміни тиску по довжині паропровода.

4. Вплив парового сита на напружено-деформований стан регулювального клапана /Д.В. Риндюк, І.С. Беднарська // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Том 36 (75) № 1. 2025 с. 128-134.

Дисертанткою в геометричній моделі враховано парове сито в регулюючому клапані з турбіною К-1000-60/3000 енергоблоку № 2 Хмельницької АЕС, проведений комплекс числових досліджень

Матеріали конференцій - 5 виступів

5. Беднарська І.С., Риндюк Д.В. Особливості моделювання в FlowVision. Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики. У 2-х т.: Матеріали XIX Міжнар. наук.-практ. конф. молод. вчених і студ., м. Київ, 20–23 квіт. 2021 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. Т. 1. с. 211-212.

Дисертанткою визначені особливості моделювання, обрано та обґрунтовано підходи до моделювання.

6. Bednarska I. S., Ryndyuk D. V. DYNAMIKA GAZOWA GŁÓWNYCH RUROCIĄGÓW PAROWYCH ELEKTROWNI JĄDROWYCH. Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення: Міжнародна наукова інтернет-конференція. Збірник тез доповідей: випуск 68. Тернопіль. 2022. с. 61-64.

Дисертанткою проаналізовано газодинамічні властивості робочого тіла в паропроводах атомних електричних станцій.

7. Беднарська І.С., Риндюк Д.В. Моделювання газодинаміки в головних паропроводах АЕС. Частина 1. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Квітень – Травень 2022 р. Київ: НУХТ. Ч.2. С. 237-238.

Дисертанткою описані особливості моделювання газодинаміки течії вологої пари в паропроводах атомних електричних станцій.

8. Беднарська І.С., Риндюк Д.В. Моделювання газодинаміки в головних паропроводах АЕС. Частина 2. Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: матеріали 88 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Квітень – Травень 2022 р. Київ: НУХТ. Ч.2. С. 239-241.

Дисертанткою виконано моделювання газодинаміки течії вологої пари в головних паропроводах атомних електричних станцій.

9. Effect of Start-up Operating Modes on the Cyclic Damage of Thermal Power Plant Units. O. Chernousenko, D. Rindyuk, V. Peshko and I. Bednarska. 2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), Kyiv, Ukraine, 2022, pp. 233-238, doi:10.1109/ESS57819.2022.9969301.

Дисертанткою виконаний аналіз літературних джерел.

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 Беднарської І.С. «Удосконалення підходу до розрахунку напружено-деформованого стану елементів системи паророзподілу атомної електростанції», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку

наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського Теплоенергетика зі спеціальності 144 Теплоенергетика.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Удосконалення підходу до розрахунку напружено-деформованого стану елементів системи паророзподілу атомної електростанції», подану Беднарською Інною Станіславівною 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:

д.т.н., проф., проф. кафедри теплової та альтернативної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Бовсуновський Анатолій Петрович;**

Члени:

Рецензенти:

к.т.н., доц., доц., кафедри теплової та альтернативної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Баранюк Олександр Володимирович;**

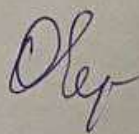
к.т.н., доц., доц., кафедри теплової та альтернативної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Рачинський Артур Юрійович.**

Офіційні опоненти:

д.т.н., проф., завідувач кафедри аерогідродинаміки Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут" **Третяк Олексій Володимирович;**

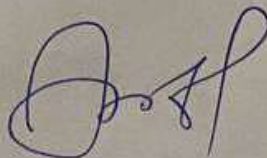
д.т.н., проф., завідувач кафедри турбінобудування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» **Усатий Олександр Павлович.**

Зав. каф. теплової та
альтернативної енергетики
КПІ ім. Ігоря Сікорського
д.т.н., проф.



Ольга ЧЕРНОУСЕНКО

Вчений секретар каф. теплової та
альтернативної енергетики
КПІ ім. Ігоря Сікорського
к.т.н., доц.



Олександр СІРИЙ