

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України



«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
к.філос.н., проф.
Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

“ 15 ” 03 2024 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 18 від 12 березня 2024 р. розширеного засідання
кафедри теплової та альтернативної енергетики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри ТАЕ: 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., проф., д.т.н., с.н.с. 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. Боженко М.Ф., доц., к.т.н., доц. Барабаш П.О., доц., к.т.н., доц. Романова К.О., доц., к.т.н., доц. Фуртат І.Е., доц., к.т.н., доц. Сірій О.А., доц., к.т.н., доц. Білоус І.Ю., доц., к.т.н., доц. Студенець В.П., доц., к.т.н., доц. Риндюк Д.В., доц., к.т.н., доц. Серета В.В., доц., к.т.н., доц. Соломаха А.С., доц., к.т.н., доц. Суходуб І.О., доц., к.т.н., доц. Єщенко О.І., доц., к.т.н., доц. Пешко В.А., доц., к.т.н., доц. Притула Н.О., доц., к.т.н., доц. Шкляр В.І., доц., к.т.н., доц. Дубровська В.В., доц., к.т.н., доц. Виноградов-Салтиков В.О., доц., к.т.н., доц. Рачинський А.Ю., ст. викл., к.т.н. Шелешей Т.В., ст. викл., к.т.н. Буяк Н.А., ас., к.т.н. Власенко О.В., ас. Бірюков Д.В., ас. Яценко О.І.; аспіранти: Кобилянська О.О., Марисюк Б.О., Гетманчук Г.О., Шахбазов І.О., Сторожук М.С.

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського:

з кафедри атомної енергетики: доц., к.т.н., доц. Воробйов М.В., аспірант Рябцун Р.С.

- Інститут технічної теплофізики НАН України : с.н.с. Недбайло О.М., д.т.н., с.н.с.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри теплової та альтернативної енергетики Марисюка Богдана Олександровича за матеріалами дисертаційної

роботи «Ресурсні характеристики парових турбін від дії крутильних коливань», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 144 Теплоенергетика.

Освітньо-наукова програма Теплоенергетика.

Тему дисертаційної роботи «Ресурсні характеристики парових турбін від дії крутильних коливань» затверджено на засіданні Вченої ради теплоенергетичного факультету (протокол № 6 від “13” листопада 2020 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., проф. Черноусенко Ольга Юріївна.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н., проф. Бовсуновський А.П., к.т.н., доц. Боженко М.Ф., к.т.н., доц. Пешко В.А.

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

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.т.н., проф. Бовсуновський А.П., к.т.н., доц. Бутовський Л.С., к.т.н., доц. Боженко М.Ф., к.т.н., доц. Риндюк Д.В., к.т.н., доц. Пешко В.А., к.т.н., доц. Рачинський А.Ю.

Виступаючі в цілому дали позитивну оцінку проведеного здобувачем дослідження, відзначили актуальність теми дисертаційної роботи, підкреслили новизну та практичне 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

Енергетична галузь, будь якої, країни є стратегічно важливим сектором економіки. Від стабільного та ефективного функціонування енергетичної галузі залежить економічна та енергетична незалежність держави. Напрацьований ресурс більшості турбоагрегатів українських електростанцій перевищив паркове значення.

При роботі парових турбіни в їх металі накопичуються втомні пошкодження. При їх суттєвому накопиченні, можлива поява аварійних ситуацій різного роду, а в найгіршому випадку руйнування турбоагрегату.

Внаслідок значної зміни реактивного крутного моменту на роторі електрогенератора, при асинхронних підключеннях турбогенератора до

мережі, або коротких замиканнях виникають крутильні коливання валопроводу. Аналіз пошкоджуваності роторів вказує, що дані коливання призводять до зародження та розвитку тріщин, а в кінцевому результаті до руйнування турбоагрегату з катастрофічними наслідками. Тому задача дослідження втомного пошкодження металу роторів парових турбін при дії крутильних коливань становить значний науковий та практичний інтерес.

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

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі Теплової та альтернативної енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» в межах комплексних науково-дослідних робіт № 4629-ВЭ-ЛуТЭС «Розрахунок ресурсу роторів та корпусних деталей ЦВТ і ЦСТ блоку ст. №15 для ДТЕК Луганська ТЕС» та № 37-124-08-22-17927 «Оцінка можливості подовження безпечної експлуатації турбоустановки К-1000-60/3000 енергоблоку №2 ХАЕС після пошкодження ротора ЦВТ».

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- вперше запропоновано замінювати робочі лопатки та бандажні кріплення на диски, що дозволяє раціоналізувати розрахункову модель в частині визначення критичного числа обертів;
- удосконалено розрахункову модель напружено-деформованого стану та оцінки залишкового ресурсу валопроводу турбоустановки К-200-130 для дослідження впливу крутильних коливань;
- удосконалено розрахункову модель напружено-деформованого стану та оцінки залишкового ресурсу валопроводу турбоустановки К-1000-60/3000 для дослідження впливу крутильних коливань;
- вперше проведено порівняльну оцінку пошкодження металу валопроводу турбоустановки К-1000-60/3000 внаслідок крутильних коливань, що виникають при підключенні турбогенератора до енергосистеми з грубою синхронізацією, для проєктного валопроводу та валопроводу після відновлення (без одного робочого ступеня).

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи:

- визначено вплив крутильних коливань на напружено-деформований стан валопроводу турбоагрегату К-200-130 блоку №3 Курахівської ТЕС;
- визначено вплив крутильних коливань на напружено-деформований стан валопроводу турбоагрегату К-1000-60/3000 енергоблоку №2 ХАЕС;
- оцінено вплив відсутності робочих лопаток 5-го ступеня ротора ЦВТ турбоустановки К-1000-60/3000 на пошкодження металу внаслідок асинхронного включення турбогенератора;
- показано необхідність проведення експериментально - розрахункових досліджень з метою уточнення реактивного крутного моменту на роторі турбогенератора при його асинхронних включеннях в мережу;

– продемонстровано суттєвий вплив циклічного пошкодження, що виникає внаслідок крутильних коливань, на залишковий ресурс турбоагрегату.

Участь у НДР № 4629-ВЭ-ЛуТЭС «Розрахунок ресурсу роторів та корпусних деталей ЦВТ і ЦСТ блоку ст. №15 для ДТЕК Луганська ТЕС» та № 37-124-08-22-17927 «Оцінка можливості подовження безпечної експлуатації турбоустановки К-1000-60/3000 енергоблоку №2 ХАЕС після пошкодження ротора ЦВТ».

Довідки про використання результатів НДР № 4629-ВЭ-ЛуТЭС «Розрахунок ресурсу роторів та корпусних деталей ЦВТ і ЦСТ блоку ст. №15 для ДТЕК Луганська ТЕС» та № 37-124-08-22-17927 «Оцінка можливості подовження безпечної експлуатації турбоустановки К-1000-60/3000 енергоблоку №2 ХАЕС після пошкодження ротора ЦВТ».

5. Використання результатів дисертації

Результати науково-дослідної роботи щодо подовження терміну безпечної експлуатації турбоустановки К-1000-60/3000 впроваджено на енергоблоці №2 ХАЕС (довідка про використання результатів науково-дослідної роботи в межах договору № 37-124-08-22-17927 від 14.06.2022 р.).

Участь у НДР № 4629-ВЭ-ЛуТЭС «Розрахунок ресурсу роторів та корпусних деталей ЦВТ і ЦСТ блоку ст. №15 для ДТЕК Луганська ТЕС» та № 37-124-08-22-17927 «Оцінка можливості подовження безпечної експлуатації турбоустановки К-1000-60/3000 енергоблоку №2 ХАЕС після пошкодження ротора ЦВТ».

Довідки про використання результатів НДР № 4629-ВЭ-ЛуТЭС «Розрахунок ресурсу роторів та корпусних деталей ЦВТ і ЦСТ блоку ст. №15 для ДТЕК Луганська ТЕС» та № 37-124-08-22-17927 «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 Марисюка Б.О. 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 10 наукових публікацій, у тому числі:

- 4 статті у наукових фахових виданнях України за спеціальністю, 144 Теплоенергетика, в т.ч. 1 стаття у якій число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;

- 6 тез виступів на наукових конференціях.

Статті у наукових фахових виданнях України – 4 роботи

1. Черноусенко, О. Ю., Пешко, В. А., & Марисюк, Б. О. (2019). Рационалізація підходів числового моделювання геометрично-складного обертового обладнання електричних станцій. *Енергетика: економіка, технології, екологія*, 3(57), 30-36.

Дисертантом розроблено геометричні моделі роторів циліндра середнього тиску турбоагрегату К-200-130 і розраховано власні та критичні частоти обертання розроблених моделей.

2. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2023). Верифікація геометричних моделей ротора ЦНТ турбоагрегату К-1000-60/3000 на базі власних та критичних частот. *Енергетика: економіка, технології, екологія: науковий журнал*, 2 (73), 62-67.

Дисертантом розроблено геометричні моделі роторів циліндра низького тиску турбоагрегату К-1000-60/3000 і розраховано власні та критичні частоти обертання розроблених моделей.

3. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2023). Дослідження напружено-деформованого стану валопроводу ТА К-1000-60/3000 при крутильних коливаннях. *Вісник національного технічного університету «ХПІ»*, (3), 26-33.

Дисертантом розроблено геометричну модель валопроводу турбоагрегату К-1000-60/3000, розраховано значення крутних моментів при короткому замиканні, проведено моделювання крутильних коливань та досліджено напружено-деформований стан валопроводу

4. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2023). Ресурсні характеристики валопроводу турбоагрегату К-1000-60/3000 після часткового відновлення ротора. *Вісник національного технічного університету «ХПІ»*, (4), 38-44.

Дисертантом розраховано значення крутних моментів при асинхронному підключенні турбогенератора, проведено моделювання крутильних коливань та досліджено напружено-деформований стан валопроводу.

Матеріали конференцій - 6 тез виступів

5. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2019). Investigation of natural oscillations of high pressure rotor of cylinder turbine К-200-130 with ansys software. *Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики : матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студ. (с. 313). Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського».*

Дисертантом розраховано власні та критичні частоти обертання ротора турбоагрегату.

6. Chernousenko, O., Peshko, V., Marisyuk, B., & Bovsunovsky, A. (2020). Estimation of Steam Turbine Shafts Fatigue Damage Caused by Torsional Vibrations. In *Fracture, Fatigue and Wear* (pp. 533-541).

Дисертантом розроблено геометричну модель валопроводу, розраховано напружено-деформований стан валопроводу при стаціонарному режимі роботи турбоагрегату та режимі короткого замикання.

7. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2020). Дослідження напружено-деформованого стану валопроводу турбоагрегату К-200-130 при короткому замиканні. *Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики : матеріали XVIII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студ. (с. 224)*. Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Дисертантом змодельовано крутильні коливання валопроводу при короткому замиканні та досліджено НДС валопроводу

8. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2021). НДС ділянки валопроводу ТА К-200-130 між ротором низького тиску та ротором електрогенератора при короткому замиканні. *Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики : матеріали XIX Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студ. (с. 334)*. Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Дисертантом виконано моделювання короткого замикання на електрогенераторі ТА К-200-130 та розраховано напружено-деформований стан ділянки валопроводу

9. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2023). НДС валопроводу ТА К-1000-60/3000 при короткому замиканні. *Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики : матеріали XX Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених та студ. (с. 256)*. Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Дисертантом розраховані реактивні крутні моменти при короткому замиканні на електрогенераторі ТА К-1000-60/3000 та досліджено напружено деформований стан ділянки валопроводу

10. Черноусенко, О. Ю., & Марисюк, Б. О. (2023). Розрахункова оцінка пошкодження валопроводу ТА К-1000-60/3000 внаслідок асинхронного включення. *Енергетичні та теплоенергетичні процеси й устаткування : матеріали XIX Міжнар. наук.-техн. конф. Національний технічний університет «ХПІ»*.

Дисертантом виконано розрахунок величин крутних моментів, що виникають на роторі електрогенератора при його асинхронному підключенні до мережі, проведено моделювання крутильних коливань валопроводу та досліджено його напружено-деформований стан.

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 Марисюка Б.О. «Ресурсні характеристики парових турбін від дії крутильних коливань», 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 «Ресурсні характеристики парових турбін від дії крутильних коливань», подану Марисюком Богданом Олександровичем 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., с.н.с., кафедра теплової та альтернативної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Абдулін Михайло Загретдинович;**

Члени:

Рецензенти:

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

к.т.н., доц., доц., кафедра теплової та альтернативної енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського **Риндюк Дмитро Вікторович.**

Офіційні опоненти:

член-кореспондент НАН України, д.т.н., проф., заступник директора Інституту проблем машинобудування НАН України **Костіков Андрій Олегович;**

д.т.н., проф., проф., кафедри теоретичної, загальної та нетрадиційної енергетики, Національного університету «Одеська політехніка» МОН України **Денисова Алла Євсївна.**

Головуючий на засіданні

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



Анатолій БОВСУНОВСЬКИЙ

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



Андрій СОЛОМАХА