

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001963

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-05-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: №НСВС/59/25 від 21.07.2025



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Ліщук Сергій Русланович

2. Serhii R. Lishchuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7874-5019

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 144

Назва наукової спеціальності: Теплоенергетика

Галузь / галузі знань: електрична інженерія

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Теплоенергетика

Дата захисту: 03-07-2025

Спеціальність за освітою: Теплоенергетика

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 9215

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 44.31.31, 44.31.35

Тема дисертації:

1. Система планування раціональних ресурсозберігаючих режимів експлуатації ТЕС
2. System for planning rational resource-saving operating modes of thermal power plants

Реферат:

1. Робота присвячена підвищенню ефективності роботи теплових електростанцій в умовах зростання нерівномірності графіків навантаження та дефіциту маневрених потужностей в об'єднаній енергосистемі України. Через часті пуски енергоблоків обладнання працює в змінних режимах, що призводить до підвищення витрат на відпуск електроенергії, пришвидшеного зносу та зменшення ресурсу обладнання. Актуальність теми зумовлена потребою у раціоналізації режимів роботи, модернізації технічних підходів та впровадженні ефективних методів діагностики й експлуатації. У вступі обґрунтовано вибір теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, зазначено наукову новизну, практичну значущість, апробацію та особистий внесок здобувача. Перший розділ містить огляд літературних джерел, в яких розглядається раціоналізація режимів роботи енергетичного обладнання на всіх етапах: виробництво, передача, розподіл електроенергії. Визначено вплив частих пусків на надійність і собівартість генерації

електроенергії. Досліджено ключові процеси деградації обладнання: температурні цикли, корозійне розтріскування, повзучість. Розглянуто широкий спектр оптимізаційних методів: метод Лагранжа, стохастичне програмування, генетичні алгоритми, моделі прогнозованого керування. Особлива увага приділена чисельному моделюванню: метод скінченних елементів, функція Гріна. У другому розділі проаналізовано особливості експлуатації енергоблока 200 МВт з турбіною К-200-130, що широко використовується на ТЕС України. Наведено класифікацію пусків (холодний, неостиглий, гарячий) за температурою металу циліндра високого тиску. Основними досліджуваними параметрами є втрати енергії та палива під час пуску. Побудовано математичні моделі теплообміну в турбіні, що дозволяють визначати температурні розподіли та оцінювати напружено-деформований стан конструкцій. Проаналізовано процес накопичення малоциклової втоми ротора. Для оцінки ресурсу використано гіпотезу Пальмгрена-Майнера. Наведено рівняння для визначення моменту утворення тріщин залежно від режиму експлуатації. У третьому розділі визначено пускові перевитрати палива. Встановлено, що при пуску з холодного стану перевитрата умовного палива становить 90,7 т.у.п., з неостиглого – 77,2 т.у.п., з гарячого – 59,6 т.у.п. На основі результатів розроблено математичну систему раціоналізації режимів експлуатації енергоблока, що дозволяє мінімізувати середньорічну питому витрату умовного палива. Встановлено оптимальні експлуатаційні параметри: річне напрацювання 5500–6500 год, кількість пусків 20–32, частка пусків із холодного стану – 70–80 %. Запропонований режим забезпечує на 20 % менші втрати палива порівняно з найменш ефективним варіантом. Додатково встановлено вплив відхилення від оптимальних режимів на витрати палива. У четвертому розділі побудовано геометричну модель найбільш навантаженої частини ротора середнього тиску (РСТ) турбіни К-200-130. Моделювання виконано у двовимірній постановці методом скінченних елементів. Встановлено, що при номінальному навантаженні максимальна температура досягає 508 °С, найбільше напруження (134 МПа) – у зоні осьового отвору під регулюючим ступенем. Під час пусків найвищі напруження спостерігаються в термокомпенсійних канавках та галтелі регулюючого ступеня. Напруження при пусках із холодного стану сягає 447 МПа, з неостиглого – 367 МПа, з гарячого – 270 МПа. Найінтенсивніші навантаження виникають у момент переходу від поштовху до холостого ходу. На завершення запропоновано математичну модель раціоналізації режимів експлуатації, яка дозволяє керувати темпом накопичення пошкоджень шляхом зменшення впливу нераціональних режимів. Оптимальний режим для енергоблоку 200 МВт: 6000–6500 год річного напрацювання, 20–26 пусків, частка ХС – 0,74–0,8. Такий підхід дозволяє збільшити ресурс обладнання до 80 тис. год у порівнянні з найменш ефективним варіантом. Запропоновані в роботі рішення є важливим внеском у підвищення енергоефективності та надійності ТЕС, особливо в умовах зростаючого навантаження на енергосистему України.

2. The paper is dedicated to improving the efficiency of thermal power plants in the face of increasingly uneven load schedules and a shortage of manoeuvrable capacities in the integrated power system of Ukraine. Due to the frequent start-ups of power units, the equipment operates in variable modes, which leads to higher electricity supply costs, accelerated wear and tear, and reduced equipment life. The relevance of the topic is driven by the need to rationalise operating modes, modernise technical approaches and introduce effective diagnostic and operational methods. The introduction substantiates the choice of the topic, formulates the purpose, objectives, object and subject of the study, indicates the scientific novelty, practical significance, testing and personal contribution of the applicant. The first chapter contains a review of literature sources that discuss the rationalisation of power equipment operating modes at all stages: generation, transmission, and distribution of electricity. The impact of frequent starts on the reliability and cost of electricity generation is determined. The key processes of equipment degradation are investigated: temperature cycles, corrosion cracking, creep. A wide range of optimisation methods are considered: Lagrange method, stochastic programming, genetic algorithms, and predictive control models. Particular attention is paid to numerical modelling: finite element method, Green's function. The second section analyses the peculiarities of operation of a 200 MW power unit with a K-200-130 turbine, which is widely used at Ukrainian thermal power plants. The classification of start-ups (cold, un-cooled, hot) by the temperature of the metal of the high-pressure cylinder is presented. The main parameters under study are energy and fuel losses during start-up. Mathematical models of heat transfer in the turbine have been

constructed to determine temperature distributions and assess the stress-strain state of structures. The process of low-cycle rotor fatigue accumulation is analysed. The Palmgren-Miner hypothesis is used to estimate the service life. The equations for determining the moment of crack formation depending on the operating mode are presented. In the third section, the starting fuel overruns are determined. It is established that when starting from a cold state, the overconsumption of conventional fuel is 90.7 toe, from an un-cooled state - 77.2 toe, from a hot state - 59.6 toe. Based on the results, a mathematical system for rationalising the power unit's operating modes has been developed, which allows minimising the average annual specific consumption of conventional fuel. Optimal operating parameters were determined: annual operating time 5500-6500 hours, number of starts 20-32, share of starts from cold state 70-80 %. The proposed regime provides 20 % less fuel loss compared to the least efficient variant. Additionally, the effect of deviations from the optimal modes on fuel consumption is determined. In Chapter 4, a geometric model of the most loaded part of the medium-pressure rotor (MPR) of the K-200-130 turbine was constructed. The modelling was performed in a two-dimensional formulation by the finite element method. It was found that at the rated load, the maximum temperature reaches 508 °C, and the highest stress (134 MPa) is in the area of the axial hole under the control stage. During start-ups, the highest stresses are observed in the thermal compensation grooves and the fillet of the control stage. The stress during start-up from a cold state reaches 447 MPa, from an un-cooled state - 367 MPa, from a hot state - 270 MPa. The most intense loads occur at the moment of transition from the jolt to the idle. In conclusion, a mathematical model for rationalising operating modes is proposed, which allows controlling the rate of damage accumulation by reducing the impact of irrational modes. Optimal mode for a 200 MW power unit: 6,000-6,500 hours of annual operation, 20-26 starts, and a share of CO₂ of 0.74-0.8. This approach makes it possible to increase the equipment service life to 80 thousand hours compared to the least efficient option. The solutions proposed in this paper are an important contribution to improving the energy efficiency and reliability of TPPs, especially in the context of the growing load on the Ukrainian power system.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Пешко В. А, Ліщук С. Р. «Управління витратою палива енергоблока 200 МВт при роботі в режимі частих пусків». Енергетика: економіка, технології, екологія, 2023, 4, с. 128-133.
- Lishchuk S., Peshko V. «Calculation study of thermal stresses in the medium-pressure rotor of the K-200-130 turbine during startup from a cold state». Journal of Mechanical Engineering, 2024, vol. 27, no. 2, pp. 36-42.
- Ліщук С. Р., Пешко В. А «Дослідження ресурсних показників ротора середнього тиску турбіни К-200-130». Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування, 2024, 1, с. 6-10.
- Пешко В., Улітко О., Ліщук С. (2023). Оцінка перевитрати палива енергоблоком 200 МВт при пусках з різних теплових станів. Scientific Collection «InterConf+», 33(155), 296-304.
- Оцінка перевитрати палива при роботі котла ТП-100 на пускових режимах / Ліщук С.Р., Пешко В.А. // Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики. У 2-х т. : Матеріали ХХ Міжнар. наук.-практ. конф. молод. вчених і студ., м. Київ, 25-28 квіт. 2023 р. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – Т. 1. – С. 169-170.
- Дослідження теплового та напружено-деформованого стану ротора середнього тиску турбіни К-200-130 при пуску з холодного стану металу / Ліщук С.Р., Пешко В.А. // Сучасні проблеми наукового

забезпечення енергетики. У 2-х т.: Матеріали XXI Міжнар. наук.-практ. конф. молод. вчених і студ., м. Київ, 23-26 квіт. 2024 р. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2024. – Т. 1. – С. 108-110.

- Розрахункове дослідження термічних напружень в роторі середнього тиску турбіни К-200-130 при пуску з гарячого стану / Ліщук С.Р., Пешко В.А. // Теплова енергетика: шляхи реновації та розвитку. Збірка наукових праць XX міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 2024. – С. 60-64.

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: економія енергоресурсів; зменшення зносу обладнання; підвищення продуктивності праці

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пешко Віталій Анатолійович
2. Vitaliy Peshko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.14.14

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-0610-1403

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Юдін Юрій Олексійович
2. Yuriy O. Yudin

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.05.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9770-2273

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02071180

Місцезнаходження: вул. Кирпичова, буд. 2, Харків, Харківський р-н., 61002, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Третяк Олексій Володимирович

2. Oleksii V. Tretiak

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.02.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7295-5784

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Код за ЄДРПОУ: 02066769

Місцезнаходження: вул. Чкалова, буд. 17, Харків, Харківський р-н., 61070, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Рачинський Артур Юрійович

2. Artur Y. Rachinskiy

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.14.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6622-1517

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Риндюк Дмитро Вікторович

2. Dmitriy V. Rindyuk

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.18.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7770-7547

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Черноусенко Ольга Юріївна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Черноусенко Ольга Юріївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Ліщук Сергій Русланович

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна