

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0222U001277

Державний реєстраційний номер: 0117U000874

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 26-01-2022

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 1

Назва етапу: Удосконалення робочих процесів та конструкцій частин низького тиску енергетичних турбін при різних режимах експлуатації

Початок етапу: 01.2017

Закінчення етапу: 12.2021

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03534570

Місцезнаходження: вул. Пожарського, буд. 2/10, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61046, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380572945514, 380572944635

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національна академія наук України

Код за ЄДРПОУ: 00019270

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, 01061, Україна

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442343243

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 6541030

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 3208.590

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Удосконалення робочих процесів та конструкцій частин низького тиску енергетичних турбін при різних режимах експлуатації

Назва роботи англійською:

Improvement of working processes and designs of low-pressure parts of power turbines during operation in various modes

Реферат українською:

Об'єкт дослідження – робочі процеси в ступенях циліндра низького тиску парових турбін великої потужності. Мета роботи – розробка методологічного підходу та конструктивних заходів до вирішення завдання з підвищення ефективності роботи турбіни. Методи дослідження – аналітичне моделювання структур руху пари, структурно-генетичний аналіз і синтез, експертне оцінювання. Уперше створений методологічний підхід до аналізу термо-газодинамічних характеристик потоку пари у ступенях великої віяловості потужних парових турбін на маловитратних режимах. Визначення раціональних значень вентиляційних втрат, ступені перегріву лопаток важливе для теплофікаційних турбін. Проаналізовано структуру руху потоку пари, процес виникнення привтулкового відриву, зародження та розвиток вихору, що утворюється у міжвінцевому зазорі, температуру пари, яка може бути досягнута у лопатках останніх ступенів. Вперше розроблені аналітичні залежності з визначення режиму холостого ходу та втрат потужності турбіни. Отримані результати є основою для розробки конструктивних заходів щодо зменшення негативного впливу маловитратних режимів на показники експлуатації турбіни. Запропонований новий підхід до організації сепараційно-випарного вологовилучення в останніх ступенях турбіни з використанням порожнистої напрямної лопатки. Уперше прогнозовано величину збільшення електричної генерації паровою турбіною при супергідрофобному покритті поверхні сопел вологопарових ступенів турбіни. Це дає змогу суттєво зменшити розмір крапель води, що забезпечує зменшення ерозії робочих лопаток і додаткову генерацію. Шляхом експертного оцінювання впливу зменшення розміру крапель на сепарацію води та на втрати енергії отримано, що при впровадженні супергідрофобного покриття на верхню половину увігнутої поверхні сопел останнього ступеня турбіни К-325-23,5 підвищення електричної генерації може скласти ~370 кВт.

Реферат англійською:

The object of research is the working processes in the stages of the low-pressure cylinder of high-power steam turbines. The aim of the work is to develop a methodological approach and constructive measures to solve the problem of improving the efficiency of the turbine. Research methods are analytical modeling of steam motion structures, structural-genetic analysis and synthesis, expert evaluation. For the first time a methodological approach to the analysis of thermo-gas-dynamic characteristics of steam flow in stages of high fanning of powerful steam turbines at flow-low rate modes was created. The determination of the rational values of ventilation losses of stages of blades overheating is important for district heating turbines. The structure of steam flow movement, the process of shelter separation, nucleation and development of the vortex formed in the intercrown gap, the steam temperature that can be reached in blades of the last stages are analyzed. For the first time, analytical dependences have been developed to determine the idle mode and turbine power losses. The obtained results are the basis for the development of constructive measures to reduce the negative impact of flow-low rate modes on the performance of the turbine. A new approach to the organization of separation-evaporative moisture extraction in the last stages of the turbine using a hollow guide vane blade is proposed. For the first time, an increase in the electric generation of a steam turbine with a superhydrophobic coating of the nozzle surface of the turbine steam stages is predicted. This makes it possible to reduce the size of moisture droplets, which

reduces the erosion of blades and additional generation. Through expert assessment, they reduce the droplet size on the separation moisture and energy loss, which with built-in superhydrophobic coating on the upper half of the folded surface of the nozzles of the last stage K-325-23.5 increase in electric generation can be 370 kW.

Індекс УДК: 621.311.22, 621.311.22; 621.165 ; 621.438

Коди тематичних рубрик: 44.31.31

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Шубенко Олександр Леонідович

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор, член-кор.

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Теорія (методологічний підхід), математичні моделі (апроксимаційні залежності) і конструктивні рішення, що дають змогу удосконалювати характеристики процесу течії пари у проточної частині ЦНТ турбіни при експлуатації.

Назва НТП англійською: Theory (methodological input), mathematical models (approximation of fallowness) and constructive solutions, which give you the ability to optimize the characteristics of the steam flow process in the flow path of a low-pressure cylinder of a powerful turbine during operation.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії

Галузь застосування: Енергетика

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Методологічний підхід до аналізу термо-газодинамічних характеристик потоку пари у ступенях великої віяловості потужних парових турбін на режимах нижчих ніж холостий хід (на маловитратних режимах) з метою визначення раціональних значень вентиляційних втрат, перегріву лопаток. Аналітичні залежності (з урахуванням стисливості та впливових геометричних характеристик) з визначення: режиму холостого ходу та втрат потужності турбіни, а також ККД на всіх діапазонах роботи турбіни. Конструктивне рішення з порожнистої прямої лопатки в вологопарових ступенях потужної турбіни для сепараційно-випарного вологовилучення. Експертний підхід з визначення величини зменшення втрат енергії та витрат пари на периферійну сепарацію при застосуванні супергідрофобних покриттів на поверхню напрямних лопаток вологопарових ступенів турбіни, Таке покриття дає змогу суттєво зменшити розмір крапель води, що забезпечує зменшення ерозії робочих лопаток і збільшити електрогенерацію.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: за згодою з замовником

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: Конструкторські бюро підприємств турбобудівної галузі, ТЕЦ, турбіни яких багато часу працюють на маловитратних режимах, ТЕС, ТЕЦ, АЕС та енергокомплекси підприємств з потужними турбінами, у яких є загроза ерозії лопаткового апарату.

Перспективні ринки: Україна

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

1. Шубенко А.Л. Повышение эффективности работы цилиндров низкого давления теплофикационных турбин / А. Л. Шубенко, В. Н. Голощапов, О. А. Бабенко // Вісн. НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування: зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2017. – № 8 (1230). – С. 82–87. – ISSN 2078-774X.
2. Выбор рационального значения радиуса галтели прикорневой зоны рабочей лопатки / Ю. А. Юдин, В. П. Субботович, А. Ю. Юдин, А. Ю. Бояршинов // Вісн. НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування: зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХПІ», – 2017. – № 11. – С. 64–67. – ISSN 2078-774X.
3. Шубенко А. Л. Определение величины инкубационного периода эрозионного износа лопаточного аппарата ЦНД мощной паровой турбины / А. Л. Шубенко, Д. О. Сенецкая // Всеукраїнська наук.-техн. конф. «Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2017»: тези доп. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», 2017. – Т. 1. – С. 92.
4. Развитие математической модели нестационарной конденсации для определения объемов и момента времени выпадения влаги в проточной части турбины / А. Л. Шубенко, Н. Ю. Бабак, Д. О. Сенецкая, И. В. Решитько // ИПМаш НАН Украины: официальный сайт. XVI Межд. науч.-техн. конф. «Совершенствование энергоустановок методами математического и физического моделирования» 10-14 сентября, 2017: тез. докл. – 2 с. – Режим доступа: <http://ipmach.kharkov.ua/downloads/conferences/WL2017-section-2.pdf>.
5. Паровые турбины: малорасходные режимы ступеней низкого давления / А. Л. Шубенко, В. Н. Голощапов, Л. Н. Быстрицкий, Б. Н. Агафонов, С. В. Алехина, В. И. Касилов. – Санкт-Петербург: Издательство «Энерготех», 2018. – 344 с.
6. Шубенко А. Л. Температурное состояние последних ступеней цилиндров низкого давления теплофикационных турбин на малорасходных режимах / А. Л. Шубенко, В. Н. Голощапов, О. А. Бабенко // Вісн. НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування: зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – № 12 (1288). – С. 11–16. – ISSN 2018-774X (print).
7. Shubenko O. Development of methods for calculating the nonequilibrium phase transformations during the condensation of supercooled steam in the turbine flow path / O. Shubenko, M. Babak, O. Senetskyi, D. Senetskaya // Material science. Non-equilibrium phase transformations. – 2018. – IV. – Issue 2/2018. – P. 69–72. – ISSN 2367-749X.
8. Development of methods for calculating the nonequilibrium phase transformations during the condensation of supercooled steam in the turbine flow path / O. Shubenko, M. Babak, O. Senetskyi, D. Senetskaya // IV International scientific conference. Material science «Nonequilibrium phase transformations» 10-13 September, 2018, Varna, Bulgaria. – P. 93–96. – ISSN: (print) 2535-0218. – ISSN: (online) 2535-0226.
9. Бояршинов А. Ю. Выбор рациональной формы некоторых элементов рабочей лопатки в зоне стержневой бандажной связи / А. Ю. Бояршинов // Конф. молодых ученых та специалистов «Современные проблемы машинобудовання» 17 – 20 квітня 2018. ИПМаш НАН України, Харків: тези доп. – Харків: ИПМаш НАН України, 2018. – С. 23.
10. Сенецька Д. О. Вдосконалення конструкції направляючих лопаток потужних парових турбін, що працюють в області вологої пари / Д. О. Сенецька // Конф. молодых ученых та специалистов «Современные проблемы машинобудовання». 17 – 20 квітня 2018 р. ИПМаш НАН України, Харків: тези доп. – Харків: ИПМаш НАН України, 2018. – С. 26.

11. Heating modes and design optimization of cogeneration steam turbines of powerful units of combined heat and power plant / A. V. Rusanov, A. L. Shubenko, O. V. Senetskyi, O. A. Babenko, R. A. Rusanov // Energetika. – Lithuania: Lietuvos mokslų akademija, 2019. – T. 65. – № 1. – С. 39–50. (Scopus)
12. Бояршинов А. Ю. Совершенствование конструкции бандажного соединения рабочих лопаток паровых турбин / А. Ю. Бояршинов / Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України: офіційний сайт. // Конф. молодих вчених та спеціалістів «Сучасні проблеми машинобудування», 15–18 квітня 2019., Харків. Тези доп. – 2019. – С. 21. – Режим доступу <http://ipmach.kharkov.ua/wp-content/uploads/2018/10/Thesis2019.pdf>. – Останній доступ: 27.11.2019.
13. Сенецька Д. О. Удосконалення конструкції направляючих лопаток вологопарових ступенів потужних парових турбін / Д. О. Сенецька / Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України: офіційний сайт // Конф. молодих вчених та спеціалістів «Сучасні проблеми машинобудування», 15–18 квітня 2019, Харків. Тези доп. – 2019. – С. 24. – Режим доступу <http://ipmach.kharkov.ua/wp-content/uploads/2018/10/Thesis2019.pdf>. – Останній доступ: 27.11.2019.
14. Створення направляючого апарату з сепараційно-випарним вологовилученням / О. Л. Шубенко, В. М. Голощачов, Бабак М. Ю., Д. О. Сенецька, О. В. Котульська. Тези доп. XV Міжн. наук.-техн. конф. «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», 25–26 квітня 2019 р. НТУ «ХПІ». – Харків: Видавництво «Лідер», 2019. – С. 12–13. – ISBN 978-617-7476-22-0.
15. Охлаждаемая ступень ЦНД теплофикационной турбины / А. Л. Шубенко, В. Н. Голощачов, Д. О. Сенецкая, А. Ю. Козлоков // ІПМаш НАН України: офіційний сайт. XVII Міжн. наук.-техн. конф. «Удосконалювання енергоустановок методами математичного та фізичного моделювання», 7 – 10 жовтня 2019, Харків. Тези доп. – С. 11–12. – Режим доступу <http://ipmach.kharkov/wp-content/uploads/2019/10/Тези-доповідей-1 секція-УЕ-2019-1.pdf>.
16. Шубенко О. Л. Визначення швидкості вологоутворення під час нестационарної конденсації в проточній частині турбіни / О. Л. Шубенко, М. Ю. Бабак, І. В. Решитько. // ІПМаш НАН України: офіційний сайт. XVII Міжн. наук.-техн. конф. «Удосконалювання енергоустановок методами математичного та фізичного моделювання», 7 – 10 жовтня 2019, Харків. Тези доп. – С. 16–17. – Режим доступу <http://ipmach.kharkov/wp-content/uploads/2018/10/Тези-доповідей-2секція-УЕ-2019-1.pdf>.
17. Отрывные течения в ступенях цилиндра низкого давления паровых турбин при малорасходных режимах / А. Л. Шубенко, А. Ю. Козлоков, В. Н. Голощачов, С. В. Алехина, О. В. Котульская. – Харьков: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 322 с.
18. Збільшення ресурсу і електричної потужності останнього ступеню парової турбіни при супергідрофобному покритті її соплових апаратів / О. Л. Шубенко, В. Й. Сафонов, М. Ю. Бабак, О. В. Сенецький, М. Л. Євич, О. Ю. Бояршинов // Вісн. НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати: зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – № 1. – С. 9–17. – ISBN 2411-3441.
19. Потери энергии в рабочем колесе при переходном и малорасходном режимах / О. В. Котульская, Т. Н. Парамонова, Д. О. Сенецкая, Ю. С. Литвинова // Вісн. НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – № 1. – С. 63–69. – ISBN 2411-3441.
20. Shubenko A. L. The operation of the last stage of steam turbine at low-flow rate modes / A. L. Shubenko, V. N. Goloshchapov, D. O. Senetska // Energetika. – 2020. – T. 66. Nr. 1. – P. 58–67. – <https://doi.org/10.6001/energetika.v66i1.4299>. (Scopus).
21. Determination of the Idle Mode of the Stage of Axial Turbine during Operation at Partial Loads / A. Shubenko, V. Goloshchapov, D. Senetska, O. Senetskyi // Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. – 2021. – 65 (1). – P. 103–109. – <https://doi.org/10.3311/PPme.17359>. (Scopus).

22. Стан проблеми застосування супергідрофобного покриття на соплові лопатки для подовження ресурсу вологопарових ступенів турбін ТЕС / О. Л. Шубенко, В. Й. Сафонов, М. Ю. Бабак, М. Л. Євич, О. Ю. Бояршинов. // Тези доп. II Міжнар. наук.-техн. конф. «Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні» (ДММ-2020) 5 – 8 жовтня 2020. – Харків: ІПМаш ім. А. М. НАН України, 2020. – С. 385–388.
23. Ступінь теплофікаційної турбіни з малим відношенням $D_{ср}/l$, що працює в області маловитратних режимів / О. Л. Шубенко, Д. О. Сенецька, В. М. Голощачов, А. Ю. Козлоков // Тези доп. XVI Міжнар. наук.-техн. конф. «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», 25–26 листопада 2020. НТУ «ХПІ». – Харків: Видавництво «Лідер», 2020. – С. 17–18. – ISBN 978-617-7476-49-7.
24. Температурний стан робочої лопатки останнього ступеня ЦНТ турбіни Т-250/300-240 при маловитратних режимах / В. М. Голощачов, О. В. Катульська, Т. М. Парамонова, Д. О. Сенецька // Тези доп. XVII Міжнар. наук.-техн. конф. «Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування», 27–28 квітня 2021. НТУ «ХПІ». – Харків: Видавництво «Лідер», 2021. – С. 57–58. – ISBN 978-617-7476-56-5.
25. Shubenko A. L. Influence of the working medium compressibility on the determination of idle of an axial turbine stage with a large fanning. / A. L. Shubenko, V. N. Goloshchapov, D. O. Senetska // 17th International Conference of Young Scientists on Energy and Natural Sciences Issues (CYSENI 2021), May 24–28 2021. Kaunas, Lithuania. – P. 182–188.
26. Работа осевой турбинной ступени в области малорасходных режимов. Общие положения / А. Л. Шубенко, В. Н. Голощачов, В. М. Неуймин, О. В. Котульская // Энергетик. – 2021. – № 5. – С. 8–11. <http://www.energetik.energy-journals.ru/index.php/EN/issue/view/107>.
27. Збільшення ресурсу і електричної потужності вологопарових ступенів парової турбіни при супергідрофобному покритті їх соплових апаратів / О. Л. Шубенко, В. Й. Сафонов, М. Ю. Бабак, О. В. Сенецький, О. Ю. Бояршинов. // Проблеми теплофізики та теплоенергетики: тези XII Міжнар. онлайн-конф.: 26–27 жовтня 2021. – Київ: Симоненко О. І., 2021. – С. 31–32. – ISSN 978-617-7979-05-9.
28. Підвищення ефективності останнього ступеня потужної парової турбіни при супергідрофобному покритті її соплового апарата / О. Л. Шубенко, В. Й. Сафонов, М. Ю. Бабак, О. В. Сенецький, О. Ю. Бояршинов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – № 2. – С. 7–15. – ISSN 2411-3441.
29. Патент на винахід № 121001 Україна, МПК8 F 01 D 25/32, F 01 D 9/02. Напрямний апарат теплофікаційної турбіни / Шубенко О. Л., Сенецька Д. О., Голощачов В. М., Козлоков О. Ю.; власник Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України. – № a201900045; заявл. 02.01.19; опубл. 10.03.2020, Бюл. № 5. – 11 с.
30. Патент на винахід № 121002 Україна, МПК8 F 01 D 25/32, F 01 D 9/02. Напрямний апарат волого-парового ступеня / Шубенко О. Л., Сенецька Д. О., Голощачов В. М., Швецов В. Л.; власник Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України. – № a201900049; заявл. 02.01.19; опубл. 10.03.2020, Бюл. № 5. – 11 с.
31. Патент на винахід № 122039 Україна, МПК8 F 01 D 25/12, F 01 D 25/30. Спосіб визначення температури пари в проточній частині циліндра низького тиску турбіни / Голощачов В. М., Козлоков О. Ю., Шубенко О. Л., Сенецька Д. О.; власник Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України. – № a201908697; заявл. 18.07.19; опубл. 25.08.2020, Бюл. № 16. – 7 с.
32. Патент на винахід № 122038 Україна, МПК8 F 01 D 17/00, F 01 D 25/30, F 01 K 13/02, F 01 D 25/12; Спосіб експлуатації теплофікаційної турбіни на маловитратних режимах роботи останнього ступеня циліндра низького тиску / Голощачов В. М., Козлоков О. Ю., Шубенко О. Л.; власник Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України. – № a201908694; заявл. 18.07.19; опубл. 25.08.2020, Бюл. № 16. – 13 с.

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Русанов Андрій Вікторович

д. т. н., 05.05.16

Перелік осіб-виконавців

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Светлова О. В.

Телефон

+38 (057) 349-47-64

Реєстратор

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

