

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0223U005481

**Державний реєстраційний номер:** 0122U002102

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 22-12-2023

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 2

**Назва етапу:** Розробка 3D форми та розрахунки проточної частини ЦВТ та ЦСТ

**Початок етапу:** 01.2023

**Закінчення етапу:** 12.2023

**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):** 6541230

|                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 1000.000 |
|-----------------------------------------------------------|

## VII. Відомості про ДіР

### Назва роботи українською:

Високоєфективна парова турбіна з ультра-суперкритичними параметрами пари для енергоблоків ТЕС України і світу

### Назва роботи англійською:

High-efficiency steam turbine with ultra-supercritical steam parameters for TPPs of Ukraine and the world

### Реферат українською:

Вперше в світі запропоновано петльову схему з двоярусними лопатками проточної частини парової турбіни на ультра-суперкритичні початкові параметри пари. На прикладі парової турбіни серії К-300 показано, що реалізація цієї схеми дозволяє вирішити низку конструкторських та технологічних проблем: збереження осьових габаритів та розміщення нової турбіни в існуючих машинних залах, компенсувати осьові навантаження і реалізувати охолодження лопаток без втрати тепла в тепловому циклі. Турбіна розрахована для роботи з початковими параметрами свіжої пари тиском 35,0 МПа і температурою 700°C з проміжним перегріванням пари до 700°C. Нова турбіна має 16 ступенів циліндру високого тиску (ЦВТ) та 10 додаткових ступенів циліндру середнього тиску (ЦСТ). Розробка проводилась за допомогою розробленого в інституті програмного комплексу IPMFlow. Отримані результати показують високий внутрішній ККД нових проточних частин ЦВТ - 94,18 % та ЦСТ - 94,5 %. Що дозволило збільшити ККД енергоблоку до 49,2%, а приріст потужності склав 80,64 МВт. На наступному етапі проведено розрахунки на міцність створених проточних частин. Виявлено місця локалізації найбільших напружень. Вони розташовані у місцях кріплення лопаток до обводів. Значення цих напружень є допустимими. Наступним кроком був вибір типу замкового з'єднання лопаток, а саме грибоподібне хвостове з'єднання. Також були проведені розрахунки на міцність такого типу з'єднань, що показало їх надійність та витривалість до напружень у цій конструкції. Проведено чисельне моделювання температурного стану лопаток петльової турбіни при якому охолодження лопаток відбувається шляхом відбору більш холодної пари з «нижньої» лопатки. Визначено, що при використанні для охолодження 2 % масової витрати пари досягається зменшення середньої температури поверхні лопатки на 62,2°C для ЦВТ, та на 40,4°C для ЦСТ. З використанням результатів міцнісного і газодинамічного аналізу був обраний матеріал конструкції - сталь виробництва Республіки Чехія - CSN 17335.

### Реферат англійською:

For the first time in the world, a loop scheme with two-tier blades of the steam turbine flow part for ultra-supercritical steam parameters is proposed. Using the example of the K-300 series steam turbine, it is shown that the implementation of this scheme allows solving a number of design and technological problems: preserving the axial dimensions and placing the new turbine in the existing machine rooms, compensating for axial loads and implementing cooling of the blades without heat loss in the thermal cycle. The turbine is designed to work with the next initial parameters of fresh steam: pressure - 35 MPa and temperature - 700°C with intermediate steam superheating to 700°C. The new turbine has 16 stages of a high-pressure cylinder (HPC) and 10 additional stages of a medium-pressure cylinder (MPC). The development was carried out using the in-house IPMFlow software complex. The obtained results show a high internal efficiency of the new flow parts of HPC - 94.18% and MPC - 94.5%. That made it possible to increase the efficiency of the power unit to 49.2%, and the increase in capacity amounted to 80.64 MW. At the next stage, calculations were made on the strength of the created flowing parts. The locations of the greatest stresses have been identified. They are located in the places where the blades are attached to the contours. The values of these stresses are permissible. The next step was to choose the type of blade locks, namely the "mushroom tail" lock. Calculations were also carried out on the strength of this type of locks, which showed their reliability and resistance to stresses in this design. Numerical modeling of the temperature state of the blades of the loop turbine was carried out, in which the cooling of the blades takes place

by the selection of colder steam from the "lower" blade. It was determined that when using 2% mass flow of steam for cooling, a decrease in the average blade surface temperature up to 62.2°C for HPC and up to 40.4°C for MPC

**Індекс УДК:** 621.165

**Коди тематичних рубрик:** 55.37.29.15

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Русанов Роман Андрійович

**Науковий ступінь:** к. т. н.

**Вчене звання:**

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Тривимірний модель та розрахунок проточних частин турбін.

**Назва НТП англійською:** Three-dimensional model and calculation of turbine flow parts

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Підвищення енергоефективності турбін

**Галузь застосування:** Турбінобудування

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Просторові розрахунки течії пару та температурного стану лопаток в досліджуваних проточних частинах ЦВТ та ЦСТ проводилися на різницевиx сітках з сумарним числом комірок близько 16,5 млн. Використовувалася модель в'язкої турбулентної течії, заснованої на чисельному інтегруванні осередненої системи рівнянь Нав'є-Стокса. Врахування турбулентних явищ здійснювалося за допомогою двопараметричної диференціальної моделі турбулентності SST Ментера. Для розрахунків на міцність використовувалася розрахункова сітка збудована за методом скінченних елементів.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Економія енергоресурсів

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Підприємства турбінобудування. Акціонерне товариство «Українські енергетичні машини»

**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. Reservoirs seismic resistance / E. Strelnikova, E. Serikova, D. Kriutchenko, V. Gnitko // 6th International congress on innovative scientific approaches. – 2021. – P. 264–268

2. Solovey V. Increasing the maneuverability of power units of the thermal power plants due to applying the hydrogen-oxygen systems // V. Solovey, M. Zipunnikov, R. Rusanov // Journal of Physics: Energy. – 2023. – Vol. 5. – Режим доступу: 014012doi: 10.1088/2515-7655/aca9ff
3. Sierikova O. Membrane installation in storage tanks for seismic loads impact protection / O. Sierikova , E. Strelnikova, D. Kriutchenko // Acta Periodica Technologica. – 2023. – No. 54. – P. 209–222.
4. Modeling 3D nanocomposites with multi-spherical inclusions by optimized packing. Human-Assisted Intelligent Computing / E. Strelnikova, T. Romanova, A. Pankratov, I. Litvinchev, K. Degtyariv // IOP Science. – 2023. – P. 1–17.
5. Fluid-filled Shell Structures and Their Applications in Biomechanics / N. Choudhary, K. Degtyariv, O. Sierikova, V. Gnitko, D. Kriutchenko, E. Strelnikova // 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). – 2023. – P. 1–6.
6. Заявка u202303510 Україна, МПК8 F 01 D 25/30. Проточна частина парової турбіни петльового типу для роботи на ультра-суперкритичних початкових параметрах пари / Русанов А. В., Русанов Р. А., Дегтярьов К. Г., Пальков І. А., Пальков С. А., Крютченко Д. В. – заявл. 19.07.23; рішення про державну реєстрацію 12.12.23. – 12 с.
7. Заявка u202309292 Україна, МПК8 F 01 D 5 /18. Система охолодження лопаток ротора турбіни петльового типу / Русанов А. В., Русанов Р. А., Дегтярьов К. Г., Пальков І. А., Пальков С. А., Крютченко Д. В., Биков Ю. А.– заявл. 11.09.23. – 11 с.

## **Х. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Костіков Андрій Олегович  
Д. Т. Н.

**Перелік осіб-виконавців**

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Светлова О. В.

**Телефон**

+38 (096) 579-64-37

**Реєстратор**

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

