

4. Xiaorui Cheng. Investigation on matching characteristics of nuclear main pump guide vanes and annular casing / Xiaorui Cheng, Peng Wang, Shuyan Zhang. – Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering (2019) 41:353

5. Xiaorui Cheng. Sensitivity analysis of nuclear main pump annular casing tongue blend / Xiaorui Cheng, Wenrui Bao, Li Fu, Xiaoting Ye. – Advances in Mechanical Engineering 2017, Vol. 9(7) 1–9.

6. Wang, K.; Jing, Y.C.; He, X.H.; Liu, H.L. Efficiency Improvement and Evaluation of a Centrifugal Pump with Vaned Diffuser. Adv. Mech. Eng. 2019, Vol. 11(3), 1–12.

УДК 621.438.2

**Мелейчук О.С.**

ORCID 0009-0003-2637-0106

**Вансєв С.М., канд. техн. наук, доцент**

ORCID 0000-0002-8205-0209

Сумський державний університет

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРУМИННО-РЕАКТИВНОЇ ТУРБИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ANSYS CFX**

В умовах постійних атак країни-агресора на об'єкти критичної інфраструктури створюється дефіцит електропостачання як для промислових виробників, так і для населення України. Для подолання цієї кризи необхідно провести трансформацію енергетичних систем: здійснити децентралізацію та підвищити ефективність, надійність та екологічність вже існуючих систем. Це стало підставою для розробки Національного енергетичного та кліматичного плану на 2025–2030 рр., який передбачає поступове скорочення використання природного газу, вугілля та іншого твердого викопного палива [1].

Відтак усі ці фактори підштовхують до пошуку альтернативних технічних рішень. Велика кількість технологічних процесів, що протікають в енергетиці, хімічній та харчовій промисловості, потребують дроселювання робочої речовини (гази, водяна пара) до робочих параметрів. Під час такого процесу велика кількість енергії

стиснутих газів чи пари втрачається без можливості її перетворення в механічну енергію, а потім – на електричну енергію.

Перспективним технічним рішенням для перетворення енергії стиснутих газів/пари є використання турбогенераторних агрегатів на основі струминно-реактивних турбін (СРТ). Цей тип обладнання знайшов застосування в енергетиці. Зокрема, на базі ТОВ “УКРНАФТОЗАПЧАСТИНА” (м. Суми) було розроблено та виготовлено паровий турбогенераторний агрегат ПТГА-СРТ-475-24/0,5 та дослідно-промисловий експериментальний стенд, який змонтовано на базі ПАТ “СУМИХІМПРОМ” (м. Суми).

Цей агрегат призначений для вироблення електроенергії шляхом перетворення потенційної енергії тиску пари під час її розширення в СРТ у механічну роботу на валу генератора, та, відповідно – в електричну енергію. Агрегат ПТГА-СРТ-475-24/0,5 за конструктивним виконанням складається з двох паралельно встановлених СРТ потужністю до 250 кВт, які працюють на один електрогенератор потужністю 475 кВт (400 В, 50 Гц) через одноступінчастий зубчастий редуктор

Було успішно проведені експериментальні випробування установки, під час яких було досягнуто електричну потужність 404 кВт при швидкості обертання ротора турбін 25000 об/хв [2].

Проте для швидкого та всебічного дослідження фізичних процесів, що відбуваються всередині проточної частини СРТ, експериментальне дослідження малоефективне. Для даних цілей було використано сучасний програмний комплекс ANSYS CFX. У даній роботі виконано чисельне моделювання СРТ за допомогою даного програмного комплексу та представлено результати порівняння з результатами експериментальних та теоретичних даних.

Для чисельного розрахунку застосовувались наступні граничні умови: повний тиск на вході дорівнював 224 МПа; повна температура на вході 275,5°C; статичний тиск на виході 0 Па; частота обертання ротора 0–25000 об/хв.

В результаті розрахунку отримані на побудовані наступні графічні залежності: залежність крутного моменту на валу СРТ від частоти обертання ротора (рисунок 1); залежність потужності на валу СРТ від частоти обертання ротора (рисунок 2); залежність масових витрат від частоти обертання ротора (рисунок 3).

Отримані результати чисельних розрахунків показали невелику розбіжність з експериментальними результатами: розбіжність у визначені потужності та моменту на валу СРТ становить 1,6 %, а розбіжність визначення масової витрати пари на вході в турбину – 1,34%. СРТ є перспективним напрямком для створення енергоефективних турбогенераторів малої потужності.

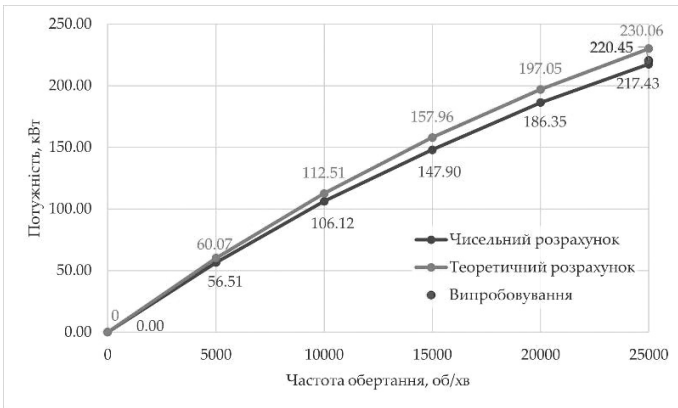


Рисунок 1 – Графік залежності потужності на валу СРТ від частоти обертання ротора СРТ

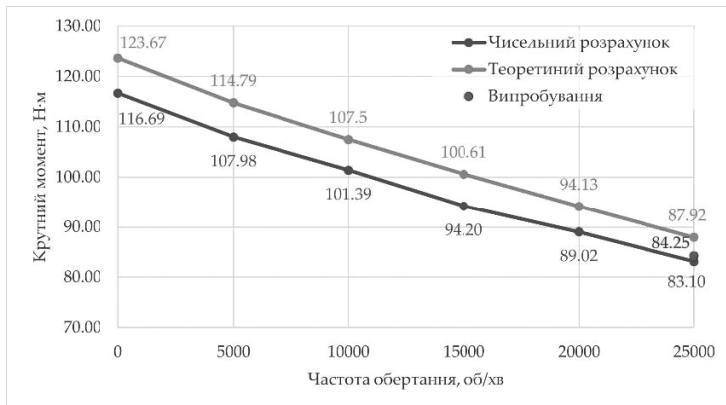


Рисунок 2 – Графік залежності крутного моменту на валу СРТ від частоти обертання ротора СРТ



Рисунок 3 – Графік залежності масових витрат CPT від частоти обертання ротора CPT

Результати дослідження підтверджують можливість та перспективність використання цього типу агрегатів для децентралізації енергопостачання та утилізації вторинних енергетичних ресурсів, що сприяє підвищенню енергетичної безпеки. Також результати дослідження відкривають шлях для подальшої оптимізації конструкції, дослідженню використання інших робочих речовин (різних типів газів), що, у свою чергу, дозволить інтегрувати цей тип обладнання в ширшу та різноманітнішу кількість технологічних процесів і, відповідно, на більшу кількість підприємств.

### Список використаних джерел

1. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Національного плану з енергетики та клімату на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України № 587-2024-р від 25 червня 2024 р. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/587-2024-%D1%80?utm#Text>

2. Melechuk O.S., Vaneev S.M., Koroliov S.K., Miroshnichenko O., Pavlenko I., Ochowiak M., Włodarczak S., Krupińska A., Kruszelnicka I. CFD analysis of steam jet-reactive turbines for sustainable energy: the critical role of boundary conditions. *Journal of Engineering Sciences*, vol. 12, no. 2, pp. F22–F31, 2025. DOI: 10.21272/jes.2025.12(2).f3.