

ВИСНОВОК

наукового керівника

на дисертаційну роботу Воробйової Ганни Сергіївни на тему “Модифікація рівняння стану реального газу для моделювання робочих процесів у відцентровому компресорі поблизу критичної точки CO_2 ”, подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

Використання надкритичних та докритичних циклів CO_2 є перспективним напрямком розвитку технологій виробництва електроенергії та силових установок широкого профілю. Попри загальносвітовий тренд з різкого скорочення викидів CO_2 тепловими машинами, замкнений цикл з використанням цього газу є не тільки ефективним з точки зору термодинамічних та силових показників, але й корисним інструментом з утилізації діоксиду вуглецю та вилучення його з навколишнього середовища. Велика кількість провідних американських, європейських та японських наукових та виробничих установ працюють над розробкою та вдосконаленням установок, що використовують CO_2 поблизу критичної точки в якості робочого тіла. При цьому досі не вирішеною є проблема математичного моделювання динаміки змін термічних параметрів середовища в процесі фазового переходу, невизначеного стану та докритичних станів. Особливо гостро це питання стоїть при проведенні розрахункових робіт за допомогою САЕ-пакетів високого рівня, що займають основне місце в сучасному процесі проектування складних систем. Таким чином, проведені Ганною Воробйовою дослідження з модифікації рівняння стану реального газу для двоокису вуглецю є актуальною і важливою задачею сучасної науки.

Ганна Воробйова демонструвала високі інтелектуальні здібності та принциповий потяг до наукової діяльності з часу навчання на бакалавраті, а потім в магістратурі Національного аерокосмічного університету «ХАІ». Вона приймала участь в студентських олімпіадах, науково-дослідній роботі студентів, аспірантів та молодих спеціалістів, неодноразово відвідувала з докладами конференції молодих вчених. Під час навчання в заочній аспірантурі сумлінно і ретельно працювала над кваліфікаційною роботою, творчо виконувала накази та зауваження керівника, успішно імплементувала результати наукових досліджень в безпосередню практичну площину. На момент захисту дисертації Ганною Воробйовою опубліковано 4 статті

- Vorobieva H. S. Modification Of The Redlich-Kwong-Aungier Equation Of State To Determine The Degree Of Dryness In The CO_2 Two-Phase Region. Journal of mechanical engineering, (24, № 4), 17-27.
- Vorobieva H.S. Modification Of The Redlich-Kwong-Aungier Equation Of State To Determine The Main Thermodynamic Parameters In The Pure Liquid CO_2 Region. Journal of mechanical engineering, 25(2), 6-13.
- Воробйова, Г. С. Огляд і бібліометричне дослідження надкритичних енергетичних циклів CO_2 . Поточний стан досліджень і розробок. Авіаційно-космічна техніка і технологія, 2024, №3(195).

- Vorobiova, Hanna. "Modification of scaled equation of state to determine the pressure in the CO₂ critical region." *Technology audit and production reserves* 3.1/65 (2022): 12-19.

В тому числі 2 стаття в науковому журналі, що індексується в системі Scopus:

- Vorobiova, H., Dolmatov, D., Fesenko, K., Sysoiev, I., Dehtiarov, O., & Ivashchenko, M. Effect Detection Of Using A Modified Redlich-Kwong-Aungier Equation Of State On The Calculation Of Carbon Dioxide Flow In A Centrifugal Compressor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 128(8).
- Goldenberg, V, Conser, B, & Vorobyova, A. "A Method of Pseudo-Steady State CFD Calculation to Predict Turbomachine Characteristics." *Proceedings of the ASME Turbo Expo 2023: Turbomachinery Technical Conference and Exposition. Volume 13C: Turbomachinery*

В ході роботи над дисертацією Ганна Воробйова розв'язала декілька актуальних і практично значущих завдань. По-перше, нею розроблено масштабну поправку до рівняння стану реального газу, яка зарекомендувала себе як надійний і достовірний математично-обчислювальний прийом при апробації на великому масиві верифікованих експериментальних даних для CO₂ як надкритичного робочого тіла. В майбутньому цей підхід може лягти в основу нового методу для більш ширшого кола робочих тіл та діапазонів температур. По-друге, Ганною успішно імплементовано розроблений нею апарат масштабної поправки до обчислювального механізму програмного пакету високого рівня, що свідчить як про універсальність доробки, так і про широкі практичні навички здобувачки.

Всі результати, що наведені у дисертації, Ганна Сергіївна Воробйова отримала самостійно.

На мій погляд, з урахуванням успішного виконання Воробйовою Ганною Сергіївною індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною освітньо-науковою програмою та написання дисертації, яка є результатом самостійного дослідження, є завершеною науковою працею, містить наукову новизну, виконана на належному науковому рівні, відповідає встановленим вимогам до дисертацій докторів філософії, дисертація на тему «Модифікація рівняння стану реального газу для моделювання робочих процесів у відцентровому компресорі поблизу критичної точки CO₂» може бути рекомендована до захисту, а її автор Воробйова Ганна Сергіївна заслуговує присвоєння ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Науковий керівник
доктор технічних наук

Дмитро Долматов