

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Ільченко Ольги Віталіївни

«Вибір параметрів і математичне моделювання тепломасообмінних процесів контактних повітроохолоджувачів для підвищення енергоефективності шахтних турбокомпресорів»,

яка подана на захист до разової спеціалізованої вченої ради ДФ 09.052.017

Криворізького національного університету для розгляду та проведення захисту дисертації на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування галузі знань 13 Механічна інженерія

Актуальність теми дисертації. Актуальність охолодження турбокомпресорів, особливо в умовах шахт, обґрунтовується кількома ключовими аспектами:

1. Енергоефективність – Підвищення температури компресорного обладнання під час роботи знижує ефективність процесів стиснення повітря. Контактна система охолодження може забезпечити більш рівномірний розподіл температури та знизити енергоспоживання, покращуючи енергоефективність загальної системи.

2. Продовження терміну служби обладнання – Висока температура може спричиняти передчасне зношування компонентів турбокомпресора через збільшення напруги в матеріалах та прискорене старіння компонентів. Охолодження допомагає уникнути перегрів, зменшує зношування, що в перспективі знижує витрати на обслуговування та заміну обладнання.

3. Забезпечення безперервності процесів – Робота турбокомпресора у високотемпературному режимі з часом може спричинити зниження продуктивності та переривання виробничих процесів. Контроль температури забезпечує стабільну роботу системи, зменшуючи ризик раптових зупинок через перегрів.

4. Зменшення теплового навантаження на інфраструктуру шахти – В умовах підвищеної температури в шахтах охолодження компресорів запобігає надмірному нагріванню шахтного середовища, що є критично важливим для збереження безпеки та створення комфортніших умов для працівників.

5. Екологічний аспект – Енергоефективні системи охолодження сприяють скороченню викидів парникових газів, що особливо актуально у контексті сучасних тенденцій до декарбонізації та переходу на енергоощадні технології. Актуальність моделювання і обґрунтування параметрів саме контактної системи охолодження полягає у можливості більш точного управління температурними параметрами і підвищення ефективності турбокомпресорів.

Тому дисертаційна робота Ільченко О.В., присвячена дослідженню тепломасообмінних процесів контактних повітроохолоджувачів є актуальною.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджуються також тим, що вона виконана в рамках двох науково-дослідних робіт Криворізького національного

університету, а саме НДР «Обґрунтування та вибір раціональних параметрів проміжних повітроохолоджувачів турбокомпресорів» (№ 0120U002166) та «Обґрунтування та вибір параметрів контактних проміжних повітроохолоджувачів турбокомпресора з регульованим перерізом змішувача» (№ 0123U104313).

Достовірність та обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується коректністю постановок математичних задач, проведенням порівняння результатів розрахунків з експериментальними даними: порівняння залежностей раціональної витрати води від початкових тиску повітря, температури повітря й води, порівняння залежностей раціонального перерізу горловини.

Обґрунтованість наукових положень підтверджується застосуванням стандартних процедур математичного аналізу й методів математичної фізики, відповідністю змісту математичних конструкцій фізичній суті описуваних процесів.

Значна кількість дослідних даних при параметрах, що відповідають реальним умовам роботи технологічного обладнання, використання сучасних засобів вимірювань під час експериментальних досліджень, а також методів підтвердження адекватності теоретичних моделей, свідчать про високий ступінь достовірності та обґрунтованості результатів.

Наукова новизна отриманих результатів дисертації полягає в наступному:

1. Вперше отримані залежності швидкості повітря від початкових температури води, тиску та температури повітря у контактних повітроохолоджувачах «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор», що дозволило встановити раціональні швидкість, початкову температуру води, початкову температуру повітря першого та другого проміжних повітроохолоджувачів.

2. Вперше отримані залежності витрати води від початкових температури повітря, води та тиску повітря. Визначено параметри для забезпечення режиму охолодження стисненого повітря з одночасним осушенням у контактних повітроохолоджувачах «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор» для першого та другого проміжних повітроохолоджувачів.

Практичне значення

Практичне значення роботи полягає у розробленні конструкції контактних повітроохолоджувачів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор», методики розрахунку конструктивних та експлуатаційних параметрів контактних повітроохолоджувачів шахтних турбокомпресорів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор»; рекомендацій щодо вибору

обладнання для контактних повітроохолоджувачів шахтних турбокомпресорів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор».

Результати роботи також використовуються в навчальному процесі Криворізького національного університету на кафедрі теплоенергетики та на кафедрі гірничих машин та обладнання для підготовки фахівців за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування та за спеціальністю 144 – Теплоенергетика.

Аналіз основного змісту дисертації

Дисертаційна робота Ільченко О.В. є завершеною науковою працею, складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел із 70 найменувань, 10 додатків на 54 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 200 сторінок, зокрема 124 сторінки основного тексту, 49 рисунків, 14 таблиць.

У *вступі* дисертації представлено актуальність роботи, зв'язок з науковими темами, сформульовано мету та завдання дослідження, викладено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, а також зазначені публікації та апробація наукових результатів.

Перший розділ містить огляд літератури за темою дисертації. Представлено вимоги до стисненого повітря та детально описані методи охолодження стисненого повітря в шахтних турбокомпресорах. Проаналізовані конструкції повітроохолоджувачів турбокомпресорів.

На основі проведеного аналізу джерел інформації були сформульовані висновки щодо сучасних методів охолодження стисненого повітря в шахтних турбокомпресорах та визначені завдання досліджень.

У *другому* розділі представлена математична модель раціональних параметрів контактних повітроохолоджувачів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор». Перевірка адекватності моделі раціональних параметрів контактних повітроохолоджувачів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор» проведена на основі порівняння результатів моделювання з результатами літературних джерел для номінального режиму роботи, але не наведено з чим саме: експериментальними результатами чи розрахунковими, що не дозволяє повноцінно оцінити ступінь узгодженості такого порівняння через відсутність будь-яких статистичних критеріїв визначення адекватності математичних моделей. Тим більше в наступному третьому розділі наведено визначення адекватності моделі вже у порівнянні з власними експериментальними дослідженнями.

У *третьому* розділі наведено методику, схему лабораторного стенду та результати експериментальних досліджень раціональних параметрів контактних повітроохолоджувачів «регульована труба Вентурі - відцентровий сепаратор». Середнє відхилення розрахункових і дослідних даних для діапазону не перевищує 12 %, але для більш якісної оцінки доцільно було б використати відомі статистичні критерії більш суворої перевірки адекватності.

Четвертий розділ присвячений вибору раціональних параметрів контактних повітроохолоджувачів та побудові моделі раціональних параметрів

контактних повітроохолоджувачів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор» на основі методів планування експериментів й отримання рівняння регресії першого порядку. Доцільно було б перевірити похибки розрахунку показників за рівнянням регресії, а також обрати рівняння другого порядку через явно виражений нелінійний характер залежностей, отриманих у попередніх розділах чи обмежити діапазон використання отриманих рівнянь.

П'ятий розділ присвячений розробці рекомендацій з впровадження контактних повітроохолоджувачів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор», наведена методика розрахунку. Обґрунтовано економічну ефективності контактних повітроохолоджувачів. В результаті встановлено, що застосування контактних повітроохолоджувачів дозволяє отримати економію близько 640 тис. грн. на один турбокомпресор К-500-61-5. Термін окупності капітальних витрат складає 0,7 року.

Висновки за дисертаційною роботою відповідають її змісту та поставленим завданням досліджень, повністю відображають отримані результати.

Повнота вкладення результатів роботи в наукових публікаціях.

Матеріали дисертаційної роботи висвітлено у 13 наукових публікаціях, серед яких: 4 статті, з яких одна стаття індексується наукометричною базою Scopus та 3 статті, які входять до переліку фахових видань України. Апробація результатів роботи здійснена у вигляді 9 матеріалів та тез доповідей на вітчизняних та міжнародних конференціях.

Опубліковані праці у достатньому обсязі охоплюють розділи дисертації, досить повно віддзеркалюють наукові положення та результати, що виносяться на захист.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. Загальноприйнятими є два рівні довірчої ймовірності: 0,95 та 0,99. Але автор описуючи методи дослідження вказує про прийняту довірчу ймовірність 0,88 з розбіжністю результатів у 12 %. Очевидно, що збільшення довірчої ймовірності призведе до збільшення довірчого інтервалу, що потребує додаткового аналізу й роз'яснення чому саме прийнятий такий низький рівень довірчої ймовірності?
2. В дисертації відсутня інформація про лабораторні дослідження з запропонованою конструкцією кільцевої горловини з регулюючим конусом в якості змішувача. Потребує додаткового пояснення можливий вплив кільцевої горловини на перевірку адекватності моделі?
3. Лабораторні випробовування проводились на поршневому компресорі, а тема роботи стосується відцентрових компресорів. Це якось впливає на результати досліджень?
4. Модель апарата контактної системи охолодження не враховує швидкість витікання охолоджувальної рідини в змішувач, це допущення вимагає більш повного обґрунтування.
5. У роботі відсутні дані про вплив контактного охолодження турбокомпресора на довкілля.

6. Доцільно було б оцінити адекватність запропонованих математичних моделей за використання статистичних критеріїв.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Ільченко Ольги Віталіївни на тему «Вибір параметрів і математичне моделювання тепломасообмінних процесів контактних повітроохолоджувачів для підвищення енергоефективності шахтних турбокомпресорів» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань «13 Механічна інженерія». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 - 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувачка Ільченко Ольга Віталіївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань «13 Механічна інженерія» за спеціальністю «133 Галузеве машинобудування».

Офіційний опонент
завідувач кафедри гідравлічних
машин ім. Г.Ф. Проскури
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор

Андрій РОГОВИЙ

