

Висновок
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації «Вибір параметрів і математичне моделювання
тепломасообмінних процесів контактних повітроохолоджувачів для
підвищення енергоефективності шахтних турбокомпресорів» здобувачки
вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю
133 Галузеве машинобудування
галузі знань 13 Механічна інженерія

1. Актуальність теми дисертації

У наш час галузь застосування стисненого повітря досить велика. Стиснене повітря використовується в металургії, у машинобудуванні, у вугільних шахтах і гірничій справі, у нафтовій промисловості, для транспорту і зв'язку, у будівельній справі. Крім того, стиснене повітря застосовується в енергетичній, хімічній, поліграфічній, холодильній та харчовій промисловості, в авіаційній, морській і військовій справі. Стиснене повітря необхідне у вимірювальній техніці і в пристроях автоматичного регулювання.

Основним джерелом стисненого повітря на гірничих підприємствах слугують багатоступінчасті турбокомпресори. Від ступеня досконалості компресорного обладнання багато в чому залежить ефективність реалізованих технологічних процесів. Одним із шляхів зниження питомого енергоспоживання при стисканні повітря є наближення процесу стиснення до ізотермічного. Це можливо за рахунок застосування охолоджувачів повітря.

Повітроохолоджувачі поверхневого типу, що застосовуються для цих цілей, не завжди забезпечують необхідне охолодження повітря. Це пов'язано, насамперед, із погіршенням їх ефективності через забруднення теплообмінних поверхонь накипними відкладеннями внаслідок відсутності на компресорних станціях водопідготовки. При цьому зростання температури повітря на виході з проміжних охолоджувачів повітря всього на 10 °C призводить до зниження продуктивності шахтного турбокомпресора на 2-4%, питомі витрати електроенергії зростають на 1,5-2%. Внаслідок цього зменшується тиск стисненого повітря у шахтних пневматичних мережах та на пневмоприводах гірничого обладнання, що значно знижує його продуктивність. Більш ефективним є застосування контактних повітроохолоджувачів «труба Вентурі –відцентровий сепаратор», у яких реалізований режим із охолодженням і осушенням стисненого повітря. Цей метод поєднує переваги внутрішнього й зовнішнього випарного способів та не має недоліків.

Установлено, що раціональні параметри контактного повітроохолоджувача визначено тільки для номінального режиму роботи при нормальних початкових умовах.

Найбільший вплив на ефективність системи контактного охолодження чинить швидкість стисненого повітря та витрата води. Щоб підтримувати раціональну швидкість повітря, запропоновано використовувати як змішувача трубу Вентурі з регульованим перерізом горловини та регульованою подачею води (у подальшому регульовану трубу Вентурі). Це

дозволяє при зміні продуктивності турбокомпресора, а також зміні початкових температур і тиску повітря та температури води підтримувати мінімальну об'ємну витрату на вході в неохолоджувану секцію турбокомпресора, що відповідає мінімуму питомих енерговитрат. Регульована витрата води дозволяє підтримувати режим охолодження повітря з одночасним його осушенням, що важливо для нормальної експлуатації турбокомпресора.

Отже, установлення закономірностей тепломасообмінних і газогідродинамічних процесів, які протікають у контактних повітроохолоджувачах «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор», що дозволяє встановити їх раціональні параметри для зменшення питомих енерговитрат, є **актуальним науковим завданням**.

1.1 Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Тематика роботи пов'язана із Законом України № 5460-VI від 16.10.2012 «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», зокрема зі статтею 4, п.1 «Освоєння нових технологій транспортування енергії, упровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії».

Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри теплоенергетики Криворізького національного університету, а саме є одним із наукових напрямів науково-дослідної роботи «Обґрунтування та вибір раціональних параметрів проміжних повітроохолоджувачів турбокомпресорів» РК № 0120U002166, 01.04.2020 - 01.04.2023; «Обґрунтування та вибір параметрів контактних проміжних повітроохолоджувачів турбокомпресора з регульованим перерізом змішувача» РК № 0123U104313, 20.10.2023 - 31.12.2025.

1.2 Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

У друкованих працях, опублікованих у співаторстві, особисто здобувачеві належить: [1] – дослідження сучасних методів охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах; [2] – вибір конструкції змішувача контактної системи охолодження шахтного турбокомпресора; [3] – розроблення оптимізаційної математичної моделі повітроохолоджувача шахтного турбокомпресора; [4] – розроблення рекомендацій щодо впровадження контактної системи охолодження шахтних турбокомпресорів.

1.3 Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, забезпечується коректністю постановки задач, використанням апробованого математичного апарату, а також їх оприлюдненням на міжнародних наукових конференціях. Достовірність наукових положень та висновків дисертаційної роботи підтверджена результатами аналітичних розрахунків з послідуочим впровадженням на промислових об'єктах.

1.4 Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

1. Уперше доведено, що залежність раціональної швидкості повітря від початкової температури води у контактних повітроохолоджувачах «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор» має лінійний характер, а від температури та тиску повітря на вході – параболічний. Залежність раціональної витрати води від початкової температури повітря та води має параболічний характер, а від тиску повітря – лінійний.

2. Уперше встановлено, що раціональна швидкість у горловині змішувача контактного повітроохолоджувача «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор» повинна збільшуватися на 1 м/с зі зменшенням температури води на 5,5 °С для ППО-1 і на 5 °С для ППО-2.

3. Уперше встановлено, що для забезпечення режиму охолодження стисненого повітря з одночасним осушенням коефіцієнт зрошення води у контактних повітроохолоджувачах «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор» повинен зменшуватись більш ніж на 0,1 кг/кг зі збільшенням початкового тиску повітря на 0,033 МПа для ППО-1 і на 0,037 МПа для ППО-2.

1.5 Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

1. Zamytsky, O.V., Ilchenko, O.V., Goliver, N.O., Bondar, N.V. (2023). Optimization Mathematical Model of a Contact Air Cooler for a Mine Turbocompressor. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 5, 85-92 (Входить до переліку міжнародної наукометричної бази Scopus). doi:10.33271/nvngu/2023-5/085;

2. Замицький, О. В., Ільченко, О.В. (2021). Дослідження сучасних методів охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах. *Вісник Криворізького національного університету*, 53, 107-112. doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-53-107-112;

3. Замицький, О.В., Громадський, В.А., Ільченко, О.В. (2022). Вибір конструкції змішувача контактної системи охолодження шахтного турбокомпресора. *Вісник Криворізького національного університету*, 54, 33-37. doi:10.31721/2306-5451-2022-1-54-33-37;

4. Замицький, О. В., Ільченко, О.В. (2024). Розробка рекомендацій по впровадженню контактної системи охолодження шахтних турбокомпресорів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, 1, 25-31. doi:10.31649/1997-9266-2024-172-1-25-31.

1.6 Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо

5. Замицький, О.В., Ільченко, О.В. (2021). Використання стисненого повітря на промислових підприємствах. *Актуальні питання енергоефективності гірничо-металургійного виробництва: всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих учених*, 53-54.

Retrieved from <http://aespt.knu.edu.ua/science/topical-issues-energy-efficiency-mining-metallurgical-production/>;

6. Замицький О.В., Ільченко О.В. (2021). Вимоги до стисненого повітря. *Актуальні питання енергоефективності гірничо-металургійного виробництва: всеукраїнська науково-практична конференція студентів та молодих учених*, 54-55. Retrieved from <http://aespt.knu.edu.ua/science/topical-issues-energy-efficiency-mining-metallurgical-production/>;

7. Zamytsky, O.V., Goliver, N.O., Ilchenko, O.V. (2022). Global energy crisis as the critical scientific problem. *Молодий науковець XXI століття: всеукраїнська науково-практична конференція студентів, магістрантів і молодих дослідників із міжнародною участю*, 127-129. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/1s36C0xcXMHYZCb7PR-JHjvKNXuLhwbGq/view>;

8. Ільченко, О.В., Сербіна, А.О. (2022). Охолодження газу в турбокомпресорах. *Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення: міжнародна наукова інтернет-конференція*, 73. Retrieved from <http://www.konferenciaonline.org.ua/us/article/id-807/>;

9. Ільченко, О.В., Сербіна, А.О. (2023, травень 26). Дослідження конструкцій скрубєрів Вентурі. *Технологія-2023*, 26, 228-230. Retrieved from <https://dspace.snu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c0305f36-acf6-4118-98a4-2ee2978b5278/content>

10. Замицький, О.В., Ільченко, О.В. (2023). Контактне охолодження стисненого повітря в турбокомпресорах. *Проблеми сучасної енергетики і автоматики в системі природокористування*, 10, 147-148. Retrieved from https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u351/zbirnik_2023.pdf;

11. Замицький, О.В., Ільченко, О.В., Сербіна, А.О. (2023, жовтень 19-20). Ефективність роботи шахтних турбокомпресорів. *Modern Movement of Science*, 15, 222-224. Retrieved from <http://www.wayscience.com/wp-content/uploads/2023/10/Conference-Proceedings-October-19-20-2023.pdf>

12. Замицький, О.В., Ільченко, О.В., Сербіна, А.О. (2023, жовтень 19-20). Конструкція контактних повітроохолоджувачів турбокомпресора з регульованою горловиною. *Modern Movement of Science*, 15, 224-225. Retrieved from <http://www.wayscience.com/wp-content/uploads/2023/10/Conference-Proceedings-October-19-20-2023.pdf>

13. Замицький, О.В., Ільченко, О.В., Авдюхін О.А. (2023, листопад 16-17). Очищення стисненого повітря для пневмосистем. *Progressive Opportunities and Solutions of Advanced Society*, 79-80. Retrieved from <http://www.wayscience.com/wp-content/uploads/2023/11/Conference-Proceedings-November-16-17-2023-1.pdf>

1.7 Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати

Практичне значення отриманих результатів роботи:

– результати роботи 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, що підтверджено актом про впровадження.

1.8 Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

На підставі результатів дисертаційної праці:

- розроблено конструкцію контактних повітроохолоджувачів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор»;
- розроблено методику розрахунку конструктивних та експлуатаційних параметрів контактних повітроохолоджувачів шахтних турбокомпресорів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор»;
- розроблено рекомендації щодо вибору обладнання для контактних повітроохолоджувачів шахтних турбокомпресорів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор».

Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Стиль викладання та глибина подання матеріалу дозволяють оцінити дисертаційну роботу Ільченко О.В. як завершену наукову працю. Тема дисертації, «Вибір параметрів і математичне моделювання тепломасообмінних процесів контактних повітроохолоджувачів для підвищення енергоефективності шахтних турбокомпресорів», її зміст, висновки та положення відповідають спеціальності 133 Галузеве машинобудування, і вимогам порядку присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінетом Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

2. З урахуванням зазначеного, на засіданні кафедри гірничих машин та обладнання ухвалили:

2.1 Дисертація Ільченко Ольги Віталіївни здобувачки вищої освіти ступеня доктора філософії «Вибір параметрів і математичне моделювання тепломасообмінних процесів контактних повітроохолоджувачів для підвищення енергоефективності шахтних турбокомпресорів» є завершеною науковою працею, у якій отримали подальший розвиток закономірності тепломасообмінних та гідрогазодинамічних процесів, які протікають у контактних повітроохолоджувачах шахтних турбокомпресорів «регульована труба Вентурі-відцентровий сепаратор» в залежності від початкових умов та режимів роботи, що має важливе значення для галузі знань 133 Галузеве машинобудування.

2.2 Основний зміст результатів дисертаційної роботи відображено в 12-ти наукових працях, в тому числі: в 1-й статті у міжнародному періодичному виданні, яке внесено до міжнародної науково-метричної бази даних Scopus, 3-х статтях у фахових наукових виданнях, 8-ми матеріалах конференцій.

2.3 Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

2.4 З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Ільченко Ольги Віталіївни здобувачки вищої освіти ступеня доктора філософії дисертація «Вибір параметрів і математичне моделювання тепломасообмінних процесів контактних повітроохолоджувачів для підвищення енергоефективності шахтних турбокомпресорів» рекомендується для подання до розгляду та захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували науково-педагогічні працівники кафедри гірничих машин та обладнання:

1. канд. техн. наук, доцент, зав. каф. Хруцький А.О.
2. канд. техн. наук, професор Горбачов Ю.Г.

та запрошені:

3. проректор з наукової роботи Криворізького національного університету д-р техн. наук, доцент Бровко Д. В.

– від кафедри теплоенергетики:

4. д-р техн. наук, професор, зав. каф. Замицький О. В. (науковий керівник здобувачки)

– від кафедри електромеханіки:

5. д-р техн. наук, професор Титюк В. К.

6. канд. техн. наук, доцент Барановська М.Л.

– від кафедри автомобільного транспорту:

– від кафедри технології машинобудування:

7. д-р техн. наук, професор Кіяновський М.В.

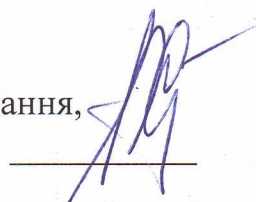
З присутніх – 4 доктора наук та 3 кандидати наук – фахівці за профілем представленої дисертації.

«ЗА» 7

«ПРОТИ» 0

«УТРИМАЛИСЬ» 0

Головуючий на засіданні кафедри,
кафедри гірничих машин та обладнання,
канд. техн. наук, доцент



Андрій ХРУЦЬКИЙ



«22» листопада 2024 р.

Підпис	<u>Хруцького А.</u>
ЗАСВІДЧУЮ	
Учений секретар Криворізького національного університету	
<u>В. К. Титюк</u>	
«22»	10 20 24 р.