

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента

кандидата технічних наук, доцента, завідувача кафедри
теплогазоводопостачання, водовідведення і вентиляції

КІРІЧЕНКА ПАВЛА СЕРГІЙОВИЧА

на дисертаційну роботу Ярошенко Ганни Миколаївни
«УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ УМОВ
ПРАЦІ В ПРИМІЩЕННЯХ ЗБАГАЧЕННЯ ТИТАНО-ЦИРКОНІЄВИХ
РУД»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
в галузі знань 26 «Цивільна безпека»,
за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»

1. Актуальність обраної теми.

Сучасні гірничо-збагачувальні підприємства, зокрема ті, що спеціалізуються на переробці титано-цирконієвих руд, характеризуються складними умовами праці. Наявність у технологічному циклі таких агрегатів, як барабанні сушарки, призводить до значних тепловиділень, інтенсивного пароутворення та високого рівня запиленості повітряного середовища мінеральним пилом та продуктами згоряння (включаючи діоксид азоту та оксид вуглецю). Відхилення мікрокліматичних умов від нормативних показників критично впливає на працездатність, здоров'я та безпеку персоналу, підвищуючи ризики виробничого травматизму та професійних захворювань.

Традиційні підходи до вентиляції великогабаритних виробничих цехів часто демонструють низьку ефективність та високу енергоємність. Існуючі системи зазвичай працюють за статичними схемами і не здатні адаптуватися до динамічних змін технологічних навантажень. Саме тому розроблення нових, науково обґрунтованих методів управління мікрокліматом, які поєднують локалізацію шкідливих викидів із рекуперацією теплоти та адаптивним керуванням, є вкрай необхідним.

З огляду на вищезазначене, тема дисертаційної роботи Ярошенко Г.М., спрямована на вдосконалення систем вентиляції для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату та підвищення безпеки праці, є безсумнівно актуальною.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Дисертаційна робота базується на використанні комплексного методологічного апарату. Для досягнення поставленої мети здобувачкою коректно поєднано методи системного аналізу, натурні інструментальні вимірювання (гравіметричні, термоанемометричні, гігрометричні) та математичне моделювання процесів тепломасообміну.

Використання методу Бернуллі для інтегрування систем диференціальних рівнянь дозволило отримати достовірні аналітичні залежності для прогнозування температурних режимів у коаксіальному повітропроводі. Достатня кількість натурних експериментів в умовах реального виробництва (на базі Вільногірського ГМК) та високий рівень збіжності теоретичних і практичних результатів беззаперечно підтверджують обґрунтованість сформульованих наукових положень і рекомендацій.

3. Наукова новизна одержаних результатів

Уперше:

- розроблено аналітичну модель динаміки запиленості повітря робочої зони поблизу барабанних сушарок, що інтегрує коефіцієнти внутрішньозмінної нерівномірності та сумісної дії обладнання, яка дозволяє прогнозувати періоди максимального пилового навантаження;
- розроблено математичну модель теплообміну для сумісного відсмоктувально-припливного повітропроводу коаксіального типу, яка дозволяє аналітично визначати динаміку температур гарячого і холодного потоків у перехідних режимах.

Удосконалено:

- методику оцінювання ефективності систем забезпечення мікроклімату, яка комплексно поєднує інструментальний моніторинг температури та вологості з гравіметричним визначенням домішок та аеродинамічним розрахунком мережі;
- математичну модель формування теплового режиму виробничого приміщення (на базі ідеального перемішування) з урахуванням змінності тепловиділень від технологічного обладнання.

Набули подальшого розвитку:

- науково-прикладні засади створення енергоефективних систем мікроклімату шляхом розробки комплексної схеми вентиляції на базі коаксіального повітропроводу з механізмом сезонної адаптації (теплоізоляційний мат);
- науково-методичні засади параметричного моніторингу та адаптивного обслуговування вентиляційно-аспіраційних систем на базі алгоритмів безперервного контролю параметрів.

4. Практичне значення отриманих результатів.

Практична цінність роботи полягає у створенні комплексної системи вентиляції та очищення повітря для сушильного відділення. Авторкою розраховано необхідні обсяги повітрообміну (витяжного та припливного повітря). Обґрунтовано доцільність застосування скрубєрів СК та впровадження технічних рішень (захищених патентами України №156625, №157215), що дозволяють гарантовано підтримувати температуру в робочій зоні на рівні 20 – 26°C влітку та 18 – 23 °C взимку.

Результати роботи впроваджено у виробничу практику ТОВ «Імекс Мінералс» при проведенні технічних аудитів та модернізації систем мікроклімату, а також в освітній процес Криворізького національного університету, що підтверджено відповідними актами.

5. Загальнонаціональне та світове значення роботи.

У національному масштабі результати дослідження сприяють виконанню державних програм з підвищення рівня промислової безпеки, охорони праці та енергозбереження на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України. Впровадження розроблених систем рекуперації теплоти дозволяє суттєво знизити витрати енергоносіїв на підігрів припливного повітря в зимовий період, що є критично важливим для економіки.

У світовому контексті робота відповідає концепції сталого розвитку та «зеленої» металургії, оскільки спрямована на зменшення теплового та газопилового забруднення довкілля, а також на покращення умов життєдіяльності та здоров'я працівників.

6. Повнота викладення здобувачем основних результатів у наукових публікаціях.

Основні результати дисертаційної роботи викладено з достатньою повнотою. За темою дисертації опубліковано 11 наукових праць, зокрема 3 статті у фахових виданнях України (категорія Б), 6 тез доповідей на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях, а також отримано 2 патенти України на корисну модель. Це повністю відповідає чинним вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії.

7. Відсутність академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації.

Під час аналізу тексту дисертації та наукових публікацій здобувачки фактів порушення академічної доброчесності, академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації результатів дослідження не виявлено. Використання праць інших авторів супроводжується належними посиланнями на першоджерела.

8. Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації.

Дисертація написана грамотною українською науковою мовою. Матеріал викладено логічно, послідовно та аргументовано. Формули, таблиці, графіки та

ілюстрації оформлені охайно і сприяють кращому розумінню тексту. Структура та загальне оформлення рукопису відповідають вимогам нормативних документів Міністерства освіти і науки України щодо оформлення дисертацій.

9. Аналіз основного змісту роботи.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено наукову новизну та практичне значення результатів.

Перший розділ присвячено аналітичному огляду сучасного стану проблеми нормування мікроклімату в промислових приміщеннях. Проаналізовано існуючі системи вентиляції на збагачувальних фабриках, виявлено їхні недоліки (високі енерговитрати, складність адаптації). Обґрунтовано необхідність пошуку нестандартних підходів, зокрема дослідження коаксіальних повітропроводів.

У *другому розділі* виконано натурні дослідження та аналіз технологічного обладнання (вакуум-фільтри, сушарки, транспортні системи) як джерел виділення пилу, газів і тепла. Авторкою розроблено аналітичну модель динаміки запиленості, яка кількісно доводить зростання пилового навантаження на 16-34% при сумісній роботі агрегатів, що дозволяє оптимізувати режими аспірації.

Третій розділ містить математичне моделювання процесів теплообміну. Здобувачкою побудовано математичну модель коаксіального повітропроводу, що працює за принципом протитечії. Застосування методу Бернуллі дозволило визначити динаміку температур і час теплової стабілізації (30 хв). Також удосконалено модель температурного режиму цеху на базі ідеального перемішування.

У *четвертому розділі* запропоновано комплекс інженерних заходів. Обґрунтовано необхідні обсяги повітрообміну, вибрано конічні скрубери СК для очищення повітря. Представлено інноваційну схему з коаксіальною рекуперацією тепла та запропоновано унікальне рішення для літнього періоду — комбінований теплоізоляційний мат, що запобігає перегріву припливного повітря. Сформовано регламент технічного обслуговування.

10. Зауваження та дискусійні питання.

Незважаючи на високий науковий рівень та практичну значущість, дисертаційна робота не позбавлена окремих недоліків та дискусійних моментів:

1. У другому розділі при формулюванні аналітичної моделі динаміки запиленості (формула 2.8) враховано кількість працюючих агрегатів. Проте доцільно було б пояснити, чи враховує дана модель зміну початкової вологості сировини, яка може суттєво варіюватися та впливати на інтенсивність пилоутворення на вході в сушарку.

2. Математична модель теплообміну в коаксіальному повітропроводі (розділ 3) побудована за умови постійності коефіцієнтів тепловіддачі (a_1 , a_2). Бажано було б обговорити, як впливатиме на ці коефіцієнти поступове осідання пилу на внутрішніх стінках каналу протягом тривалого періоду експлуатації між регламентними чистками.

3. У четвертому розділі запропоновано ефективне рішення — використання комбінованого теплоізоляційного мата для сезонної адаптації. Разом з тим, варто було б детальніше висвітлити ергономічні аспекти процесу його ручного монтажу/демонтажу персоналом у специфічних умовах цеху (висота, температура).

4. Під час розрахунку об'єму повітря для асиміляції надлишкового тепла (формула 4.2) авторка приймає $\Delta t = 5^\circ\text{C}$. Було б корисно навести конкретні розрахункові параметри зовнішнього повітря для теплого періоду року в Дніпропетровській області, що слугували базою для такого вибору.

5. Говорячи про систему адаптивного керування мікрокліматом, авторка згадує використання відповідних датчиків. Робота виграла б, якби було більш чітко локалізовано зони оптимального розміщення цих сенсорів (температури, вологості, NO_2) з огляду на наявність сильних конвективних потоків та високої запиленості.

6. У списку використаних джерел зустрічаються незначні відхилення від вимог ДСТУ 8302:2015 щодо бібліографічного опису (зокрема, в оформленні електронних ресурсів).

7. Оформлення посилань на ілюстрації та таблиці не повною мірою відповідає вимогам ДСТУ 3008:2015. Наприклад, у тексті використовуються скорочення «На рис. 3.3», «В табл. 3.1», хоча слова «рисунок» і «таблиця» прийнято писати повністю. Крім того, назви таблиць і рисунків повинні відокремлюватися від їхніх номерів тире з пробілами.

8. У тексті для позначення просторових, часових або кількісних меж часто застосовується дефіс замість тире (наприклад, 16-34% замість 16–34 %). Незважаючи на те, що це дрібний технічний недолік, він впливає на загальну культуру оформлення роботи.

Вказані зауваження мають переважно дискусійний характер, стосуються окремих деталей дослідження і не знижують загальної високої оцінки дисертаційної роботи та вагомості отриманих наукових і практичних результатів.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Ярошенко Ганни Миколаївни на тему «Управління мікрокліматичними параметрами умов праці в приміщеннях збагачення титано-цирконієвих руд» є завершеним науковим дослідженням, яке містить нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливе прикладне завдання підвищення безпеки праці та енергоефективності на збагачувальних підприємствах.

Зміст дисертації повною мірою відповідає вимогам освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії за спеціальністю 263 «Цивільна безпека» галузі знань 26 «Цивільна безпека». Робота узгоджується з вимогами, встановленими Міністерством освіти і науки України до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії (наказ МОН України від 12.01.2017 № 40 зі змінами від 31.05.2019 № 759), а також пунктами 5-9 «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 12.01.2022 № 44.

На підставі викладеного Ярошенко Ганна Миколаївна заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 263 «Цивільна безпека» галузі знань 26 «Цивільна безпека».

Офіційний рецензент,

кандидат технічних наук, доцент,

завідувач кафедри

теплогазоводопостачання,

водовідведення і вентиляції



Павло КІРІЧЕНКО



Підпис	
ЗАСВІДЧУЮ:	
Відділ кадрів	
Київського національного	
університету	
	
11.08	2026 р.