

Рішення разової спеціалізованої ради **PhD12812** про присудження ступеня  
доктора філософії.

Здобувач ступеня доктора філософії Щербачов Вадим Родіонович, 1995 року народження, громадянин України, освіта вища: у 2018 році завершив магістратуру Національної металургійної академії України за спеціальністю 174 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. З 1.10.2022 по 31.05.2026 є аспірантом кафедри металургії чавуну і сталі Українського державного університету науки і технологій, м. Дніпро, за спеціальністю 136 – Металургія.

Разової спеціалізована вчена рада PhD №12812 утворена наказом ректора Українського державного університету науки і технологій №140к від 01 квітня 2026 року «Про затвердження персонального складу спеціалізованої вченої ради для проведення разового публічного захисту дисертаційної роботи» у складі:

Голови разової  
спеціалізованої вченої ради

**Людмили КАМКІНОЇ** - доктора технічних наук, професора, декана факультету металургійних процесів та хімічних технологій ННІ «Дніпровський металургійний інститут» Українського державного університету науки і технологій, м. Дніпро.

Рецензентів

**Валерія ІВАЩЕНКА** - доктора технічних наук, професора, заступника директора ННІ «Дніпровський металургійний інститут» Українського державного університету науки і технологій, м. Дніпро.

**Володимира БОЧКИ** - доктора технічних наук, професора кафедри металургії чавуну і сталі ННІ «Дніпровський металургійний інститут» Українського державного університету науки і технологій, м. Дніпро.

Опонентів

**Дар'ї КАССІМ** - доктора технічних наук, професора, в.о. завідувача кафедри металургійних технологій Державного університету економіки і технологій, м. Кривий Ріг.

**Геннадія КРЯЧКО** - кандидат технічних наук, доцента кафедри металургії чорних металів ім. проф. В.І. Логінова Дніпровського державного технічного університету, м. Кам'янське.

На засіданні 22 травня 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 13 – Механічна інженерія Щербачову Вадиму Родіоновичу на підставі публічного захисту дисертації на тему «Вдосконалення управління завантаженням доменної печі багатокомпонентною шихтою на основі інформації про параметри пластичної зони» за спеціальністю 136 – Металургія.

Дисертацію виконано в Українському державному університеті науки і технологій МОН України.

Науковий керівник Муравйова Ірина Геннадіївна доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу металургії чавуну ІЧМ ім. З.І.Некрасова.

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису, який за змістом, рівнем наукової новизни, теоретичним і практичним значенням результатів, кількістю наукових публікацій відповідає вимогам пункту 6 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 року № 44 (зі змінами) та вимогам до оформлення дисертацій, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року №40 (зі змінами).

Дисертація Щербачова Вадима Родіоновича є завершеною науковою працею в межах поставлених завдань та вирішує важливе наукове завдання яке полягає в розробці нового підходу до обґрунтування вибору ефективних параметрів режиму завантаження доменної печі з урахуванням характеристик пластичної зони.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

Виконано наукове обґрунтування використання інформації о параметрах пластичної зони в доменній печі для вибору характеристик режиму завантаження багатокомпонентної шихти, включаючи програму розподілу порцій та параметри їх формування, які забезпечують раціональний розподіл компонентів шихти по радіусу колошника.

1. Вперше для визначення параметрів пластичної зони в доменній печі застосовано підхід, який заснований на комплексному використанні інформації про розподіл температур газового потоку над поверхнею засипу шихти (або температур поверхні засипу) та математичних моделей процесу завантаження доменної печі, температурно – відновлювальної обробки

шихти з утворенням розплавів та моделі поверхні плавлення, що дозволило розробити новий метод визначення параметрів пластичної зони у доменній печі. На відміну від відомих методів запропонований враховує розподіл компонентів шихти по кільцевим зонам колошника, відмінності складу сумішей компонентів у різних зонах колошника та обумовлену цим різницю температурних умов агрегатних перетворень по перерізу печі. Адекватність запропонованого методу підтверджена виконаними аналітичними дослідженнями, в результаті яких встановлені (виявлені) зв'язки параметрів пластичної зони, розрахованих на основі запропонованого методу, з основними технологічними параметрами процесу плавки.

2. Вперше встановлені зв'язки рудного навантаження в кільцевих зонах колошника доменної печі з координатами положення точок лінії плавлення у цих зонах та показано, що залежність цих параметрів може бути представлена степеневою функцією. Встановлено, що зміна рудного навантаження на одну й ту ж величину у різних зонах доменної печі може обумовлювати зміщення лінії плавлення, яке відрізняється у 3 – 5 рази: для заданої зміни вертикальної координати лінії плавлення в осьовій та приосьовій зонах потрібна, як правило, значно менша зміна рудного навантаження, ніж у проміжній та периферійній зонах.

3. Вперше встановлені особливості зміни координат лінії плавлення при зміні рудного навантаження в різних кільцевих зонах колошника при роботі доменної печі з використанням пиловугільного палива – зміна координати лінії плавлення на одиницю зміни рудного навантаження в осьовій та приосьовій зонах в 1,7, а у проміжній та периферійній зонах – в 2,2 рази менше, ніж при роботі доменної печі без використання пиловугільного палива.

4. Вперше встановлені зв'язки величини вмісту залізовмісних компонентів шихти в кільцевих зонах печі з параметрами пластичної зони. Показано, що величина температурного інтервалу пластичної зони у будь якій кільцевій зоні печі прямо пропорційна співвідношенню кількості окатишів та агломерату у даній кільцевій зоні. Встановлено, що зміна співвідношення кількості окатишів та агломерату у кільцевій зоні печі на 0,1 обумовлює в ній зміну температурного інтервалу пластичної зони на 5 – 7 °С.

5. Для підвищення ефективності плавки запропоновано та обґрунтовано новий підхід до вибору характеристик режиму завантаження багатокомпонентної шихти, оснований на формуванні раціональних параметрів пластичної зони шляхом корегування розподілу рудних навантажень та компонентів залізородної частини шихти в об'ємі печі.

Ці розробки можуть бути використані у технологічній практиці для вибору характеристик режиму завантаження багатокomпонентної шихти, включаючи програму розподілу порцій та параметри їх формування, які забезпечують раціональний розподіл компонентів шихти по радіусу колошника для підвищення ефективності доменної плавки.

Для корегування та досягнення раціональних геометричних параметрів зони розм'якшення – плавлення без корегування розподілу рудного навантаження запропоноване використання зміни співвідношення основних залізovмісних компонентів – агломерату та окатишів у кільцевих зонах колошника.

Для доменних печей з різними структурами систем завантаження отримані формули для визначення уставки розташування дози компонента в об'ємі порції при заданих вмісті компонента у кільцевій зоні та вмісті його у шихті. Визначена уставка може використовуватися у якості управляючого параметру для регулювання розподілу конкретного компонента змішаної залізорудної порції та направленою формування складу сумішей шихтових матеріалів у різних зонах колошника.

Практичне значення для корегування положення лінії плавлення має встановлена різниця її зміщення у різних зонах доменної печі, яке при зміні рудного навантаження на одну й ту ж величину, може відрізнятися у 3 – 5 рази: для заданої зміни вертикальної координати лінії плавлення в осьовій та приосьовій зонах потрібна, як правило, значно менша зміна рудного навантаження, ніж у проміжній та периферійній зонах, що повинно враховуватися технологом при зміні параметрів режиму завантаження.

Для застосування запропонованого способу визначення та корегування параметрів пластичної зони у сучасних технологічних умовах встановлені особливості зміни координат лінії плавлення при роботі доменної печі з використанням пиловугільного палива - зміна координати лінії плавлення на одиницю зміни рудного навантаження в осьовій та приосьовій зонах в 1,7, а у проміжній та периферійній зонах – в 2,2 рази менше, ніж при роботі доменної печі без пиловугільного палива.

Розроблені методи є складовими інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень по управлінню доменною плавкою та експертної системи вибору оптимального складу шихти, які розроблені в ІЧМ НАНУ.

Розроблені методи можуть бути реалізовані у складі АСУ ТП доменних печей, оснащених системами контролю температури газового потоку та поверхні засипу шихти на колошнику.

Здобувач має 17 наукових публікацій: з них 5 статей у фахових виданнях, що відповідають переліку ДАК МОН України; 2 публікації в закордонних фахових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних

Scopus та WoS, 7 тез доповідей на Міжнародних та Всеукраїнських науково-практичних конференціях.

1. Increasing the Energy Efficiency of Blast-Furnace Smelting by Choosing Rational Parameters for Loading a Multicomponent Charge / Muraviova I.G., Ivancha N.G., Vishniakov V.I., Shcherbachov V.R., Ermolina K.P. // Проблемы региональной энергетики. – 2022. – N2 (54). – P. 53-62. DOI: 7 <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2022.2-54.05>
2. Improvement of the Burden Column Structure by Controlling the Multicomponent Burden Loading Mode into the Blast Furnace / Ivancha N.G., Murav'yova I.G., Vishnyakov V.I., Shcherbachov V.R., Ermolina E.P.// PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE (Moldova). – 2023. – V.2 (58). – P. 138-149. DOI: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2022.2-54.05>, <https://journal.ie.asm.md/ru/contents/electronni-jurnal-258-2023>
3. Метод визначення положення і форми пластичної зони доменної печі з використанням показників розподілу температури газового потоку / Muravyova I.H., Ivancha M.H., Shcherbachov V.R., Vishnyakov V.I., Ermolina K.P., Biloshapka O.O., Khodotova N.Ye. // Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. – 2022. – № 36. – P. 95-107. [https://jrn.isi.gov.ua/wp-content/uploads/2023/02/sb36\\_2022.pdf?](https://jrn.isi.gov.ua/wp-content/uploads/2023/02/sb36_2022.pdf?), DOI: <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2022-36-95-108>
4. Удосконалення технологічних вимог до розподілу шихтових матеріалів та газового потоку при роботі доменних печей з низьким вмістом кремнію у чавуні та оцінка можливості їх реалізації на сучасних доменних печах / Ivancha M.H., Nesterov O.S., Muravyova I.H., Garmash L.I., Vishnyakov V.I., Shcherbachov V.R., Ermolina K.P. // Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. – 2023. – № 37. – P. 76-103. [https://jrn.isi.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/Sb2023\\_37-2.pdf?](https://jrn.isi.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/Sb2023_37-2.pdf?), DOI: <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2023-37-76-104>
5. Узагальнення результатів досліджень впливу збільшення вмісту водню в дутті та його розподілу по радіусу доменної печі на технологічний режим доменної плавки / Muravyova I.H., Chaika O.L., Ivancha M.H., Kornilov B.V., Merkulov O.Ye., Nesterov O.S., Garmash L.I., Vishnyakov V.I., Shcherbachov V.R., Ermolina K.P. // Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії. – 2024. – № 38. – P. 59-102. [https://jrn.isi.gov.ua/sb/sb38/Sb2024\\_38.pdf?](https://jrn.isi.gov.ua/sb/sb38/Sb2024_38.pdf?), DOI: <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2024-38-59-102>
6. Удосконалення методів розрахунку розподілу компонентів шихти в об'ємі доменної печі / Ivancha M.H., Vishnyakov V.I., Muravyova I.H., Biloshapka O.O., Shcherbachov V.R., Ermolina K.P. // Теорія і практика металургії. – 2025. – № 2. <https://nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1505>

7. Методи розрахунку та математичні моделі розподілу шихтових матеріалів на колошнику доменної печі, що застосовуються у технологічній та дослідній практиці / Ivancha M.H., Vishnyakov V.I., Muravyova I.H., Garmash L.I., Shcherbachov V.R., Biloshapka O.O., Ermolina K.P. // Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету – 2026
8. Метод визначення положення і форми пластичної зони доменної печі з урахуванням показників розподілу температур газового потоку по радіусу колошника / Muravyova I.G., Ivancha M.G., Shcherbachov V.R., Vishnyakov V.I. // XIX Міжнародна науково-практична конференція «Литво. Металургія 2023». – Харків, НТУ «ХПІ», 2023 р. <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/a95db2dd-b6ab-40e4-8115-98daf58d2d33>
9. Комплексна математична модель процесу завантаження багатокомпонентної шихти в доменну піч / Ivancha M.G., Vishnyakov V.I., Muravyova I.G., Shcherbachov V.R. // Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні 2024». – Дніпро, Інститут промислових та бізнес технологій Українського державного університету науки і технологій. <https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/itmm/article/view/1768>
10. Експертна система вибору оптимального складу багатокомпонентної шихти на основі закономірностей фізико-хімічних перетворень з урахуванням розподілу компонентів в доменній печі / Muravyova I.G., Togobytska D.M., Byelkova A.I., Ivancha M.G., Vishnyakov V.I., Stepanenko D.A., Shcherbachov V.R. // XX Міжнародна науково-практична конференція «Литво. Металургія. 2024». – Харків, НТУ «ХПІ», 2024 р. <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/98cbea2e-ee53-43a5-b2bd-f8d2b9b471a5>
11. Аналіз відомих методів визначення форми та положення пластичної зони в доменній печі / Muravyova I.G., Ivancha M.G., Vishnyakov V.I., Shcherbachov V.R. // XX Міжнародна науково-практична конференція «Литво. Металургія. 2024». – Харків, НТУ «ХПІ», 2023 р.
12. Технологія завантаження багатокомпонентної шихти в сучасні доменні печі з безконусними завантажувальними пристроями / Ivancha M.G., Muravyova I.G., Vishnyakov V.I., Shcherbachov V.R., Ermolina K.P. // Міжнародна науково-технічна конференція «Розвиток промисловості та суспільства», 2024 р. – Кривий Ріг, Криворізький національний університет. <https://www.knu.edu.ua/konferencii/mizhnarodna-naukovo-tehnichna-konferenciya-rozvytok-promyslovosti-ta-suspil-stva-2024-r>

У дискусії взяли участь голова разової спеціалізованої вченої ради, рецензенти та офіційні опоненти, які висловили наступні зауваження:

**Дар'я КАССІМ** - доктор технічних наук, професор, в.о. завідувача кафедри металургійних технологій Державного університету економіки і технологій, м. Кривий Ріг надала позитивний відгук із зауваженнями:

1. У роботі не зроблено досить впевненого висновку про можливість використання запропонованих методів та не визначені особливості їх застосування на доменних печах з конусними завантажувальними пристроями.
2. У роботі запропоновано метод визначення параметрів пластичної зони на основі температур газового потоку над поверхнею засипу шихти. Доцільно було б більш детально розглянути питання точності такого підходу та впливу можливих похибок вимірювань температури на результати розрахунків.
3. При розробці критерію оцінки форми та положення пластичної зони бажано було б навести більш детальний аналіз його чутливості до змін основних технологічних параметрів доменної плавки.
4. У п'ятому розділі розглянуто корегування параметрів режиму завантаження шихти. Разом з тим доцільно було б більш детально описати алгоритм практичного використання запропонованого підходу у складі автоматизованих систем управління доменною піччю.

**Геннадій КРЯЧКО** - кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії чорних металів ім. проф. В.І. Логінова Дніпровського державного технічного університету, м. Кам'янське надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. У роботі недостатньо розкритий вплив різних видів паливних добавок у дутті на формування пластичної зони в доменній печі. Це дозволило б краще зрозуміти обмеження та межі застосування запропонованого підходу.
2. Бажано розширити порівняння отриманих результатів із існуючими методами та даними інших авторів. Такий аналіз підкреслить новизну дисертаційного дослідження та дозволить більш обґрунтовано оцінити практичну значущість запропонованих рішень.
3. Автор використовує поняття «раціональна форма пластичної зони», проте варто було б чіткіше сформулювати кількісні критерії цієї раціональності.
4. У роботі бажано було б деталізувати діапазони впливу запропонованих методів управління характеристиками пластичної зони шляхом зміни параметрів режиму завантаження.

**Валерій ІВАЩЕНКО** - доктор технічних наук, професор, заступник директора ННІ «Дніпровський металургійний інститут» Українського державного університету науки і технологій надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Незрозуміло, чи можуть бути застосовані запропоновані в роботі методи на доменних печах, оснащених не термозондами, а термовізіонними та іншими засобами вимірювання температур газового потоку над поверхнею засипу.
2. Встановлено зв'язки значень вертикальних координат точок перетину середніх ліній кільцевих зон з лініями розм'якшення та плавлення та значень відношення кількості окатишів і агломерату у цих зонах. Як ці відношення рекомендується застосовувати для корегування геометричних розмірів пластичної зони?
3. У рекомендації доцільності використання зміни розподілу добавок по радіусу колошника, як додаткового керуючого впливу, відсутні технологічні обмеження, накладені на розподіл добавок по радіусу колошника.

**Володимир БОЧКА** - доктор технічних наук, проф., професор кафедри металургії чавуну і сталі ННІ «Дніпровський металургійний інститут» Українського державного університету науки і технологій надав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Відсутня характеристика доменної печі, для якої виконані дослідження, та завантажувального пристрою.
2. Яким чином критерій оцінки форми та положення пластичної зони, оснащеної термобалками, використовується для оцінки раціональності форми та положення пластичної зони?
3. Не зрозуміло, як враховується процес утворення сумішей цих матеріалів, а також коксу, конвертерного шлаку та ін.?
4. Як можна регулювати розподіл матеріалів шляхом уставки розташування дози цього компоненту на конвеєрі або в скіпі?
5. Стосовно розробленого способу коригування характеристик режиму завантаження шихти, який формує раціональні параметри пластичної зони в печі, слід зауважити відсутність пояснення таких термінів, як: раціональні параметри пластичної зони в печі, раціональний розподіл шихти та ін.
6. Доцільним було би навести приклади раціональної пластичної зони, розподілу шихти, а також техніко-економічні показники роботи печі з цими параметрами й запропоновані режими завантаження.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада PhD12812 Українського державного університету науки і технологій м. Дніпро, присуджує Щербачову Вадиму Родіоновичу ступінь доктора філософії з галузі знань 13 - Механічна інженерія за спеціальністю 136 - Металургія.

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої  
вченої ради PhD12812



Людмила КАМКІНА