

**Рішення спеціалізованої вченої ради  
про присудження ступеня доктора філософії**

Спеціалізована вчена рада ДФ 08.084.022 Українського державного університету науки і технологій Міністерства освіти і науки України (м. Дніпро) прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія, на підставі прилюдного захисту дисертації на тему: «Розробка енергозберігаючої технології обробки металу на установці «ківш-піч» при використанні графітованого порожнистого електрода» за спеціальністю 136 – Металургія, Рубаном Володимиром Олександровичем 29 січня 2024 року.

Рубан Володимир Олександрович, 1996 року народження, громадянин України, навчався в Національній металургійній академії України з 2013 року, закінчив магістратуру у 2019 році. З 01.11.2019 по 30.09.2023 навчався в аспірантурі на кафедрі металургії чавуну і сталі Українського державного університету наук і технологій (до 2021 р. Національна металургійна академія України) за спеціальністю 136 – Металургія. Працює асистентом на кафедрі металургії чавуну і сталі Українського державного університету наук і технологій.

Дисертацію виконано в Українському державному університеті науки і технологій.

Науковий керівник Стоянов Олександр Миколайович, кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії чавуну і сталі Українського державного університету наук і технологій.

Основні наукові результати дисертації опубліковані здобувачем у 23 друкованих працях, в тому числі: 2 статті в журналах, що індексуються у базі даних Scopus на англійській мові; 3 статті у фахових виданнях; 1 патент на корисну модель; 16 тез доповідей на міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференціях, три з яких за кордоном.

Публікації у виданнях, що включені до міжнародних науково-метричних баз даних (Scopus):

1. Ruban, V. Determining changes in the temperature field of a graphitized hollow electrode during metal processing periods in ladle-furnace / V. Ruban, O. Stoianov, K. Niziaiev, Y. Synehin // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – №2. – P. 109–115. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.230002>

2. Ruban, V. Investigating cavity formation in an electric arc zone during out-of-furnace processing of steel / V. Ruban, O. Stoianov, K. Niziaiev, Y. Synehin, S. Zhuravlova, K. Malii // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – № 4/1. – P. 134–142. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284884>

Публікації у наукових фахових виданнях України:

3. Рубан, В.О. Термодинаміка процесів дисоціації та відновлення оксидів металів в зоні горіння дуги при обробці на установці «ківш-піч» / В.О. Рубан, О.М. Стоянов // Теорія і практика металургії. – 2022. – №5. – С. 57 – 62. doi: <https://doi.org/10.34185/tpm.5.2022.08>

4. Рубан, В.О. Аналітичні дослідження технології рафінування і легування металу на установці «ківш-піч» / В.О. Рубан, О.М. Стоянов // Теорія і практика металургії. – 2022. – №6. – С. 19–24. doi: <https://doi.org/10.34185/tpm.6.2022.04>

5. Ruban, V.O. The investigation of the thermal performance of the graphitized hollow electrode in the «ladle-furnace» with the supply of neutral gas / V.O. Ruban, O.M. Stoianov // Metal and casting of Ukraine. – 2023 – №2 – P. 18–26. Doi: <https://doi.org/10.15407/steelcast2023.02.018>

Патенти:

6. Пат. На корисну модель. Україна. МКИ В22D 41/015 С21С 7/0 . Спосіб обробки рідкого металу в агрегаті ківш-піч / Рубан В.О., Стоянов О.М., Нізяєв К.Г., Синегін Є.В. – № 147183; Заявл. 28.09.2020; Опубл. 21.04.2021. Бюл. № 16. – 3 с.

В дискусії прийняли участь голова, члени разової спеціалізованої вченої ради та інші фахівці:

1. Камкіна Людмила Володимирівна, доктор технічних наук, професор, декан факультету металургійних процесів та хімічних технологій Українського державного університету науки і технологій:

- Не зрозуміло чи матимуть позитивний економічний ефект впровадження у виробництво запропонованої технології.

- Досліджували лише вдування аргону каналом графітованого порожнистого електрода, чи можливо інші гази або їх якісь суміші?

- Автором не оцінено зміну інтенсивності випаровування заліза з поверхні лунки металу внаслідок вдування аргону та інших газів у піделектродну зону.

- Варто було б дослідити умови горіння дуги при вдуванні аргону та інших газів і їх сумішей осьовим каналом графітованого електроду.

2. Сігарьов Євген Миколайович доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри металургії чорних металів ім. професора В.І. Логінова Дніпровського державного технічного університету:

- На підставі яких міркувань, за умов використання методики «холодного» моделювання (с. 68, с. 76 перший абз.) із формуванням виключно газового струменя стверджується, що вперше досліджений сумісний вплив на поверхню ковшової ванни електричної дуги та потоку газу ? Потребує додаткових пояснень яким чином при «холодному» моделюванні може бути враховано температурний фактор, нестационарність дуги, зміна концентрації порошків-добавок у газі-носії та їх вплив на формування властивостей шлаку, розташування електричних дуг по відношенню до донних пробок та т. ін. згідно з пропозиціями автора?

- При горінні електрична дуга постійно переміщується по поверхні торця електродів, при цьому місце її прив'язки до поверхні ванни змінюється, а з переміщенням дуги на тверді куски присаджених сипучих матеріалів змінюється й стабільність горіння та умови теплообміну з розплавом. Як впливає вдування газу у рекомендованих автором витратах на стабільність дуги та  $\cos\phi$  за вказаних вище умов роботи останньої ? В анотації дисертаційної роботи (с. 4, другий абзац) задекларовано зменшення питомого опору електроду, що у свою чергу «покращує умови горіння дуги». Потребує уточнення механізм впливу питомого опору електроду на умови формування та горіння дуги.

- Під час нагрівання розплаву на УКП забезпечується продування ванни аргонном з витратою 30-150 л/хв крізь донні блоки, що призводить до формування на поверхні металевої ванни «вікон», вільних від шлаку (діаметром від 200 до 1000 мм), які займають визначену частину площі поверхні ванни. Визначення умов спливання пазирів з металевої ванни у шлак «без розриву шлакового шару» (с. 71-73) при «холодному» моделюванні виконано без врахування подачі газу знизу. Який ступінь достовірності отриманих даних для

перенесення на промисловий агрегат з врахуванням інтенсивного перемішування ковшової ванни?

- Потребує додаткових пояснень характер впливу товщини шару шлаку на глибину лунки (рис. 2.8, с.77), у тому числі за відсутності врахування у запропонованих автором моделях (2.11, 2.12 с. 76) змін властивостей шлаку (утворення «коржів», розрідження тощо) при обробці металу у промисловому агрегаті. При цьому враховуючи необхідність зміни положення торця електроду при зміні товщини шару шлаку (с. 112) та відповідною зміною глибини лунки, утвореної електричною дугою.

- У локальних об'ємах в зоні впливу електричних дуг метал може бути перегрітим по відношенню до об'єму металевої ванни на 3000С. Який, на думку автора, ступінь впливу газу, що вдувають крізь канал в електроді у визначених діапазонах його витрат 0,05-0,16 м<sup>3</sup>/хв. (висновки, п.10-12, с. 120) на градієнт температур в тілі електроду та поверхнях реакційних зон у періоди нагріву металу з врахуванням висновку (с. 108, абзац 3) стосовно відсутності суттєвого впливу витрат газу на температурне поле ГПЕ?

- Як відомо з практики використання УКП легуючі добавки та модифікатори сталі вводять у гідродинамічно активні зони ковшової ванни з метою максимізації їх засвоєння. Яким чином враховані дані вимоги у пропозиціях автора стосовно введення порошкоподібних оксидів металів у потоці газу крізь канал електроду та які раціональні питомі витрати останніх?

- На графіках (рис. 4.1, с. 99, рис. 4.6, с. 105, рис. 4.7, с. 106, рис. 4.9, с. 110) відсутні відповідні позначення кривих, що ускладнює аналіз наведених залежностей та оцінку їх відповідності висновкам.

- Окремі пункти загальних висновків носять характер філософських та суперечливих. Наприклад, «... отримані дані градієнту температур поверхні ГПЕ та його внутрішньої частини, які свідчать про досить складний характер формування зон нагріву і охолодження...». «... подача нейтрального газу каналом графітованого порожнистого електрода з витратами 3 м<sup>3</sup>/год зміщує високотемпературну зону до периферії, що сприяє більш рівномірному розповсюдженню температури його об'ємом».

- Окремі формулювання у тексті дисертації сприймаються неоднозначно. Наприклад, твердження автора про те, що «Отримані дані дають змогу: знизити процес окислення графітованого електрода шляхом екранування інертним газом...» виглядає у певній мірі дискусійним із врахуванням спроможності «даних впливати на процеси окислення» з одного боку, і можливостей екранування торця електроду обсягами інертного газу, які рекомендовані у висновках з іншого із врахуванням діапазону температур дуги 3000-7000 °С. Назва та розділу 2 «Створення обладнання ...», підрозділу 2.1 «Підготовка до фізичного моделювання ...» не у повній мірі відповідає очікуванням в умовах застосування автором стандартних методик, моделей ковша та фурми, що моделює графітований порожнистий електрод.

- У переліку посилань є повторення. Наприклад джерела №126 та №133.

3. Піптюк Віталій Петрович кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу фізико-технічних проблем металургії сталі Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України:

- У розділах «Список публікацій», «Особистий внесок автора» та «Апробація результатів роботи» здобувача вказано 23 роботи, з яких лише дві (1 і 15 з першого розділу) наведені у «Переліку посилань». Треба пояснити, чому саме зроблений такий вибір і чому не перелічені всі публікації?

- У «Вступі» (стор.17, абзац 3) стверджується що «вдування газу каналом порожнистого електрода призводить до зміни геометричних параметрів лунки металу...», хоча це є предметом дослідження. На стор.28 (у 1-ому абзаці) не зовсім коректно вказано, що при «збільшенні товщини шлакового шару частина електричного струму замикає електроди через шлак замість того, щоб проходити через електричні дуги та рідкий метал». Необхідно пояснити, як замикається електричний струм у шлаку.

- На стор.35 (останній абзац) зроблено не коректне посилання на публікації [29,30] з затвердженням, що в них не було враховано конструктивне розташування донного продувального блоку і режими продування аргоном при його різних витратах.

- Рис.1.6 на стор.47 потребує наведення позначень.
- Потребує пояснення яким чином здійснено перехід від прийнятих умов експерименту до промислових умов з ківшом ємністю 250т і врахуванням наведених на рис.2.7 та 2.8 (стор.77 та 78 відповідно) даних стосовно залежності площі і глибини лунки від витрат газу та висоти шару шлаку, а також раціональних параметрів.

- Наведене на стор.108 затвердження, що «Зміна витрати газу та його типу не буде суттєво впливати на температурне поле ГПЕ, оскільки за умов обробки низька витрата будь-якого газу буде забезпечувати стійкий ламінарний режим його руху. Це забезпечить майже незмінну величину коефіцієнта конвекційної тепловіддачі» не аргументоване і потребує пояснення.

- Необхідно було б конкретизувати температурні умови в каналі електрода, які дозволяють розраховувати нагрів сипких матеріалів різного складу та властивостей, що рухаються каналом ГПЕ (стор.108, абзац 4).

- Потребує пояснення, з яких міркувань в п.3 «Наукові результати» вказана доля теплоти що передається металу випромінюванням - 86,89%, а не 92,75%, яка наведена на рис. 4.10 при визначених витратах газу та як можна пояснити, що для висоти шлакового покриву 200 мм і витратах газу 6–10 м<sup>3</sup>/год, частина теплоти, яка передається металу склала відповідно – 8,98–13,01 %, хоча на вказаному рисунку фігурує значення 13,11%.

- У рукопису дисертації зустрічаються орфографічні та стилістичні помилки, які безпосередньо передані здобувачу.

4. Мамешин Валерій Сергійович кандидат технічних наук, доцент кафедри металургії чавуну і сталі Українського державного університету науки і технологій:

- В анотації дисертаційної роботи на стор. 4 стверджується, що «Визначено діапазон температур, за яких бере початок процес дисоціації та відновлення (при використанні у якості відновника вуглецю) обраних оксидів металів». Однак, з тексту не зрозуміло який саме вуглець виступає відновником?

- Не зрозуміло як вплине використання різних типів газів та їх сумішей на геометрію лунки і теплопередачу.

- Дисертантом не досліджено питання хвилеутворення на поверхні лунки металу в піделектродній зоні за рахунок комплексного впливу електричної дуги та газового струменю який подається каналом графітованого порожнистого електрода.

- У розділі 4.2 (стор. 105–106 рис. 4.6–4.7) автор наводить результати чисельного моделювання зміни температурних показників графітованого порожнистого електрода у вигляді графіків. Для інженерних та наукових розрахунків корисніше було б представити отримані залежності у формі математичних рівнянь.

5. Петренко Віталій Олександрович доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інтелектуальної власності та управління проектами Українського державного університету науки і технологій:

- Було б доцільно провести оцінку можливості мікролегування та модифікування сталі порошковими реагентами, що інжектуються у сталь каналом порожнистого електрода. А саме оцінити можливе їх засвоєння металом на етапах проникнення у металеву фазу, та їх угар.

- Для підтвердження результатів комп'ютерного та фізичного моделювання було б доцільно провести напівпромислові або промислові випробування запропонованої технології.

- Для полегшення сприйняття рисунка 4.1 – «Зміна енергії Гіббса реакцій дисоціації металевих оксидів в залежності від температури», який приведено на стор. 99, доцільніше було б додати опис кривих на самому графіку.

Результати відкритого (онлайн) голосування:

«За» 5 членів ради

«Проти» — членів ради

1. Дисертація Рубана Володимира Олександровича «Розробка енергозберігаючої технології обробки металу на установці «ківш-піч» при використанні графітованого порожнистого електрода», що подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 136 — «Металургія», є завершеним науково-прикладним дослідженням, виконаним на високому науковому рівні та відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки

України №40 від 12 січня 2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» (zareєстрована в Міністерстві юстиції України 03 лютого 2017 за №155/30023), а також відповідає вимогам, передбаченим пунктам «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 №44 від 12 січня 2022 р.).

2. На підставі результатів відкритого (онлайн) голосування, спеціалізована разова вчена рада ДФ 08.084.022 присуджує Рубану Володимирі Олександровичу ступінь доктора філософії з галузі знань 13 – Механічна інженерія, за спеціальністю 136 – «Металургія».

Голова спеціалізованої вченої ради

Людмила КАМКІНА

Підпис *Людмила Камкіна*  
засвідчую  
В.С. Шифрін

