

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, провідного наукового співробітника відділу Фізико-хімічних досліджень матеріалів Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України Костіна Валерія Анатолійовича на дисертаційну роботу Олійника Едуарда Вадимовича на тему: **«Особливості формування структури та властивостей прокату підвищеної деформівності з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей для виготовлення зварювального дроту»** представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство», галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

Актуальність обраної теми

Дисертаційна робота Олійника Е. В. присвячена дослідженню процесів структуроутворення при виробництві бунтового прокату з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей та удосконаленню технології їх знеміцнювального термомеханічного оброблення (ТМО) для забезпечення комплексу механічних властивостей зварювальних дротів та матеріалів.

Сучасний розвиток вітчизняного промислового комплексу вимагає радикального підвищення гнучкості та економічної ефективності металургійного виробництва. Задоволення потреб ринку у високоякісному сталевому прокаті розширеного марочного асортименту можливе лише за умови впровадження науково обґрунтованих, ресурсозберігаючих технологічних процесів. Вони мають базуватися на наскрізному математичному моделюванні, прецизійних системах автоматизованого керування та глибокому розумінні фундаментальних закономірностей структурної еволюції й фазових перетворень металу на всіх етапах термомеханічного оброблення.

У сучасному виробництві електродуговий метод зварювання залишається домінуючим серед понад 70 відомих способів з'єднання матеріалів. Водночас критично важливого значення набувають технології автоматизованого наплавлення для реновації зношених деталей, а також прогресивні методи адитивного виробництва великогабаритних виробів складної конфігурації (зокрема, технологія дротяно-дугового адитивного виробництва *WAAM*). Базовим елементом, що інтегрує ці високотехнологічні процеси та визначає експлуатаційну надійність зварних з'єднань і наплавлених шарів, є зварювальний дріт. Його промислове виготовлення традиційно реалізують шляхом багатопрохідного холодного пластичного деформування (волочіння) бунтового прокату, який виступає в ролі первинної металургійної заготовки.

Для зварювання та наплавлення відповідальних елементів теплостійкого й жароміцного обладнання в енергетичному, нафтохімічному та транспортному машинобудуванні критично необхідним є застосування легованого дроту з низьковуглецевих хромомолібденованадієвих сталей (типу Cr-Mo-V, зокрема Св-08ХГСМФА та їх модифікацій). Цей клас матеріалів також є незамінним для відновлення геометричних параметрів та підвищення триботехнічних властивостей елементів колісно-рейкової пари залізничного рухомого складу.

Головна технологічна суперечність виробництва такого дроту полягає у схильності Cr-Mo-V сталей до гартування на повітрі та формування гетерогенних мартенситно-бейнітних структур з високою матричною міцністю і низькою деформованістю. Традиційні схеми вимагають тривалого й енергоємного проміжного пом'якшувального відпалу дротяної заготовки для запобігання передчасного крихкого руйнування металу при волочінні. Створення технології знеміцнювального ТМО бунтового прокату безпосередньо в потоці прокатного стана є важливою, але досі невирішеною науково-технічною задачею.

Додаткової гостроти проблемі додає геополітичний та економічний фактор: наразі в Україні високопластичний бунтовий прокат із Cr-Mo-V сталей для зварювального призначення не виробляється. Національні підприємства стратегічних галузей змушені повністю покладатися на імпорт бунтового прокату та готового зварювального дроту з таких сталей, що створює ризики для технологічної безпеки держави.

Тож дисертаційна робота Олійника Е. В. саме присвячена вирішенню цієї актуальної проблеми. Необхідність науково обґрунтованого та технологічно можливого впровадження режимів контрольованого термічного та термомеханічного оброблення, які забезпечують формування феритно-перлітної або феритно-бейнітної структури з високим запасом пластичності безпосередньо в потоці сучасних технологічних ліній дозволить реалізувати пряме безвідпальне волочіння дроту до кінцевих розмірів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана відповідно до основних наукових напрямів досліджень відділу термічної обробки металу для машинобудування Інституту чорної металургії ім. З. І. Некрасова Національної академії наук України в рамках держбюджетної фундаментальної НДР Національної академії наук України «Встановлення особливостей формування структурного стану та властивостей бунтового прокату з легованих Cr-Mo-V сталей для підвищення його деформованості при виробництві зварювальних матеріалів» (державний реєстраційний номер 0125U000021, строки виконання 2025–2027 рр.), у якій здобувач приймає безпосередню участь на всіх етапах згідно з календарним планом.

Метою роботи є встановлення закономірностей процесу структуроутворення та формування комплексу механічних властивостей бунтового прокату підвищеної деформівності з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення під час знеміцнювального термомеханічного оброблення.

Загальна характеристика змісту дисертації

У вступі автором обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, визначено задачі досліджень, відзначені наукова

новизна та практичне застосування отриманих результатів із наведенням особистого внеску автора.

У першому розділі показана перспективність застосування знеміцнювального ТМО та проведений аналіз сучасних способів виробництва та вимог до бунтового прокату з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей і виготовленого з нього зварювального дроту. Показано еволюцію схем ТМО бунтового прокату, проаналізовано відновлювальні процеси, що відбуваються у гарячедеформованому аустеніті та наведено шляхи їх застосування у технології виготовлення металовиробів. Проведено аналіз нормативних вимог до бунтового прокату та дроту з Cr-Mo-V сталей зварювального призначення.

На основі проведеного аналізу доведена можливість та перспективність застосування знеміцнювального ТМО бунтового прокату з низьковуглецевих сталей в потоці сучасних технологічних ліній.

На основі проведеного аналізу визначені основні напрямки роботи, сформульована мета та завдання досліджень.

В другому розділі приведено матеріали та методики досліджень. У роботі використано сучасні методи досліджень структури та властивостей сталей. Застосовано методи металографічного аналізу – оптична (Zeiss Axiovert 200M MAT, Німеччина) та растрова електронна мікроскопія (Jeol JAMP-9500F, Японія), методи дослідження фазових і структурних перетворень (система імітації термодетонаційного стану металів Gleeble 3800, США), методи визначення складу структурних складових (оже-мікрозонд Jeol JAMP-9500F, Японія) та енергодисперсійний спектрометр INCA Penta FETx3, Великобританія).

Механічні властивості визначались на розривних машинах P-20M2 (Україна), Instron TTDM-5004 (США), Amsler 1033 (Німеччина); загальна твердість визначалась на твердомірі ZwickRoell DuraScan 10 Lite (Німеччина); локальна твердість структурних складових на мікротвердомірах Leeb LHSV-1000Z (КНР) та FALCON 400G2O3 (Нідерланди).

У третьому розділі досліджено закономірності кінетики перетворень аустеніту та особливості процесів структуроутворення під час охолодження сталі CrMoV1Si.

Автором встановлено, що в досліджуваній сталі реалізуються різні механізми розпаду метастабільного аустеніту залежно від швидкості безперервного охолодження. Охолодження зі швидкостями вище 65 °C/c – за зсувним механізмом з утворенням атермічного мартенситу; у інтервалі 65–7,1 °C/c – за зсувно-проміжним або проміжним механізмами з утворенням бейнітно-мартенситної або бейнітної структури; у інтервалі 7,1–1,1 °C/c – за проміжним механізмом з утворенням бейніту, фериту та перліту та незначної кількості високотвердого мартенситу (до 1 % об.); у інтервалі 1,1–0,05 °C/c реалізується складний дифузійно-проміжно-зсувний механізм, який обумовлює формування багатозфазної структури фериту, перліту, бейніту та високотвердого мартенситу в різних співвідношеннях.

Встановлено утворення високовуглецевого мартенситу з високою твердістю (722–897 HV_{0,02}) під час уповільненого безперервного охолодження

низьковуглецевої Cr-Mo-V сталі. Концентрація вуглецю в мартенситі може перевищувати 1 % ваг. Експериментальними даними автора підтверджено, що така еволюція мікроструктури досліджуваної сталі обумовлена дифузійним перерозподілом вуглецю, марганцю та кремнію між α та γ фазами.

Такі експериментальні результати було підтверджено розрахунками величини термодинамічної сили для дифузії вуглецю, кінетичних коефіцієнтів та потоків термодинамічної системи, які описують кінетику формування структури досліджуваної сталі у процесі охолодження.

На підставі узагальнення результатів проведених експериментальних і теоретичних досліджень запропоновано механізм формування ділянок високовуглецевого мартенситу в бунтовому прокаті.

Внаслідок того, що зменшення швидкості охолодження прокату на завершальній стадії ТМО нижче певного рівня не є доцільним з точки зору мінімізації кількості твердих фаз, то це у подальшому було використано для розроблення науково обґрунтованої технології знеміцнювального ТМО бунтового прокату з низьковуглецевих легованих сталей

У четвертому розділі досліджено вплив температурно-деформаційних параметрів ТМО на структуру та механічні властивості сталі CrMoV1Si.

За результатами мікроструктурного аналізу досліджено еволюцію структури сталі після різних ступенів деформації і температур деформування з подальшим охолодженням у спокійному повітрі до кімнатної температури. Автором запропоновано механізми реалізації структурних перетворень у гарячедеформованому металі та пояснено їх вплив на механічні властивості досліджуваної сталі після ТМО.

Визначено оптимальний температурний діапазон (1050–1100 °C) закінчення гарячого деформування прокату зі низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення для отримання максимального знеміцнювання металу. Запропоновано науково обґрунтований режим диференційованого повітряного охолодження бунтового прокату зі сталі CrMoV1Si на завершальному етапі ТМО.

У п'ятому розділі на підставі отриманих результатів запропоновано шляхи вдосконалення промислової технології виготовлення та перероблення бунтового прокату з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення.

Автором запропоновано удосконалений режим ТМО бунтового прокату з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення: завершення гарячого деформування у чистовому прокатному блоці за температури 1050 °C; водяне охолодження в інтервалі 1050–950 °C; прискорене повітряне охолодження на першому етапі в інтервалі 950–850 °C зі швидкістю 10 °C/c; уповільнене повітряне охолодження на другому етапі в інтервалі 850–570 °C із середньою швидкістю 0,40 °C/c (квазіізотермічне витримання); подальше охолодження на третьому етапі від 570 °C до кімнатної температури у спокійному повітрі.

Проведене промислове перероблення дослідних партій бунтового прокату зі сталей Св-08ХГСМФА і Св-08ХГ2СМФ, виготовленого із

застосуванням запропонованого режиму знеміцнювального ТМО, підтвердило можливість виробництва зварювального дроту за технологією «прямого» волочіння без використання проміжного пом'якшувального термічного оброблення дротяної заготовки. Встановлено, що сумарне обтиснення під час холодного пластичного деформування може досягати 95 %, при цьому процес характеризується високою енергоефективністю, зниженим екологічним навантаженням, належним рівнем продуктивності та забезпечує стабільно високі показники якості готової продукції.

Проте використання запропонованого режиму ТМО у промислових умовах показало, що бунтовий прокат діаметром 5,5 мм зі сталі Св-10ХГ2СМФ може бути використаний для виготовлення зварювального дроту виключно за традиційною технологічною схемою із застосуванням операції рекристалізаційного відпалу на проміжному діаметрі дротяної заготовки.

На підставі отриманих результатів промислового перероблення розроблено новий модуль комп'ютерної програми CalcRoutes, що дозволяє визначати раціональні маршрути волочіння, енергосилові параметри деформування та прогнозувати рівень показників міцності зварювального дроту.

За розрахунками автора впровадження розробленої технології знеміцнювального ТМО бунтового прокату малого діаметру з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення є найбільш доцільним і технічно можливим в умовах ПРАТ «Камет-Сталь» (м. Кам'янське).

Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків дисертації

Основні наукові положення та висновки дисертаційної роботи мають теоретичні та експериментальні підтвердження. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій роботи доведена чисельними результатами експериментальних досліджень реальних зразків, проведеними із застосуванням електронної та оптичної мікроскопії, результатами фізичного моделювання на приладі Gleeble, дюрOMETричними дослідженнями, результатами механічних випробувань на сертифікованому обладнанні із застосуванням стандартизованих методик, точністю вимірювань, статистичним обробленням отриманих експериментальних даних, відтворюваністю результатів.

Отримані здобувачем теоретичні закономірності не мають протиріч з існуючими теоретичними уявленнями та накопиченим досвідом. Наукові положення, висновки і рекомендації узгоджуються з існуючими концепціями. Їх достатня обґрунтованість підтверджуються визнанням на міжнародних і всеукраїнських конференціях з матеріалознавства, металургії та машинобудування.

Достовірність одержаних результатів

Основні наукові результати та висновки дисертаційної роботи мають теоретичні та експериментальні підтвердження. Про достовірність наукових

положень роботи свідчить використання сучасних методів досліджень, розрахункових аналітичних методів та застосування сучасних програмних пакетів. Достовірність результатів та висновків роботи підтверджена доброю збіжністю отриманих значень експериментальних і розрахункових результатів, їх узгодженістю з наявними результатами вітчизняних та закордонних вчених.

Наукова новизна одержаних результатів:

Сукупність теоретичних положень і практичних результатів роботи може бути кваліфікована як аналіз, теоретичне узагальнення і рішення науково-прикладної задачі. Отримані в роботі результати можуть бути використані для удосконалення та впровадження технології знеміцнювального ТМО бунтового прокату малого діаметру з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення.

Автором вперше для сталі CrMoV1Si (за ДСТУ EN ISO 21952:2015) побудовано термодіаграму, встановлено кінетику перетворення аустеніту та визначено кількісні параметри його розпаду за безперервного охолодження у широкому інтервалі швидкостей (116–0,05 °C/с).

Вперше встановлено факт утворення ділянок високовуглецевого мартенситу (вміст C > 1 % ваг., мікротвердість 722–897 HV_{0,02}) в структурі бунтового прокату з низьковуглецевої легованої сталі CrMoV1Si та запропоновано науково обґрунтований механізм його формування за уповільненого безперервного охолодження з аустенітної області в інтервалі швидкостей 1,1–0,05 °C/с.

Автором вперше для сталі CrMoV1Si розроблено розрахункову модель перерозподілу легувальних елементів у процесі формування структури за уповільненого охолодження з аустенітної області на засадах положень нерівноважної термодинаміки.

Автором вперше визначено та узагальнено закономірності впливу режимів знеміцнювального ТМО на особливості формування структури та властивостей бунтового прокату зі сталей CrMoV1Si, Св-08ХГСМФА, Св-08ХГ2СМФ і Св-10ХГ2СМФ.

Практичне значення одержаних результатів

Розроблено інноваційний трьохетапний (на відміну від класичного двохетапного) температурно-швидкісний регламент повітряного охолодження бунтового прокату з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення під час реалізації технології його ТМО на лінії Стелмор.

Виготовлено із застосуванням розробленого режиму знеміцнювального ТМО дослідні партії бунтового прокату зі сталей Св-08ХГСМФА, Св-08ХГ2СМФ і Св-10ХГ2СМФ, доповнено базу даних комп'ютерної програми CalcRoutes (розробка Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України). Створено спеціалізований програмний модуль, який дозволяє розраховувати раціональні маршрути волочіння й енергосилові параметри деформування, а також прогнозувати рівень показників міцності

холоднодеформованого зварювального дроту або проміжної дротяної заготовки із низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей в залежності від початкового рівня якості прокату.

Розроблено комплексні рекомендації щодо адаптування та використання у промислових умовах розробленої технології знеміцнювального ТМО бунтового прокату малого діаметру (5,5 мм) з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення на провідних металургійних комбінатах України (ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і ПРАТ «Камет-Сталь») з урахуванням наявного набору та характеристик прокатно-термічного обладнання.

Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальний процес Інституту чорної металургії ім. З.І.Некрасова НАН України в рамках дисципліни «Теоретичні та технологічні основи виготовлення та перероблення сталевих прокату на засадах ресурсо- та енергозбереження» при підготовці аспірантів за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство» відповідно до освітньо-наукової програми.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Олійника Е. В. повністю відповідає напрямкам досліджень відповідно до освітньо-наукової програми «Матеріалознавство».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям формування структурного стану сталевих бунтового прокату, що забезпечує його підвищену деформівність під час виготовлення зварювальних матеріалів.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Олійника Едуарда Вадимовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, копіювання, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

За темою дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, з них 4 статті у виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та/або Web of Science (квартиль Q3 і Q4), 3 статті у виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, 8 тез доповідей, представлених на наукових конференціях, отримано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.

Високий рівень публікацій не викликає сумніву, оскільки 4 статті здобувача опубліковано в наукових виданнях, проіндексованих у базах Scopus та/або Web of Science, де забезпечується ґрунтовне рецензування статей спеціалістами у відповідній галузі науки. Всі заявлені здобувачем публікації мають безпосереднє відношення до теми дисертаційної роботи та в повній мірі

висвітлюють основні результати дисертаційного дослідження відповідно до вимог пункту 8 «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.

Оформлення дисертації, мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота Олійника Е. В. має традиційну структуру і складається з анотації двома мовами, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, переліку використаних літературних джерел.

Дисертаційна робота містить наукові положення, які раніше не були захищені, і нові науково-обґрунтовані результати досліджень та повністю відповідає спеціальності 132 – «Матеріалознавство».

Текст дисертації написаний українською мовою у науковому стилі в логічній послідовності. У роботі правильно використовуються загальноприйняті в матеріалознавстві терміни.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Загальний обсяг дисертації складає 208 сторінок, містить 43 рисунка, 18 таблиць, список використаних джерел із 189 найменувань на 23 сторінках, 4 додатки.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Разом з високою науковою і практичною оцінкою представленої дисертаційної роботи, слід навести наступні зауваження:

1. **Актуальність роботи.** У актуальності роботи автор наголошує «Сучасна технологія виробництва зварювального дроту передбачає використання у якості металургійної заготовки високопластичного бунтового прокату малого діаметру (5,5 мм), який повинен перероблятися без додаткових матеріальних витрат на проміжне термічне оброблення (відпал) для запобігання передчасного руйнування металу в процесі інтенсивного холодного пластичного деформування волочінням». Разом з тим, навіть розроблена та запропонована автором технологія включає в себе операцію додаткового термічного оброблення під час виробництва дроту зі сталі Св-10ХГ2СМФ. Тобто від чого автор прагнув відмовитися і у чому була актуальність він знов вимушений повернутися до неї.
2. **Мета дослідження.** Автор вказує що «Метою роботи є встановлення закономірностей процесу структуроутворення та формування комплексу механічних властивостей бунтового прокату підвищеної деформівності з низьковуглецевих Cr-Mo-V сталей зварювального призначення під час знеміцнювального термомеханічного оброблення». Але у роботі нічого не сказано, які саме властивості повинні бути у дротів зварювального призначення? Це важливо, тому що для дугового

зварювання дротом (електродом) це одні властивості. Для 3D друку зварювальним дротом (WAAM) зовсім інші.

3. **Наукова новизна.** Дуже сподобалась. Мене трохи бентежить вислів *«розроблено розрахункову модель»* у пункті 3 *«Вперше для сталі CrMoV1Si розроблено розрахункову модель перерозподілу легувальних елементів у процесі формування структури за уповільненого охолодження з аустенітної області на засадах положень нерівноважної термодинаміки»*. Розрахунковими моделями займаються інші спеціальності.
4. **Практичне значення.** Дуже сподобалось. Розроблено інноваційний температурно-швидкісний регламент, проведено промислове випробування дослідних партій бунтового прокату, надано практичні рекомендації для провідних металургійних комбінатах України (ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і ПРАТ «Камет-Сталь»), отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права. Тому як зауваження – треба просувати цю технологію за межі України.
5. **Другий розділ. Матеріали досліджень.** Наскільки я зрозумів основні наукові результати було отримано саме на сталі CrMoV1Si, тоді як на інших зварювальних дротах Св-08ХГСМФА, Св-08ХГ2СМФ і Св-10ХГ2СМФ Ви лише відпрацьовували режими? Чи можливо очікувати тих самих результатів та отриманих Вами закономірностей і для цих сталей?
6. **Другий розділ. Методи дослідження.** У роботі використано багато сучасних методів дослідження. Мені не вистачило використання просвічуючої електронної мікроскопії (ПЕМ). Саме її використання було би корисно для поглибленого дослідження мартенситу. Те що автор називає мартенсит *M2*, який утворюється під час охолодження зі швидкостями 1,1–0,05 °C/c.
7. **Другий розділ. Методи дослідження.** Рис. 2.7 – Типовий вигляд дилатограми при охолодженні. Автор наголошує *«Дилатограма має такий вигляд як під час нагрівання (утворення аустеніту з фериту), так і під час охолодження (утворення фериту з аустеніту)»*. Це не так. Дилатограми при нагріванні та охолодженні мають різний вигляд.
8. **Третій розділ.** Відомо що у низьколегованих сталях існує декілька типів мартенситу. А саме рейковий (пакетний, дислокаційний), пластинчастий (голчастий, двійниковий), атермічний (вибуховий), ізотермічний, так званий мартенсит «батерфляй». До якого типу автор відносить мартенсит *M2*, який формується у сталі CrMoV1Si за уповільненого охолодження зі швидкостями 1,1–0,05 °C/c?
9. **Четвертий розділ.** Чому у цьому розділі не було проведено прямих випробувань на міцність, а було використано формули з літературних джерел?
10. **Четвертий розділ.** Автор не згоден з точкою зору, *«уповільнене охолодження під теплоізоляційними кришками з мінімально можливими для конкретної лінії Стелмор швидкостями (не більше 0,20–0,30 °C/c)»*

дозволяє забезпечити формування у прокаті з низьковуглецевих легованих сталей зварювального призначення мінімальної кількості мартенситу, бейніту або їх суміші». Чому?

Однак відзначені недоліки та зауваження не зменшують загального високого рівня роботи та цінності отриманих результатів.

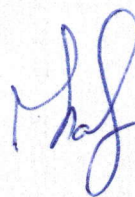
Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Олійника Едуарда Вадимовича на тему «Особливості формування структури та властивостей прокату підвищеної деформівності з низьковуглецевих Ст-Мо-V сталей для виготовлення зварювального дроту» 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 у 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.

Здобувач Олійник Едуард Вадимович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 – «Матеріалознавство».

Офіційний опонент

провідний науковий співробітник
відділу фізико-хімічних досліджень матеріалів
ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник



Валерій КОСТІН

Підпис д.т.н. Валерія Костіна засвідчую

Учений секретар

ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України
к.т.н.



Ілля КЛОЧКОВ