

ВІДГУК

офіційного опонента Реп'яха Сергія Івановича
на дисертацію Лютого Ростислава Володимировича
«ТЕОРЕТИЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ
ФОСФАТНИХ ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЛИВАРНОГО
ВИРОБНИЦТВА», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних
наук за спеціальністю 05.16.04 – Ливарне виробництво

1. Актуальність теми дисертації та відповідність роботи спеціальності 05.16.04 – Ливарне виробництво

На сьогодні значну частку виливків загальномашинобудівного призначення у ливарних цехах України виготовляють в одноразових ливарних формах із піщано-смоляних сумішей, споживаючи при цьому 1...2 тис. тонн на рік імпортних синтетичних смол резольного або новолачного типу. Використання таких смол у складі сумішей для ливарних форм та стрижнів супроводжується значними викидами в навколишнє середовище газоподібних канцерогенних і отруйних речовин (фенолу, формальдегіду, фурфуролу, толуолу, бензолу, аміаку і т. п.). При цьому будь-який зернистий вогнетривкий матеріал таких сумішей без проведення складної технології регенерації стає не тільки одноразовим щодо його використання, але і небезпечним для довкілля, оскільки утилізація цих сумішей на полігонах супроводжується забрудненням зазначеними вище речовинами не тільки повітря, але і ґрунту, і ґрунтових вод.

У ливарних цехах країн Євросоюзу цю проблему вирішують використанням систем уловлювання та дезактивації таких газових викидів. У вітчизняних ливарних цехів таких систем нема, а їх наявність суттєво підвищує собівартість литва і, відповідно, знижує його конкурентну привабливість.

Одним зі шляхів вирішення даної проблеми є використання вітчизняних екологічно-безпечних сполучних матеріалів як заміників імпортних синтетичних смол. Тому дисертаційна робота Р.В. Лютого, яка присвячена

розробці теоретичних та технологічних основ створення екологічних фосфатних зв'язувальних матеріалів для ливарного виробництва, є безперечно актуальною і за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.16.04 – Ливарне виробництво.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами

Доцільність та своєчасність дисертаційної роботи Р.В. Лютого підтверджує її зв'язок з темами науково-дослідницьких робіт, які виконувалися на кафедрі ливарного виробництва КПІ ім. Ігоря Сікорського за безпосередньою участю автора, а саме НДР: № 2632п «Розроблення методології прогнозування структури і властивостей металу у виливках із сплавів на основі заліза з високим вмістом хрому» (ДР № 0113U000649); № 2851п «Технологічні особливості прогнозування властивостей розплавів і структури металу виливків для роботи в екстремальних умовах» (ДР № 0115U000406); № Н/1100/03 «Випробування бентоніту формувального». Крім того, автором розроблено інноваційний проект «Екологічний зв'язувальний матеріал для ливарного виробництва» на конкурс «Sikorsky Challenge 2020» (проект №87).

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, та їх достовірність

Зміст дисертації, розрахунки, теоретичні дослідження, результати експериментів та їх аналіз в дисертації Р.В. Лютого виконані та викладені з урахуванням сучасних теорій фундаментальних наук та надбань практики використання формувальних та стрижневих сумішей у ливарному виробництві. Наукові висновки, положення та рекомендації у дисертації є достатньо обґрунтованими та достовірними, що зумовлено:

– ретельним аналізом науково-технічних публікацій та патентів за темою дисертаційного дослідження;

– представленням наукових положень та формулюванням висновків, які базуються на фундаментальних положеннях термодинаміки, неорганічної хімії, теплофізики та матеріалознавства, теорії (формування виливків) ливарних процесів та технології ливарної форми, обґрунтованістю вибору методів та методик досліджень, планування та проведення експериментів;

– системністю в підході при виконанні досліджень, використанням сучасного обладнання та апаратури, статистичної обробки експериментальних даних, адекватністю аналізів та описів хімічних процесів, відсутністю протиріч щодо сутності явищ, які автор досліджує в роботі;

– впровадженням результатів роботи в навчальний процес КПІ ім. Ігоря Сікорського по 4 освітнім компонентам.

Практична значимість результатів дисертаційних досліджень підтверджена патентом України на винахід “Холоднотвердна суміш для виготовлення ливарних форм і стрижнів” та патентом України на корисну модель “Спосіб зміцнення ливарних стрижнів”.

4. Структура та зміст дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, основної частини (7 розділів з висновками до кожного з них), загальних висновків, списку бібліографічних посилань з 424 джерел і 8 додатків.

Загальний обсяг дисертаційної роботи викладено на 446 сторінках загального машинописного тексту, з яких 295 сторінок основного тексту. Дисертаційна робота містить 175 рисунків і 43 таблиці.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, надано інформацію щодо зв'язку роботи з науковими темами кафедри ливарного

виробництва КПІ ім. Ігоря Сікорського, висвітлено мету та задачі досліджень, вказано об'єкт, предмет та методи досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення результатів роботи, а також відомості щодо особистого внеску здобувача, апробації отриманих результатів, публікацій, структури та обсягу дисертаційної роботи.

У **першому** розділі виконано огляд інформаційних джерел за темою дисертації, обґрунтована необхідність підвищення точності прогнозування температурних полів у стрижнях під час формування на них виливків.

Відмічено, що з екологічної точки зору синтетичні смоли, як сполучну речовину у ливарних та стрижневих сумішах, необхідно замінити на екологічно безпечні неорганічні матеріали, зокрема, фосфати. Проаналізовано можливості отримання фосфатних сполучних матеріалів шляхом їх синтезу безпосередньо у складі стрижневої суміші, або шляхом попереднього синтезу вже готових фосфатів. Проведено аналіз існуючих та перспективних технологій виготовлення стрижнів. На основі проведеного критичного літературного аналізу сформульовано мету та поставлено завдання дисертаційної роботи.

У **другому** розділі надано обґрунтування вибору матеріалів для проведення досліджень та охарактеризовано їх особливості, наведені відомості щодо матеріалів, обладнання, приладів та апаратури, методів і методик, які були здобувачем використані у дослідженнях.

У **третьому** розділі представлена послідовність розробки уточненої аналітичної методики для вирішення ряду теплофізичних задач щодо розрахунку теплових полів у ливарних стрижнях, представлено порівняння результатів розрахунку змін температури на поверхні та в центрі стрижнів циліндричної форми, які були розраховані за методикою Р.В. Лютого та за формулами інших авторів.

Відмічено, що між даними за розробленою методикою та даними, які були розраховані за формулами інших авторів існує значна різниця, що, на думку автора, пояснюється врахуванням в його методиці часу нагрівання поверхні стрижня з

моменту контакту розплаву з ним, який автор розробки називає періодом теплової інерційності. Проведено аналіз отриманих теоретичних оцінок. За результатами розрахунків по уточненій методиці автором надано прогноз виникнення дефектів при використанні різних сполучних матеріалів у складі стрижневої суміші для товстостінних та тонкостінних виливків.

У четвертому розділі представлено результати теоретичних розрахунків та практичних експериментів із розробки неорганічних сполучних речовин, утворення яких відбувається внаслідок хімічної взаємодії у подвійних системах, що складаються із ортофосфорної кислоти і вогнетривкого матеріалу із ряду поширених у ливарній практиці наповнювачів або алюмомісних сполук.

Встановлено можливість використання для створення фосфатних сполучних речовин з присутніх у сумішах пилоподібного кварцу, дистен-силіманіту та циркону за умов підвищеної температури. При цьому у сумішах виникають пірофосфати зі сполучними властивостями та при їх відносно невеликій кількості забезпечують сумішам міцність на стиск не менше 3,0 МПа.

Встановлено зв'язок між схильністю алюмосилікату до водопоглинання, іонного обміну та стабільністю фосфатної сполучної речовини, яка з нього утворюється після взаємодії з ортофосфорною кислотою. Досліджено механізм хімічної взаємодії у складі сумішей алюмінієвої пудри та гідроксиду алюмінію з ортофосфорною кислотою на вплив цього процесу та на властивості структурованих сумішей після їх холодного структурування. Надано рекомендації щодо використання розроблених сумішей.

У п'ятому розділі дисертації досліджено умови та результати раніше не відомих обмінних реакцій між ортофосфорною кислотою і солями більш сильних кислот (сірчаної, соляної, азотної). Проведені відповідні термодинамічні розрахунки, наведені відомості щодо результатів експериментальних досліджень цих процесів та надано їх аналіз.

Доведено, що за певних умов солі сильних кислот здатні вступати в реакції з ортофосфорною кислотою, внаслідок чого утворюються фосфати, які в більшості випадків характеризуються зв'язувальною здатністю. Досліджено властивості структурованих сумішей ортофосфорної кислоти з хлоридами калію, натрію, кальцію, магнію, бромідом калію, нітратом алюмінію, гідрофосфатом алюмінію, триполіфосфатом натрію, розроблено опис механізму хімічних перетворень досліджуваних матеріалів під дією температури, виявлено та розроблено опис механізму аномального ефекту твердіння у системах ортофосфорної кислоти з сульфатом алюмінію і сульфатом марганцю, попри неможливість реалізації прямої хімічної взаємодії як такої.

За результатами оцінювання міцності та схильності стрижневих сумішей до виникнення пригару на виливках були відібрані відповідні фосфатні сполучні речовини. За комплексом техніко-економічних показників надано результати аналізу можливостей розробки складів стрижневих сумішей на основі синтезованих фосфатних сполучних речовин.

У шостому розділі дисертації приведено результати досліджень із розроблення компонентного складу стрижневих сумішей із кожним попередньо створеним фосфатним сполучним матеріалом, рекомендовано режими приготування сумішей у залежності від фізико-хімічних особливостей синтезу сполучної речовини і її подальшого твердіння, проведено доповнення класифікації А. М. Лясса новими сполучними матеріалами.

За результатами теоретичних досліджень та аналізу якості чавунних виливків розроблено рекомендації щодо вибору технології виготовлення ливарних стрижнів з використанням нових сполучних матеріалів.

У сьомому розділі представлено результати запровадження розроблених сполучних речовин у технології виготовлення ливарних стрижнів та проаналізовано параметри екологічності створених в роботі матеріалів, встановлено можливість використання стрижнів із розроблених фосфатних

сумішей та їх звороту у ливарних формах з сирих піщано-глинястих сумішей, розроблено склад холоднотвердної вогнетривкої суміші для виготовлення керамічних оболонкових форм на основі ортофосфорної кислоти та гідроксиду алюмінію.

У **загальних висновках** дисертації викладено найбільш важливі наукові та практичні результати, що були отримані автором під час досліджень і які сприяли розв'язанню сформульованої науково-прикладної проблеми. Висновки, зроблені за проведеними автором дослідженнями, охоплюють весь обсяг отриманих результатів і є достовірними. В додатках роботи представлена супровідна до роботи інформація та акти впровадження результатів роботи в учбовий процес.

Бібліографічний список джерел в першому та другому розділах достатньо повно охоплює зазначену галузь знань та відображає основні напрями розвитку досліджень, винаходів та технологій структурування сумішей для виготовлення ливарних форм та стрижнів, математичних моделей процесів, супутніх формуванню виливків та їх теплової взаємодії з формою або стрижнем.

Структура та основний зміст дисертаційної роботи та автореферату співпадають. Матеріали дисертації викладені послідовно, а їх оформлення відповідає вимогам щодо докторських дисертацій.

В цілому за змістом дисертація Р.В. Лютого є завершеною роботою, яка є суттєвим внеском у теоретичну складову науки та практику ливарного виробництва у частині виготовлення ливарних форм та стрижнів.

5. Наукові результати дисертації

До основних наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

1. Подальший розвиток отримали уявлення щодо механізмів фізико-хімічної взаємодії концентрованої (85%) ортофосфорної кислоти при температурі 300...350 °С з пилоподібними кварцом, цирконом та дистен-

силіманітом у масових співвідношеннях кварцу до кислоти (1...5):1, циркону до кислоти (2...5):1, дистен-силіманіту до кислоти (0,2...2,0):1, результатом чого є утворення хімічно і термічно стабільних фосфатних речовин зі зв'язувальними властивостями по відношенню до кварцового та цирконового наповнювачів.

2. Вперше встановлено, що при кімнатній температурі після додавання гідроксиду алюмінію до водного розчину ортофосфорної кислоти за умови надлишку гідроксиду алюмінію (10...30 мас. ч. на 2...10 мас. ч. ортофосфорної кислоти) утворюються фосфати алюмінію із зв'язувальними властивостями по відношенню до кварцового наповнювача, що забезпечує сумішам в затверділому стані міцність на вигин 3,0...5,0 МПа.

3. Вперше розроблено опис механізмів хімічної взаємодії ортофосфорної кислоти з хлоридами натрію, калію та бромідом калію, за яким в інтервалі температур 250...300 °С відбувається пряма хімічна взаємодія та утворення в результаті кислих ортофосфатів та метафосфатів натрію або калію зі зв'язувальними властивостями у сумішах на основі кварцового піску.

4. Вперше розроблено опис механізму утворення фосфатів алюмінію із зв'язувальними властивостями під час взаємодії його сірчаноокислого кристалогідрату $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ з ортофосфорною кислотою в інтервалі температур 100...200 °С.

5. Вперше розроблено опис механізму термічних перетворень фосфатних зв'язувальних компонентів, утворених із ортофосфорної кислоти і неорганічних солей натрію та калію, відповідно до якого незалежно від виду неорганічної солі, використаної для утворення фосфатного зв'язувального компонента (хлорид натрію, хлорид калію, карбонат натрію, бромід калію або триполіфосфат натрію) в інтервалі 200...300 °С усі кислі ортофосфати та пірофосфати перетворюються на метафосфати вказаних елементів, в інтервалі 550...650 °С метафосфати плавляться, після чого переходять в аморфну форму.

6. Вперше встановлено, що пірофосфат натрію, як продукт хімічної взаємодії при температурі 150...200 °С ортофосфорної кислоти з триполіфосфатом натрію, набуває зв'язувальних властивостей по відношенню до кварцового піску та забезпечує міцність при стисканні структурованої стрижневої суміші в межах 3,2...3,5 МПа.

7. Вперше встановлено закономірності змін фізико-механічних властивостей піщано-фосфатних стрижневих сумішей із утвореними в них під час нагрівання зв'язувальними речовинами залежно від хімічного складу та масового вмісту в суміші ортофосфорної кислоти (від 2 до 5 мас. %) та активних добавок (від 2 до 10 мас. %) при температурі нагрівання сумішей від 150 до 350°С.

8. Подальший розвиток отримали уявлення щодо теплофізичних процесів, які відбуваються під час затвердіння виливка як у самому виливку, так і в ливарному стрижні.

9. Вперше на основі аналізу динаміки фізико-хімічних процесів під час нагрівання встановлено загальні обсяги виділення газоподібних речовин та їх склад та здійснено порівняльний аналіз за цим показником із традиційними стрижневими сумішами, в результаті чого підтверджено екологічність створених зв'язувальних матеріалів.

Перелічені вище результати досліджень раніше відомі не були або носили фрагментарний характер.

6. Практичне значення результатів роботи

Практична цінність роботи полягає в тому, що автором розроблено: комплексний метод розрахунку теплових полів ливарних форм і стрижнів, який може бути використаний у моделюванні процесу затвердіння виливків; рекомендації щодо технологій синтезу фосфатних зв'язувальних компонентів, які можуть бути реалізовані як на хімічних підприємствах, так і безпосередньо у

ливарних цехах; схеми приготування зв'язувальних компонентів при взаємодії ортофосфорної кислоти і неорганічних солей металів, які можливо застосовувати як у ливарному виробництві, так і в інших галузях техніки; рекомендації щодо технологій виготовлення ливарних стрижнів, які структуруються при кімнатній температурі та при температурах 150...350 °С; склад фосфатної суміші та рекомендації її використання для виготовлення керамічних оболонкових форм за витоплюваними моделями. Крім цього, результати роботи вже впроваджені в навчальний процес КПІ ім. Ігоря Сікорського по 4 освітнім компонентам.

7. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

Основні положення та результати досліджень дисертаційної роботи в повному об'ємі викладені в опублікованих автором 53 наукових роботах, з яких 2 розділи у колективних монографіях, 1 патент України на винахід, 1 патент України на корисну модель, 13 статей в фахових виданнях МОН України, 8 статей у виданнях, які входять до міжнародної наукометричної бази SCOPUS, 25 матеріалів міжнародних конференцій, 1 підручник.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації і відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

8. Апробація результатів дисертації

Основні наукові положення дисертації доповідались та обговорювались на науково-технічних конференціях: «Нові матеріали і технології в машинобудуванні» III-XIV (м. Київ, 2011-2023 р.р.); «Перспективні технології, матеріали і обладнання у ливарному виробництві» III-VIII (м. Краматорськ, 2007-2021 р.р.); «Литейное производство: технологии, материалы, оборудование, экономика и экология» (м. Київ, 2011, 2012 р.р.); «Перспективне технології,

материалы и оборудование в литейной индустрии» (м. Київ, 2010 р.); «Литво, Металургія» VIII-XVIII (м. Запоріжжя, 2012-2022 р.р.); «Матеріали для роботи в екстремальних умовах» IV-XII (м. Київ, 2013-2021 р.р.); «Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра» XI-XV (м. Київ, 2013-2017 р.р.); «Прикладні науково-технічні дослідження» I, II, IV, V (м. Івано-Франківськ, 2017-2021 р.р.); «Перспективні технології на основі новітніх фізико-матеріалознавчих досліджень та комп'ютерного конструювання матеріалів» (м. Київ, 2018, 2019 р.р.); «Неметалеві вкраплення і гази у ливарних сплавах» (м. Запоріжжя, 2015, 2018, 2021 р.р.), «Perspectives of world science and education» (м. Осака, Японія, 2019 р.), «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи» (м. Львів, 2021 р.).

9. Зауваження по дисертаційній роботі.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. В тексті підрозділу “Особистий внесок здобувача” дисертації треба було більш детально написати, що саме в публікаціях зі співавторами належить здобувачу?

2. На мій погляд, пункт 2.1.2 доцільно було викласти в першій главі дисертаційної роботи, оскільки інформація цього підрозділу є по більшій частині оглядовою з посиланням на значну кількість літературних джерел.

3. Не зрозуміло, чому в главі 2 (Методика досліджень....) відсутні відомості щодо визначення умовної міцності структурованих сумішей і термографування залитих розплавом стрижнів, не вказано яким чином за пробою М. Федорова автор визначав схильність досліджуваних сумішей до утворення пригару на виливках?

4. В підрозділі 2.8 автором прийнято у якості критеріїв оптимізації складу сумішей максимальна міцність структурованих сумішей на стиск та їх мінімальна

обсипальність. Вважаю, що було б більш коректне для оптимізації ще на стадії літературного огляду визначити мінімально-припустиму величину міцності на стиск та максимально-припустиму величину обсипальності структурованих стрижневих сумішей, яка, зокрема, за даними А. Жукова не повинна перевищувати 0,3% за масою.

5. На мій погляд, ствердження автором у висновках глави 3 щодо хибності результатів розрахунків інших авторів (пункт 1), а також (див. стор. 147) про те, що: "Розроблені у дисертації методи є єдиним ключем до вірного розрахунку теплових полів стрижнів...." дещо передчасне і сумнівне. Це витікає з того, що у доказовій базі автора відсутні будь-які експериментальні дані щодо реальних змін температури на контактній з виливком поверхні реальних стрижнів.

6. Термічна стійкість сполучного компонента суміші та товщина стін виливка не є єдиними факторами, які визначають схильність будь-якої суміші до порушення геометричних форм виливків, виникнення у виливках подутості, пригару, газових та піщаних раковин, пористості та гарячих тріщини. Про це, зокрема, свідчить багаторічна практика виготовлення різноманітного лиття у будь-якому ливарному цеху та велика кількість публікацій, які присвячені проблемам виникнення перелічених вище дефектів у виливках. Це дає підставу вважати, що результати аналізу, які наведені в таблицях 3.10 і 3.14 та виконані на основі лише цих двох показників (термічна стійкість сполучного компонента суміші та товщина стін виливка) є недостатньо обґрунтованими.

7. Не зрозуміло, навіщо потрібно було досліджувати суміш із алюмінієвою пудрою, якщо сама по собі алюмінієва пудра – це вибухонебезпечна речовина і по цій причині в умовах ливарних цехів її навряд чи будуть зберігати та використовувати.

8. На мій погляд, кажучи про екологічну чистоту розроблених сумішей, було б доречним хоча б загалом висвітлити в дисертації шляхи вирішення завдань щодо регенерації з них піску, утилізації відходів та відпрацьованих сумішей.

Розглядаючи економічну ефективність розроблених сумішей, бажано було б провести порівняння з відомими сумішами для виробництва ливарних форм та стрижнів за гарячим оснащенням витрат електричної енергії, тривалості процесу їх виготовлення, оборотності оснащення.

9. У тексті дисертації є неточності технічного характеру, зокрема:

- помилки у деяких словах, наприклад, у дисертації на стор. 29, 44, у авторефераті на стор. 2, 11, на рис. 6.20 відсутні позначення залежностей;
- у тексті, що до табл. 7.6, сказано, що в цій таблиці наведено дані для керамічних оболонкових форм, але в самій табл. 7.6 натомість наведені дані для стрижнів, що виготовляють за холодними ящиками;
- деякі таблиці (наприклад, табл. 1.2, 3.5, 3.6 тощо) та рисунки (наприклад, рис. 1.1, 1.5, 2.3, 3.1 тощо) у тексті дисертації мають не зовсім коректну назву;
- деякі рисунки (рис. 5.38, 5.39, 5.47...5.51, 5.58. 5,64, тощо) мають дуже дрібний шрифт, що ускладнює роботу з ними;
- в роботі є сторінки (наприклад, стор. 143, 145, 160 тощо) з перевищенням розміру нижнього поля розташування друкованого тексту на сторінці за форматом;
- у списку використаних джерел за номерами [265] та [340] одне й те саме джерело.

10. Рекомендації щодо подальшого використання результатів роботи

Результати дисертаційної роботи Лютого Р.В. можуть бути рекомендовані працівникам ливарних цехів з виробництва дрібних виливків загальномашинобудівного призначення, центральних заводських лабораторій профільних підприємств, аспірантам і докторантам зі спеціальності 05.16.04 – Ливарне виробництво, науковцям, а також викладачам коледжів та вищих

навчальних закладів для використання у навчальному процесі при викладанні відповідних розділів з ливарного виробництва.

11. Оцінка мови, стилю й оформлення дисертації

Дисертація написана технічною мовою. Стиль дисертації забезпечує доступність і сприйняття викладених в ній матеріалів досліджень, наукових положень, висновків, розробок, рекомендацій тощо.

Дисертація та автореферат оформлені відповідно до вимог щодо докторських дисертацій.

12. Загальний висновок щодо відповідності дисертації

встановленим вимогам

Дисертація Лютого Ростислава Володимировича «Теоретичні та технологічні основи створення екологічних фосфатних зв'язувальних матеріалів для ливарного виробництва» є завершеною кваліфікаційною науковою роботою, що має внутрішню єдність, характеризується системністю нових знань щодо об'єктивних законів природи, базується на фундаментальних положеннях сучасної науки і свідчить про особистий внесок автора в науку.

Отримані в дисертаційній роботі результати у сукупності розв'язують актуальну науково-технічну проблему, яка полягає в розробці наукових і технологічних основ створення нових екологічних фосфатних сполучних матеріалів для ливарного виробництва.

Зроблені зауваження та побажання не мають принципового характеру до суті дисертації і не знижують її загальної позитивної оцінки.

Наукові положення дисертації, висновки та рекомендації є достовірними та відповідають об'єктивній дійсності.

Мова та стиль дисертації відповідають вимогам до науково-технічних текстів та публікацій.

Зміст автореферату в цілому відповідає тексту дисертації, а основні наукові положення, що містяться в них, ідентичні.

Дисертаційна робота відповідає всім вимогам пунктів 6, 7, 8 та 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого Постановою КМУ №1197 від 17.11.2021 року, є закінченою кваліфікаційною науковою роботою, а її автор Лютий Ростислав Володимирович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – Ливарне виробництво.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, старший дослідник, професор
кафедри ливарного виробництва

Українського державного університету
науки і технологій

С.І. Реп'ях

Підпис С.І. Реп'яха

ЗАСВІДЧУЮ.

Помічник ректора з кадрових
питань УДУНТ



В.М. Баркалов