РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

ЧИСТЯКОВА ОЛЕГА ВАЛЕРІЙОВИЧА

за темою «Вплив пружних коливань і термочасової обробки на процеси кристалізації в металевих системах»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 – «Механічна інженерія»

за спеціальністю 136 – «Металургія»

Актуальність теми дисертації.

Первинна кристалічна структура, яка формується під час твердннення металевого розплаву, значною мірою визначає рівень фізико-механічних властивостей, а також експлуатаційну надійність металопродукції. Тому для сучасного ливарного виробництва особливе значення мають методи зовнішніх фізичних дій на розплави, що тверднуть, які дозволяють впливати на зародкоутворення, однорідність та дисперсність структур литих металевих заготовок. У цьому контексті дослідження механізмів дії термочасової обробки та пружних коливань на ці процеси є актуальними і мають як фундаментальне, так і прикладне значення.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Обґрунтованість наукових результатів, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи Чистякова О. В. підтверджується критичним аналізом науково-технічних джерел інформації, чітким формулюванням мети, основних завдань досліджень та шляхів їх реалізації. Результати досліджень якісно узагальнено, є аргументованими і переконливими завдяки повноті отриманих експериментальних і розрахункових даних, які не вступають у протиріччя із існуючими теоретичними уявленнями, відомими концепціями та світовим досвідом. Достовірність наукових положень дисертаційної роботи базується на використанні фундаментальних положень теорії кристалізації, ливарного

виробництва, матеріалознавства та підтверджується комплексними дослідженнями, проведеними з використанням сучасного науково-дослідного обладнання та великої кількості широко перевірених на практиці та офіційно схвалених взаємодоповнюючих експериментальних методів і методик. Також достовірність і новизна результатів експериментальних і теоретичних досліджень підтверджується їх апробацією на міжнародних та вітчизняних конференціях, публікаціями у відомих фахових виданнях, у тому числі рівнів Q2, Q3, і міжнародному електронному архіві arXiv.org (рівень Q1).

Наукова новизна результатів досліджень полягає в наступному:

1. Розвинуто уявлення про існування в розплавах металів адсорбованих на поверхнях твердих підкладок зародків. Доведено, що гетерогенне зародження кристалів відбувається внаслідок активації таких центрів кристалізації з появою на їх поверхнях джерел для росту.

2. Вперше встановлено, що вплив температури перегріву металевих розплавів на їх переохолодження перед кристалізацією відбувається через зміну ступеня розчинності обмежено розчинних домішок.

3. Одержала подальший розвиток теорія щодо механізму впливу пружних коливань на утворення кристалів у металевих розплавах, який полягає у штучному підвищенні активності адсорбованих зародків при примусовому їх механічному терті між собою, стінками ливарних форм та кавітаційної ерозії.

4. Розвинуто уявлення про механізм впливу пружних коливань (вібрації) на формування структури литих металевих заготовок, який полягає у появі наступних ефектів: підвищенні швидкостей зародкоутворення та кристалізації; руйнуванні стовпчастих кристалів та розподілі цих уламків по об'єму розплаву.

Поставлене в дисертаційній роботі наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Чистякова О.В. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 136 – «Металургія» та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми в галузі знань 13 – «Механічна інженерія».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у вирішенні науково-технічної проблеми з встановлення механізмів впливу термочасової обробки і пружних коливань на процеси кристалізації та структуроутворення литих металевих заготовок.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові збіги, можна зробити висновок, що дисертаційна робота здобувача Чистякова Олега Валерійовича є результатом самостійних досліджень і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та некоректних запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою, є завершеною комплексною науковою працею, що має чітку та логічну структуру, з послідовним описанням експериментів та логічним викладенням результатів досліджень. Матеріал викладено доступно, з використанням загальноприйнятої наукової термінології та дотриманням принципів академічної доброчесності..

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури. Загальний обсяг дисертації 179 сторінок.

У вступі визначено актуальність теми дисертації, показано її зв'язок з науковими роботами Фізико-технологічного інституту металів та сплавів НАН України, в якому виконувалася дисертаційна робота, сформульовано мету, об'єкт та предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, описано методи досліджень, Відзначено особистий

внесок здобувача, наведено дані про апробацію матеріалів дисертації, її структуру та обсяг.

У першому розділі проведено аналітичний огляд сучасного стану наукових уявлень щодо процесів кристалізації та структуроутворення металевих сплавів, керування первинною структурою литих заготовок тепловими та фізичними впливами на розплави, що тверднуть. Викладено базові положення класичної теорії гетерогенного утворення зародків на підкладках як основу для подальшого аналізу механізмів активації таких центрів. Показано необхідність подальшого дослідження механізмів впливу зовнішніх термо- та силових дій на зародження центрів кристалізації у розплавах металів для управління формуванням їх структур та властивостей.

У другому розділі розглянуто матеріали та методики досліджень. Викладено теоретичні основи фізичного моделювання. Обґрунтовано доцільність його застосування як непрямого методу вивчення процесів кристалізації та структуроутворення. Описано методики експериментальних досліджень металевих сплавів з перевірки адекватності результатів фізичного моделювання, отриманих на органічних речовинах.

У третьому розділі представлено результати фізичного моделювання механізмів зародження кристалів у металевих розплавах залежно від теплового стану (температури перегріву, температурно-часової витримки), масштабних факторів і зовнішніх пружних коливань (вібрації та ультразвуку).

У четвертому розділі розглянуто результати експериментальної перевірки встановлених фізичним моделюванням закономірностей впливу низькочастотної вібрації на процеси кристалізації та структуроутворення литих заготовок з різних металевих сплавів, їх механічні властивості.

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

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертації висвітлені у 23 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 8 статей у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії Б; 2 статті у періодичних наукових виданнях і 1 у міжнародному електронному архіві arXiv.org, проіндексованих у міжнародній наукометричної базі Scopus. Також результати дисертації апробовані на 11 наукових фахових конференціях.

Таким чином, наукові результати, описані у дисертаційній роботі, повністю відображені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. При аналізі сучасного стану уявлень про кристалізацію і структуроутворення металевих сплавів тимчасовий діапазон розглянутих робіт становить 1959-1996 р.р., недостатньо висвітлені результати наукових праць за останні 5 років. Прослідживючи зв'язок переохолодження з параметрами дендриту слід було розглянути фундаментальне дослідження: S.-C. Huang, M.E. Glicksman, Overview 12: Fundamentals of dendritic solidification — I. Steady-state tip growth, Acta Metallurgica, Volume 29, Issue 5, 1981, Pages 701-715, ISSN 0001-6160, https://doi.org/10.1016/0001-6160(81)90115-2. А з погляду впливу потоку розплаву – роботу Peter K. Galenko, Dmitri V. Alexandrov, Liubov V. Toropova, Dendrite growth under a forced convective flow: A review, Physics Reports, Volume 1085, 2024, Pages 1-48, ISSN 0370-1573, https://doi.org/10.1016/j.physrep.2024.06.005. Після літературного огляду відсутнє обґрунтування постановки задач досліджень.

2. Більшість рисунків, наведених у літературному огляді, не мають посилань на джерело інформації (наприклад, рис. 1.1, 1.2 та інші).

3. Гетерогенне зародження кристалів здобувач пояснює активністю адсорбованих зародків, появою на їх поверхні джерел для зростання, не пояснюючи їх фізичний сенс.

4. У роботі встановлено збільшення переохолодження від кількості повторних випробувань і його суттєву залежність від насичення речовин вологою. Проте механізм цих явищ не розкрито.

5. При розгляді методів дослідження переохолодження шляхом диспергування крапель не враховано і не обговорюються роботи Perepezko JH – автора найбільш масштабних експериментальних досліджень, серед яких: Perepezko JH, Uttormark MJ Undercooling and Nucleation during Solidification. //ISIJ International. 2008. Vol. 35. No. 6. pp. 580-588.

6. У розділі 3 для визначення впливу домішок на переохолодження до розплаву камфену додавали кварцовий порошок (діаметр частинок 0,2 мм) у пропорції 1:1 за об'ємом. Для більш коректних висновків з цього питання доцільно було провести експерименти з різним вмістом кварцового піску.

7. У дисертації визначено механічні властивості зливків алюмінію технічної чистоти А5 (таблиця 4.1), сталі 12Х18Н9Т у литому стані (таблиця 4.2) та фізико-механічні характеристики литих заготовок сплаву АД31 (таблиця 4.6), вирізаних з різних структурних зон. Було б доречним в методиці (розділ 2) навести схему вирізання експериментальних зразків для кожного з цих досліджень.

8. Суттєвим недоліком роботи є відсутність на графіках результатів експериментальних досліджень величини похибки вимірювання, що не дозволяє повною мірою оцінити достовірність зроблених висновків.

Вважаю, що висловлені зауваження не є критичними, не зменшують загальну цінність роботи, наукову новизну та практичну значимість одержаних результатів і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Чистякова Олега Валерійовича на тему «Вплив пружних коливань і термочасової обробки на процеси кристалізації в металевих системах» 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 в 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 Чистяков Олег Валерійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 – «Механічна інженерія» за спеціальністю 136 – «Металургія».

Рецензент:
Завідувачка відділу фізико-технологічних
процесів лиття алюмінієвих сплавів
Фізико-технологічного інституту
металів та сплавів НАН України
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник Адель ПРИГУНОВА

Підпис д.т.н. Пригунової А. Г. засвідчую:
Вчений секретар ФТІМС НАН України Володимир ЛАХНЕНКО

М. П.

«08» липня 2026 року