

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Устименко Аліни Іванівни

на тему «**Технологія виробництва чавунних виливків з градієнтною структурою та властивостями**»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 13 Механічна інженерія

за спеціальністю 136 Металургія

Актуальність теми дисертації.

Тема дисертаційної роботи охоплює розроблення та дослідження технологічного способу виготовлення литих чавунних деталей з градієнтною структурою та властивостями. У роботі розглянуто металургійні аспекти цього процесу та обґрунтовано його прикладне значення, зокрема для покращення матеріалу форм, що застосовують у виробництві скляної порожнистої тари. Запропонований матеріал і технологічні підходи для виготовлення деталей з жаростійкого чавуну дають змогу регулювати структуру та покращувати їхні експлуатаційні властивості, оскільки вони піддаються впливу циклічних термомеханічних навантажень. Розвиток технологічних параметрів виробництва, які покращують експлуатаційні характеристики формокомплектів сприяє підвищенню їхнього терміну служби та загальному зниженню витрат на виробництво.

Окрім технічних аспектів, у роботі розглянуто екологічні переваги використання скляної тари як альтернативи пластиковій продукції, що має негативний вплив на довкілля. Особливу увагу авторка акцентує на важливості зменшення відходів та підвищенні ефективності процесів виробництва скляної тари. Розвиток склотарної галузі, зокрема через впровадження більш зносостійких формокомплектів, сприяє загальному покращенню виробництва та збільшення на ринку екологічної продукції.

Таким чином, дисертаційне дослідження є актуальним як з точки зору металургії, так і в контексті сучасних тенденцій сталого розвитку вітчизняної промисловості.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Визначено хімічний склад низьколегованих графітизованих чавунів з підвищеним вмістом кремнію (Si). Застосування легувальних елементів (Mo, Cr, Al, Ni, Ti) у різних комбінаціях та кількостях дозволило отримати

підвищення температури початку фазових перетворень, що сприяє збільшенню експлуатаційного ресурсу матеріалів в умовах впливу циклічних термічних навантажень.

2. Встановлено експериментально підвищені показники жаростійкості низьколегованих графітизованих чавунів з підвищеним вмістом кремнію (Si) для роботи в умовах впливу циклічних термічних навантажень. Це дозволило отримати кращі окислостійкість, ростостійкість та термостійкість приблизно до 1,7 разів, що обумовлює збільшення терміну експлуатації виробів та зменшує витрати виробництва.

3. Вперше використано послідовне оброблення (ковшове силікобарієм та внутрішньоформове магнієвмісним модифікатором) рідкого чавуну з пришвидшеною кристалізацією у формі під час контакту з холодильником із сірого чавуну товщиною стінки 30 мм. Це дозволило отримати матеріал із градієнтом морфології графітових включень, а саме від кулястого до вермикулярного та перехід до пластинчастого графіту.

4. Встановлено, що послідовне оброблення розплаву чавуну забезпечує зміну коефіцієнтів температуропровідності за перерізом виливків залежно від градієнту структури. Отримані значення коефіцієнтів температуропровідності вищі на 26 % за показники аналогічного матеріалу, що сприяє підвищенню експлуатаційних характеристик матеріалу в умовах інтенсивного впливу циклічних термічних навантажень.

У дисертаційній роботі авторкою проведено ретельний аналіз значної кількості досліджень, проведених за останній час вітчизняними та закордонними вченими за даною проблематикою. Експериментальна частина роботи виконана з використанням сучасних методів, обладнання та програмного забезпечення, що дозволило отримати достовірні результати. Результати роботи апробовані на міжнародних науково-практичних конференціях, а також деякі з них були впроваджені в навчальний процес.

В дисертаційній роботі поставлене і вирішене наукове завдання щодо створення технології виробництва чавунних виливків з градієнтною структурою та властивостями, і, здобувачка повною мірою оволоділа методологією наукової діяльності.

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

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Устименко А.І. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 136 Металургія та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Металургія».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Виробництво виливків із чавуну».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння (6,67 %) можна зробити висновок, що дисертаційна робота Устименко Аліни Іванівни є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Матеріал дисертації викладено доступно, має чітку та логічну структуру.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 184 сторінки.

У вступі відображено актуальність дослідження, мету, задачі, наукову новизну та практичну значущість, застосовані методи дослідження, зв'язок з науковими програмами та темами, апробацію матеріалів дослідження.

Перший розділ дисертації присвячено аналізу впливу пластикових відходів на довкілля та обґрунтуванню використання скла як екологічно безпечної альтернативи. Детально розглянуто особливості виробництва скляної порожнистої тари, а також проаналізовано стан та умови експлуатації формувального оснащення. Встановлено, що основними матеріалами для виготовлення форм у світовій практиці є чавуни, а виробництво деталей здійснюється ливарним методом. Розглянуто сучасні технології виготовлення форм, наведено основних виробників, а також проаналізовано хімічний склад застосовуваних чавунів. Окреслено актуальні проблеми та невирішені питання, а також запропоновано альтернативні технологічні підходи для їхнього вирішення. На основі всебічного аналізу літературних джерел сформульовано порядок виконання досліджень і визначено основні завдання дисертаційної роботи.

Матеріали та методики проведення досліджень відображено **у другому розділі** дисертаційної роботи. Також представлено вихідні матеріали, технологічний процес виплавляння чавунів та позапічної обробки. Описано та проілюстровано технологічні варіанти виготовлення заготовок, підготовка зразків і дослідження їх фізико-механічних характеристик з демонстрацією лабораторного обладнання.

Третій розділ присвячено визначенню хімічних та теплофізичних властивостей дослідних чавунів. Детально описано підбір хімічного складу та

вплив хімічних елементів на властивості дослідних матеріалів, що ґрунтується на основі аналізу літературних джерел. Розгорнуто проаналізовано результати диференціально-термічного аналізу дослідних чавунів, показники ростостійкості, окалиностійкості та термостійкості. Встановлено, що температури початку фазових перетворень знаходяться в діапазоні робочих температур чавунів, що застосовують для деталей формувального оснащення.

Четвертий розділ дисертації присвячено результатам технологічних варіантів виготовлення виливків з чавунів 310СМ і 350СМХАН та дослідженню градієнтної структури за їхнім перерізом. В основі розділу розглянуто чотири технологічні варіанти позапічного оброблення. Перший варіант передбачає поверхневе оброблення розплаву силікобарієвим інокулятором (SB5) різної фракції, що забезпечило пластинчасту форму графітових включень і рівномірний їх розподіл у виливку. Другий варіант доповнено використанням холодильників товщинами 10 мм, 20 мм та 30 мм. Це сприяло зменшенню середніх розмірів графітових включень у 2,5 рази порівняно з першим варіантом, а також підвищенню мікротвердості перліту.

Третій варіант поєднує ковшове модифікування інокулятором SB5 із заливанням розплаву на холодильники, що дозволило отримати градієнтний розподіл графітових включень — від дрібнорозгалужених до рівномірних пластинчастих. Встановлено, що у виливках з 310СМ наявна повністю феритна матриця, тоді як у 350СМХАН — перлітна матриця з карбідними фазами. Четвертий варіант реалізовано шляхом комбінованого модифікування: ковшового інокулювання SB5, внутрішньоформового модифікування магнієвмісним модифікатором VL63(M) та заливанням на холодильники. Це забезпечило суттєве зменшення графітових включень і формування особливої градієнтної морфології структурних складових.

Дослідження температуропровідності засвідчили, що виливки, отримані за третім і четвертим варіантами, демонструють вищі показники, а коефіцієнти температуропровідності чавуну 310СМ перевищують аналогічні значення 350СМХАН у середньому на 26 %. Найперспективнішим визнано четвертий варіант, оскільки він забезпечує контрольовану зміну морфології графітових включень, що дозволяє отримати виливки з градієнтною структурою та покращеними експлуатаційними характеристиками. Це відкриває можливості для виготовлення деталей із підвищеною довговічністю в умовах циклічних термомеханічних навантажень.

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 5 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У першому розділі літературний огляд містить багато загальних положень, які не мають прямого відношення до теми дослідження.

2. У першому розділі (підрозділ 1.9) недостатньо висвітлено питання технологічних способів виготовлення чавунних деталей литтям, які використовують для форм склотарного оснащення. Проведення детальнішого аналізу та порівняння застосованих технологій із запропонованими у роботі дозволило б глибше розкрити наукову новизну дослідження та зробити висновки більш обґрунтованими.

3. У роботі не уточнено визначення циклів термостійкості: мається на увазі період від початку випробувань до руйнування чи від моменту появи першої тріщини до руйнування?

4. Варто уточнити, як саме визначали ступінь сфероїдизації графітових включень та чи використовували стандартизовані методики?

5. Бажано доповнити аналіз температуропровідності матеріалів більш детальним поясненням вибору методики вимірювання, а також розширити обговорення впливу цієї властивості на експлуатаційні характеристики досліджуваних матеріалів, порівняти з матеріалами-аналогами. Це дозволило б глибше обґрунтувати практичне значення отриманих результатів.

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

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Устименко Аліни Іванівни на тему «Технологія виробництва чавунних виливків з градієнтною структурою та властивостями» 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 Механічної інженерії. 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 Устименко Аліна Іванівна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 13 Механічна інженерія за спеціальністю 136 Металургія.

Офіційний опонент:

завідувач кафедрою машин і
технології ливарного виробництва
Національного університету
«Запорізька політехніка»
доктор технічних наук, доцент

Валерій ІВАНОВ

Підпис Іванова В.Г. засвідчую

Учений секретар
Національного університету
«Запорізька політехніка»
кандидат соціологічних наук, доцент



Віктор КУЗЬМІН

М.П.

«22» 07 2025 року