

РЕЦЕНЗІЯ
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

Дисертаційна робота А.І. Устименко присвячена розробленню ефективної технології виробництва жаростійких чавунних виливків з градієнтною структурою та властивостями для роботи в умовах дії циклічних термомеханічних навантажень.

Головними проблемами, з якими стикаються українські виробники скляної тари при експлуатації формокомплектів, є низька їх стійкість та висока вартість при закупівлі у передових світових виробників. Тому розроблення та удосконалення матеріалів і технологій виготовлення елементів формокомплекту для виробництва склотари, які гарантуватимуть високі експлуатаційні характеристики на рівні закордонних аналогів, є актуальною проблемою для українських підприємств.

Актуальність технологічних та конструкторських рішень, які підвищують ефективність виробництва склотари, додатково підсилюється загальною тенденцією у промислово розвинених країнах переходу від пластикової тари до скляної, яка, в свою чергу, обумовлена прагненням переходу на технологічні процеси із мінімально можливим впливом на екологію.

У свою чергу, ефективність виробництва скляної продукції визначається стійкістю, надійністю та характеристиками форм, що використовують. Структура матеріалу форм та технологія їхнього виготовлення значною мірою впливають на якість готової скляної продукції. При цьому до матеріалу форм висувають ряд вимог, серед яких простота отримання та оброблюваність, високі теплофізичні властивості, щільна, однорідна та дрібнозерниста структура, мінімальні температурні деформації та напруження, висока корозійно-, жаро- та розтостійкість за робочих температур, висока зносостійкість, відносно невисока вартість матеріалу.

Таким чином, розроблення хімічного складу та технології виготовлення елементів формокомплектів для виробництва склотари є комплексною науково-

технічною задачею, а представлені в роботі дослідження є актуальними та спрямованими на вирішення важливої науково-практичної проблеми, що підтверджується високим рівнем наукових публікацій здобувача та зв'язком роботи із науковими програмами.

Структура та оформлення

Дисертаційна робота А.І. Устименко складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Загальний обсяг дисертації становить 184 сторінки, у тому числі: 148 сторінок основного тексту дисертації, 83 рисунки, 14 таблиць, список використаних джерел зі 120 найменувань та 2 додатки.

У **вступі** наведено актуальність дисертаційного дослідження, сформульовано мету та задачі, вказано наукову новизну та практичну цінність.

У **першому розділі** висвітлено світові екологічні проблеми, що стосуються деструктивного впливу пластикових пакувальних матеріалів на навколишнє середовище та сучасні тенденції їх заміни на альтернативні. Наведено особливості процесу виробництва склотари, подано основні вимоги до експлуатаційних властивостей формокомплектів. На основі розглянутого та проаналізованого матеріалу сформульовано мету та задачі дослідження.

У **другому розділі** описано вихідні матеріали та технологічний процес виплавляння жаростійких чавунів, матеріали для їх позапічного оброблення та особливості його проведення. Представлено технологічні варіанти виготовлення виливків, методи дослідження фазових перетворень, мікроструктури, механічних властивостей, жаростійкості та температуропровідності чавунів.

У **третьому розділі** описано проведені дослідження з визначення хімічного складу жаростійких кремнистих чавунів 310СМ та 350СМХАН на основі аналізу впливу хімічних елементів на формування властивостей жаростійкості матеріалів. За результатами аналізу визначено вміст основних елементів для обох чавунів та температури початку фазових перетворень. Досліджено показники жаростійкості чавунів 310СМ та 350СМХАН за температури 1000 ± 20 °С, які порівнювали з аналогічними показниками чавуну відпрацьованої форми.

У **четвертому розділі** представлено результати застосування технологічних варіантів для виготовлення виливків із чавунів 310СМ та 350СМХАН з градієнтною структурою за перерізом. Подано результати металографічних досліджень, визначено показники мікротвердості, твердості та

температуропровідності, які підтверджують наявність градієнтної структури та властивостей за перерізом виливків.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій

Сформульовані в дисертаційній роботі наукові положення, висновки та рекомендації достатньо повно обґрунтовані здобувачем, викладені в доказовій формі та відповідають всім вимогам МОН України щодо дисертаційних робіт.

Автором чітко визначено об'єкт та предмет дослідження, його мету, точно сформульовано завдання дослідження. В дисертаційній роботі опрацьовано і значну кількість літературних джерел як вітчизняних, так і зарубіжних.

Обґрунтованість наукових положень і висновків забезпечено використанням у роботі праць визнаних вчених і фахівців у галузі розробки матеріалів із заданими властивостями; застосуванням добре апробованих методів та методик дослідженні та розробці власних. У роботі використано методи дослідження механічних та спеціальних властивостей (окалиностійкості, ростостійкості та термостійкості), імпульсний метод для визначення коефіцієнту температуропровідності, диференційнотермічний аналіз, металографічні дослідження та ін.

Обґрунтованість отриманих результатів, наукових положень і висновків також підтверджена успішною апробацією матеріалів дисертації на численних фахових наукових конференціях, в тому числі і міжнародних.

Достовірність та наукова новизна результатів досліджень

Найвагоміші результати дисертаційної роботи, які відображають наукову новизну, наступні:

Визначено хімічний склад низьколегованих графітизованих чавунів з підвищеним вмістом кремнію. 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.

Експериментально визначено показники жаростійкості низьколегованих графітизованих чавунів з підвищеним вмістом кремнію для роботи в умовах впливу циклічних термічних навантажень.

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.

Встановлено, що послідовне оброблення розплаву чавуну забезпечує зміну коефіцієнтів температуропровідності за перерізом виливків залежно від градієнту структури, що сприяє підвищенню експлуатаційних характеристик матеріалу в умовах інтенсивного впливу циклічних термічних навантажень.

Значущість отриманих результатів для науки та практичного використання

Дослідження, які проводилися в рамках даної дисертаційної роботи, вирішили важливе науково-технічне завдання у галузі виробництва формокомплектів для виготовлення склотари, зокрема з розробки хімічного складу та технології виплавляння виливків із жаростійких чавунів з підвищеним вмістом кремнію, які мають градієнтну структуру та властивості по перерізу виливка, із покращеними термомеханічними властивостями, які забезпечують збільшення тривалості експлуатації форм в умовах інтенсивної дії циклічних термомеханічних навантажень.

Практична цінність роботи полягає в наступному:

1. Запропоновано хімічні склади чавунів для виготовлення виливків з градієнтною структурою для роботи в умовах впливу циклічного термомеханічного навантаження.
2. Визначено кількісний склад інокулятора для ковшового оброблення та модифікатора для внутрішньоформового оброблення.
3. На основі результатів досліджень запропоновано технологічні рішення виготовлення чавунних виливків із прогнозованою градієнтною структурою, що забезпечують стабільність процесу отримання склотарної продукції.
4. Розроблено технологію виготовлення чавунних заготовок для деталей формокомплекту склотарного виробництва, які мають покращені експлуатаційні характеристики порівняно з аналогічною імпортною продукцією.

Повнота викладу результатів дисертаційного дослідження та наукових положень в опублікованих працях

За темою дисертації опубліковано 9 робіт, із них 1 стаття у науково-періодичному виданні, яке входить до наукометричної бази Scopus, 4 статті у фахових виданнях України, 4 публікації у збірках матеріалів конференцій.

Участь здобувача у роботах, які опубліковані у співавторстві, зазначена в дисертації.

Апробація роботи: основні наукові положення та результати досліджень доповідалися на 4 науково-технічних конференціях.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 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 No 44 від 12 січня 2022 року.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. При описі різних способів обробки чавуну, які були використані в роботі, масу інокуляторів та модифікаторів подано у відсотках від маси виливка. Однак на стадії виплавляння маса виливка ще не є відомою, тому більш коректно було б вказувати відсотки від маси розплаву або від сумарної маси вихідних матеріалів.

2. В описі методики визначення температуропровідності імпульсним методом (розділ 2.7.2) не вказано частоту опитування каналів у блоці АЦП; тим часом частота опитування суттєво впливає на точність відтворення зміни у часі вимірюваного аналогового параметра і, відповідно, на точність, повторюваність та відтворюваність результатів вимірювання.

3. У розділі 2.8 зазначено, що оцінювання точності отриманих даних проведених експериментів визначено зокрема за відотною похибкою вимірювання. Однак у розділах 3 та 4 немає жодної інформації стосовно величини обчислених значень похибки.

4. По тексту дисертації присутні технічні та друкарські помилки.

Водночас, варто відзначити, що зазначені зауваження та недоліки не зменшують високий науковий рівень дисертаційної роботи здобувача та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

Висновок про дисертаційну роботу

Відмічені недоліки та зауваження, які були висловлені щодо окремих аспектів роботи, не впливають на загальний науковий рівень та важливість досліджень, представлених у дисертації. Дисертаційна робота А.І. Устименко на тему «Технологія виробництва чавунних виливків з градієнтною структурою та властивостями» виконана на високому науково-технічному рівні і є самостійним та завершеним науковим дослідженням має актуальну тему. Вона має значний потенціал для подальших досліджень, спрямованих на

вдосконалення технології виготовлення елементів формокомплектів, та безсумнівно має практичну цінність для вітчизняних виробників склотари.

Дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 6, 8 та 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 № 44 від 12 січня 2022 року, а її авторка Устименко Аліна Іванівна – заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 136 «Металургія».

Рецензент:

Доцент кафедри зварювального виробництва
Національного технічного університету
України "Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського"
канд. техн. наук, доцент



Євгенія ЧВЕРТКО

“22” квітня 2025 р.