

ВІДГУК

офіційного опонента Пономаренко Ольги Іванівни
на дисертацію здобувача **Калашнікової Аліни Юріївни**

«Удосконалення технологічних процесів одержання виливків з модифікованих зносостійких чавунів для металургійної та гірничорудної промисловості», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.16.04 – Ливарне виробництво.

Актуальність теми дисертації та відповідність роботи спеціальності 05.16.04 – ливарне виробництво.

В умовах сучасної економіки особливо актуальними є впровадження технологічних рішень здатних забезпечити економію енергоресурсів, коштовних легувальних матеріалів та підвищення економічної ефективності виробництва.

Для виробництва високонавантажених деталей гірничого та металургійного обладнання широко застосовуються зносостійкі чавуни. Підвищення якості, і, як наслідок, підвищення експлуатаційних характеристик обладнання, що виробляється, є можливим, з умовою економії енергоресурсів, за рахунок використання комплексного модифікування, оптимізації хімічного складу, проведення термічної обробки литих виробів для зняття залишкових напружень, проектування та впровадження високоефективних та економічних технологічних процесів виготовлення литих виробів з застосуванням сучасних комп'ютерних інструментів.

Чисельні дослідження, що були проведені вітчизняними та іноземними вченими та дослідниками доводять, що модифікування білих чавунів є ефективним інструментом для підвищення їх механічних та експлуатаційних властивостей. Тим не менш на сьогодні такі дослідження щодо чавунів різного ступеня легування вивчені не повною мірою, зокрема, не досліджено вплив комплексних модифікаторів на основі рідкісноземельних металів, швидкості твердіння та термічної обробки на структуру та властивості чавунів.

Отже актуальність дисертаційної роботи, що реалізує розвиток наукових основ ефективних технологій виробництва литих виробів із чавунів різного ступеня легування за рахунок модифікування та термічної обробки для забезпечення підвищених експлуатаційних властивостей, очевидна.

Актуальність теми дисертаційної роботи підтверджується також тим, що вона виконувалася відповідно до Держбюджетної тематики НМетАУ: «Розробка фізико-хімічних основ створення нових високотвердих ливарних сплавів із використанням нанодисперсних матеріалів» (ДР 0110U003239) у період 2010-2012 рр.

Метою роботи є розробка ефективних менш витратних технологічних рішень, комплексне застосування яких дозволяє підвищити якісні та експлуатаційні показники виливків зі зносостійких чавунів.

Для досягнення поставленої мети в роботі було необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити вплив матеріалу ливарної форми та модифікування комплексним модифікатором на основі РЗМ на структуру та властивості білих низьколегованих чавунів;

- дослідити вплив модифікування комплексним модифікатором на основі РЗМ та термічної обробки на структуру та властивості білих середньолегованих хромонікелевих чавунів;

- дослідити вплив модифікування комплексним модифікатором на основі РЗМ на структуру та властивості білих високолегованих хромистих чавунів;

- оптимізувати параметри технології та конструкцію кокілю для виготовлення куль що мелють з низьколегованого чавуну;

- на підставі виробничих досліджень розробити технологічну інструкцію на виплавку високохромистого зносостійкого чавуну модифікованого комплексним модифікатором методом переплавки відходів виробництва ИЧХ28Н2 для використання у виробництві ПАТ «Марганецький рудоремонтний завод»;

- випробувати розроблені технології у виробництві виливків у промислових умовах та впровадити наукові та технологічні розробки в навчальний процес НМетАУ.

Дисертаційна робота Калашнікової Аліни Юріївни містить в собі анотацію, вступ і п'ять розділів, в яких викладено зміст теоретичних і експериментальних досліджень з висновками стосовно кожного етапу роботи, загальних висновків по проведених дослідженням, списку використаних джерел і додатків.

У вступі дисертаційної роботи автор сформулювала наукову задачу і обґрунтувала важливість її розв'язання, описала актуальність теми, мету і задачі дослідження, сформулювала наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, зазначивши при цьому особистий внесок здобувача, а також навела апробацію результатів роботи.

Проведений у першому розділі ґрунтовний аналітичний огляд стосовно обраної теми досліджень показав, що автор розглянула основні дослідження, які стосувалися модифікування та термічної обробки білих зносостійких чавунних виливків. Також було проаналізовано сучасні перспективи виробництва зносостійких чавунів для різних виливків металургійного та гірничорудного призначення, таких як подрібнювальна куля, двошаровий прокатний валок та

корпус насосу. Виявлено обмежені дані про застосування і експлуатаційні характеристики литих куль з модифікованих чавунів, виготовлених методом лиття в металеву форму; відсутність даних по модифікуванню робочого шару двошарових прокатних валків та їх релаксаційної відпустки, а також відсутність досліджень з використання зменшеного вмісту хрому у складі чавунів під впливом комплексного модифікування розплавів без застосування загартування.

У другому розділі роботи автор відмітила, що у дослідженнях використовували сучасні методи аналізу: хімічний, металографічний, рентгеноспектральний, визначення механічних властивостей. Теоретичні дослідження включали пошук оптимального технологічного процесу, при якому використання металевої форми дозволяє забезпечити рівномірні умови кристалізації вилівка по його перетину. Для встановлення функціональних зв'язків між досліджуваними факторами застосовували статистичну обробку експериментальних даних і планування експерименту із застосуванням комп'ютерних програм. Крім того, застосовували вдосконалений автором для конкретних умов метод комп'ютерного моделювання.

В третьому розділі після аналізу промислових технологій виготовлення чавунних подрібнювальних куль литтям в піщану форму і кокіль на підставі експериментальних досліджень і комп'ютерного моделювання дослідили та визначили основні чинники технологічного процесу виготовлення виливків з низьколегованого чавуну на їх структуру та експлуатаційні властивості. Відмінність полягає в урахуванні матеріалу та конструкції ливарної форми, позапічного модифікування розплаву комплексним модифікатором на основі рідкоземельних металів, температури вибивання виливків з форм та охолодження після вибивання. Виробничі випробування удосконаленого технологічного процесу виробництва литих куль у багаторазові металеві форми на установці карусельного типу показали поліпшення службових властивостей куль.

В четвертому розділі на підставі експериментальних досліджень і комп'ютерного моделювання був розроблений удосконалений технологічний процес виготовлення двошарових прокатних валків, що включає модифікування розплаву робочого шару чавуну рідкісноземельними металами і термічну обробку литих заготовок. Аналіз структури в різних перерізах бочок валків серійного і експериментального показав, що комплексна обробка призводила до зменшення мікротвердості цементиту, мартенситу і бейніту та 3-4%, тонко диференційованого перліту – на 7% , що було пов'язано з процесами відпуску бейнітно-мартенситної структури матриці, а матеріал робочого шару дослідного валка у порівнянні з серійним мав підвищені механічні властивості: границя міцності при розтягу - на 3-7%, границя міцності при вигині - на 2-3%, а ударна в'язкість - на 4-15%. Твердість робочого шару практично не змінювалася, а термостійкість була на 27% більшою.

В п'ятій частині дисертації автор навела результати лабораторних досліджень щодо змін, які відбуваються у виливках з високолегованого модифікованого рідкісноземельними металами чавуну та їх вплив на службові властивості, а також серії дослідних промислових плавок, виконаних методом переплавлення повернень виробництва і продукції, що відпрацювала корисний термін експлуатації та отримала нову марку чавуну ИЧХ290Х16Н(РЗМ). Виробничі випробування розробленого технологічного процесу виробництва корпусів насоса показали підвищення експлуатаційних властивостей матеріалу. На підставі виробничих досліджень була розроблена технологічна інструкція на виплавку високо хромистого модифікованого комплексним модифікатором зносостійкого чавуну методом переплавки відходів виробництва ИЧХ28Н2 для використання у виробництві ПАТ «Марганецький рудоремонтний завод».

Згідно вищезгаданому, надана до розгляду дисертація є актуальною, а представлений матеріал наукових досліджень змістовно відповідає спеціальності 05.16.04 – ливарне виробництво.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Ступінь обґрунтованості наукових результатів і їхня достовірність базується на:

– реалізує класичний підхід до наукового дослідження, який включає в себе постановку мети, визначення завдань дослідження, аналітичний огляд, в якому проаналізовано науково-технічну літературу щодо сучасного стану технологій виготовлення виливків з модифікованих зносостійких чавунів;

– визначенні стану наукової задачі шляхом достатнього аналізу літературних джерел, в результаті якого було вказано на недоліки існуючих технологічних процесів виготовлення виливків зі зносостійких чавунів різного ступеня легування;;

– застосуванні сучасних положень ливарного виробництва, теорії формування виливків, стандартних методів і апаратури, яка пройшла державну повірку, результатами лабораторних випробувань та впровадження у виробництво, використанням методів математичного планування і статистики при оптимізації, обробці експериментальних та статистичних даних;

– результатах проведених експериментальних та промислових експериментів, які між собою співпадають і не суперечать існуючій на даний час системі знань у даній галузі науки;

– наведено якісне формулювання отриманих висновків.

У такий спосіб можна зробити висновок, що ступінь обґрунтованості наукових положень і їхня достовірність є високою.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується:

– коректною постановкою завдань теоретичних та експериментальних досліджень;

– системною логікою аналізу досліджуваних процесів, та відсутністю протиріч щодо сутності фізико-механічних та фізико-хімічних явищ які досліджуються в роботі;

– наукова новизна отриманих результатів визначається одержаними експериментальними даними, встановленими закономірностями та розробкою технологічних процесів лиття деталей металургійного та гірничо-збагачувального обладнання: корпусів насосів багерів, прокатних валків, подрібнювальних куль з модифікованих зносостійких чавунів;

– застосуванням сучасних методів проведення дослідження фізико-механічних процесів та фізико-хімічних явищ; встановленням закономірностей процесів формування структури, отримання підвищених механічних і експлуатаційних властивостей в модифікованих чавунних сплавах для високонавантажених деталей, що працюють в умовах інтенсивного зносу;

– використанням під час проведення досліджень сучасних стандартних методів хімічного, металографічного, фрактографічного аналізу, а також визначення фізико-механічних властивостей чавунів. В процесі обробки отриманих результатів застосовували методи математичного планування і оптимізації експерименту. Дослідження гідродинамічних процесів виконано за допомогою комп'ютерного 3D моделювання ливарних процесів з використанням пакета програм SolidWorks та LVMFlow;

– системним підходом до досліджуваної проблеми за рахунок аналізу фізико-механічних, технологічних та теплофізичних властивостей лиття деталей металургійного та гірничо-збагачувального обладнання модифікованих зносостійких чавунів;

– адекватністю розроблених комп'ютерних моделей;

– наявністю акта виробничих випробувань у виробництві ПАТ «Марганецький рудоремонтний завод» та використанням в навчальному процесі студентів кафедри ливарного виробництва Національній металургійній академії України.

Зазначене свідчить про достовірність наведених у дисертації Калашнікової А. Ю. результатів.

Наукова новизна.

Положення, висновки й рекомендації, наведені в дисертаційній роботі, відображають очевидну наукову новизну в наступному виді:

1. Вперше експериментально встановлені та отримані математичні закономірності сумісного впливу основних чинників технологічного процесу на структуру, механічні та експлуатаційні характеристики зносостійких чавунних подрібнювальних куль.

Розробка відрізняється комплексним урахуванням впливу технологічних параметрів виробництва, таких як матеріал ливарної форми, конструкція ливарної форми, час витримки вилівка у формі, температура вибивання, середа охолодження, модифікування розплаву на службові властивості виливків. Це дозволило отримати виливки з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

2. Вперше теоретично встановлено термочасові параметри та визначені оптимальні тимчасові рамки між твердінням робочого шару основного металу, обробленого комплексним модифікатором, і початком процесу промивки осьової зони двошарового прокатного валка.

Розробка відрізняється застосуванням багатошарової диференційованої за температурними зонами САПР моделі. Застосування процесу комп'ютерного моделювання, що складається з двох стадій, дозволило удосконалити технологію лиття двошарового прокатного валка в комбіновану ливарну форму методом промивки.

3. Вперше встановлені закономірності комплексного впливу обробки металу робочого шару двошарового прокатного валка комплексним модифікатором, що містить РЗМ, і термічної обробки – циклічного відпуску на структуроутворення і механічні властивості виливків.

Розробка відрізняється застосуванням комплексного модифікатора на основі рідкісноземельних металів з цілеспрямованим впливом на процес структуроутворення литих двошарових прокатних валків. Це дало можливість підвищити міцність і експлуатаційні характеристики металу робочого шару валка при зниженні витрат легуючих елементів.

4. Отримали подальший розвиток знання про закономірності зміни структури і міцності хромистих чавунів зі зниженим на 11-13% вмістом легуючого елементу під впливом комплексного модифікування розплавів.

Розробка відрізняється цілеспрямованим використанням комплексного модифікатора на основі рідкісноземельних металів для встановлення процесів структуроутворення зносостійких виливків скорегованого хімічного складу. Це дало можливість здійснити управління формуванням мікроструктури сплаву з підвищеними міцнісними і експлуатаційними характеристиками без

застосування термічного оброблення та при зниженні витрат легуючих елементів, порівняно з діючим технологічним процесом.

Дисертаційна робота Калашнікової А. Ю. має суттєву наукову новизну.

Практичне значення результатів роботи.

На підставі виконаних теоретичних і експериментальних досліджень отримані такі практичні результати:

1. Розроблено та запропоновано технологічні процеси виготовлення чавунних виливків різного ступеня легування, які дозволяють підвищити фізико-механічні та експлуатаційні характеристики.

2. Встановлено вплив основних технологічних параметрів на процес виробництва подрібнювальних куль. Розроблено та впроваджено новий склад чавуну для таких виливків (пат. 97439 «Чавун»). Технологічний процес успішно випробувано в промислових умовах.

3. Визначено закономірності впливу комплексної обробки металу робочого шару валка обробкою розплаву комплексним модифікатором, що містить РЗМ, та термічної обробки литої заготовки на структуроутворення і механічні властивості литих двошарових прокатних валків (пат. 98996 «Чавун для прокатних валків»).

4. Визначено хімічний склад високохромистого зносостійкого чавуну шляхом зменшення вмісту хрому під впливом комплексного модифікування розплавів для підвищення міцності і експлуатаційних характеристик. Технологічний процес виробництва таких виливків успішно випробуваний в промислових умовах (акт випробувань від 05.10.2014р.).

5. Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес (довідка від 16.05.2017 р.) з дисциплін «Спеціальні та особливі види литва» та «Прогресивні технології лиття виливків із чорних та кольорових металів і сплавів».

Затребуваність результатів роботи свідчить про значну практичну цінність для практики результатів роботи.

Значущість для науки та практики результатів роботи.

Значущість результатів роботи для науки ґрунтується на великому об'ємі експериментальних матеріалів, що дозволило зробити нові важливі теоретичні висновки стосовно структуроутворення та зміцнення чавунів різного ступеня легованості з використанням комплексних модифікаторів та термічної обробки.

Значущість для практики полягає в тому, що результати теоретичних та експериментальних досліджень дозволили удосконалити і частково впровадити

нові технологічні процеси лиття виливків, розробити технологічну інструкцію для ливарного цеха. Одержані результати впроваджено у промислових умовах підприємства, що займається виробництвом виливків для гірничорудної промисловості. Результати роботи також можуть бути використаними на інших наступних підприємствах: ПАО «Дніпропетровський завод прокатних валків», ПАТ «АвтоКрАЗ», НВП «Фероліт», ПАТ «Дніпроважмаш», ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (РМЗ).

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

Основні наукові результати дисертації доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на міжнародних науково-практичних конференціях: «Литво 2011», «Литво 2012», «Литво. Металургія 2013», «Литво. Металургія 2014», «Литво. Металургія 2015», «Литво. Металургія 2016» (м. Запоріжжя, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 рр.), «Нові матеріали та технології в машинобудуванні» (м. Київ, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 рр.), «Перспективні технології, матеріали та обладнання в ливарному виробництві» (м. Краматорськ, 2011, 2015 рр.), «Стратегія якості в промисловості та освіті» (м. Варна, Болгарія; 2011, 2012 рр.), «METALURGIJA» SHMD'2014 (м. Шибеник, Хорватія, 2014 р.), «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні. ІТММ'2017» (м. Дніпро, 2017 р.).

Основні матеріали і результати дисертації опубліковані в 25 друкованих працях., в тому числі, у 9 фахових виданнях, згідно вимог МОН України, 1 - стаття у фаховому іноземному виданні, 12 - матеріали наукових конференцій, новизна технічних рішень захищена у 3 патентах України на винахід.

Їх аналіз дає підставу вважати, що наукові положення, висновки і рекомендації, які отримані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені в наукових працях.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

Рекомендації щодо використання результатів дослідження.

Результати досліджень: технологія та досвід практичного використання можуть бути рекомендовані для використання науковими працівниками, які спеціалізуються в створенні ефективних технологій виробництва литих виробів із чавунів різного ступеня легування за рахунок модифікування та термічної обробки для забезпечення підвищених експлуатаційних властивостей, науково-дослідних організаціях та інститутах, технологів ливарних цехів, а також у

навчальному процесі при викладанні відповідних розділів лекційних курсів по дисциплінам: «Спеціальні та особливі види литва»; «Прогресивні технології лиття виливків із чорних та кольорових металів і сплавів».

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Хотілося б щоб в своїй роботі автор дав характеристику модифікаторів, які він використовує з позицій класифікації модифікаторів. Наприклад, до якого I або II роду відносяться застосовувані модифікатори і як вони впливають на властивості зносостійких чавунів?

2. При комп'ютерному моделюванні отримання куль, що мелють (розділ 3) автор враховував масу кокіля, хоча за даними з технічної літератури на час охолодження виливків більше впливає товщина стінки кокіля, а не його маса. При моделюванні (розділ 3) враховували параметри фарби, якою покривали кокіль. У роботі не наведено склад використовуваної фарби.

3. Стор. 79. Підвищення міцності на 3 ... 4,5% лежить в межах помилки випробувань. Аналогічно висновок 7 стор.167

4. Чому для експериментальної плавки (стор. 83) використовували піч з кислою футеровкою?

5. Автор не вказує скільки разів проводився один і той же експеримент для вимірювання механічних властивостей, наприклад, для визначення ударної стійкості.

6. З розділу 2 не зрозуміло чому комплексний показник якості виливка куля включає тільки два показника: ударостійкість та об'ємну твердість.

Стор. 166. Автор стверджує, що комплексний показник якості виливків по запропонованій технології було підвищено на 58 ... 60%. Як він визначався?

7. Список літератури частково оформлений не за вимогами до дисертацій.

8. У підрозділі 1.3 надмірно докладно викладено матеріал щодо абразивності гірських порід та дослідження впливу кута атаки струменя на різні матеріали

Зроблені зауваження не мають принципового значення для загальної позитивної оцінки розглянутої дисертаційної роботи.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Калашнікової Аліни Юріївни «Удосконалення технологічних процесів одержання виливків з модифікованих зносостійких чавунів для металургійної та гірничорудної промисловості», за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.16.04 – ливарне виробництво.

В дисертації вирішена актуальна задача по розробці теоретичних і технологічних основ створення ефективних менш витратних технологічних рішень, комплексне застосування яких дозволяє підвищити якісні та експлуатаційні показники виливків зі зносостійких чавунів.

Дисертаційна робота містить раніш не захищені наукові положення і одержані автором нові науково обґрунтовані результати в області теорії та практики ливарного виробництва.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013, №567 що до кандидатських дисертацій, а здобувач Калашнікова Аліна Юрївна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – ливарне виробництво.

Офіційний опонент:

професор кафедри ливарного виробництва

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

доктор технічних наук, професор

П.у. Пономаренко О.І.

