

ВІДГУК

офіційного опонента Ямшинського Михайла Михайловича на дисертацію

Скідіна Ігора Едуардовича

“Технологічні основи поверхневого легування виливків шляхом одержання функціональних шарів із термітних розплавів”

за спеціальністю 05.16.04 – ливарне виробництво

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

Підвищення якості ливарних сплавів і створення ресурсозберігаючих технологій виробництва з них виливків з високими механічними, спеціальними і експлуатаційними властивостями є пріоритетними напрямками розвитку ливарного виробництва.

Виробництво значної кількості литих деталей, які працюють в умовах інтенсивного зношування, високих температур та агресивних середовищ, переважно застосовуються технології їх виготовлення з використанням об'ємного легування металу, що часто не є ефективним, оскільки лише невелика товщина таких деталей є робочою і зношується. Це призводить до невиправданих витрат дорогих високолегованих сплавів і збільшення собівартості лиття.

Значну увагу приділяють розробленню технологічних процесів виготовлення виливків з поверхневими функціональними шарами, зокрема зносостійкими, властивості яких надаються шляхом їх легування. Поверхнєве легування виливків шляхом нанесення на внутрішню поверхню форми легувальних покриттів дозволяє отримувати поверхневий шар з диференційними властивостями не більше 10 мм.

В даний час виробництво виливків з різними властивостями окремих частин здійснюється різноманітними способами: послідовного або одночасного заливання розплавів у ливарну форму, заливання розплаву на тверду заготовку

тощо. Більшість цих технологій потребує використання операцій додаткового оброблення розплавів, підготовлення поверхні, що ускладнює технологічний процес виготовлення виливків з функціональними шарами.

Процеси поверхневого легування, вплив легувальних елементів на властивості поверхневого шару, а також технології нанесення цих покриттів методом лиття на поверхню вивчені недостатньо і потребують глибокого дослідження.

Наразі залишається проблема прогнозованості синтезованих структур та керованості механічних та службових властивостей, що обмежує використання металотермічних процесів у промисловій.

Існуючі технології лиття з використанням алюмотермії, підтверджені лише моделюванням та лабораторними результатами, небезпечні і поки що не застосовуються в умовах виробництва, Технологічні параметри виробництва виливків з поверхневим легованим функціональним шаром, отриманим із термітних сумішей, потребують ретельного вивчення.

Застосування методів металотермії для отримання виливків з легованими функціональними шарами є перспективним напрямом розвитку наявних технологій і набуває широкого застосування, що є доцільним і техніко-економічно обґрунтованим.

Згідно вищезазначеному, 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.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Скідіна І.Е. висока, оскільки:

- базується на комплексному критичному аналізі наявного в літературних та інформаційних джерелах матеріалу за даною проблемою;

- реалізує класичний підхід до наукового дослідження, який включає в себе постановку мети, визначення завдань дослідження (вступ), аналітичний огляд (розділ перший), опис та розроблення методологічного підґрунтя (розділ другий), обґрунтування та дослідження складів термітних сумішець на функціональність шару (розділ третій), дослідження механізмів структуроутворення сформованого функціонального шару (розділ четвертий), запровадження технологічних рекомендацій для ливарних підприємств (п'ятий розділ);

- розраховано та підтверджені експериментально температури в нижній частині виливка під час металотермії;

- оброблення даних з дослідно-експериментальної частини та побудова графіків отриманих результатів досліджень, комп'ютерне математичне моделювання здійснюються з використанням комп'ютерних програм;

- наведено якісне узагальнення результатів досліджень і формулювання отриманих висновків.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується:

– коректною постановкою завдань теоретичних та експериментальних досліджень;

– системним аналізом досліджуваних процесів;

– застосуванням сучасних методів визначення технологічних термітних сумішей та процесів структуроутворення;

– наукова новизна отриманих результатів визначається одержаними експериментальними даними та встановленими закономірностями;

– системним підходом до досліджуваної проблеми через аналіз не тільки технологічних, але й економічних показників;

– наявністю актів апробації практичних рекомендацій, наведених у дисертаційній роботі, з виробництва ПП «Колбі», ТОВ «Гормашремонт».

Зазначене свідчить про достовірність результатів, наведених у дисертації Скідіна І.Е.

До основних наукових результатів дисертації слід віднести наступне.

1. Подальшого розвитку набули уявлення щодо калорійності алюмотерміту на основі окалини та порошку алюмінію: обґрунтовано доцільність використання надлишку тепла реакцій (448 кДж/кг) на плавлення додатково введених у шихту порошоків заліза та хрому.

Такий підхід дозволяє вирішити проблематику втрат заліза через кипіння і дозволяє керувати властивостями сформованого шару.

2. Уперше обґрунтовано вплив температури й кількості введених до алюмотермітної шихти порошоків заліза та хрому на якісно-кількісні показники сформованого із термітного розплаву функціонального шару виливків: при нагріванні системи «випок – форма-реактор» до 873 К і збільшенні в шихті порошку заліза з 20 до 40 % від маси терміту.

Таким чином забезпечується покращання експлуатаційних властивостей легованого шару за рахунок зменшення його пористості на 17,3 %. Підвищення вмісту хрому до 12,8 % від маси терміту забезпечує можливість отримання в сплаві 22,5 % хрому, що дозволяє економити ферохром, і як наслідок призведе до підвищення виходу придатного лиття.

3. Подальшого розвитку отримали уявлення про вплив температури системи «випок – форма-реактор» на процес формування шару термітного розплаву та його сплавлення з поверхнею деталі: теоретично встановлено та експериментально підтверджено, що при граничній температурі 873 К у формі-реакторі реалізуються температуро-часові умови утворення розплаву у кількості, яка, залежно від поставлених завдань.

Це дає можливість забезпечувати стабільний металевий зв'язок у перехідній зоні сплавлення, задану товщину функціонального шару,

рівномірний розподіл легуючих елементів, вихід газових неметалевих включень та цілісність стінок виливка у разі його відновлення.

4. Подальшого розвитку отримали уявлення про структуроутворення алюмотермічного функціонального шару виливків: обґрунтовано якісно-кількісний склад зміцнювальних фаз залежно від складу компонентів шихти.

Для різних умов експлуатації такий підхід дозволяє керувати процесами структуроутворення та забезпечувати оптимальну кількість зміцнюючої фази.

5. Отримали подальшого розвитку уявлення щодо утворення неметалевих включень у сплавах на основі заліза, одержаних із використанням алюмотермії: теоретично встановлено та експериментально підтверджено, що переважно всі первинні включення корунду, які спливають, концентруються на поверхні термітного розплаву, а вторинні включення через низьку швидкість спливання – залишаються в розплаві й слугують центрами для гетерогенного зародження включень карбіду хрому і відіграють роль інокулюючого модифікатора.

Очищення розплаву від неметалевих краплин є першочерговим завданням отримання якісного литого виробу. Через регулювання процесів спливання та розмірів неметалевих краплин відбувається додаткове очищення перехідної зони під час процесу утворення легованого шару на поверхні виробу.

Практичне значення результатів роботи.

На основі досліджень складів термітних сумішей, термочасових параметрів та встановлених закономірностей процесів структуроутворення, стало можливим:

1. Визначено граничні температуро-часові умови утворення розплаву з термітної шихти, при яких, залежно від поставлених завдань, забезпечується металевий зв'язок у перехідній зоні сплавлення, задана товщина функціонального шару, рівномірний розподіл легуючих елементів, видалення газових включень, цілісність відновлюваного виливка.

2. Експериментально підтверджено склади шихти для одержання в реакційній формі необхідної кількості перегрітих розплавів заданого хімічного складу, що формують функціональний шар на поверхні виливка.

3. Показано можливість отримання функціонального шару, мікроструктура якого представлена ферито-перлітною матрицею із зміцнювальними фазами у вигляді карбїду заліза (цементит), глинозему (корунд) та легованого хромом цементиту залежно від складу компонентів шихти.

4. Розроблено методику розрахунку термокінетичних особливостей утворення неметалевих включень у сплавах на основі заліза, одержуваних із використанням алюмотермії, на підставі якої вивчено механізм структуроутворення.

5. Розроблено універсальну технологію поверхневого легування виливків та відновлення їх робочих зон, яка ґрунтується на литті отриманого позапічним методом термітного розплаву на поверхню різного профілю й дозволяє сформувати на ній легований хромом функціональний шар різної товщини.

Результати роботи пройшли промислові випробування на підприємстві ТОВ «Гормашремонт», м. Кривий Рїг (акт від 20.09.2020 р.) та ПП «Колбі» м. Кривий Рїг (акт від 22.05.2019 р.). Підтверджено переваги розробленого технологїчного процесу виготовлення литих деталей з рядових сталей та леговоною хромом поверхнею, яка утворюється внаслідок формування з термітного розплаву функціонального шару із заданими фізико-механїчними властивостями.

Запропонованї методики й теоретичнї напрацювання впроваджені в навчальнїй процес Криворїзького національного університету під час оновлення змісту освітнїх компонентів: «Моделювання ливарних процесів», «Спеціальнї види литва», «Сталеве литво».

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні наукові положення і результати, що представлені в дисертації, пройшли апробацію на таких конференціях: Міжнародна науково-технічна конференція «Нові матеріали і технології в машинобудуванні» (м. Київ, 2012 р., 2017 р.); Міжнародна науково-технічна конференція «Розвиток промисловості та суспільства» (м. Кривий Ріг, 2015 р., 2017 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Литьє» (м. Запоріжжя, 2016 р., 2017 р.); VI Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології промислового комплексу – 2020» (м. Херсон, 2020 р.); Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону» (м. Запоріжжя, 2020 р.).

За матеріалами дисертації опубліковано 19 публікацій, серед яких 7 статей у періодичних фахових виданнях України, 1 у виданні, що входить до наукометричної бази Scopus, 11 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Аналіз публікацій дає підставу вважати, що наукові положення, висновки та рекомендації, які отримані в дисертаційній роботі, повністю висвітлені в наукових працях.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації й достатньо повно висвітлює основні наукові результати, отримані здобувачем.

Рекомендації щодо використання результатів дослідження.

Результати досліджень, технологія виготовлення легованого функціонального шару на виливках та математичний аналіз термодинамічних розрахунків можуть бути рекомендовані для використання науковими працівниками, які спеціалізуються в галузі проектування і виготовлення сталевих виливків з диференційованими властивостями поверхні, науково-дослідних організацій та інститутів, технологів ливарних цехів, а також в навчальному процесі під час вивчення дисциплін “Фізико-хімічні основи

ливарного виробництва”, “Конструювання литих деталей”, “Виробництво виливків із сталей”, “Сталеве литво”, “Спеціальні та особливі види лиття”.

За матеріалами дисертаційної роботи можна зробити наступні зауваження:

1. У вступі та літературному огляді не наведено для яких груп виливків, маса виливків, товщина стінок тощо пропонується дана робота.
2. Під час огляду літературних джерел автор приділяє значну увагу структурі сплавів але не наводить порівняння та аналіз структур до умов та виду зношування.
3. Під час розроблення експериментальної установки автором не наводиться пояснення з яких причин обрано реакційну камеру таких розмірів. Враховуючи високі температури горіння термітних сумішей доцільним було б навести аналіз товщин та матеріалів металевої основи, оскільки ці фактори пов’язані із швидкістю тепловідведення.
4. Необхідно пояснити, яким чином вимірювали температуру 3134 К (стор.75) та інші, якщо робоча температура термопари ВР5/20 складає 2800 К.
5. Автору доцільно навести аналіз різних параметрів дослідження із обранням режимів дослідження, які повною мірою відображають умови зношування. Методика визначення зносостійкості потребує уточнення: час дослідження, фракція піску кут атаки.
6. П.3.1 автор розглядає термодинамічні розрахунки але, як висновок робить, що утворюється 33,7 л газоподібного заліза. Необхідно надати уточнюючу інформацію стосовно керування протіканням хімічної реакції або зміни відсоткового складу термітної суміші.
7. Рис. 3.3 та 3.4 не зрозумілим є вираз «Зміна температур в системі «виливок – форма-реактор» при 293 К»
8. Під час порівняння рис.2.6 (стор. 61) та рис.3.5 (стор. 80) не зрозуміло за рахунок чого поверхня ливарної форми має найвищу температуру

(крива 1).

9. Не зрозуміло за рахунок яких висновків автор стверджує що включення карбиду (рис. 4.1) створюють ефект інокулюючого модифікування

10. В 4 розділі автор розглянув лише два варіанта шихти без пояснення обраних варіантів, доцільним було б навести планування експерименту.

11. Аналіз табл.4.5 не дозволяє зробити остаточні висновки стосовно визначення часу зростання та швидкості спливання включень. Яким чином відбувалось вимірювання, оскільки в «Розділі 2» така інформація відсутня. Необхідно пояснити яким метрологічним забезпеченням користувались під час роботи при визначенні часу.

12. В «Розділі 5» не досліджено ймовірні дефекти під час наплавлення функціонального шару за розробленою технологією. Автору необхідно приділити увагу розробленню технологічної інструкції на використання запропонованої технології з детальним описом можливих технічних рішень.

13. В роботі відсутній розрахунок економічної ефективності запровадженої технології.

Загальні висновки.

Дисертаційна робота Скідіна Ігора Едуардовича “Технологічні основи поверхневого легування виливків шляхом одержання функціональних шарів із термітних розплавів” за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.16.04 – ливарне виробництво.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка надає нове рішення науково-технічної задачі обґрунтування та удосконалення технології виготовлення сталевих виливків із функціональним шаром.

Дисертаційна робота містить раніш не захищені наукові положення і одержані автором нові науково обґрунтовані результати в області теорії та практики ливарного виробництва, які в сукупності вирішують важливу науково-прикладну задачу підвищення якості зносостійких сталевих виливків, що виготовляються за розробленою ресурсозберігаючою технологією.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11, 13 Постанови Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р., № 567 до " Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", а також іншим вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Скідін Ігор Едуардович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – ливарне виробництво.

Офіційний опонент,
доцент кафедри ливарного виробництва
чорних і кольорових металів,
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, доцент



М.М. Ямшинський
Відділ кадрів
10/11/13
№ 6

Дисертаційна робота відповідає вимогам п. 9, 11, 13 Постанови Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р., № 567 до " Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника", а також іншим вимогам МОН України щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Скідін Ігор Едуардович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 – ливарне виробництво.

Офіційний опонент,

доцент кафедри ливарного виробництва

чорних і кольорових металів,

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут»

доктор технічних наук, доцент

М.М. Ямшинський