

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора ЛАУХІНА Дмитра Вячеславовича на дисертаційну роботу ФРОЛОВА Романа Олександровича на тему: «ПІДВИЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВТОРИННИХ СИЛУМІНІВ КОМПЛЕКСНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ МОДИФІКУВАННЯ», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Актуальність теми дисертації. В останні десятиріччя знаходять широке застосування різноманітні методи впливу на розплави металів і сплавів під час кристалізації з метою отримання заданих показників механічних властивостей. Серед них — рафінування, обробка розплаву імпульсним електричним струмом, вплив магнітними полями, ультразвукова обробка, а також модифікування за рахунок домішок або спадкових факторів. Позитивний ефект від цих методів виявлявся лише в межах певного інтервалу покращення механічних характеристик. Найбільшого результату вдавалося досягти при комплексному підході, коли залучалися різні механізми впливу на розплав, наприклад, поєднання рафінування з ультразвуковою обробкою або модифікування з лазерною обробкою поверхні. Розробка в Україні нових ресурсозберігаючих технологій переробки має ґрунтуватися на простих у виконанні, енергоефективних та екологічно безпечних методах впливу на розплав, із застосуванням комплексного багатоаспектного підходу до вибору механізмів покращення структури та властивостей виробів. У зв'язку з цим, дисертаційна робота ФРОЛОВА Р.О., що спрямована на підвищення механічних властивостей вторинних силумінів комплексною технологією модифікування є актуальною та своєчасною.

Актуальність теми дисертаційної роботи також підтверджується тим, що її основні етапи виконано в рамках наукових програм Національного університету «Запорізька політехніка» у тісній співпраці з виробництвом АТ «МОТОР СІЧ» та мають державний реєстраційний номер №0117U004757.

Наукова новизна. Узагальнення результатів досліджень роботи Романа ФРОЛОВА дозволили отримати залежності впливу стану і параметрів шихти на показники механічних властивостей вторинних силумінів. Найбільш значущі наукові результати, на думку опонента, є такі:

1. Вперше виявлено вплив модифікувального комплексу МК-1 на структуру та властивості саме вторинних сплавів АК7ч (вітчизняний) та А356.2 (закордонний). Експериментально доведено, що оптимальна кількість МК-1 покращує структуру (диспергізація, рівномірний розподіл фаз, зменшення пористості) та властивості сплавів. Показано, що необхідна кількість МК-1 для застосування залежить від початкової концентрації заліза.

2. Отримано нові дані про вплив стану шихти на структуру та властивості виливків, що виготовлено із вторинних силумінів АК7ч та А356.2. Визначено оптимальні структурні характеристики дрібнокристалічної шихти (розмір зерен α -фази 10...15 мкм, евтектичного кремнію та інтерметалідів 1...2 мкм), виготовленої за технологією нагартувального отвердіння з високою швидкістю охолодження.

3. Вперше встановлено, що спадкове модифікування вторинного сплаву АК7ч дрібнокристалічною шихтою зменшує розмір зерен α -фази у 1,5...2,5 рази, евтектичного кремнію у 1,2...1,7 разів та інтерметалідів у 1,3...1,9 разів, а також забезпечує рівномірний розподіл структурних складових.

4. Вперше отримано залежності, що описують вплив концентрації заліза, вмісту дрібнокристалічної шихти та кількості МК-1 на механічні властивості сплавів АК7ч та А356.2. Показано, що значення σ_B , δ та HRB мають екстремальний характер.

5. Розширено уявлення про механізми впливу комплексного модифікування на мікроструктуру та фазовий склад вторинних силумінів АК7ч та А356.2, отримано нові дані щодо їх характеристик.

Наукова цінність викладених у дисертації Романа ФРОЛОВА результатів підтверджується комплексним підходом до проведення досліджень та їх узгодженням з положеннями сучасного матеріалознавства.

Практичне значення матеріалів дисертації. Однією із позитивних рис дисертаційної роботи є те, що майже всі її експерименти, висновки та рекомендації

мають практичну спрямованість на підвищення границі міцності, відносного видовження та твердості виливків.

Найбільш цінними із отриманих результатів вважаю наступні:

1. Запропоновано застосування більш ефективного рафінувально-модифікувального комплексу МК-1 на заміну K_2ZrF_6 (за заводською технологією). При цьому необхідна кількість МК-1 складала 0,1...0,15 мас. % проти 2 мас. % K_2ZrF_6 .

2. Розроблено просту та низьковартісну технологію виготовлення дрібнокристалічної шихти зі сприятливою мікроструктурою, що при її подальшому застосуванні дозволяє значно підвищити якість литва та зменшити витрати на імпорتنі закупівлі первинних матеріалів.

3. Проведення комплексної обробки розплавів модифікатором МК-1 та дрібнокристалічною шихтою дозволило розширити області застосування вторинних алюмінієвих сплавів з вмістом заліза до 1,84 мас. % для виготовлення відповідальних виливків замість первинних сплавів, що одночасно вирішує проблему утилізації відходів і необхідності постачання дефіцитної сировини.

4. Доведено, що комплексне модифікування вторинних силумінів, дозволяє скоротити кількість модифікувальних добавок при збереженні високих механічних властивостей виливків, що в перспективі дозволить знизити шкідливі викиди небезпечних газів.

Вагоме практичне значення матеріалів дисертації підтверджується актами впровадження на виробництві та розрахунком економії коштів на закупівлю імпорتنих матеріалів, що становить 38350...40850 грн/т.

Достовірність матеріалів дисертації підтверджується використанням сучасного обладнання, в тому числі, запису цифрових показників за допомогою аналогово-цифрових перетворювачів високої роздільної здатності; великої кількості досліджених зразків; узгодженістю експериментальних результатів і висновків дисертації з основними положеннями сучасного матеріалознавства, а також позитивним результатом промислового впровадження.

Характеристика роботи в цілому. Позитивною рисою дисертаційної роботи є великий обсяг отриманих результатів та комплексний підхід до вивчення структур і

механічних властивостей вторинних силумінів з вмістом заліза, вище ніж зазначено у ДСТУ 2839-94. У зв'язку з цим, за науковими і практичними результатами, дисертаційна робота Романа ФРОЛОВА, що присвячена вирішенню конкретної науково-практичної задачі, має вагоме значення для вітчизняного виробництва.

Дисертаційна робота включає загальну характеристику роботи, 5 розділів, загальні висновки, список використаних джерел із 108 найменувань та додатки. Роботу викладено на 137 сторінках, вона включає 10 таблиць та 29 рисунків. Структура дисертації цілком логічна, підпорядкована меті і в цілому відповідає вимогам МОН України за оформленням.

Матеріали дисертації достатньою мірою висвітлені у 11 опублікованих працях, серед яких 6 статей у спеціалізованих фахових виданнях України, 1 стаття за кордоном та 4 тез та матеріалів міжнародних і вітчизняних наукових конференцій. Здобувач не публікував більше однієї статті в одному випуску (номері) наукового видання. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертації використані лише ті положення, які належать особисто здобувачу.

Автореферат обсягом 0,9 др. аркушів оформлено згідно з вимог МОН України. Він достатньою мірою відображує зміст дисертації.

Разом з тим, в дисертаційній роботі Романа ФРОЛОВА, на думку опонента, мають місце деякі недоліки:

1. Виникає заперечення на твердження написане у 2 розділі про те, що вторинні сплави мусять обов'язково містити підвищену концентрацію заліза, чому це не можуть бути інші домішки? В наведеному у таблиці 3,1 хімічному складі звороту вміст заліза знаходиться в межах норми, що входить в протиріччя з цим твердженням.

2. У розділі 3 дисертації та рисунку 2 автореферату не вказані похибки вимірювання. Не має описання кількості проведених досліджень та кількості заміряних включень при дослідженні мікроструктур.

3. У рівняннях наведених в формулах 4.2, 4.3 та 4.4 присутні дуже малі, незначущі коефіцієнти, які майже не впливають на кінцевий результат.

4. У таблиці 4.2 вказано, що зіркові точки за концентрацією заліза в сплаві становлять 0,159 мас. % та 1,841 мас. % відповідно, а на рисунку 4.11 представлені

мікроструктури для варіантів 0,16 мас. % та 1,84 мас. %, чому округлення цих числових значень виконано з різною точністю?

5. Чому в різних розділах твердість надається в різних одиницях вимірювання, HB і HRB ? Можливо, краще було б перевести ці значення до єдиної системи одиниць вимірювання для більш зручного порівняння результатів.

6. В роботі хоча і згадується про збільшення кількості Al_2O_3 в сплаві при додаванні дрібнокристалічної шихти, але немає ніякої підтвердженої інформації про наявність оксидів на дифрактограмі дрібнокристалічної шихти на рисунок 5 автореферату.

7. При оформленні автореферату мають місце деякі дрібні помилки, наприклад: у списку використаних джерел відсутній пробіл між ініціалами авторів; рисунок 10.а в авторефераті має помилку у підписі осі; деякі рисунки автореферату розміщені не по центру, а з вирівнюванням на початок абзацу.

Відзначені вище недоліки і запитання не є принциповими, вони не знижують теоретичної і практичної цінності роботи, а також не викликають сумніву в достовірності її основних висновків і положень. Дисертаційна робота Романа ФРОЛОВА становить теоретично обґрунтовані і перевірені на практиці матеріали, які можливо охарактеризувати як успішне і ефективне вирішення науково-практичної задачі. Вона є закінченим науковим дослідженням, що відповідає спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство.

Загальний висновок. Після аналізу змісту дисертації можна в цілому визначити:

1. Робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі, пов'язаної з підвищенням якості виливків із вторинних силумінів.

2. Дисертація є завершеною науковою працею. При її виконанні використано сучасні методи досліджень, а в результаті отримано нові науково обґрунтовані теоретичні та практичні результати.

3. Результати досліджень впроваджені у компаніях АТ «МОТОР СІЧ», у вигляді технологічної інструкції з виготовлення дрібнокристалічної шихти, а також у освітньому процесі Національного університету «Запорізька політехніка» при

підготовці бакалаврів та магістрів спеціальності 132 «Матеріалознавство» та 133 «Галузеве машинобудування», у дисциплінах «Технологія конструкційних матеріалів», «Технологія виробництва та обробки матеріалів», «Кольорові метали та сплави», «Деталі машин».

4. Зміст та основні результати дисертації достатньо повно відображені в публікаціях у наукових фахових виданнях.

5. Результати дисертації пройшли достатню апробацію та впровадження.

6. Зауваження щодо дисертації, наведені у відгуку, не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та результати досліджень.

Робота Романа ФРОЛОВА на тему «Підвищення механічних властивостей вторинних силумінів комплексною технологією модифікування» відповідає вимогам щодо оформлення дисертацій згідно вимогам МОН України, а автор заслуговує на присвоєння йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 - матеріалознавство.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук,
професор кафедри «Конструювання,
технічної естетики і дизайну»
НТУ «Дніпровська політехніка»

Дмитро ЛАУХІН

Підпис ЛАУХІНА Д.В. засвідчую:
Учений секретар університету

М.П. *Лаухіна Т.*

Вх № 819 17.02.25р.