

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Кирилюк Євгенії Сергіївни**
«Закономірності фазо- і структуроутворення та властивості порошкових
зносо-корозійностійких матеріалів на основі системи хромиста сталь-
високовуглецевий ферохром»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.16.06 – порошкова металургія та композиційні матеріали

Актуальність обраної теми. Карбідосталі за участю карбіду хрому завдяки високому рівню фізико-механічних та експлуатаційних властивостей можуть стати перспективними матеріалами для виготовлення конструкційних деталей з підвищеною зносостійкістю, що працюють в корозійноактивних середовищах. Застосування високовуглецевого ферохрому в якості джерела карбіду хрому є більш економічно вигідним ніж використання дорогого та дефіцитного Cr_3C_2 та готових порошків хромистих карбідосталей для підвищення корозійної стійкості карбідосталей. Тому робота спрямована на створення на основі системи залізо-високовуглецевий ферохром нових зносокорозійностійких порошкових матеріалів класу карбідосталей за результатами дослідження закономірностей формування їх структури, фізико-механічних, триботехнічних, корозійних та функціональних властивостей є, безумовно, актуальною.

Актуальність роботи підтверджується також тим, що дана дисертація є узагальненням наукових результатів, отриманих за участю автора при виконанні цілого ряду науково-дослідних договорів в рамках відомчої і цільової тематики.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – 184 сторінки, у тому числі 69 рисунків, 21 таблиця та список використаних джерел

з 124 найменувань. Структура роботи побудована логічно як за змістом, так і за послідовністю розділів.

У *вступі* належним чином обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету та задачі дослідження, відображено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо апробації роботи та публікації за темою дисертації.

В *першому розділі* наведено ґрунтовний аналіз літературних даних щодо основних відомих порошкових зносостійких матеріалів, типу карбідосталей, конструкційного призначення, їх переваги та недоліки. Зазначено, що серед матеріалів з нерівноважною структурою, композиційні матеріали на основі нержавіючих сталей з добавками твердих сполук, металоматричні матеріали, зносокорозійностійкі тверді сплави та ін., карбідосталі за участю високовуглецевого ферохрому та заліза є малодослідженими, що суттєво обмежує галузі їх застосування в техніці. На основі аналізу літератури зроблене припущення, що композиційні матеріали на основі заліза та ферохрому (ФХ800), з економічної та технологічної точок зору, а також за рівнем фізико-механічних властивостей можуть стати ефективними матеріалами з підвищеними зносо- та корозійною стійкістю.

В *другому розділі* описано матеріали, устаткування і експериментальні методи та методики дослідження структури, фазового та хімічного складу, фізико-механічних, триботехнічних та корозійних властивостей матеріалів.

У *третьому розділі* наведені результати дослідження впливу умов одержання на хімічний, фазовий склад та мікроструктуру порошкових зносокорозійностійких матеріалів типу хромистих карбідосталей. Встановлено механізм карбідних перетворень у системі залізо - ферохром ФХ800: $M_7C_3 \rightarrow M_3C$ (1000-1150 °C) $\rightarrow M_7C_3$ (1200 °C) $\rightarrow M_3C_2$ (1250-1300 °C). Досліджено вплив вмісту високовуглецевого ферохрому (25-40 %, мас.) на густину, пористість, усадку, мікроструктуру та основні фізико-механічні властивості композитів залізо - ферохром ФХ800 спечених при температурах 1100-1250°C. Встановлено вплив легуючих добавок бориду нікелю та бориду титану на

мікроструктуру, фазовий та хімічний склад композиційного матеріалу 65% Fe-35% ФХ800.

В *четвертому розділі* викладено результати експериментальних досліджень механічних властивостей, зносо- та корозійної стійкості матеріалів на основі заліза з різним вмістом ферохрому ФХ800. Показано, що збільшення кількості ферохрому від 25 до 40 (% мас.) приводить до підвищення твердості та межі міцності на згин. Встановлено, що найкраще поєднання механічних властивостей спостерігається при вмісті в хромистій карбідосталі 35 ФХ800 (% мас.), спеченої при температурі 1250 °С. Досліджено вплив легуючих добавок бориду нікелю та бориду титану на фізико-механічні, триботехнічні і корозійні властивості отриманої хромистої карбідосталі.

П'ятий розділ присвячений результатам дослідно-промислової апробації та практичного використання результатів досліджень. Розроблено технологічну схему виготовлення зносокорозійностійких вставок для зміцнення молотків кормодробарок із хромистої карбідосталі. Проведені експлуатаційні випробування виробів в лабораторії кормоприготування ВП НУБІП України "Агрономічна дослідна станція" при помелі фуражного зерна. Досліджено зносостійкість молотків, армованих вставками з хромистої карбідосталі 65Fe-35ФХ800 (% мас.). Встановлено, що експериментальні вироби в мають в 2,5-3,0 рази більший ресурс за серійні, виготовлені зі сталі 65Г.

Повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях. За матеріалами дисертації опубліковано **21** наукова праця, зокрема **8** статей у фахових вітчизняних та закордонних періодичних виданнях в галузі технічних наук, з яких **4** статті у виданні, що індексується в наукометричних базах даних «Scopus», **12** тез доповідей у збірниках відповідних наукових конференцій та отримано **1** патент України на корисну модель. Публікації достатньо повно відображують зміст роботи та відповідають встановленим вимогам.

Висновки належним чином відображають основні результати дисертаційної роботи.

В той же час необхідно відзначити деякі **недоліки** рецензованої роботи, а саме:

1. Сторінка 86, рис. 3.8 – мабуть переплутано підпис осі Y, оскільки густина на рівні 18-26 г/см³.
2. Сторінка 92, рис. 3.12 – залежності усадки від температури спікання при збільшенні вмісту ферохрому (1- 75Fe-25ФХ800; 2- 70Fe-30ФХ800; 3- 65Fe-35ФХ800; 4- 60Fe-40ФХ800) мають різний характер. З чим це може бути пов'язано? Чи не говорить це про зміну механізму спікання?
3. Підрозділ 3.7. «Рентгенофазовий і рентгеноструктурний аналіз карбідосталей» містить досить детальні і ґрунтовні описи фазового складу і структури фазових складових. Проте, ці описи бажано було б прив'язати до попередніх досліджень хімічного складу, мікроструктури і механічних властивостей карбідосталей, які були описані у попередніх підрозділах Розділу 3.
4. В роботі є достатньо багато даних по міцності на згин отриманих композитів. Чи аналізувала автор криві навантаження, отримані під час випробувань на міцність? Чи є дані по відносному видовженню, і що можна сказати про пластичність таких композиційних матеріалів?
5. Ст. 137: «Межа міцності на згин композиту Fe-35%ФХ800 із підвищенням вмісту TiB₂ змінюється за кривою з максимумом при 0,74TiB₂ (% мас.) після чого подальше збільшення кількості дібориду титану до 2,2 (% мас.) приводить до її суттєвого падіння (рис. 4.4). Це можна пояснити оптимальним співвідношенням кількості карбідів Me₇C₃ і карбоборидів Me₃(CB) при 0,74 TiB₂ (% мас.)». Що мається на увазі під виразом «оптимальне співвідношення»?

Приведені зауваження, втім, не впливають на загальну цілком позитивну оцінку наукових та практичних результатів дисертаційної роботи.

Загальний висновок по дисертації. На підставі вищенаведеного вважаю, що дисертаційна робота Кирилюк Є.С. є завершеною науковою працею, містить одержані автором нові наукові та прикладні результати в галузі порошкової металургії та композиційних матеріалів, які в сукупності розв'язують актуальну

науково-технічну задачу розробки та дослідження умов отримання, структури та властивостей порошкових композиційних матеріалів на основі системи залізо-високовуглецевий ферохром функціонального призначення.

Автореферат повною мірою відповідає змісту та основним положенням дисертації, а робота загалом повністю відповідає вимогам пунктів 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567; її зміст відповідає паспорту спеціальності 05.16.06 – порошкова металургія та композиційні матеріали, а автор дисертації – Кирилюк Євгенія Сергіївна, заслуговує присудження науковою ступеня кандидата технічних наук за відповідною спеціальністю.

Офіційний опонент,

в.о. заступника директора

Інституту матеріалознавства та зварювання ім. Є.О. Патона,

в.о. зав. кафедри «Високотемпературних матеріалів

та порошкової металургії»

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського», д.т.н., доцент



Ю.І.Богомол