

До спеціалізованої вченої ради Д.26.207.03
Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М.
Францевича НАН України

ВІДЗИВ

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Медовара Лева Борисовича

на дисертаційну роботу Толочиної Олександри Валеріївни «Технологічні засади створення порошкових матеріалів на основі інтерметаліду системи Fe-Al», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.06 – "Порошкова металургія та композиційні матеріали».

1. Актуальність теми визначена в дисертації перш за все з огляду на унікальні службові характеристики алюмінідів заліза й практичну відсутність виробів з алюмінідів заліза, що зроблено на основі методів порошкової металургії, тобто близькими до кінцевих розмірів, що неможливо зробити стандартними металургійними/ ливарними методами.

Це безумовно вірно, але лише з однієї сторони. При більш детальному аналізі того, що зроблено в світі, самою дисертанткою й з огляду на те, що, наприклад в США, роботи по конструкційним алюмінідам, в тому числі алюмінідам заліза, були під грифом секретності майже до початку 90-х років минулого століття, майже сторічну історію використання термітного зварювання рейок, історію непересічних праць знаного металознавця Корнілова І.І., практику використання чавунів, що леговані алюмінієм, й навіть намагань представити екзотермічну реакцію порошоків алюмінію й заліза в якості унікального природного явища під назвою СВС, тобто самопоширюючого високотемпературного синтезу, зрозуміло, що потенціал цих матеріалів ще не розкрито повністю. Частково про це свідчить й започатковане лише впродовж останніх трьох—чотирьох років промислове виробництво автолиста з т.з. надлегких сталей з 10% алюмінію. Тому вважаю, що дослідження алюмінідів заліза саме методами, що притаманні порошковій металургії, знаходяться на самому вістрі прогресу

саме в царині сплавів Fe-Al. Окрім цього, вкрай важливо, що методи, порошкові металургії передбачають більш детальні дослідження так би мовити в глибини матеріалів, де як відомо «повним повно місця». Вважаю, що за актуальності дисертація Толочиної О. є непересічною.

2. Наукова новизна отриманих результатів дисертації визначена самою авторкою вірно й подано в дисертації послідовно за логікою проведення самого дослідження й отримання певних нових даних щодо послідовного утворення фаз (Fe + Al) – Fe₂Al₅ - FeAl- Fe₃Al й зміни їх об'ємних характеристик в залежності від температур. Новими є й дані, щодо впливу термічної обробки на структуру зразків штампованого порошкового алюмініду заліза. В цілому, новий об'єкт досліджень – густо з новими науковими даними. Як на думку опонента, результати дослідження структур в цілому є новими й знаходяться в межах, що можуть бути передбачені сталими фізичними уявленнями. В той же час, знову ж таки з огляду на особисті уподобання опонента, результати дослідження механічних властивостей саме порошкових алюмінідів можна вважати піонерськими.

Дуже цікавими вважаю й результати використання дібориду титану для зміцнення алюмініду заліза. Хоча використання саме TiB₂ було відомо й раніше, але результати використання саме для обраних композицій є новими й цікавими для подальшого вивчення.

3. Практична цінність дисертації підтверджена актами порівняльного випробування деталі дизельного двигуна зі сталі 18X2H4MA й алюмініду заліза, знос якого виявився на 60% меншим від зносу сталеві деталі. Цей факт є вирішальним в позитивній оцінці практичної цінності роботи, адже випробування фактично включали в себе не тільки випробування жароміцності, що притаманна алюмінідам, але й малоциклової втоми. Ще більш цінним є те, що фактично дисертація дозволяє окреслити технологічну послідовність и обрати режими пілотного виробництва

порошкових деталей з алюмініду заліза, тобто мета дослідження, що її зазначено в самій назві роботи досягнута

4. Достовірність наукових положень і висновків дисертаційної роботи

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій є результатом використання в роботі сучасних й перевірених методів дослідження структури порошкових матеріалів, їх фазового аналізу фізичної обґрунтованості та коректності запропонованих методик, перевірки одержаних результатів різними методами, в тому числі експериментальні дослідження та пілотні випробування розроблених технологічних рекомендацій та технічних рішень. Дослідження ґрунтувались на фундаментальних положеннях матеріалознавства. Наукові положення, висновки і рекомендації автора узгоджуються зі загальноприйнятими фізичними уявленнями й перевірені дослідженнями властивостей алюмінідів.

5. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основний зміст, наукові положення, результати і висновки дисертаційної роботи досить повно висвітлені в 7 наукових статтях в фахових наукових виданнях України, 4 статтях в журналах, що входять до наукометричної бази SCOPUS, 2 статтях в іноземних видання, а також опубліковані в тезах 7 наукових конференцій, на яких й відповідно обговорені.

6. Оцінка змісту дисертаційної роботи та її завершеності

Представлена дисертаційна робота Толочиної Олександри Валеріївни складається складається зі вступу, п'яти розділів основного тексту на 176 сторінках, висновків, переліку використаних джерел (156 посилань на 15 сторінках); а також 79 рисунків й 18 таблиць, а також трьох додатків на 8

сторінках. . Дисертація містить також титульний аркуш й необхідні анотації, Загальний обсяг тексту роботи складає 200 сторінок.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, відзначено особистий внесок автора в публікаціях, перераховано конференції та яких проходила апробація результатів роботи, наведено структура і обсяг дисертації.

У **першому розділі** наведені дані щодо загальної характеристики інтерметалідів системи залізо алюміній та композиційних матеріалів на їх основі. Коротко розглянуті технології їх виробництва й значну увагу приділено наявним дани щодо методів отримання порошкових алюмінідів заліза, їх властивостям та структурам. На основі цього аналізу сформульовано завдання дослідження

У **другому розділі** представлено матеріали, технологій для їх отримання та методи досліджень структури й властивостей включно з тріщиностійкістю й повзучістю.

Третій розділ є основою дисертаційного дослідження й присвячено його дослідженню фазоутворення при синтезі алюмініду заліза із суміші порошоків заліза й алюмінію. Послідовно й ретельно авторка досліджувала зміни фізичного стану зразків інтерметалідів, що спікали з розмеленого стану – тобто суміші й такий же суміші після розмелювання – при температурах від 550°C до 1450°C: зміни пористості й еволюцію фаз залізо-алюмінієвого інтерметаліду Fe_xAl_y в цьому температурному інтервалі.

Четвертий розділ з громіздкою назвою «Структура і фізико-механічні властивості алюмініду заліза складу Fe_3Al , отриманого спіканням, імпульсним гарячим пресуванням і гарячим пресуванням при різних температурах та вплив наступної термообробки на властивості ущільнених зразків» є містком між дослідженнями фаз інтерметаліду й визначенням основних технологічних елементів від початкової садії до кінцевої термообробки. В цій же частині розглянуті й можливості, що надає

долучення дібориду титану й оксиду цирконію до алюмініду заліза для покращення механічних властивостей кінцевого продукту.

П'ятий розділ роботи містить результати випробувань алюмініду заліза, перш за все стандартних механічних властивостей при розтягуванні та стисканні в діапазоні температур від кімнатної до 600°C й результати порівняння працездатності сталі 18X2H4MA й композиту (Fe₃Al +TiB₂) в однаковій деталі дизельного двигуна(проставка).

Вважаю за потрібне відмітити наступні позитивні риси роботи, що представляється Толочиною О.В. до захисту:

В цілому - в роботі ясно й чітко поставлені задачі, які вирішуються методично коректно й послідовно від дослідження впливу температур й часу витримки при утворенні алюмініду заліза різного фазового складу до детального вивчення підготовки порошків й їх пресування з різними інтервалами часу й температур, заключної термічної обробки, що на всіх тапах супроводжувалось детальним вивченням структур й фізико-механічних властивостей. Це відображає цілісність уявлення від дисертації. Добре й вдумливого зроблено огляд наявних публікацій, ретельно підібрані методики всебічного вивчення кожного кроку дослідження з поєднанням аналізу будови матеріалу й його характеристик, що можуть бути використанні при реалізації потенціалу алюмініду заліза в тих чи інших умовах високотемпературного навантаження.

7. Загальні зауваження до дисертаційної роботи:

За текстом дисертації та автореферату є ряд зауважень

1. Авторка констатує проблеми виробництва інтерметалідів заліза ливарними (за термінологією авторки) методами й на цій основі обирає шлях порошкової металургії, що зрозуміло з огляду видатного науково-дослідного центру, де виконано дисертацію. Сподіваюсь на захисті почути детальну, ніж в дисертації, відповідь на те, які є вади ливарних, а як на думку опонента – металургійних, технологій отримання алюмінідів заліза.

2. В літературному огляді бажно було б побачити згадку про використання того, що в сучасній науці зветься інтерметалідом залізу, а понад сто років тому було використано як термітну суміш для зварювання залізничних рейок.

3. Перший розділ також дещо перевантажено фотграфіями різних деталей з алюміндів заліза, до того ж в підписах до поруч розташованих рисунків 1.17 й 1.18, на яких зображені лопатки парової турбіни в першому з них лопатку чомусь названо «парова турбінна лопатка».

4. Застосування терміну «синтез», а в деяких місцях роботи «СВС» й «тепловий вибух» потребує однозначності – це ті самі процеси, чи різні.

5. В третьому розділі неодноразово згадано, про температури спікання 1450°C , але фото зразків наведено лише для температур до 1350°C

6. Припущення, щодо впливу забруднення на кінцеву пористість треба було б супроводити значеннями забруднення й його характеристикою. Можливо, що саме забруднення й вплинуло на відхилення значення електроопору від того, що передбачає теорія (розділ 4).

7. Наведені в п'ятому розділі пояснення щодо максимуму границі плинності при теипературі 500°C як характерні потребують більш детальних пояснень, а ілюструючи це твердження авторка наводить рис. 5.1 без інформації щодо кільеості зразків, що випробувано.

8. Є трохи помилок в українському тексті, й інші помарки; такі ж зауваження є й до англійської мови тексту анотації

Досить велика кількість зроблених опонентом зауважень та поставлених питань є показником цікавості дисертаційної роботи. Перелічені зауваження не вносять значних коректив в суть і висновки роботи Толочиної О.В., наукова обґрунтованість, достовірність положень та висновків якої не викликає сумнівів.

Дисертаційну роботу виконано Толочиною О.В. на хорошому науково-технічному рівні. Оформлення рукопису відповідає встановленим вимогам. Дисертація написана коректною технічною мовою. Результати

роботи викладені в логічній послідовності з повним і наочним поданням матеріалів, ілюстрованих рисунками і таблицями. Стиль викладення результатів забезпечує доступність їх сприйняття. Зміст автореферату є ідентичним основним положенням та результатам, які наведено в дисертації. Висновки дисертації відповідають тексту, є логічними і послідовними, та повністю відповідають виконаним дослідженням. Результати дисертаційної роботи можуть бути рекомендовані до використання в Україні та за кордоном.

8. Висновок про відповідність дисертації обраній спеціальності, профілю спеціалізованої вченої ради, вимогам п. 9, 10, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 р.

Дисертаційна робота Толочиної О.В., яку представлено на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук, є завершеним науковим дослідженням. Аналіз новизни й значущості наукових і практичних результатів, висновків і рекомендацій дозволяють стверджувати про відповідність дисертаційної роботи вимогам пунктів 9, 10, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» № 567 від 24 липня 2013 р. (зі змінами) та нормативним документам Міністерства освіти і науки України.

Наукові і прикладні результати дисертації достатньою мірою висвітлені у 20 наукових роботах. Кількість, обсяг та рівень видання публікацій відповідають вимогам Департаменту атестації кадрів вищої кваліфікації МОН України. Аналіз особистого внеску автора роботи вказує на високий ступінь самостійності виконання досліджень та публікування їх результатів.

Таким чином, на основі представленого вище оцінювання в цілому дисертаційної роботи Толочиної О.В. «Технологічні засади створення порошкових матеріалів на основі інтереметаліду системи Fe-Al» вважаю,

що дисертаційна робота повністю відповідає вимогам Департаменту атестації кадрів вищої кваліфікації МОН України щодо кандидатських дисертацій, а Толочина Олександра Валеріївна заслуговує на присудження й наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.06 – «Поршкова металургія та композиційні матеріали».

Доктор технічних наук, професор,
завідувач відділу Інституту електрозварювання
ім. Є. О. Патона НАН України



проф., д.т.н. Медовар Л.Б.

Підпис професора Л.Б.Медовара засвідчую:

Вчений секретар
Інституту електрозварювання
ім. Є. О. Патона НАН України.



к. т. н. І.М. Клочков