

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Капустяна Олексія Євгеновича

на тему «Підвищення механічних і службових властивостей зварних з'єднань спеченого конструкційного титану», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю **05.02.01 – матеріалознавство**

Актуальність теми дисертації.

Виготовлення з порошкових титанових сплавів виробів енергетичного, аерокосмічного, медичного призначення складної форми потребує нових технологічних підходів та рішень. Такі задачі можуть бути вирішені комплексними технологіями, що поєднують процеси порошкової металургії та зварювання. З цього приводу наукові та прикладні задачі вирішені в роботі є безперечно актуальними та своєчасними.

Робота виконувалась у відповідності до тем відомчого замовлення та планів науко-дослідних робіт Запорізького національного технічного університету, у яких автор брав участь в якості виконавця. В результаті проведених досліджень автором була розроблена технологічна схема, що дозволяє виготовляти з порошкових титанових сплавів деталі складної форми з високими корозійно-механічними властивостями.

Загальна характеристика роботи.

Дисертація складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел із 224 найменувань. Робота має обсяг 198 сторінок, містить 55 рисунків та 20 таблиць.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, наведено відомості про апробацію та публікацію основних результатів дисертації.

У **першому розділі** проаналізовано актуальні проблеми й тенденції досліджень, пов'язаних з різними технологічними підходами до виготовлення деталей з титанових сплавів на основі вітчизняної сировини. Подано стислу характеристику фізико-хімічних явищ, що відбуваються на різних технологічних

етапах виготовлення готових виробів. Проаналізовано умови роботи таких виробів в контактi з агресивними середовищами та окреслено основні проблеми, що виникають при цьому. Проведений аналіз дозволив автору коректно сформулювати мету та окреслити задачі, що потрібно вирішити у роботі для її досягнення.

У **другому розділі** описано використані у роботі методи дослідження. Зокрема, методи вивчення мікроструктури, визначення механічних та корозійно-електрохімічних властивостей різних за хімічним складом та технологією виготовлення порошків титану. Представлено методологію обробки одержаних експериментальних даних.

У **третьому розділі** наведено дані досліджень впливу розміру та хімічного складу фракцій порошку, а також тиску пресування на характер структуроутворення та властивості спечених заготовок. Автор виготовив та дослідив 28 варіантів таких зразків. Отримані результати показують, що зі збільшенням розміру частинок порошку для спечених сплавів об'ємна частка пор при однаковому тиску пресування підвищувалась.

Встановлено, що при зменшенні часточок порошку спостерігається підвищення твердості цих сплавів у два рази, а границі міцності і відносного подовження на 15...20 %. Таку тенденцію автор пояснює збільшенням питомої поверхні порошків, що своєю чергою сприяє збільшенню довжини міжфазних границь. Важливим моментом, на мій погляд, є встановлення основних факторів негативного впливу пор на механічні властивості досліджуваних сплавів. Це за висновками автора є зниження площі поперечного перерізу пор, які виконують роль концентраторів напружень. При цьому слід враховувати розмір, геометрію поверхні пор та характер їхнього розподілу.

В **четвертому розділі** представлено результати досліджень впливу способів зварювання на мікроструктуру, механічні властивості та корозійну стійкість зварних з'єднань спеченого титану марки VT1-0. Показано, що при зварюванні оплавленням в зоні термомеханічного впливу присутні зерна β -фази, що характерно для структури литих титанових сплавів. При цьому автором

встановлено, що мікроструктура зони термомеханічного впливу зварного з'єднання характеризується присутністю паралельних пластин α -фази.

При конвекційному зварюванні тертям мікроструктура шва складалася з фрагментів зерен α -фази з нечіткими межами. В той час як під час зварювання тертям спостерігались голчасті пластини α -фази. Отже аналіз результатів металографічних досліджень свідчить про часткове або повне «заліковування» пор під одночасною дією деформації і температури. При цьому міцність одержаного зварного з'єднання в 2 рази нижче порівняно з попередніми способами зварювання.

У цьому розділі наведені результати корозійних випробувань досліджуваних зразків. Показано, що корозійна стійкість матеріалу шва та навколишньої зони в результаті конвекційного зварювання тертям вища, ніж у основному металі. Це дозволяє використовувати цей метод зварювання для спечених титанових сплавів, що працюватимуть в агресивних середовищах.

У п'ятому розділі представлено результати промислової апробації технології виготовлення виробів з порошкових титанових сплавів. Автором показано економічну доцільність виробництва заготовок для запорних кранів та інших дрібних деталей. На ТОВ «Авіа-Січ» проведено заміну литих і кованих кранів на спечені з порошків титану ПТ (ТУ 14-10-026-98).

Висновки належним чином відтворюють основні результати дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертації, їх достовірність.

Достовірність наукових положень, висока точність експериментальних результатів, рекомендацій та висновків дисертаційної роботи забезпечено використанням сучасного обладнання науково-дослідних лабораторій, використанням копінтких методів вивчення структури та фазового складу досліджуваних у роботі матеріалів, коректною інтерпретацією одержаних експериментальних результатів, що узгоджуються з існуючими теоретичними даними в галузі матеріалознавства.

Наукова новизна отриманих у роботі результатів.

Вважаю, що найбільш цінним науковим здобутком роботи є встановлення впливу мікроструктури зварних з'єднань порошкового титану на рівень їх дефектності та корозійно-механічні властивості.

Практичне значення отриманих результатів

Практичну цінність даного дослідження підтверджує той факт, що автором запропоновані технологічні рекомендації щодо отримання виробів складної форми зі спечених порошків титану з використанням вітчизняної сировини.

Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні результати та висновки дисертаційної роботи в повному обсязі висвітлено у 17 працях. З них 4 статті входять до науково метричних баз даних, 6 статей опубліковано у фахових виданнях України, отримано один патент України на корисну модель та зроблено 4 доповіді на науково-технічних конференціях. Автореферат дисертації повністю відповідає основним положенням дисертації. Матеріал у роботі викладено логічно, розділи взаємопов'язані і повністю розкривають поставлену в роботі мету.

Оцінка мови та стилю дисертації. Відповідність дисертації спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство.

Дисертаційна робота викладена професійно та кваліфіковано. Матеріали досліджень логічно систематизовані та коректно оформлені. За змістом дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство.

Зауваження до дисертації та автореферату

1. Вважаю, що недоліком літературного огляду, представленого у першому розділі роботи, є використання малої питомої частки зарубіжних наукових праць. Хотілось би бачити аналіз не лише статей і тез доповідей на конференціях, а і ґрунтовних наукових праць у вигляді монографій. Натомість забагато уваги

автор приділив відомим речам, пов'язаним опису властивостей компактного титану.

2. На стор. 92 автор твердить про те, що «...значення концентрації кисню, який суттєво впливає на рівень границі міцності не залежить від розміру фракції...». Адже, по-перше, чому тільки кисню, а де азот та водень? По-друге – такі твердження не підкріплені експериментальними даними.

3. Слід зазначити, що мікрофотографії, представлені автором на рис.4.8, 4.9 не дуже якісні, тому важко по них побачити зміни в структури, які описано далі на стор.120. Зокрема, оцінка питомої частки пор, здійснена по цих фото, викликає сумніви.

4. На рис. 4.10 (стор. 120) не наведено позначень домішкових елементів, тому інтерпретація даних не зрозуміла. Відсутні коментарі, що стосуються фрактограми, представленої на рис. 4. 13 (стор. 123).

5. Викликає сумнів аргументація автора про більш високі корозійно-електрохімічні властивості зони зварного з'єднання порівняно із основою зразків. Хід поляризаційних кривих опосередковано вказує на це, але для більшої достовірності своїх тверджень слід було б визначити по цих кривих коефіцієнти Тафеля та розрахувати швидкість корозії. Крім того для коректної оцінки корозійної стійкості слід враховувати рівень напружень. В зоні зварювання вони мають переважно стискувальний характер. Може саме цей факт був вирішальним у одержаних експериментальних даних?

6. За текстом роботи зустрічаються термінологічні та стилістичні недоречності. Наприклад «густина зварного стику» замість «щільність зварного стику»; «зернова структура» замість «зеренна структура» та інші.

Однак слід підкреслити, що зроблені зауваження не знижують цінності досягнутих результатів і наукового рівня дисертаційної роботи.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому.

Вважаю, що за актуальністю, обсягом проведених експериментальних досліджень, їхньою науковою та практичною новизною, дисертація **Капустяна**

Олексія Євгеновича на тему «Підвищення механічних і службових властивостей зварних з'єднань спеченого конструкційного титану» є завершеним науковим дослідженням, відповідає вимогам МОНУ та «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство.

Офіційний опонент:

Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри прикладного
матеріалознавства та обробки
матеріалів Національного університету
«Львівська політехніка»

З.А. Дурягіна

Підпис професора Дурягіної З.А. засвідчую:

Вчений секретар Національного
університету «Львівська політехніка»
доцент, к.т.н.



Р. Б. Брилинський

Вх № 30 від 31.01.19р.