

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Селіверстова Олександра Георгійовича

«Підвищення властивостей зварних з'єднань роторних деталей ГТД з

титанового сплаву ВТ8»,

яка подається до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.02.01 – матеріалознавство

Актуальність теми дисертації. Перспективним напрямком розвитку авіадвигунобудування в Україні є створення високотехнологічного, конкурентоспроможного виробництва, використання нових складнолегованих матеріалів та технологій їхнього оброблення. Тому вибір прогресивної технології зварювання деталей з титанових двофазних сплавів необхідно пов'язувати з урахуванням зміни структурного стану та зовнішніх параметрів зварних з'єднань у процесі зварювання.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується її зв'язком із тематикою цілої низки науково-дослідних робіт, які виконувались у рамках госпдоговірної НДР Запорізького національного технічного університету у період з 2009 і до 2014 року, автор яких брав безпосередню участь, а також застосуванням результатів досліджень при вдосконаленні технології зварювання роторних деталей компресора ГТД.

Отож вирішення цієї досить складної задачі повинно бути пов'язано із необхідністю розроблення нових технологічних підходів зварювання двофазних титанових сплавів з урахуванням зміни структурного фактору, який забезпечує необхідні властивості зварних з'єднань.

Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Обґрунтованість та достовірність основних наукових положень дисертаційної роботи підтверджено коректністю вибору сучасного дослідного обладнання і проведенням коректних експериментальних досліджень.

Результати, висновки та рекомендації дисертаційної роботи базуються на значному експериментальному матеріалі, що узгоджується із сучасними уявами матеріалознавства.

Висновки за розділами повною мірою відображають отримані результати та узгоджуються із загальними висновками роботи, містять наукову новизну, розкривають сутність вирішення поставлених в роботі задач. Виконана дисертаційна робота надає повне обґрунтування проблеми підвищення властивостей зварених деталей двофазних титанових сплавів ВТ8.

Наукова новизна матеріалів дисертації. Основну частину роботи автор присвятив дослідженню закономірностей впливу вихідної структури сплаву ВТ8 на формування структурного стану та властивостей звареного шву при зварюванні різними видами зварювання.

В роботі вперше встановлено, що усталений структурний стан сплаву ВТ8 зберігається за умов зварювання при температурах нижчих $\alpha - \beta$ перетворення і забезпечується зварюванням методом тертя. При цьому структурні зміни відбуваються в межах первинних зерен β - фази, що супроводжується підвищенням мікротвердості та утворенням гартівної структури з α' - фазою з незначним збільшенням параметрів кристалічної ґратки після зварювання. Уперше встановлено, що в звареному шві сплаву ВТ8 при зварюванні тертям відбувається перерозподіл легувальних елементів внаслідок термомеханічного впливу при досягненні температури початку $\alpha - \beta$ перетворення.

Практична значимість матеріалів дисертації. Теоретичні розробки дисертації автор застосував як основу для розв'язання практичних задач, а саме:

- розроблено режими зварювання з метою формування структурного стану, який забезпечує підвищення механічних властивостей при зварюванні плавленням та зварюванні тертям незалежно від вихідної структури титанового сплаву ВТ8.

- зварені з'єднання методом зварювання тертям із сплаву ВТ8 мають підвищені механічні властивості в середньому до 20 % у порівнянні до з'єднань, виготовлених зварюванням методом плавлення.
- для розрахункових моделей барабана із сплаву ВТ8 розроблено методику, яка враховує розміри та механічні властивості зварених з'єднань, виконаних зварюванням плавленням.
- розроблена технологія відновлення барабана та моноколеса компресора методами зварювання.

Працездатність, відновлених за новою технологією деталей, реалізована на АТ «Мотор Січ» та підтверджена на практиці з очікуваним економічним ефектом 223656, 25 грн.

Характеристика дисертації в цілому. Дисертаційна робота Селіверстова Олександра Георгійовича складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел і одного додатку. Повний обсяг роботи складає 148 сторінок, виконаних комп'ютерним набором, в тому числі 134 сторінки основного тексту, 69 рисунків, 17 таблиць, списку використаних джерел із 111 найменувань на 12 сторінках та одного додатку на двох сторінках.

Дисертація добре оформлена та багато ілюстрована рисунками. Структура дисертації логічна, підпорядкована меті, завданням, які сформульовані у вступі.

У першому розділі представлено аналіз літературних джерел, завдяки якому визначені умови отримання зварених з'єднань із необхідним рівнем механічних властивостей жароміцних двофазних титанових сплавів і встановлена актуальність поставлених у роботі наукових і практичних задач.

У другому розділі детально обґрунтована доцільність комплексних досліджень структури, механічних властивостей та механізмів руйнування зварених з'єднань із жароміцних титанових сплавів типу Ti – Al – Mo – Zr – Si.

Для оцінки отриманих попередніх результатів досліджень проводили досліди на натурних зразках та будували твердотільні моделі барабана компресора двигуна ТВЗ – 117 і відцентрового моноколеса компресора двигуна АІ – 450.

Третій розділ дисертації присвячено порівняльному дослідженню впливу різних видів зварювання на структуру та властивості зварених з'єднань при статичних та циклічних навантаженнях та визначено пороговий рівень механічних властивостей, що обмежує застосування деяких видів зварювання деталей ГТД, які виготовляють із двофазних титанових сплавів. Показано, що міцність зварених з'єднань, які зварені плавленням значно менша ніж з'єднань, виготовлених зварюванням тертям.

Результати рентгеноспектрального аналізу дозволили встановити, що в процесі зварювання тертям при температурах відповідних початку α - β перетворення відбувається міжфазний перерозподіл легувальних елементів внаслідок термомеханічного впливу. При цьому суттєво зменшується кількісна різниця концентрацій алюмінію та молібдену між α та β фазами в межах одного зерна, водночас між рівновісними зернами α - та β фаз дифузія елементів відсутня. Показано, що при зварюванні тертям руйнування має пластичний характер, а при зварюванні плавленням – крихкий.

Рівень жароміцності для усіх методів зварювання залишається високим і близьким до рівня основного металу.

Зварювання тертям забезпечує показник границі міцності σ_b звареного з'єднання на рівні основного металу за рахунок утворення благоприємного структурного стану та зменшення розмірів зони термічного впливу до двох міліметрів.

У четвертому розділі визначено розподіл коефіцієнтів запасу міцності для різних методів зварювання барабана компресора, який відбувається завдяки підвищенню рівня механічних властивостей зварених з'єднань, зменшенню розмірів шва та зони термічного впливу. Показана можливість

зменшення маси деталей на 10% завдяки підвищенню рівня механічних властивостей зони зварювання.

П'ятий розділ присвячено апробації запропонованої методики зварювання натурних деталей виробництва моноколеса компресора в умовах АТ «Мотор Січ».

Застосування методу кінцевих елементів при побудові твердотільної моделі відновлення моноколеса компресора, дозволило спростити технологію його ремонту. Запропонований підхід поширено для усунення дефектів на багатьох інших деталях, які раніше не підлягали ремонту.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації, а його оформлення в цілому відповідає вимогам, які висуваються до кандидатських дисертацій.

За темою дисертаційної роботи опубліковано дев'ять робіт, які включають дві статті у виданнях з індексом цитування, три – у фахових наукових журналах, одна – у збірнику наукових праць, та три – у матеріалах вітчизняних і міжнародних конференцій.

Дисертаційна робота Селіверстова Олександра Георгійовича заслуговує позитивної оцінки. Водночас вона містить низку недоліків.

1. У загальних висновках дисертації п. 3, стр. 132 стверджується, що зварювання тертям дозволяє зберегти вихідний тип структури, а усі зміни відбуваються лише в β -зернах. В п. 9 тих же висновків стверджується зворотнє, що зварювання тертям дозволяє сформуванню потрібний («який?») тип структури звареного шву та механічні властивості («які?») зварених з'єднань.
2. Взагалі не зрозуміло, які можуть бути структурні складові в β -фазі, можливо в зернах β -фази (див. стр. 10 Автореферату).
3. Викликає сумніви механізм міжфазного перерозподілу легувальних елементів внаслідок термомеханічного впливу при короткотривалому зварюванні тертям в умовах початку α - β перетворення.

4. Відсутні дані про зміну співвідношення фазових складових у процесі зварювання тертям.

Водночас, зроблені зауваження не є запереченням завершеності роботи і не зменшують її теоретичної та практичної цінності, а також не викликають сумніву у достовірності її наукових положень, висновків і практичних рекомендацій.

У роботі присутні усі елементи наукового пошуку – від теоретичних та лабораторних досліджень до впровадження у виробництво, що спільно може бути охарактеризовано як успішне розв'язання важливої науково-практичної задачі, пов'язаної із підвищенням якості та надійності готової продукції.

Дисертаційна робота Селіверстова Олександра Георгійовича «Підвищення властивостей зварних з'єднань роторних деталей ГТД з титанового сплаву BT8» є завершеною науково-дослідною роботою, яка за вмістом, важливістю отриманих науково обґрунтованих результатів, висновків та рекомендацій, їхньою практичною значимістю відповідає вимогам п. 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. і нормативним документом департаменту атестації кадрів МОН України щодо кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.01 – «Матеріалознавство».

Офіційний опонент:

завідувач кафедри прикладної

фізики та наноматеріалів

Запорізького національного
університету, д-р техн. наук, професор

Вчений секретар ЗНУ



В.Г. Міщенко

В.П. Снежко

Sx №22 sig 12.09.16p