

ВІДГУК
офіційного опонента
кандидата технічних наук,
доцента кафедри підйомно-транспортних машин
Донбаської державної машинобудівної академії МОН України
ГАВРИША Павла Анатолійовича
на дисертацію ЮЩЕНКО Світлани Михайлівни
на тему «РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРЕЦИЗІЙНОГО З'ЄДНАННЯ
АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за
спеціальністю
05.03.06 – зварювання та споріднені процеси і технології

Надані матеріали дисертаційної роботи здобувача Ющенко Світлани Михайлівни дозволяють узагальнити і сформулювати головні висновки щодо актуальності, ступеню обґрунтованості основних наукових положень, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки її роботи.

Актуальність теми дисертації У сучасній практиці авіаційної промисловості, космічної техніки та суднобудування міцні і легкі метали та сплави є найбільш поширеними конструкційними матеріалами. Зокрема, алюміній та його сплави є одними з таких, що відрізняються низькою питомою вагою, високою міцністю, значною тепло- та електропровідністю, високою корозійною стійкістю, що робить їх у ряді випадків незамінними при виготовленні конструкцій різноманітного призначення. Причому на перше місце виходить проблема зниження маси конструкцій при одночасному підвищенні їх технічних характеристик в умовах різних видів навантажень та широкого діапазону температур.

Застосування алюмінію та його сплавів у виробництві тонкостінних та корпусних конструкцій складної конфігурації дуже доцільно і економічно вигідно. Однак в технології виготовлення таких конструкцій необхідно забезпечувати точність форми і розмірів для збереження їх проектних характеристик. При зварюванні алюмінію і його сплавів необхідно вирішити проблему видалення тугоплавкої оксидної плівки на поверхні металу, яка

заважає утворення фізичного контакту між зварюваними деталями, що суттєво погіршує умови для одержання прецизійних з'єднань.

Актуальність вибраної теми полягає у вирішенні наукового завдання отримання якісних прецизійних нероз'ємних з'єднань з алюмінію та його сплавів з високими показниками міцності.

Ступінь обґрунтованості й достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації. Наукові положення, висновки і рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі Ющенко С.М., достатньо обґрунтовані із застосуванням сучасних методів досліджень:

- обробка результатів експериментів здійснювалась з використанням математичного пакета Mathcad15;
- моделювання процесу нагріву та деформування алюмінієвих сплавів виконувалося з використанням скінчено-елементного пакету ANSYS 11.0;
- для оцінки якості зварних з'єднань використовувався скануючий електронний мікроскоп JSM-840 “JEOL”;
- для вивчення складу евтектичного прошарку використовувалися теоретичні основи неорганічної хімії;
- виконані лабораторні дослідження термодформаційної кінетики для моделювання деформацій сплаву АД00 та визначена температурна залежність коефіцієнту Пуассона;
- наведені в дисертаційній роботі теоретичні обґрунтування виконані на високому науковому рівні;
- результати лабораторних досліджень підтверджені експлуатаційними випробуваннями.

Наукова новизна дисертаційної роботи. Дисертантом в своїй роботі:

- вперше одержано рівняння повзучості для моделювання деформаційної поведінки зварних виробів з алюмінію АД00 та сплаву АМг5 . Отримані дані дають змогу прогнозувати величини деформації в залежності від геометричних розмірів виробу, величини температури, зусиль при зварюванні та тривалості виконання зварювальної технології;
- показано можливість інтенсифікації дифузійного зварювання на основі застосування методу електрохімічної активації з використанням прошарку $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-HCl-Mg}$ для утворення змочування і створення фізичного контакту за рахунок видалення оксидної плівки алюмінію;

– вперше встановлена залежність кількості проміжних прошарків між зварними деталями на створення додаткових контактних опорів і локалізації виділення теплової енергії при зварюванні.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення полягає в наступному:

– розроблено технологію дифузійного зварювання алюмінію та його сплавів у вакуумі з використанням рідкого евтектичного прошарку;

– розроблено технологію електроконтактного стикового зварювання опором алюмінію та його сплавів з використанням проміжного прошарку з алюмінієвої фольги, що дозволяє підвищити міцність зварного з'єднання до 95% від міцності основного металу;

– розроблена технологія дифузійного зварювання апробована при виготовленні корпусних вузлів спеціального призначення в умовах Харківського державного виробничого авіаційного підприємства;

– окремі наукові положення і практичні рекомендації впроваджені в навчальних процес Чернігівського національного технологічного університету.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях. Основні положення дисертації опубліковані в 17 наукових працях, з них: 5 статей у фахових наукових виданнях, з них 4 статті у виданнях, які входять до наукометричних баз даних; 10 у збірниках наукових праць і матеріалів конференцій (матеріали 1 конференції входять до науко метричної бази даних SCOPUS); 2 деклараційних патенти України.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук. Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації і достатньо повно відображає основні положення дослідження.

Аналіз змісту дисертації. Дисертація складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел зі 158-ми найменувань і шести додатків. Основна частина дисертації надрукована на 169-ти сторінках, містить 60 рисунків та 15 таблиць.

У вступі Ющенко С.М. обґрунтувала актуальність теми дисертації, сформулювала мету і задачі досліджень, наукову новизну, показала

практичну значимість отриманих результатів, навела дані про особистий внесок, публікації та апробацію наукових розробок на підприємстві.

В першому розділі проведено аналіз існуючих способів зварювання алюмінію і його сплавів. Показано, що необхідною умовою створення прецизійного нероз'ємного з'єднання є видалення оксидної плівки алюмінію. Доведено, що існуючі способи дугового зварювання не забезпечують прецизійності зварного з'єднання алюмінію. Наведено результати літературного аналізу і висловлені рекомендації щодо застосування таких способів зварювання як дифузійне зварювання в вакуумі, електроконтактне зварювання з метою отримання необхідної міцності і прецизійності виробу. Обґрунтовано необхідність досліджень впливу температури на пружно-пластичні властивості алюмінію. Дано аналіз стану питання досліджень вітчизняних вчених з дифузійного зварювання та електроконтактного зварювання алюмінію та його сплавів.

У другому розділі наведена інформація про використані матеріали і зразки для досліджень. Приведені дані про випробувальне обладнання та устаткування. Є перелік необхідних приладів для оцінки мікро- і макроструктури отриманого зварного з'єднання. Запропоновано методику досліджень.

У третьому розділі представлені результати дослідження термодформаційної кінетики алюмінію і його сплавів. Визначено зміни характеру і величини деформації залежно від температури нагрівання, модуля пружності, коефіцієнту Пуассона, межі текучості. Встановлено залежність швидкості повзучості від величини навантаження. Одержано рівняння повзучості для подальшого моделювання поведінки алюмінію АД00 та АМг5 під дією температури і навантаження.

У четвертому розділі досліджено можливість використання проміжних прошарків системи Al-Si при дифузійному зварюванні у вакуумі алюмінію і його сплавів. Мета використання проміжних прошарків – зниження рівня деформації та підвищення міцності з'єднання шляхом активації поверхонь, що з'єднуються. Запропоновано, як прошарок при зварюванні, використати суміш складу $\text{Na}_2\text{SiO}_3\text{-HCl-Mg}$, що забезпечує додаткові умови видалення оксидної плівки з поверхні алюмінію. Розроблено основні положення технологічного процесу дифузійного зварювання в вакуумі алюмінію і його сплавів.

У п'ятому розділі наведено результати досліджень особливостей формування зварних з'єднань алюмінію і його сплавів при електроконтактному зварюванні через проміжні алюмінієві прошарки. Визначені фактори, що впливають на тепловиділення в зоні контакту деталей. Ключову роль грає саме контактний опір між зварюваними деталями, який залежить від стані поверхні деталей і тиску при зварюванні. Встановлено, що ефективним засобом для зосередження тепловиділення при електроконтактному стиковому зварюванні є застосування декількох шарів алюмінієвої фольги, оскільки саме опір поверхні перевищує власний опір металу (алюмінію). Проведені експериментальні дослідження підтвердили теоретичні наукові висновки.

Загальні висновки по дисертації відповідають її змісту, конкретно і стисло висвітлюють основні наукові результати. Загалом можна зазначити, що дисертація є закінченою науковою роботою, в якій отримані нові наукові результати, що мають теоретичну та практичну цінність.

Дискусійні положення та зауваження щодо дисертаційного дослідження. Разом з тим, по дисертаційній роботі слід зробити наступні зауваження:

1. У роботі на стор. 28 розділу 1 та в авторефераті на стор. 1 наголошується, що прецизійність характеризується рівнем залишкової деформації до 2 %. А в результаті використання технології дифузійного зварювання автором одержано рівень деформації 2-3 %, що не зовсім задовільняє вказаним вимогам прецизійності.

2. У вступі дисертації розділ 1 стор. 29 і авторефераті стор. 1 наголошено, що дугові способи зварювання неможливо застосовувати у даному випадку. Але не приведені конкретні недоліки таких дугових методів як: мікроплазмове зварювання, ультразвукове зварювання, зварювання сучасним методом СМТ (ColdMetalTransfer) при використанні джерела живлення TransPulsSynergic 4000 та ін.

3. У розділі 1 стор. 27 дисертації не розкрито сутність переваг заміни мідно-латунних та сталевих елементів на алюмінієві. Міцність мідно-латунних та сталевих елементів значно вище, ніж алюмінію.

4. У розділі 1 стор. 35 дисертації наведено діаграму стану Al-Si. На (рис.1.2) у наведеній діаграмі евтектика має вміст 0,17% Al і 0,83% Si.

5. У розділі 2 стор. 53 дисертації визначено, що при дослідженнях використовували АД00 і є експериментальні підтвердження, але сплав АД31

зовсім не досліджували. Немає експериментальних даних, тільки дані з довідника.

6. Розділ 2 стор. 54: як впливає різниця у складових АД00 і АД31 вмісту кремнію: АД00 – 0,016%, АД31– 0,2...0,6%. Кремній – це неметалева складова.

7. Розділ 4 дисертації. Наведені дані про енергію розриву хімічних зв'язків оксидів з довідника [110], але немає у дисертації експериментально підтверджених даних про термодинамічні параметри сплавоутворення (активність, ентальпія зміщення тощо).

Загальна оцінка дисертаційної роботи.

Дисертація Ющенко Світлани Михайлівни є структурованою, цілісною, завершеною науково-дослідною роботою, а отримані в ній результати вирішують науково-прикладне завдання розробки технологій з'єднання алюмінію і його сплавів способами зварювання тиском з низьким рівнем залишкової деформації виробів.

Оформлення дисертації і автореферату в цілому, з урахуванням зазначених вище зауважень, відповідає діючим нормативним документам. Представлена дисертаційна робота відповідає вимогам, що висуваються до кандидатських дисертацій згідно з п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів» Постанови Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року зі змінами та доповненнями від 19 серпня 2015 року № 656, а її автор, Ющенко Світлана Михайлівна, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.03.06 – зварювання та споріднені процеси і технології.

Кандидат технічних наук,
доцент кафедри підйомно-транспортних машин,
Донбаської державної
машинобудівної академії,
кандидат технічних наук

П.А. Гавриш



[Handwritten signature]
завідуючо;
[Handwritten signature] Е.В. Урагов