

**Список використаних джерел:** 1. Режим доступу : [www.techros.ru](http://www.techros.ru). 2. Ерёмин К. И. Причины и последствия аварий зданий и сооружений / К. И. Ерёмин, Н. А. Шишкина // Предотвращение аварий зданий и сооружений. М., 2010. 3. Гарькин И. Н. Анализ причин обрушений промышленных зданий / И. Н. Гарькин // Технические науки: проблемы и перспективы : материалы Междунар. заоч. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.). – СПб. : Реноме, 2011. – С. 27-29. 4. Пермяков М. Б. Аварии промышленных зданий: анализ причин / М. Б. Пермяков // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – М., 2010.

УДК 621.791.3

## СПОСІБ ПАЯННЯ АЛЮМІНІЮ ТА СПЛАВІВ НА ЙОГО ОСНОВІ

**С.В. Олексієнко**, канд. техн. наук, доц. кафедри зварювального виробництва;

**С.М. Ющенко**, асист. кафедри теоретичної і прикладної механіки

*Чернігівський державний технологічний університет*

Широке використання алюмінієвих сплавів у різних галузях викликало необхідність удосконалення методів отримання нероз'ємних з'єднань з них, особливо тих методів, котрі забезпечують прецизійність виробів. З цією метою у промисловості широко використовуються дифузійне зварювання та паяння, яке дозволяє вести процес з'єднання при тисках на порядок менших, ніж під час зварювання.

Як під час зварювання, так і під час паяння основною перешкодою для утворення з'єднань і причиною погіршення їх механічних характеристик є тугоплавка оксидна плівка  $Al_2O_3$ , яка міцно зчеплена з металевою поверхнею. Її видалення з поверхні перед з'єднанням без використання складних технологій не забезпечує утворення фізичного контакту. Тому актуальним завданням є розроблення засобів прецизійного з'єднання алюмінієвих сплавів, при яких видалення оксидної плівки здійснюється безпосередньо в процесі з'єднання та не використовуються вартісні процеси та матеріали.

Мета роботи – розроблення засобів інтенсифікації видалення оксидної плівки під час паяння алюмінію та сплавів на його основі.

Використання проміжних прошарків на основі алюмінію дозволяє забезпечити високу міцність та корозійну стійкість з'єднань з температурою плавлення в інтервалі 723÷903 К. Найбільш широко в їх якості використовуються сплави алюмінію з вмістом кремнію 4÷13 % – силуміни [1].

Сплав Al-Si містить у структурі евтектику  $\alpha+Si$  і нерідко первинні кристали Si, який під час твердіння евтектики виділяється у вигляді грубих кристалів голчатої форми, котрі відіграють роль внутрішніх надрізів у пластичному  $\alpha$ -твердому розчині. Така структура має низьку механічну властивість. Для подрібнення структури й усунення надлишкових кристалів Si силуміни модифікують натрієм (0,05÷0,08 %). У процесі твердіння кристали кремнію покриваються плівкою силіциду натрію  $Na_2Si$ , яка ускладнює їх ріст, що покращує механічні властивості сплаву. Сплав Al-Si стає доевтектичним [2].

Існує теорія видалення оксидної плівки з алюмінію за рахунок утворення в процесі паяння їдкого натрію під час взаємодії хлориду натрію із залишками вологи, що завжди наявна у флюсі. При цьому видалення оксидної плівки йде з утворенням алюмінату, розчинного у воді і флюсі [1]. Також позитивний вплив має можливість безпосереднього відновлення  $Al_2O_3$  парами магнію [1] з утворенням зміцнюючої фази  $Mg_2Si$  [2] в доєвтектичному сплаві. У рівноважних умовах пари магнію забезпечують надзвичайно низьку концентрацію кисню в об'ємі паяння, практично недосяжну при інших способах захисту поверхні. Паяння алюмінію у парах магнію виконують у вакуумі  $10^{-2} \div 10^{-3}$  Па.

Зважаючи на вищевикладене, на наш погляд, забезпечити видалення оксидної плівки зі сплаву, утворення фізичного контакту, що виражається у змочуванні контактуючих поверхонь рідким металевим прошарком Al-Si, який, у свою чергу, виникає під час виділення вільного Si, можливо під час введення в контакт суміші складу  $Na_2SiO_3$ -HCl-Mg. Перші спроби щодо ведення процесу з'єднання алюмінію АД00 через прошарок показали утворення шва та дифузійних зон, характерних для паяних виробів.

Прискорення часу видалення оксидної плівки і, відповідно, зменшення часу дії стискаючих зусиль при високих температурах нам представляється можливим за рахунок прикладення постійного електричного струму до деталей, що з'єднуються, з огляду на електрохімічну теорію видалення оксиду. Відповідно до неї видалення оксиду відбувається за рахунок електродного процесу на границі Al з  $Al_2O_3$ . Al при цьому є анодом,  $Al_2O_3$  – катодом, а флюс відіграє роль електроліту. Іони алюмінію, відриваючись від поверхні металу, поступово руйнують зв'язок частинок оксидної плівки з металом. Таким чином, електрохімічний процес викликає розрихлення оксидної плівки, відрив її від металу та перехід у шлак [3]. Експериментальним шляхом встановлено збільшення електропровідності суміші під час підвищення температури.

У результаті проведених досліджень нами запропоновано технологію паяння алюмінію та його сплавів у вакуумі через прошарок системи  $Na_2SiO_3$ -HCl-Mg під час дії постійного електричного струму з примусовим деформуванням. Встановлено, що залежно від особливостей термодеформаційного циклу, можна отримати паяні з'єднання двох типів: в одному випадку шов утворюється в результаті зрошування вершин кристалів та перехідних зон при майже повному видавлюванні рідкої фази із зони стику; в другому – шов відсутній як такий, у місцях відсутності прошарку спостерігаються спільні зерна, які виникли в результаті схоплення випуклих ділянок мікрорельєфу, де утворились ювенільно чисті поверхні після повного видавлювання прошарку із зони стику.

**Список використаних джерел:** 1. Никитинский А. М. Пайка алюминия и его сплавов / А. М. Никитинский. – М. : Машиностроение, 1983. – 192 с. 2. Лахтин Ю. М. Матери-

аловедение : учебник для высших технических учебных заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 3-е изд., переработ. и дополн. – М. : Машиностроение, 1990. – 528 с.  
3. Петрунин И. Е. Пайка металлов / И. Е. Петрунин, С. Н. Лоцманов, Г. А. Николаев. – М. : Металлургия, 1973. – 280 с.

УДК 621.791

## МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ІНСТРУМЕНТУ ЗІ СТАЛІ 65Г

С.Є. Нестеренко, магістр., гр. МЗВ-081

Науковий керівник: М.М. Руденко, ст. викладач кафедри  
зварювального виробництва

*Чернігівський державний технологічний університет*

Сталь 65Г відноситься до конструкційних ресорно-пружинних сталей і містить у своєму складі 0,65 % вуглецю та до 1,2 % марганцю. Ця марка сталі широко використовується для виготовлення пружин, ресор, упорних шайб, фрикційних дисків, корпусів підшипників, дискових борон, лемешів плугів та інших деталей, до яких висуваються вимоги підвищеної зносостійкості.

У сільському господарстві досить гостра проблема підвищення ресурсу робочих органів техніки для обробки ґрунту, що призводить до значних фінансових та трудових витрат у сфері виробництва та експлуатації с/г техніки. На практиці використовуються для зміцнення процеси наплавлення плазмою, СВЧ та електродуговим наплавленням порошковим дротом типу ППАН103 та ін. У Росії, Європі та США використовуються порошки твердих сплавів ПТС-УС-25, ФБХ6-2, а також порошкові тверді сплави, що містять карбід хрому, борид хрому, карбід бору та карбід вольфраму. Використання таких матеріалів збільшує вартість наплавлених (1-1,3 мм товщина шару) деталей на 20 %. Також можливе зміцнення наплавленням сплавами типу «Сормайт», ПГС-УС25, ФБХ-6-2. Збільшення зносостійкості в порівнянні з серійними деталями становить 1,5 – 2,0 рази.

Одним із прогресивних методів підвищення зносостійкості поверхні виробів зі сталі 65Г є швидкісний електротермодифузійний процес борнітроалітування (ЕДУ). При цьому методі обробки відбувається утворення надтвердих компонентів – карбіду бору  $B_4C$ , нітриду бору  $BN$  і корунду  $Al_2O_3$  під час розплавлення бури, борної кислоти, карбоміду  $NH_2CONH_2$ , кріоліту  $Na_3AlF_6$  електричною дугою з використанням графітового електрода.

В електричну дугу прямої чи непрямої дії вносять пасти, що містять зміцнюючі елементи (бор, азот, алюміній), які утворюють структурні евтектичні з'єднання твердих розчинів, наприклад цементиту  $Fe_3C$ , нітридів  $Fe_3N$ ,  $Fe_4N$ , а також боридів  $FeB$ ,  $FeB_2$  і корунду  $Al_2O_3$ , що мають високу твердість. Розплавлений поверхневий шар деталі глибиною 1,8 –