

деталей обладнання, особливо пресової оснастки, та розробляти чи вибирати для них матеріали та структурний стан.

УДК 621.791.01:666.1.037.42

Березін Л.Я., канд. техн. наук, доцент

Руденко М.М., ст. викладач

Чернігівський національний технологічний університет, berezinl@ukr.net

ВПЛИВ ХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ДІЕЛЕКТРИКА НА ПРОЦЕС ЗВАРЮВАННЯ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

Для виготовлення прецизійних приладів, наприклад лазерних гіроскопів, необхідно до моноблоку з ситалу СО-115М герметично приварити катод з алюмінію А999. Такі прилади часто працюють в важких умовах (вібрації, удари, перепади температур тощо), тому до зварних з'єднань в таких випадках ставлять жорсткі технічні вимоги при їх виготовленні.

В попередніх дослідженнях [1, 2] встановлені особливості утворення зварного з'єднання в електричному полі високої напруги (ЗЕП). Було зроблено припущення, що одним з етапів утворення якісного зварного з'єднання є об'ємна взаємодія між матеріалами, що зварюються. Реалізуються електрохімічні реакції з утворенням комплексних сполук з оксидів, що входять до складу діелектрика, та Al_2O_3 , що знаходиться на поверхні алюмінію. Так при ЗЕП алюмінію зі ситалом СО-115М між матеріалами, що зварюються, утворюється перехідна зона нової речовини, яка уявляє собою шар нових складних оксидів: $Li_2O \cdot Al_2O_3$, $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ і $Li_2O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$.

Al_2O_3 – амфотерний оксид і реакції, що розглядаються, будуть реалізуватися, тим активніше, чим більш кислотні властивості буде мати поверхня ситалу. В той же час якість прецизійних з'єднань визначається і якістю очищення поверхонь, що зварюються. В дослідженнях була поставлена мета знайти найбільш оптимальний варіант очищення ситалу СО-115М, який би дозволяв окрім якісного очищення отримати кислотні властивості поверхні ситалу під зварювання і підвищити якість зварних з'єднань.

Для вирішення питання про забезпечення найбільш якісної підготовки ситалу під зварювання було досліджено 16 варіантів миючих засобів для однократного очищення і 20 схем комбінованого очищення. Для оцінювання якості очищення поверхні ситалу використовували методи: розриву водної плівки; лежачої краплі (визначення кривого кута змочування); зміни маси зразків до та після очищення; виявлення наявності забруднень на поверхні за методом профілографування; візуальний огляд неозброєним оком, а також за допомогою мікроскопа МБС-9 (x16).

Відомо з попередніх досліджень [3], що на міцність з'єднання значно впливає і величина мікрошорсткості поверхні діелектрика, що буде зварюватися. Потрібна міцність досягається при $R_a \leq 0.02$ мкм. Тому, паралельно з визначенням якості очищення, вимірювалася зміна мікрошорсткості поверхні ситалу до та після очищення (наприклад, збільшення мікрошорсткості можливо за рахунок розтравлення поверхні). Для вимірювання величини мікрошорсткості використовувався профілограф-профілометр типу А1 моделі 252.

Якість зварних з'єднань визначали за допомогою механічних випробувань на відрив на спеціалізованій розривній машині з використанням силовимірювача – динамометричної скоби ДС-02 з індикатором годинникового типу ИЧ-10.

Для кращих варіантів очищення методом лежачої краплі оцінювалася ступень кислотності поверхні ситалу після хімічної обробки шляхом нанесення кислих (основних) рідин на поверхню, що досліджувалася. Для визначення крайового кута змочування використовувалось спеціальне обладнання. Кращим рахувався варіант, коли при нанесенні

рідини з основними властивостями краєвий кут змочування був найменшим, тобто перед зварюванням поверхня зразка під зварювання мала більшу кислотність.

Встановлено, що для забезпечення якісного очищення потрібно використовувати комбіноване очищення. З точки зору забезпечення найбільшої міцності зварного з'єднання, при забезпеченні якісного очищення за вибраними критеріями, є наступні варіанти очищення ([] – зміст компонентів в розчинах, $г \cdot л^{-1}$): органічний розчин (технічний ацетон) – лужний розчин ($Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ [50] + KOH [10] + Na_2CO_3 [20]+рідке скло) – хромова суміш ($K_2Cr_2O_7$ [99]+ H_2SO_4); органічний розчин (технічний ацетон) – миючий засіб “Лотос М” [35] – хромова суміш ($K_2Cr_2O_7$ [99]+ H_2SO_4) + дист. H_2O – HF; органічний розчин (технічний ацетон) - миючий засіб “Лотос М” [70].

Максимальна міцність зварного з'єднання мала місце, коли на останньому етапі хімічного очищення використовувалася суміш сірчаної кислоти та дихромату калію. В даному випадку мали найменший кут змочування при оцінці ступеня кислотності, тобто найбільш кислотну поверхню.

Присутність сірчаної кислоти при очищенні ситалів та скла, які містять лужні метали, забезпечує отримання приповерхневого шару з підвищеним електричним опором за рахунок відбирання води [4]. Така високоомна плівка служить основним діелектриком при електростатичній взаємодії діелектрик-алюміній, на який переключується максимальна напруженість електричного поля при розвитку іонізаційних процесів у повітряному просторі між поверхнями, що взаємодіють [5]. Крім того, це веде до зменшення втрат електричної потужності в зоні зварювання за рахунок зменшення поверхневої електропровідності і зменшення поверхневих струмів. Це посилює електростатичну взаємодію між поверхнями, що з'єднуються, і є ще одним підтвердженням того, що електрична активація при ЗЕП є основним видом при загальній термоелектричній активації процесу зварювання.

Висновки. Проведені дослідження, підтвердили гіпотезу механізму утворення зварного з'єднання діелектриків з металами при зварюванні в електричному полі високої напруги, а саме, що одним з процесів, які відповідають за утворення зварного з'єднання є окислювально-відновлювальна реакція між матеріалами, що зварюються, і електрична активація є основним видом при загальній термоелектричній активації процесу.

Визначено оптимальний варіант очищення ситалу перед зварюванням, який, окрім якісного очищення, забезпечує кислотні властивості поверхні діелектрика перед наступним зварюванням, зменшує електричні втрати в зоні зварювання, оптимізує електростатичну взаємодію між поверхнями, що з'єднуються і дозволяє отримати необхідну міцність зварного з'єднання.

Список посилань

1. Березін Л.Я. Вплив фізичного контакту на утворення зварного з'єднання в твердій фазі діелектриків з металами / Л.Я. Березін, Т.Р. Ганєєв, І.О. Прибитько // Науковий журнал ЧНТУ. Серія «Технічні науки та технології». – Чернігів, 2016. – № 2(4). – С. 49-57.
2. Березін Л.Я. Особливості механізму утворення зварних з'єднань при зварюванні в електричному полі високої напруги / Л.Я. Березін // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: матеріали VII міжнародної наук. – практ. конф.: тези докл. – Чернігів, 24-27 квітня, 2017. – С. 59-61.
3. Березин Л.Я. Особенности предварительной подготовки к сварке ситала с алюминием в узлах приборов. / Березин Л.Я., Панаётов В.Г., Усышкин О.Г. // Технология авиационного приборостроения: Производственно-технический сборник / НИТИ, 1987, № 3-4, – С. 31-33.
4. Электрические свойства стекла./ Стевелс Дж. – М.: Иностранная литература, 1961. – 89 с.
5. Косогова Н.П. Исследование сил притяжения в электростатических крепежных устройствах: Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. Л., 1972. – 182 с.