

Список літератури

1. Гируцкий О.И., Есеновский-Пашков Ю.К., Поляк Д.Г. Электронные системы управления агрегатами автомобиля. – М.: Транспорт, 2000. – 213с.
2. Смирнов Ю.А., Муханов А.В. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей. М: Изд.Пань. 2012. – 638 с.
3. Деревянко В.А. Тормозные системы легковых автомобилей. Издательство: М.: Петит: 2001.–248 с.

УДК: 621.791.4

ЗВАРЮВАННЯ В ТВЕРДІЙ ФАЗІ МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ З БОРОСИЛІКАТНИМ СКЛОМ

М.О. Синенко¹, С.В. Олексієнко²

Стрімкий розвиток електронної та обчислювальної техніки створив передумови для широкої автоматизації та контролю за різноманітними процесами в промисловості та в медицині, в наукових дослідженнях та у побуті. Реалізація цих передумов вимагає отримання інформації про параметр чи процес, що контролюється або регулюється, і здійснюється у багатьох випадках за допомогою первинних перетворювачів неелектричних величин – датчиків, якими можна користуватись для будь-яких вимірів статичного та динамічного тисків газів і рідин.

Від достовірності отриманої інформації залежить надійність систем у цілому, а у ряді випадків і безпечність експлуатації об'єктів. З цією метою в сучасних датчиках в якості чутливих до тиску елементів використовують мембрани із монокристалічного кремнію, оскільки вони мають високий коефіцієнт чутливості (50...150), що на два порядки вище, ніж у металевих чутливих елементів, та широким діапазоном лінійної залежності між відносною деформацією та зміною опору, що загалом дозволяє покращити рівень корисного сигналу та чутливість приладів.

Забезпечення необхідних метрологічних показників при заданих умовах експлуатації таких датчиків визначає необхідність монолітного кріплення кремнієвої мембрани до трубчатого корпусу із діелектричного матеріалу, в якості якого у багатьох випадках використовується боросилікатне скло "Пірекс". У зв'язку з цим задача отримання з'єднань кремнію зі склом при збереженні вихідних механічних та електрофізичних властивостей, а також проектних розмірів є актуальною та важливою.

Останнім часом перспективним способом поєднання кремнію зі склом є спосіб зварювання в твердій фазі, який може здійснюватись в атмосфері повітря, при невисоких температурах, з використанням незначних зовнішніх зусиль стиснення та з прикладенням електростатичного поля високої напруги. Схема процесу представлена на рисунку 1.

¹ студентка, Чернівецький національний технічний університет

² канд. техн. наук, доцент, Чернівецький національний технічний університет

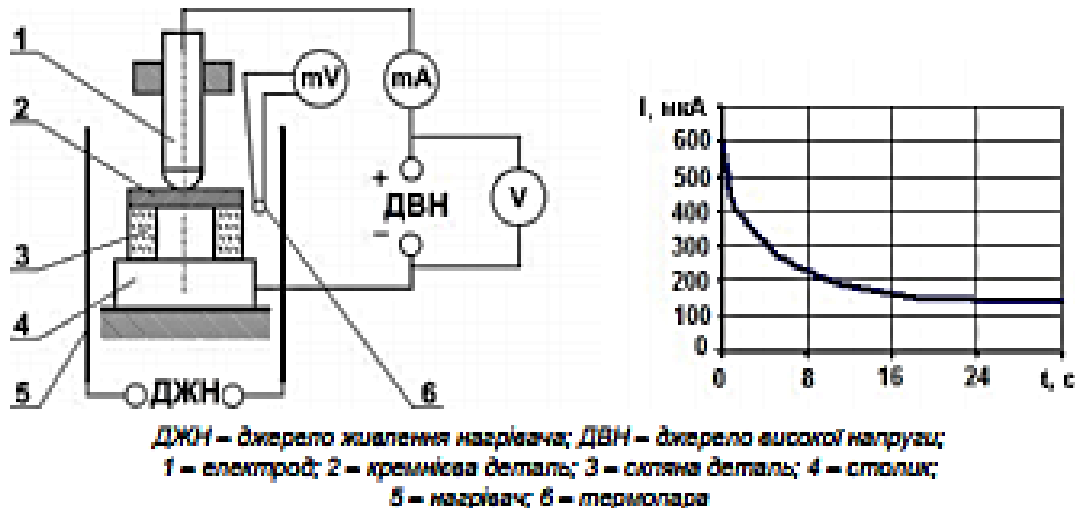


Рисунок 1 – Схема зварювання в твердій фазі в електростатичному полі та характер зміни зварювального струму в процесі зварювання [1]

Зварюванню повинно передувати отримання плоскопаралельних поверхонь деталей високого класу шорсткості ($R_z = 0,025 \dots 0,1$ мкм). За отриманою кривою спадання струму зварювання у часі можна здійснювати контроль над завершеністю процесу зварювання шляхом визначення повного заряду, що проходить через з'єднання [2].

Температура зварювання складала значення 673 К [3], що гарантувало цілісність кремнієвих мембран. Питоме зусилля стиснення відіграло роль фіксуючого і дорівнювало $0,1$ МПа. Напруга зварювання при товщині скляних зразків 1 мм складала значення 800 В.

Проведені дослідження показали, що міра формування з'єднання визначається піковим значенням струму та часом зварювання. Для визначення оптимального часу зварювання кремнію зі склом в ході експериментів моделювання коливання струму зварювання внаслідок можливої зміни поверхневого опору скляних деталей здійснювалось при зварюванні зміною електричної зварювальної напруги. Коливання шорсткості поверхонь, що зварюються, в результаті використання при зварюванні деталей різних партій механічної обробки, моделювалось при зварюванні використанням скляних деталей, контактні поверхні яких мали різну шорсткість і, відповідно, різну мікротвердість. Оцінка якості скло-кремнієвих з'єднань здійснювалась за допомогою оптичної мікроскопії (за 100%-ною наявністю провару в контактній зоні) та за результатами механічних випробувань методом відриву кремнієвої мембрани від скла (при руйнуванні по склу з границею міцності не менше 12 МПа або при руйнуванні по склу та кремнію).

Експериментальним шляхом визначено часові залежності тривалості зварювання кремнію марки КЗФ-4,5/0,1 зі склом "Пірекс", контактні поверхні якого мали шорсткість від $R_z = 0,025$ мкм до $R_z = 0,1$ мкм, у межах пікових значень густини струму від 10 до 50 мкА/мм². Отримані залежності показали, що за однаковий час витримки зварних вузлів під електричною напругою завершення процесу зварювання кремнію зі скляними деталями, які мають різну шорсткість контактних поверхонь, відбувається при різних пікових значеннях струму зварювання. Загалом, при збільшенні шорсткості контактуючих поверхонь при сталих пікових значеннях струму для отримання провару по всій площині контакту час зварювання необхідно збільшувати. На основі експериментальних даних встановлено залежність часу зварювання від співвідношення об'єму повітряного зазору $V_{\text{вз}}$, який встановлюється в

контакті двох шорстких поверхонь під дією електростатичних сил стиснення, та пікового значення густини струму зварювання $J_{\text{пк}}$.

На основі встановлених параметрів режиму зварювання для визначення оптимального часу зварювання побудовано номограму (рисунок 2).

Користуватись номограмою слід таким чином. При заданій мікротвердості контактної поверхні скляної деталі H_p за піковим значенням густини струму зварювання визначається співвідношення об'єму повітряного зазору, який встановлюється під дією електростатичних сил стиснення, до пікового значення густини струму $V_{\text{заз}}/J_{\text{пк}}$, за величиною якого визначається час зварювання.

З метою визначення оптимального часу витримки скло-кремнієвих вузлів під зварювальною напругою та його реєстрації під час зварювання розроблена така методика.

1. Відповідно до номограми (рисунок 2) з використанням методу інтерполяції Лагранжа [4] визначені залежності відношення $V_{\text{заз}}/J_{\text{пк}}$ від значення мікротвердостей контактних поверхонь скляних деталей для дев'яти пікових значень густини струму зварювання.

2. Для встановленого значення мікротвердості контактної поверхні скла h_p , ала і для вказаних пікових значень густини струму зварювання визначається час зварювання $t_{\text{зв}}=f(J_{\text{пк}})/h_p$. Розроблено алгоритм для розрахунку значень функції $t_{\text{зв}}=f(J_{\text{пк}})/h_p$ з використанням математичного пакета mathcad.

3. На стрічці самопишучого потенціометра відповідно до вибраного масштабу часу та струму відкладається значення функції $t_{\text{зв}}=f(J_{\text{пк}})/h_p$. Кожному значенню струму зварювання на стрічці відповідають густини струму зварювання, визначені в залежності від номінальної площі контакту матеріалів, що зварюються ($a_0, \text{мм}^2$).

4. Для фіксації пікового значення струму зварювання механізм приводу маркера потенціометра повинен забезпечувати рух маркера тільки в напрямку зростання струму зварювання, а в подальшому на протязі процесу зварювання положення маркера повинне залишатись незмінним. По перетину маркера з лінією функції $t_{\text{зв}}=f(J_{\text{пк}})/h_p$ фіксується завершеність процесу зварювання – визначається оптимальний час зварювання.

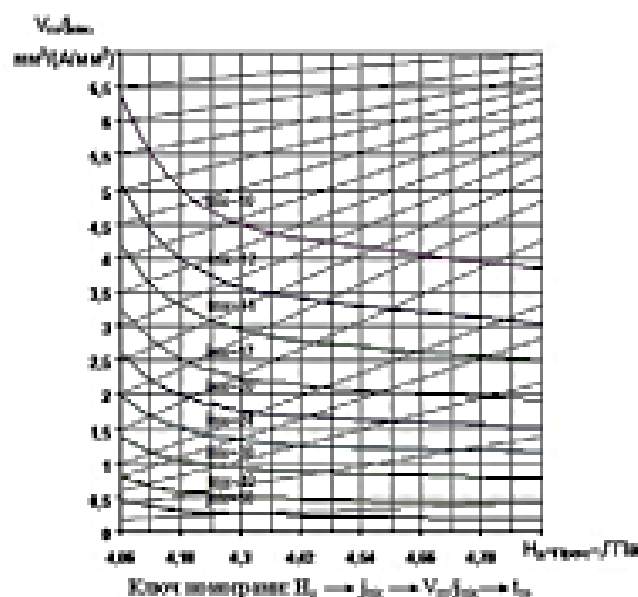


Рисунок 2 – Номограма для визначення часу зварювання в твердій фазі в електростатичному полі кремнію марки кзф-4,5/0,1 зі склоп "іпрекс"

Таким чином розроблено нову методику визначення оптимального часу зварювання в твердій фазі в електростатичному полі кремнію зі склом, яка дозволяє підвищити стабільність якості зварних скло-кремнієвих з'єднань шляхом врахування можливої зміни електричного опору скляних деталей різних партій плавки скла, контактного опору, геометричних параметрів скляних деталей та наявності у них поверхневої провідності.

Список літератури

1. Хоменко Н.Н. Научные и технологические основы электрохимической сварки в твердой фазе кристаллических материалов с ионопроводящими стеклами: Дис... докт. техн. наук 05.03.06. – К., 1997. – 319 с.
2. Таиров В.Н., Озолс А.Р., Пшелко Н.С. Физические основы, расчет и применение необратимого электроадгезионного соединения твердых тел / Ин-т орган. синтеза АН Латв. ССР. – Рига, 1989. – 61 с.
3. Шлифер С.Э., Ковшиков Е.К., Браун А.Г. Влияние циклического нагружения на режимы и свойства диффузионной сварки в электростатическом поле полупроводников со стеклами // Сварочное пр-во. – 1990. – №5. – С. 33-35.
4. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. – М.: Наука, 1981. – 720 с.

УДК: 621.1.797

ЕКОНОМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛІВ ЗІ ШЛІЦАМИ ТА ШПОНКОВИМИ ПАЗАМИ

А.В. Мадич¹

Більшість валів машин, незалежно від конкретного призначення, оснащені шпонковими пазами або шліцями для передачі крутного моменту. Коефіцієнт повторюваності дефектів пазів та шліців під час капітального ремонту складає 0,25–0,95.

Для відновлення шліців або шпонкових пазів необхідно, як правило, зрізати частково або повністю пошкоджені, нанести необхідний шар металу, а потім нарізати нові поверхні.

Така технологія вимагає для нанесення шару металу товщиною в кілька міліметрів використовувати один із різновидів наплавлення. Отже, на дільниці для відновлення валів повинен бути наплавний верстат. Обов'язковими є також верстати для нарізання шпонкових пазів та шліців.

Суттєвим моментом є також розмір валів та шліцевих або шпонкових канавок. На малих валах відповідно і канавки та пази мають невеликі розміри, тобто вони узгоджені між собою. Для цих валів не має сенсу економити на металі, що піде на заплавлення зрізаних шліцевих поверхонь, оскільки вигреш від цього буде невеликий. При ремонті ж валів великих діаметрів втрати від повного зрізання шліців або шпонкових пазів та їх заплавлення буде суттєвим.

¹ магістрант, Вінницький національний технічний університет