

ДОСЛІДЖЕННЯ МОНТАЖНИХ НАПРУЖЕНЬ У ПАЯНИХ КОНСТРУКЦІЯХ МІКРОЗБІРОК

Робота містить результати досліджень впливу фізико-механічних властивостей корпусів і підкладок мікрозбірок з'єднаних пайкою на їх деформований стан.

Work contains the results of researches of influence of physico-mechanical properties of corps and lining of microcircuits united a stake on their deformed state.

Ключові слова: корпус, підкладка, пайка, ситал, полікор, деформація.

Постановка проблеми

У практиці експлуатації авіаційних і транспортних приладів мали місце випадки руйнування підкладок мікрозбірок особливо при зміні температури (термоударах). Аналогічні явища спостерігалися в процесі виробництва та ремонту зазначених приладів.

Тому необхідно розібратися в причинах згаданих руйнувань.

Аналіз останніх публікацій

Слід зазначити, що мікрозбірка складається з двох матеріалів: керамічної підкладки (ситал, полікор, кераміка) і металевого корпусу (алюміній, титан, мідь, сталь), котрі з'єднуються пайкою.

Керамічним матеріалам притаманний такий істотний недолік – надзвичайно висока крихкість, разом з тим високий опір стиску і жорсткість, низька питому щільність, висока стійкість проти дії агресивних середовищ [1].

Відомо, що на міцність ситалу і полікору впливає технологія одержання і обробки цих матеріалів. Крім того фізико-механічні характеристики зазначених матеріалів мають великий розкид.

При пайці таких різномірних матеріалів необхідно враховувати розходження в коефіцієнтах їх термічного (лінійного) розширення і значеннях інших характеристик [2]. Проте, у літературі вкрай мало даних про значення і розкид фізико-механічних характеристик як самих пластин, так і припоїв.

Постановка завдання

На якість з'єднання пайкою суттєво впливають величини зазору між деталями, а також умова плинності в ньому припою, та інші фактори, через дію яких дійсні монтажні напруження можуть істотно відрізнитися від розрахункових. У зв'язку з цим необхідно розробити метод виміру монтажних напружень як на макетних, так і на натурних виробках у діапазоні робочих температур (+120°C ... -60°C).

При проведенні експериментів корпусу мікрозбірок були виготовлені з дюралюмінію (титану), а пластинки з ситалу, полікору, кераміки.

Технологія з'єднання підкладки з корпусом така, що спочатку вони розігріваються вище температури плавлення припою (+ 200...+250°C) і між ними наноситься рідкий припій. При нагріванні кожної деталі окремо вони вільно розширювалися. При остиганні зібраної конструкції, починаючи з температури твердіння припою, вільний стиск стає неможливим.

Оскільки, коефіцієнти лінійного розширення корпусу більше ніж у пластини, то у збірці можуть виникнути напруження стику в пластині, розтягу в корпусі, котрі залежать від перепаду температури і різниці в значеннях коефіцієнтів лінійного розширення й інших фізико-механічних характеристик матеріалів, що з'єднуються.

Вважатиме напружений стан спаяної конструкції – плоский, так як перепади температури однакові по всьому об'єму з'єднання, і що через велику твердість рамки згин пластинки неможливий.

Для виміру деформацій було використано метод електротензометрії, виконуючи препарування тензорезисторами, по можливості термокомпенсованими для досліджуваних матеріалів.

Препарування корпусів здійснено термокомпенсованими для алюмінію тензорезистори БП1-5-200-В-23, а для пластинок - БП1-1-100-Б-12.

Проте, з огляду на ту обставину, що ідеальна термокомпенсація тензорезистора неможлива, у ході експерименту була передбачена індивідуальна послідовна температурна компенсація кожного тензорезистора.

В процесі досліджень температурні деформації, зафіксовані окремим датчиком для кожного із заданих значень температур визначали, використовуючи метод деструкції:

1. Спочатку фіксували показання тензорезисторів на всіх необхідних значеннях температур (+120°C, +20°C, -60°C) у зібраній конструкції, повторюючи дослід 10 разів і більш.

2. Після чого, нагрівали збірку до температури плавлення припою, фіксували показання тензорезисторів, роз'єднували плату і корпусу за температур (+120°C, +20°C, -60°C), повторюючи дослід 10 разів і більш.

Отримані значення усереднювали для зібраного виробу і алгебраїчно віднімали усереднені показання тензорезистора при цій же температурі, але для роз'єднаних рамки і плати. Отримані значення відповідали величині відносної деформації зібраної конструкції (у місці наклейки датчика) за даної

температури.

Для визначення напружень використано узагальнений закон Гука для плоского напруженого стану:

$$s_x = \frac{e_x - \mu e_y}{1 - \mu^2} E, \quad s_y = \frac{e_y - \mu e_x}{1 - \mu^2} E \quad (1)$$

де e_x і e_y – відносні деформації в напрямку осей X і Y , обмірювані тензорезисторами;

μ – коефіцієнт Пуассона;

E – модуль пружності.

Схема препарування пластики показана на рис. 1.

Досліди показали, що при наближенні температури навколишнього середовища до температури плавлення припою на окремих зразках у кутах сторін відбулося розтріскування пластин з розташуванням тріщин під кутом наближених до 45° до напрямку плати. На рис. 2, 3 приведені фотокартки зруйнованих керамічних підкладок (пластини). Вид руйнування дозволяє відновити картину розтріскування, властивому явищу – чистому зсуву. При зміні температури, рамка прагне зсунутися щодо пластини, і тоді на поверхні пластини, що контактує з припоєм, виникають дотичні напруження, спрямовані до кута перетинання граней пластини, якщо рамка щодо пластини розтягується, і від кута перетинання граней, якщо рамка стискується.

Оскільки кераміка (ситал, полікор) значно гірше опирається розтягу, ніж стиску, то руйнування повинно відбутися по лініях, перпендикулярним до головних напружень розтягу σ_1 , що співпадає з реальною картиною руйнування (фото на рис. 2, 3).

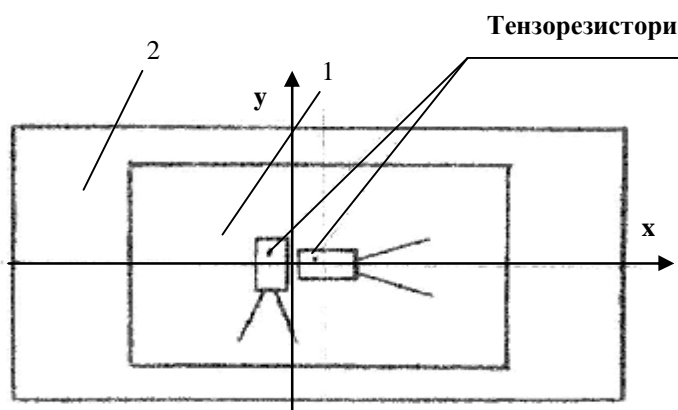


Рис. 1. Схема препарування мікробірки: 1 – підкладка; 2 – корпус

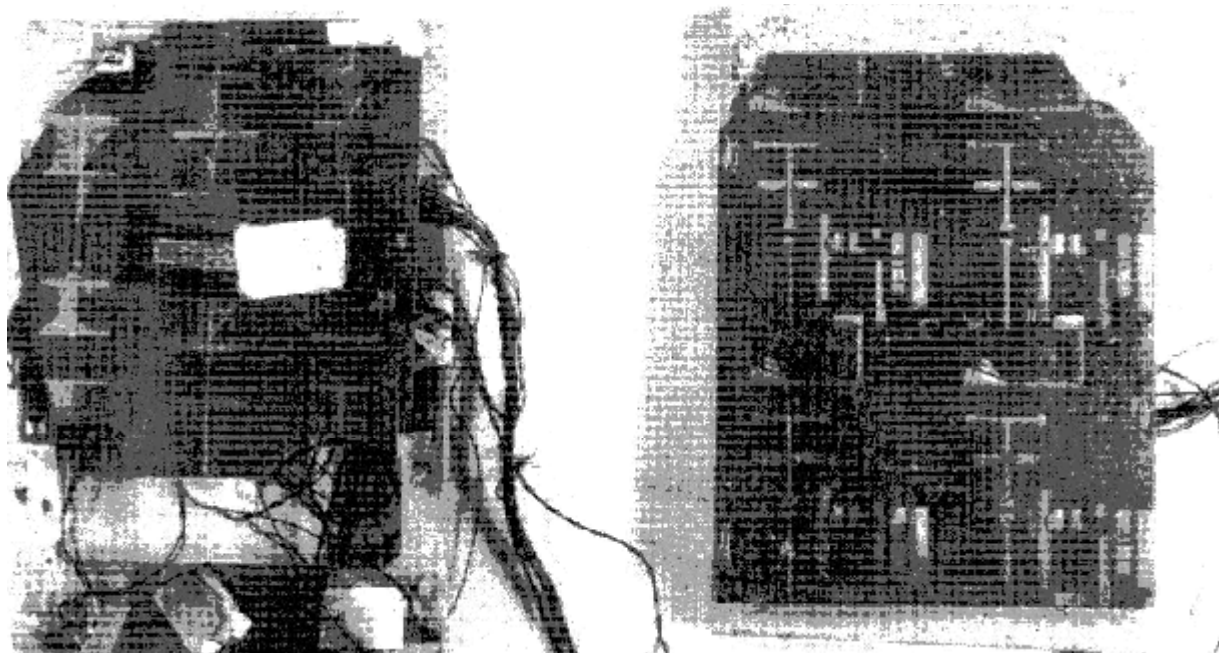


Рис. 2. Фотокартка зруйнованих пластин, препарованих тензодатчиками

Слід відзначити, що при розігріві конструкції до 200°C мали місце факти руйнування окремих пластин (рис. 3 нижній ряд). Це навело на думку про необхідність дефектації під мікроскопом усіх непрепарованих зразків, що залишилися. Проведена дефектація показала, що на 3-х зібраних зразках ще в стані постачання спостерігались тріщини.

В тих випадках, коли мало місце руйнування пластини дані експерименту не приводяться, і не розглядалися.

Результати експериментів для підкладок з полікору наведені в таблиці 1. Слід зазначити, що розподіл напружень для ситалу аналогічний наведеному, крім того напруження в корпусі незначні і не становлять для нього небезпеки.



Рис. 3. Фотокартки типових скритих дефектів (тріщини – верхній ряд, руйнування кутів – нижній ряд) підкладок мікробірок

Таблиця 1

Результати вимірів напружень в мікробірках з'єднаних пайкою

Матеріал підкладки мікробірок	Матеріал корпусу мікробірок	Розміри підкладки, мм	Розміри корпусу, мм	Спосіб з'єднання	Монтажні напруження після роз'єднання мікробірок, t=+20°C		Напруження в підкладках, t=+120°C		Напруження в підкладках, t=-60°C	
					$\sigma_{хп}$, МПа	$\sigma_{уп}$, МПа	$\sigma_{хп}$, МПа	$\sigma_{уп}$, МПа	$\sigma_{хп}$, МПа	$\sigma_{уп}$, МПа
Полікор	Дюраль Д16	30x24x0,5	40x24x4	Пайка припоєм ПОСК50-18 за температури t=+200°C	-420,6	-410,8	-270,1	-280,3	-280,9	-430,5
Полікор	Дюраль Д16	30x24x1	40x24x4		-434,2	-440,1	-280,2	-300,3	-360	-480
Полікор	Дюраль Д16	60x48x0,5	70x48x4		-200,1	-220,2	-120,1	-140,1	-150,1	-220,3
Полікор	Титан	30x24x0,5	30x24x4		-90,1	-100,2	-60,1	-70,1	-65,1	-110,3

Не дивлячись на певний розкид даних показів датчиків, загальні закономірності впливу матеріалів мікробірок на їх деформований стан полягають в наступному:

- а) напруження, котрі виникають в паяних парах дюраль-ситал і дюраль-полікор перевищують граничні, що призводить до руйнування підкладок;
- б) температурні напруження набувають граничних значень за температури -60°C;
- в) рівень деформацій підкладок, встановлених на корпуси з дюралюмінію, в 4–5 разів перевищує такий для підкладок, встановлених на корпуси з титану;
- г) рівень деформацій підкладок з полікору на 30–40% перевищує такий для підкладок з ситалу і кераміки.
- д) передача зусиль між рамкою і пластиною відбувається по поверхні спаювання, де діють дотичні напруження, котрі визначають напружений стан чистого зсуву, з появою нормальних напружень розтягу, відбувається розтріскування пластин.

Таким чином, незважаючи на наявність великого числа бракованих пластин, що мають тріщини в

стані постачання, великий розкид фізико-механічних характеристик матеріалів, можна зробити висновок, що застосування рамки з титану істотно знижує монтажні температурні напруження в пластинах з полікору і ситалу.

Висновки

1. Результати експерименту визначення температурних монтажних напружень у паяних з'єднаннях типу мікрозбірок і показують, що:

а) напруження, котрі виникають в паяних парах дюраль-ситал і дюраль-полікор перевищують граничні, що призводить до руйнування підкладок;

б) температурні напруження набувають граничних значень за температури -60°C ;

в) рівень деформацій підкладок, встановлених на корпуси з дюралюмінію, в 4–5 разів перевищує такий для підкладок, встановлених на корпуси з титану;

г) рівень деформацій підкладок з полікору на 30–40% перевищує такий для підкладок з ситалу і кераміки.

д) передача зусиль між рамкою і пластиною відбувається по поверхні спаювання, де діють дотичні напруження, котрі визначають напружений стан чистого зсуву, з появою нормальних напружень розтягу, відбувається розтріскування пластин.

Література

1. Никоноров Н.В. Оптическое материаловедение: основы прочности оптического стекла / Н.В. Никоноров, С.К. Евстропьев. – СПб. : СПбГУ ИТМО, 2009. – 102 с.

2. Гуськов Г.Я. Монтаж микрорелектронной аппаратуры / Гуськов Г.Я., Блинов Г.А., Газаров А.А. – М. : Радио и связь, 1986. – 176 с.

Рецензент: д.т.н. Троцишин І.В.
Надійшла 22.2.2012 р.

УДК 621.892.094: 892.099.6

В.І. КИРИЧЕНКО, Л.М. КИРИЧЕНКО

Хмельницький національний університет

КОМПОЗИЦІЙНІ МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ІЗ ТЕХНІЧНИХ ОЛІЙ: КОНЦЕПЦІЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕРОБНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглядається концепція системного підходу до розроблення раціональних і ефективних методів і технологій комплексного перероблення технічних олій як поновлювальної і екологічно безпечної сировини на мастильні матеріали нового типу – біосинтетичні, композиційні за структурою і визначеними функціональними властивостями; оцінюються перспективи переробних технологій

The concept of a systematic approach to developing effective and efficient methods and technologies for integrated processing technology of vegetable oils as a renewable and environmentally friendly raw material for lubricants of a new type - biosynthesis, composites in its structure and specific functional properties, evaluated the prospects of technologies for processing.

Ключові слова: Ключові слова: концепція системного підходу, технічні олії, переробні технології, біосинтетичні матеріали.

Вступ

Нашими дослідженнями доведено, що технічні олії можуть і повинні слугувати поновлюваною ресурсною базою оновлення досить консервативною в цілому традиційного матеріалознавства багатьох галузей економіки, але в першу чергу паливно-мастильної, полімерної, миючих засобів тощо. Йдеться про комплексне перероблення таких олій як ріпакова (ріпол), соєва (соєол-2М), пальмова (пальмол) та рицинова (рицол) на принципово новий клас матеріалів – біосинтетичні як основи інноваційного оновлення традиційних матеріалів мінерального, синтетичного, та мінерально-синтетичного походження. Сутність такого перероблення полягає в хімічній модифікації недосконалих як за молекулярними структурами, так і за своїми функціональними властивостями технічних олій, як поновлювальної і екологічно безпечної сировини, простими і доступними методами з метою внесення ціленаправлених синтетичних коректив структури і досягнення передбачуваних функціональних їх властивостей. В результаті такого напрямленого модифікування початкові біологічні структури олій набувають певних синтетичних змін, які приводять до створення продуктів нового типу біосинтетичних з їх наперед визначеними властивостями [1–3].

Постановка завдання

Техніко-економічна доцільність розробки проекту комплексного перероблення олій повинна спиратися на низку переконливих факторів, зокрема:

1) на єдиний блок ресурсо-, енерго- і еколого-зберігаючих методів і технологій;

2) на модульність побудови проекту переробних процесів (не менше трьох модулів);