

КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА КОНЦЕПЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МІКРОБЛОКІВ ДЛЯ ВИРОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

Вступ

Мікроблоки є одним з видів конструктивного виконання радіоелектронної апаратури (РЕА) підвищеної надійності й високого рівня інтеграції й перспективним напрямком для використання у виробі у складі гібридної мікроелектроніки. При цьому велика увага приділяється загальній герметизації мікроблоків, що дає їм певні переваги перед інтегральними мікросхемами й мікробірками, де крім масогабаритних обмежень при значній щільності компонування електрорадіоелементів (ЕРЕ) до конструкції мікроблоків, пред'являються вимоги з механічної міцності, адаптації до складних конфігурацій посадкових місць для вбудованої РЕА, ремонтпридатності й поліпшенню техніко-економічних показників.

Мікроблоки мають такі позитивні якості.

Підвищення рівня інтеграції з'єднанням об'єднання й укрупнення структурних рівнів, що особливо відноситься до цифрової РЕА, а також для виробів космічної й спеціальної техніки.

Можливість установки на мікроплатах спеціальних начіпних елементів з відносно більшими габаритними розмірами, у тому числі для пристроїв функціональної мікроелектроніки. резонансних пристроїв у мікромініатюрному виконанні тощо.

Поліпшення теплових характеристик зважаючи на значно більшу, у порівнянні з корпусами мікроблоків, поверхню тепловіддачі корпусу мікроблоку й можливість використання пристроїв штучного охолодження.

Функціональна гнучкість мікроблоків: з'єднання й заміщення структурних рівнів аж до реалізації виробів в одному мікроблоці.

Можливість об'єднання з індикаторними, оптико- і електромеханічними, приводними пристроями, що істотно важливо для вбудованої й переносної РЕА.

Ремонтпридатність мікроблоків, наявність вільного доступу до регульованого ЕРЕ й ЕРЕ, що підбудовується, й вузлам, внутріблоковому комутаційному монтажу, можливість часткової заміни мікроплат.

Висока надійність при наявності загальної герметизації й прямого внутріблокового монтажу, що дозволяє виключити кілька структурних рівнів електричних з'єднань, зменшити довжину шляху електричного сигналу, а також підвищити строки зберігання виробу в стані збереження працездатності.

Різноманіття конструктивних варіантів реалізації, гарна адаптація до посадкових місць.

Високі механіко-прочнісні показники.

Наявність загального екранування в корпусі мікроблоку й можливість простої реалізації границь платного й внутрішньоплатного екранування.

Можливість використання уніфікованих безкорпусних мікроблоків і мікросхем, наборів мікроплат і осередків з мікроплатами [1].

Механічна міцність елементів несучих конструкцій

Оптимальні конструкторсько-технологічні рішення, як правило, визначають рівень якості й експлуатаційну надійність мікроблоку. При цьому вибір конкретної конструкції мікроблоку визначається багатьма факторами, у тому числі і уніфікацією за окремими класами мікроблоків [1].

Елементи несучих конструкцій мікроблоків повинні забезпечувати при мінімальних масі й габаритних розмірах оптимальне внутрішньоблокове компонування й механічну надійність кріплення осередків, окремих мікроплат, комутаційних друкованих плат, окремих ЕРЕ й вузлів, а також захист від механічних перевантажень та інших зовнішніх впливів на мікроблок.

Корпуса мікроблоків додатково розраховуються на надлишковий внутрішній тиск закачаного інертного газу й повинні забезпечувати певний тепловідвід.

Для мікроблоків, що знаходять своє застосування у виробках космічної і спеціальної техніки характерні значні динамічні впливи, що характеризуються діючим вібраційним або ударним прискоренням, що приводить до відмов РЕА, причому частота відмов визначається величиною прискорення, формою й тривалістю імпульсів удару. Для розрахунку конструкції мікроблоку і його несучих елементів на стійкість до динамічних впливів вихідною величиною є максимальне прискорення:

$$j_{\max} = A\omega\rho\sqrt{2 + 2\cos\omega t_u} / (p^2 - \omega^2), \quad (1)$$

де A – амплітуда імпульсу; $\omega = \sqrt{c/m}$ – частота власних коливань системи; c – твердість системи в напрямку удару; m – маса мікроблоку або окремого несучого елемента; $p = \pi/t_u$ – умовна частота імпульсу; t_u – тривалість імпульсу.

Для випадку прямокутного імпульсу (ударного навантаження):

$$j_{\max} = 2A \sin\left(\frac{\omega t_u}{2}\right), \quad (2)$$

При цьому коефіцієнт амортизації удару $\eta = 2 \sin\left(\frac{\pi}{2\gamma}\right)$ залежить від “настроювання”

системи $\gamma = \frac{P}{\omega}$ (рис. 1) і визначає динаміку впливу удару на РЕА.



Рис. 1. Характеристика амортизації удару РЕА. де η – коефіцієнт амортизації удару; T – час випробувань

у режимі початкового прискорення

$$j_{\max} = \frac{a}{\omega} e^{-\delta t_{\max}} (\omega \cos \omega t_{\max} - \delta \sin \omega t_{\max}), \quad (3)$$

де $t_{\max} \approx -2\delta/\omega$ – час впливу j_{\max} ; a – прискорення $\delta = h/2m$; h – коефіцієнт різкого демпфірування, обумовлений типом використовуваного амортизатора;

у режимі вимикання стартових двигунів при використанні найпоширенішого гумово-металевого амортизатора з постійним коефіцієнтом демпфірування γ_M

$$j_{\max} = (1 + 0.5\gamma_M^2) \Delta \omega^2 \left[\exp\left(-\frac{\gamma_M}{2} \omega t_{\max}\right) \left(\cos \omega t_{\max} - \frac{\gamma_M}{2} \sin \omega t_{\max} \right) \right], \quad (4)$$

де $t_{\max} = \frac{1}{\omega} \arctg\left[\gamma_M / (0.25\gamma_M^2 - 1)\right]$; Δ – максимальна деформація амортизатора при перевантаженні. У режимі гальмування j_{\max} обчислюється за формулою (3) з урахуванням відповідного напрямку перевантаження.

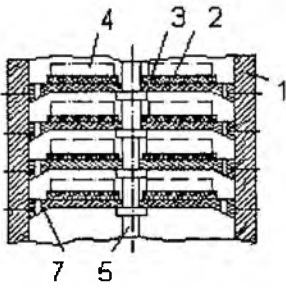


Рис. 2. Установка мікроплат у мікроблоці на під'ятнику:

1 – корпус; 2 – під'ятник; 3 – мікроплати; 4 – зона установки начинних елементів; 5 – осьова стійка; 6 – габаритні навісні елементи; 7 – зона посилення основн

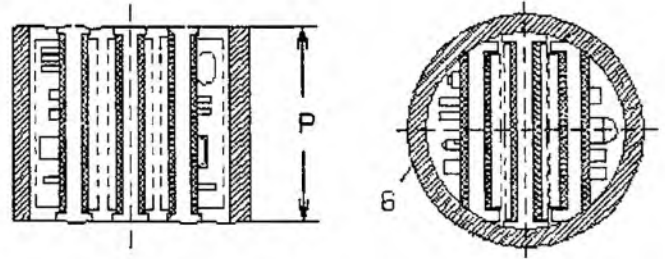


Рис. 3. Вертикальна установка в мікро блоці:

6 – габаритні навісні елементи.

Конструкції мікроблоків для виробів РЕА космічної й спеціальної техніки, що характеризуються переважаннями, розраховуються на основі наведених співвідношень для використовуваних систем амортизації (рис. 2, 3). У першому випадку (рис. 2) використовується посилена основа – під'ятник, у другому (рис. 3) – вертикальна установка мікроплат, що впаюють у гніздо основ [2].

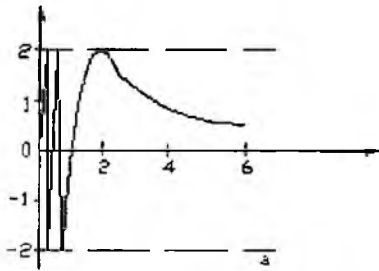


Рис. 4. Діаграма вибору оптимального співвідношення масо-габаритних розмірів мікроблоків

Це досягається за допомогою відбортовки, вибивки рел'єфу, рустування стінок, внутрішніх і зовнішніх стягувань стінок корпусу.

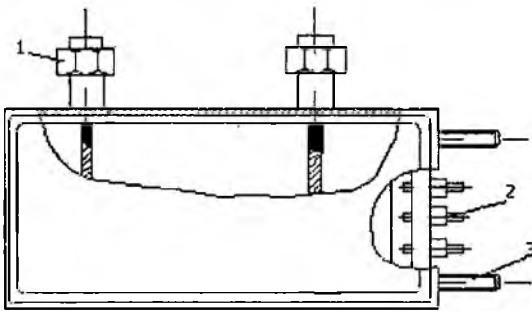


Рис. 5. Конструкторсько-технологічний варіант виконання мікроблоку з комбінованим фрезерувально-штамповочним корпусом:

1, 2 – комутуючі підведення;
3 – вузли кріплення

Для відносно крупнорозмірних мікроблоків найбільш істотним моментом є розрахунок конструкції корпусу з урахуванням надлишкового внутрішнього тиску. Згідно діаграми, наведеної на рис. 4, збільшення габаритів корпусу мікроблоку при збереженні припустимого рівня деформації стінок приводить до зростання маси корпусу через стовщення стінок, що компенсує, лінії припустимої маси корпусу розбивають повну конструктивну зону на зони А і В. Прийняттям конструктивних мір для посилення твердості стінок домагаються, щоб при збільшенні габаритних розмірів корпусу не вийти із зони А з оптимальними співвідношеннями маси й габаритних розмірів (рис. 4) [3].

У залежності від передбачуваних динамічних впливів на мікроблоки вибирається конструкторсько-технологічний варіант герметичного корпусу: штампований, пенальний або рамковий з відбортовкою, чашковий, складовий рамковий. Найбільшу жорсткість має фрезерувальний рамковий корпус і комбінований фрезерувально-штампований корпус (рис. 5) [3]. При габаритних розмірах плати більше $50 \times 75 \text{ мм}^2$ варто вибирати спосіб кріплення виходячи зі зручності зборки, ремонтпридатності. Кріплення мікроплат до комутаційних плат або теплопровідних шин

виконується пайкою металізованої сторони й торців підкладки. Крім того необхідно врахувати фізико-хімічну сумісність матеріалів елементів несучих конструкцій і підкладок мікроплат.

При пайці, особливо при установці мікроплат у глухі гнізда варто підбирати матеріали для підкладок і елементів несучих конструкцій із близьким за температурним коефіцієнтом лінійного розширення (ТКЛР) значеннями, у тому числі сплави ВТ1-0, ВТ5-1, штали, ковар, пресматеріал тощо. Для часто використовуваних у виготовленні елементів несучих конструкцій мікроблоків алюмінієвих сплавів робиться пропайка через прокладки, що демпфірують, з лудженої й прокачаної латунної сітки товщиною 0.15 мм. Висока термоциклостійкість паяних з'єднань забезпечується багатошаровими прокладками, що компенсують, на основі композицій мідь-ковар-мідь і мідь-молібден-мідь, а також безпосередньою пайкою підкладки через свинцеву прокладку з легкоплавким покриттям. При клейовому з'єднанні підкладки мікроплат і елементів несучих конструкцій, що одночасно виконують роль тепловідводячих заснований, вибір типу клею обумовлюється необхідною міцністю з'єднання, малим тепловим опором і збереженням цих характеристик до 150...180 °С (клей ТК-1НВ і ТК-8НБ). У мікроблоках високої щільності компонування із двостороннім монтажем мікроплат використовується торцеве розташування й пайка: Безпосередньо або крізь прокладку, що демпфірує, при цьому мікроплати встановлюються за напрямком впливу удару або прискоренням.

Висновки

Таким чином, аналіз проведених досліджень дозволяє зробити наступні висновки:

Мікроблоки є одним з основних видів виконання РЕА підвищеної надійності й високого рівня інтеграції.

Для мікроблоків, що знаходять своє застосування у виробі космічної й спеціальної техніки, що характеризуються значними динамічними впливами, частота відмов визначається величиною прискорення, формою й тривалістю імпульсів удару.

Наведено необхідні розрахункові співвідношення, що дозволяють оцінити використовувані системи амортизації, установки мікроплат, що впаюють у гнізда оснований, а також конструктивні заходи щодо збереження припустимого рівня деформації стінок мікроблоків.

Список літератури: 1. *Основы проектирования микроэлектронной аппаратуры* / А.Г. Алексеенко, С.С. Бадулин, Л.Г. Барулин и др.; Под ред. Б.Ф. Висоцкого М.: Сов. радио, 1977. 352 с. 2. *Волков В.А. Сборка и герметизация микроэлектронных устройств*. М.: Радио и связь, 1982. 144 с. 3. *Замирець Н.В., Котух В.Г., Шур В.А., Алтухова Т.Л. Технологическая концепция лазерной герметизации радиоэлектронных модулей в корпусах из алюминиевых сплавов // Технология приборостроения. 1996. №1. С. 54-57.*

*Харківський національний
університет радіоелектроніки*

Надійшла до редакції 25. 02 2008