

УДК 621.01

В.В. СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ¹, А.П. ЗІНЬКОВСЬКИЙ²

¹Хмельницький національний університет, м. Хмельницький

²ІПМ ім. Г.С. Писаренка НАН України, м. Київ

СПОСОБИ ЗНИЖЕННЯ ЗБУДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ ОБ'ЄДНАВЧИХ ПЛАТ У БЛОКАХ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

© Стрельбицький В.В., Зіньковський А.П., 2006

Наведено результати дослідження впливу податливості опор і механічної зв'язаності об'єднаних плат, розташованих у блоках радіоелектронної апаратури, на рівень їх коливань.

The work contains the research results of influence of foundation yielding and mechanical cohesion of backboards located in the radioelectronics device units on their fluctuation level.

Сучасні вироби радіоелектронної апаратури (РЕА), що розташовані на рухомих об'єктах (літальних апаратах, кораблях, залізничних потягах тощо), піддаються впливу складного комплексу дестабілізуючих факторів. До них відносяться вібраційні й ударні навантаження, що виникають за зміни швидкостей руху рухомих об'єктів із гвинтовими, турбогвинтовими та реактивними двигунами, акустичними впливами тощо.

Як показав статистичний аналіз, у результаті впливу вібрацій та ударів на вироби РЕА можуть виникнути замикання електровакуумних приладів, механічні ушкодження пайок і встановлених на платах елементів, розбалансування контурів, відшарування фольги друкованих плат. Під впливом вібрацій руйнуються деталі кріплення та різні конструкційні елементи: кронштейни, підставки тощо.

Найефективнішою боротьбою з вібраціями й ударами є віброізоляція РЕА. Сутність віброізоляції полягає в тому, що між об'єктом, який захищається, і віброуючою поверхнею розміщують віброізолятори, що послаблюють вібраційні впливи на об'єкт, який захищається.

Незважаючи на існування великої кількості конструкцій віброізоляторів, поки що не має простого, надійного в роботі, широкодіапазонного віброізолятора для виробів РЕА, що встановлюються на рухомих об'єктах. Крім того, через неможливість віброізолювати окремі прилади, вібрації можуть викликати в них резонансні явища, що важко усуваються в тонкостінних конструкціях, а також на платах з начіпним і друкованим монтажем [1, 2].

Найрозповсюдженішими способами демпфірування резонансних коливань у конструкціях приладів є застосування заливок, покриття блоків і функціональних вузлів вискоєфективними вібропоглинальними матеріалами [3]. Ці методи ґрунтуються на здатності полімерів за рахунок своїх пружних властивостей при розтягу чи згині розсіювати значну кількість енергії коливань.

До недоліків цього способу варто віднести погіршену ремонтоздатність конструкцій, залежність заливок і покриттів від різкої зміни температур, можливі ушкодження монтажу через внутрішні напруження за полімеризації компаунду, зміни властивостей деяких полімерів за дії радіації, тривалого збереження.

Проведені дослідження показали [1–3], що не можна досягти необхідного віброзахисту й уникнути резонансів в елементах конструкцій РЕА лише одним із зазначених методів. Кращий віброзахист РЕА можна отримати за допомогою комплексу методів, в якому вібродемфіруванню належатиме одна з провідних ролей.

Отже, необхідно встановити ефективність багатьох заходів щодо зниження збудження коливань об'єднаних плат вібрацій з опор блока РЕА на його функціональні плати.

З цією метою було проведено дослідження блока серійної конструкції, встановленого вертикально на столі вібростенда, тобто в умовах найбільшого збудження коливань плат.

Блок-схему апаратури для вимірювання віброперевантажень і схему розташування функціональних плат П1 і П2 в блоці показано на рис. 1.

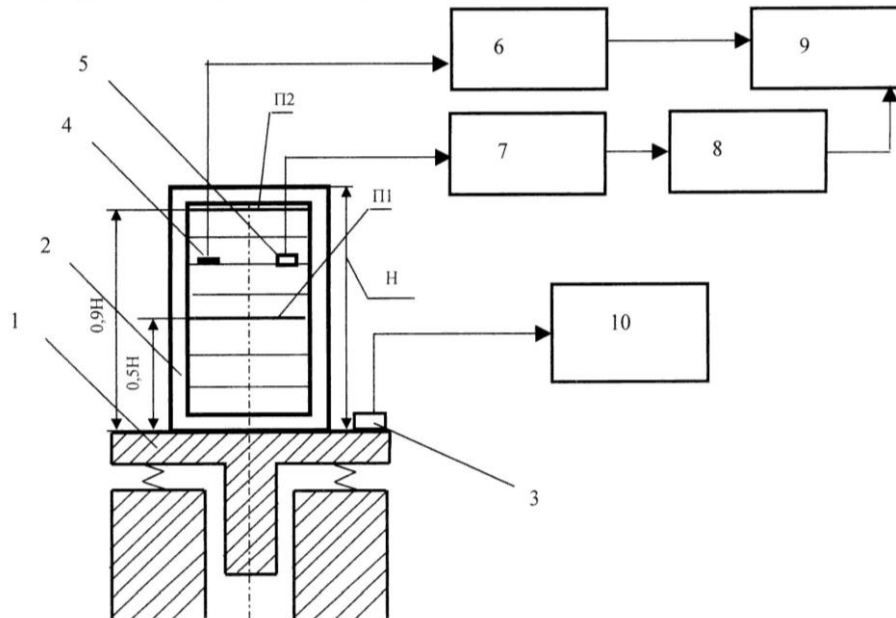


Рис. 1. Блок-схема апаратури для вимірювання прискорень і деформацій на платах: 1 – стіл вібростенда; 2 – блок РЕА; 3 – вібродатчик; 4 – тензодатчик; 5 – вібродатчик; 6 – підсилювач 8АНЧ-26; 7 – узгоджувальний пристрій; 8 – підсилювач “Амфітон”; 9 – осцилограф Н-115; 10 – мілівольтметр

Збудження коливань здійснювалося в діапазоні частот 10–2000 Гц з амплітудою прискорення, яка задавалася на столі вібростенда такою, що дорівнює $50 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$.

Дослідження проводились в такий спосіб. Блок закріплювався на платформі вібростенда (рис. 2) у вертикальному положенні (жорстка установка).

За плавної зміни частоти на столі вібростенда неможливо підтримувати незмінним рівень заданого значення віброприскорення через інерційність системи: стіл вібростенда – контрольний вібродатчик – електронний блок підтримки параметрів. Тому було прийнято рішення, проводити запис показів вібродатчика на фіксованих частотах за заданого, постійного для цієї частоти, рівня віброприскорення. Для цього за шкалою генератора вібростенда ВЭДС-200А послідовно встановлювали ряд частот в діапазоні 10...2000 Гц, тобто таких, щоб не пропустити резонансів. Потім столу вібростенда задавали рівень віброприскорення у $50 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}$.

Під час досліджень проводили запис показів вібродатчика, встановленого на функціональній платі, яку закріплено в штатних (пластмасових) напрямних. Для виключення випадкових помилок кожний експеримент повторювали тричі, а отримані покази усереднювали.

Спочатку випробовували серійний блок. Далі блок ізолювали від стола вібростенда гумовими прокладками (податлива установка) і тричі повторювали експеримент на аналогічних частотах (рис. 2).

Після цього блок знімали зі стола вібростенда і виконували бандажування плат (рис. 3) шляхом використання обплетення екранованого кабелю діаметром 4 мм, використовуючи з цією метою технологічні отвори, розташовані в кожній платі, і повторювали випробування.

Потім блок знімали з вібростенда, друковані плати звільняли від бандажного шнура, встановлювали з'єднуючу плати рейку (рис. 4, а) і знову проводили випробування.

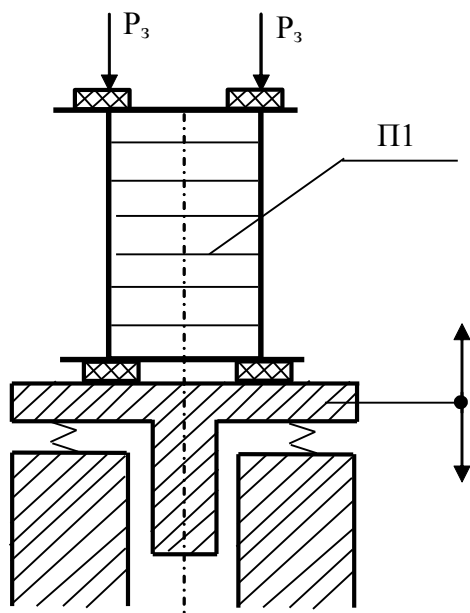


Рис. 2. Схема встановлення серійного блоку на гумовій прокладці на столі вібростенда

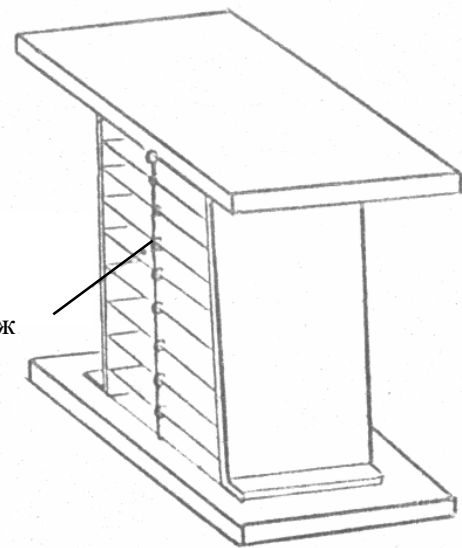


Рис. 3. Схема бандажування плат

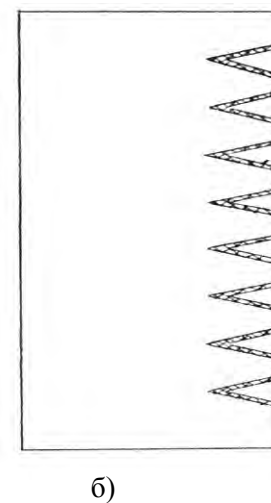
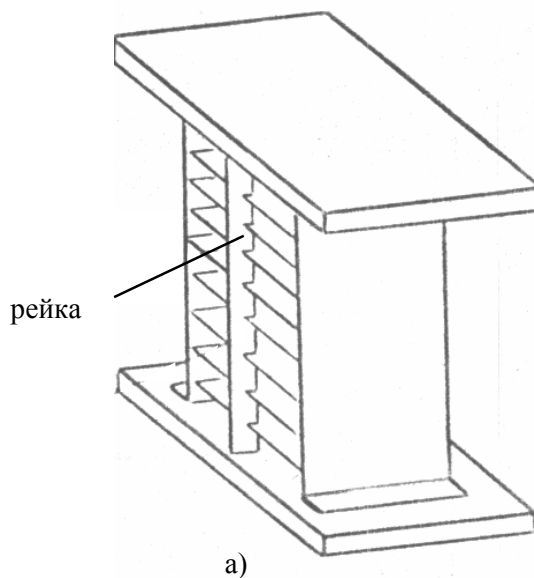


Рис. 4. Схема рейкового з'єднання плат (а) і конструкція рейки (б)

Рейка являє собою смугу, вирізану з листа композитного матеріалу з кутовими пазами, виконаними так, щоб вони відповідали розташуванню плат у блоці за висотою (рис. 4, б). Для варіювання параметрів пружно-дисипативного зв'язку плат пази рейки обклеєні гумовими прокладками.

За вимірними значеннями віброприскорень плати ПІ для кожного варіанта обчислювали відносні значення віброприскорень плати ПІ за формулою

$$\bar{a}_\Pi = \frac{a_\Pi}{a_3}, \quad (1)$$

де a_Π – вимірне віброприскорення на платі ПІ, $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$; a_3 – віброприскорення, яке задане столу вібростенда, $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$.

Результати обчислень наведені у вигляді гістограми максимальних резонансних амплітуд віброприскорення плати (рис. 5).

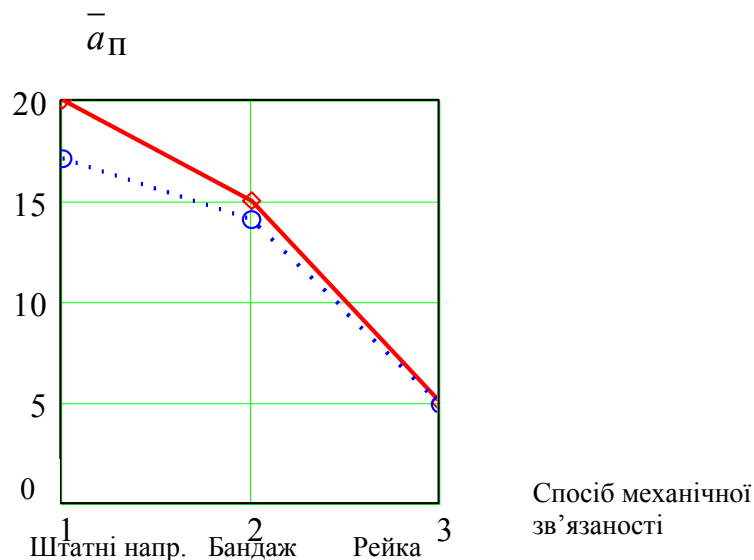


Рис. 5. Гістограма зміни резонансних амплітуд віброприскорення до'єднаних друкованих плат за різних способів їх механічної зв'язаності для жорсткої (суцільна лінія) і податливої (штрихова лінія) установки блока

Аналіз матеріалів, отриманих експериментально показує, що:

1. Використання податливої установки блока зумовлює за цього способу кріплення плати зниження збудження її коливань. При цьому найбільше зниження зустрічається за вихідного способу кріплення плати. За інших способів кріплення ступінь зниження збудження плати залежить від співвідношення пружних характеристик опори блока і плати.

2. Незалежно від способу установки блока найбільше зниження рівня збудження коливань плати зустрічається за рейкового з'єднання плат. Це зумовлено тим, що у цьому випадку внаслідок взаємних переміщень контактуючих поверхонь плати і рейки спостерігається максимальний рівень конструкційного демпфірування коливань.

Загалом можна зробити висновок, що запропонований спосіб рейкового з'єднання плат дає змогу значно знизити рівень збудження коливань плат і тим самим убезпечити функціональну працездатність блока РЕА від ударів плат.

1. Суровцев Ю.А. Амортизация радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Советское радио, 1974. – 176 с. 2. Ильинский В.С. Защита РЭА от механических воздействий. М.: Радио и связь, 1982. – 296 с. 3. Виброзащита радиоэлектронной аппаратуры полимерными компаундами / Под ред. Ю.В. Зеленева. – М.: Радио и связь, 1984. – 120 с.