

Література

1. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин / Гарбарук В.Н. – Л. : Машиностроение, 1980. – 472 с.
2. Повышение надежности трикотажного оборудования / Пипа Б.Ф., Волощенко В.П., Шипуков С.Т., Орлов В.А. – К. : Техника, 1983. – 112 с.
3. Волощенко В.П. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства / Волощенко В.П., Пипа Б.Ф., Шипуков С.Т. – К. : Техника, 1977. – 136 с.
4. Хомяк О.Н. Повышение эффективности работы вязальных машин / О.Н. Хомяк, Б.Ф. Пипа. – М. : Легпромбытиздат, 1990. – 209 с.
5. Пипа Б.Ф. Динаміка механізмів в'язання круглов'язальних машин / Пипа Б.Ф. – К. : КНУТД, 2008. – 416 с.
6. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. – К. : Наукова думка, 1975. – 704 с.
7. Машины кругловязальные типа КО-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Черновцы. 1992. – 86 с.

Надійшла 20.10.2011 р.

Рецензент: д.т.н., проф. В.П. Місяць

УДК 621.382: 620.178.3

О.В. КОРОБКО

Інститут тепло- і масообміну ім. А. В. Ликова Національної Академії наук Білорусі, м. Мінськ

С. А. ПЕТРАЦУК, В. П. РОЙЗМАН

Хмельницький національний університет

ВІБРООБСТЕЖЕННЯ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ВИРОБІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ НА ВІБРОМІЦНІСТЬ ТА ВІБРОСТІЙКІСТЬ

Розроблено методику випробувань на віброміцність і вібростійкість виробів електронної техніки, вага яких перевищує технічні можливості вібростендів. Показано, що існуюче обладнання, а значить і технології випробування на віброміцність і вібростійкість не відповідають основній вимозі, а саме, щоб передача вібрацій від столу вібростенда до виробів, які тестуються, відбувалась без спотворень, тобто в масштабі 1:1.

Paper represents method testing vibration strength and stability in electronic units, which weight exceeds technical capacity of vibration stand. Equipment and technology as well available to conduct testing on vibration strength and stability don't comply with requirement to transfer vibration from the vibration stand to the sample subjected to the test precisely without scaling – as is.

Ключові слова: віброміцність, вібростійкість, вібростенд, мікромодуль.

Сучасна радіоелектронна апаратура (РЕА), яка застосовується на ракетах, літаках, човнах, інших транспортних засобах експлуатується в умовах вібрацій і ударів, які через місця її кріплення передаються на корпуси, плати і встановленні на них елементи, причому через гнучкість і багатомасовість конструкцій РЕА ці вібрації на резонансних частотах можуть зростати в десятки разів і призводять до руйнування елементів, струмопровідних доріжок і просто до відмов апаратури через відхилення її характеристик за межі технічних умов.

Теж саме має місце при тестуванні виробів електронної техніки на вібрацію і удар. Цілісні вироби, блоки, модулі і навіть окремі електрорадіоелементи звичайно кріплять до столу вібростенда механічним способом за допомогою пристосувань, які також мають резонанси і не передають точно вібрації, які має стіл вібростенда.

В зв'язку з тим, що не кожний виріб можна закріпити безпосередньо на платформі ударного стенду чи вібростенду, то при випробуваннях застосовують додаткові пристосування для закріплення виробів.

Рух усіх точок пристосування повинен бути однаковим і відтворювати рух платформи вібростенду, а тому необхідно, щоб частоти власних коливань платформи і пристосування лежали поза діапазоном, в якому ведуться випробування [1, 2]. Нами були проведені дослідження пристосування для одночасного закріплення і випробувань плат мікромодулів типа у ЩВ 1810-4358 ММ в кількості 90 шт., встановленого на вібростенді УВЕ 10/5000 (рис. 1). В результаті досліджень було встановлено, що пристосування має ряд резонансних частот, значення яких наведені в табл. 1.

Щоб визначити, як розподіляються віброперевантаження за площею, на пристосування для закріплення плат було встановлено на епоксидному клеї 8 п'єзодатчиків типу ІС 313А-1, з яких чотири кріпилися на основі "куба", а інші чотири – на ребрах (рис. 1).

Резонансні частоти пристосування ЩВ 1810-4358ММ, встановленого на столі вібростенда УВЕ 10/5000

Резонансна частота f , Гц					
1100	1500	1900	2100	3600	4250

Вібростенду задавали певну частоту коливань і визначали величину перевантажень в різних місцях пристосування шляхом почергового підключення п'єзодатчиків до приладу для вимірювання прискорень ПиУ-1м. Вимірювання робили при різній величині затягування кріпильних болтів.

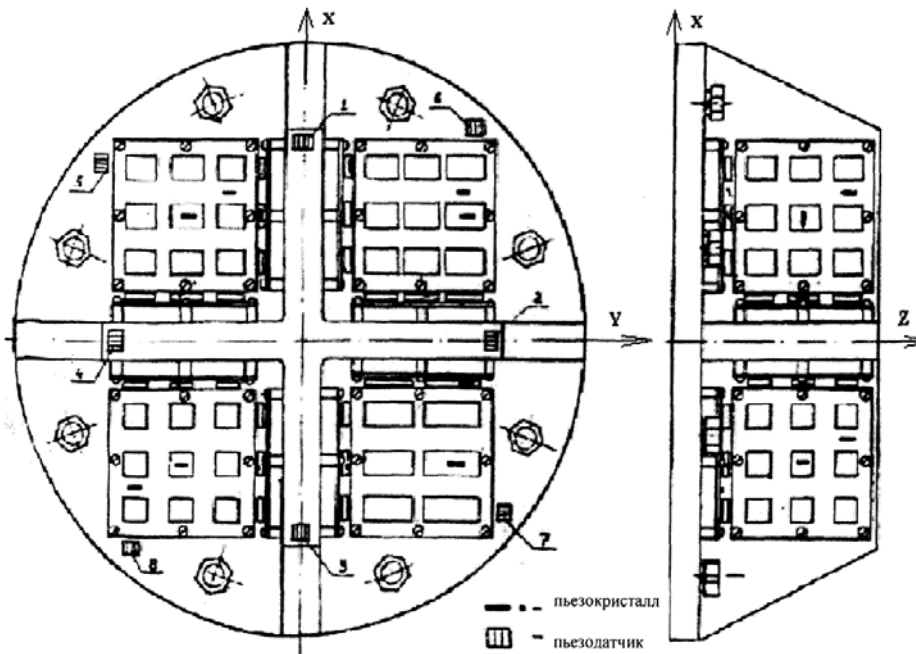


Рис. 1. Схема установки на столі вібростенда пристосування із закріпленими на ньому платами мікромодулів у кількості 90 шт. і розташування п'єзокристалів і п'єзодатчиків

Для більшої достовірності отриманих результатів використовували контрольний п'єзодатчик, який по черзі підключали поряд з тим п'єзодатчиком, з якого знімали покази. Результати дослідження приведені в табл. 2.

Таблиця 2

Віброперевантаження в різних точках пристосування ЩВ 1810 - 4358

	Покази датчиків (віброперевантаження k)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Болти відпущені Частота резонанса $f = 940$ Гц	0,9	3,4	2	1,3	0,65	3,6	1,4	1,15
Болти відпущені Частота резонанса $f = 2075$ Гц	1,12	5,2	2	3,2	12,5	16,2	14,5	15
Болти заздалегідь затягнуті без контролю Частота резонанса $f = 2075$ Гц	2	1,1	2,3	2,5	4,8	4,4	5,5	3,8
Болти заздалегідь затягнуті з зусиллям $T_{зат} = 40$ Нм, Частота резонанса $f = 2075$ Гц	0,25	1,6	2	1,3	1,6	5	5	5
Болти заздалегідь затягнуті з зусиллям $T_{зат} = 40$ Нм, Частота резонанса $f = 3511$ Гц	1,5	4,8	2	2,3	15	33	15	7
Болти заздалегідь затягнуті з зусиллям $T_{зат} = 60$ Нм, Частота резонанса $f = 3511$ Гц	1,5	4,3	2	2,3	12	35	21	14

Як видно з табл. 2, зусилля затягування кріпильних болтів істотно впливає на величину перевантажень пристосування. Необхідно відзначити також, що величини перевантажень в різних місцях пристосування не збігаються, що особливо помітно при високих частотах, і відрізняються від

віброперевантажень центру "куба". Отже, контроль за віброперевантаженнями по п'єзодатчику, встановленому в центрі пристосування, при заводських випробуваннях виробів за технологією № НГО.005.024 ТУ не відображає реальної величини віброперевантажень в тих місцях пристосування, де встановлюються випробовувані мікромодулі на об'єднувальних платах, і це узгоджується з висловленим нижче твердженням при розгляді коливань плат.

Для випробування великогабаритних виробів на вібростенді ВП-1м встановлювалося перехідне пристосування, яке представляє собою є круглий диск, закріплений жорстко на платформі вібростенда (рис. 2). Пристосування при його вібродослідженні було розбито на 12 секторів, в кожному з яких на відстані 100; 330; 560 мм - від центру по черзі встановлювався робочий вібродатчик, а в центрі пристосування - контрольний. Обидва вібродатчики, в комплекті з підсилювальною апаратурою вібростенда, були заздалегідь відкалібровані на прискорення $1g$. При цьому, як еталонний, використовувався вібродатчик типа АВС 027-01 в комплекті з погоджувачим підсилювачем і мілівольтметром ВЗ-38.

Потім по контрольному вібродатчику задавалося прискорення $1g$, а по робочому вібродатчику, укріпленому по черзі в точках "а", "в" і "с" (рис. 3) в кожному з 12 секторів поверхні перехідного пристосування, визначалися віброперевантаження в даних точках.

За отриманими значеннями побудовані кругові діаграми розподілу віброперевантажень по поверхні розвантажувального пристосування приклади яких, для частот $f = 300$ Гц і $f = 450$ Гц, показані на рис. 3 і рис. 4 відповідно.

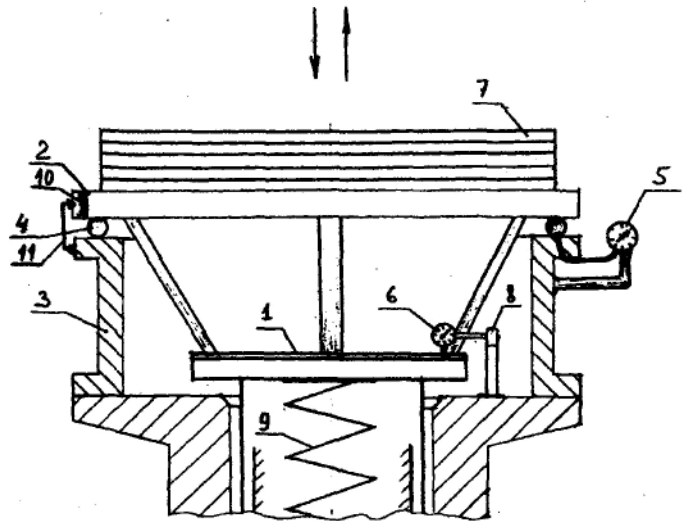


Рис. 2. Схема вібростенда з перехідним і розвантажувальним пристосуванням: 1 – платформа стенду; 2 – перехідне пристосування; 3 – розвантажувальне пристосування; 4 – пневматична розвантажувальна камера; 5 – манометр; 6 – індикатор годинного типу; 7 – таровані вантажі; 8 – стійка з кронштейном; 9 – пружна підвіска вібростенда; 10 – мірна лінійка; 11 – стрілочний індикатор

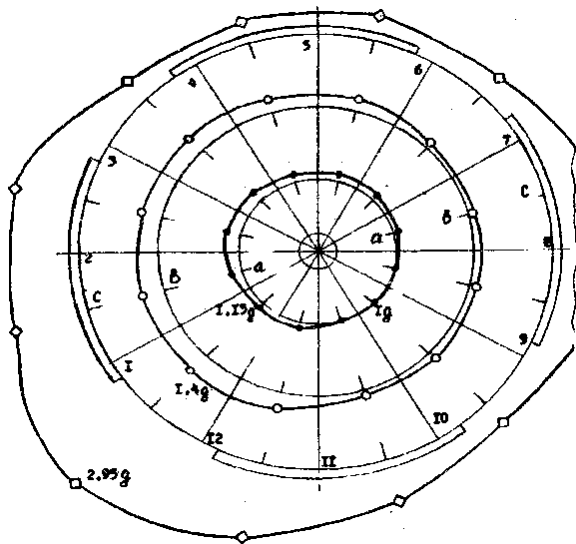


Рис. 3. Діаграма розподілу віброперевантажень по поверхні розвантажувального пристосування для частоти $f = 300$ Гц

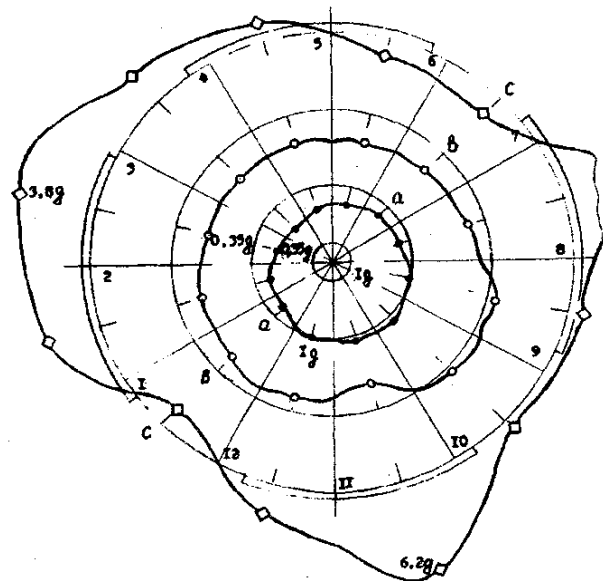


Рис. 4. Діаграма розподілу віброперевантажень по поверхні розвантажувального пристосування для частоти $f = 450$ Гц

Діаграми побудовані так, що коли віброперевантаження в точці, де її виміряли, не відрізняється від заданого значення ($1g$), то на діаграмі вона показана точкою співпадаючою із заданою (наприклад, точка "а", сектор 10, рис. 3).

Якщо ж віброперевантаження в даній точці відрізняється від $1g$, то на діаграмі вона показана точкою, віддаленою від даної по радіусу на величину різниці (у прийнятому масштабі) між вимірним і заданим прискоренням (наприклад, точки "а", "в", "с", сектор 1 рис. 4).

Результати досліджень показують, що значення віброперевантажень по платформі перехідного пристосування можуть значно відрізнятися від значень, вимірних в центрі. Вони можуть бути від 3 до 6 разів менше від того, що задається (наприклад, точка "в" сектора 2 при $f = 450$ Гц), або від 7 до 17 разів

більше (наприклад, точка "с" в секторі 9 $f = 300$ Гц).

Якщо при цьому врахувати, що виріб, встановлений на перехідному пристосуванні, має безліч своїх резонансів, то ця різниця може бути ще більше. Обстеження ще ряду пристосувань радіоелектронних підприємств України показало, що і там використовувалися пристосування, які мають ряд резонансів в діапазоні частот, на яких ведуться випробування, а також нерівномірний розподіл віброперевантажень за площею.

Таким чином існуюче обладнання, а значить і технології випробування на віброміцність і вібростійкість не відповідають основній вимозі, а саме, щоб передача вібрацій від столу вібростенда до виробів, які тестуються, відбувалась без спотворень, тобто в масштабі 1:1. А це вимагає розробки і застосування безрезонансних конструкцій пристосувань для закріплення виробів, які підлягають тестуванню.

Робота виконана за підтримки Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України в рамках спільного проекту № Ф41.2/025 Державного фонду фундаментальних досліджень України і Білоруського республіканського фонду фундаментальних досліджень.

Література

1. Карпушин В.Б. Вибрации и удары в радиоаппаратуре / Карпушин В.Б. – М. : Сов. радио, 1971. – 344 с.
2. Воллернер Н.Ф. Конструирование и технология изготовления радиоэлектронной аппаратуры / Воллернер Н.Ф. – К. : Вища школа, 1990. – 365 с.

Надійшла 2.10.2011 р.

УДК 621.0: 621.8

А.Н. НИКИФОРОВ, Г.Я. ПАНОВКО

Учреждение РАН Институт машиноведения им. А.А.Благонравова

В.П. РОЙЗМАН

Хмельницкий национальный университет

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ТЕЧЕНИЯ СРЕДЫ В РОТОРНЫХ СИСТЕМАХ С ПЛАВАЮЩИМ ЭЛЕМЕНТОМ

В настоящей статье проведен анализ гидродинамических процессов, протекающих в роторных системах, в частности, в которых ротор взаимодействует через слой жидкости с плавающим уплотнительным кольцом или автобалансирующим телом. Моделирование и расчеты выполнены на основе фундаментальных уравнений гидродинамики с использованием метода конечных элементов.

Ключевые слова: ротор, вал, конечно-элементная модель, гидродинамика, поле давлений, поле скоростей.

Введение

В высокоскоростных роторных машинах все чаще вместо контактных герметизирующих устройств (сальники, манжеты) используются различные виды уплотнений с рабочим зазором. К ним относятся щелевые и лабиринтные уплотнения [1], а также уплотнения с плавающими кольцами [2]. Существующая научно-техническая литература посвящена в основном проектированию, режме работе (динамике) уплотнительных колец [3]. При этом большой редкостью являются фундаментальные работы, в которых исследуется гидродинамика таких уплотнений [4]. Похожая картина сложилась и с различными жидкостными автобалансирующими устройствами [5, 6].

Важно отметить, что и в том, и в другом случае гидродинамика в расчетных моделях для соответствующих роторных систем, как правило, «представляется» всего лишь упруго-вязкими коэффициентами. Это, в свою очередь, не позволяет выявить и проанализировать теоретическим путем интересные полезные, а также вредоносные гидромеханические эффекты в роторных системах.

Ниже рассмотрены две реальные практические гидродинамические задачи о течении среды в зазоре уплотнительного кольца, предназначенного для герметизации ротора турбонасосного агрегата, а также в балансировочной камере при полном наливе жидкости и присутствии плавучего твердого тела, что представляет собой известную конструкцию автобалансирующего устройства.

1. Течение среды в зазоре уплотнительного кольца

Отталкиваясь от физических и технических предпосылок, исследовано стационарное движение несжимаемой, вязкой жидкости в тонком, цилиндрическом и эксцентрическом объеме. Гидродинамический анализ данного течения выполнен с помощью конечно-элементной модели (рис. 1) при следующих граничных условиях:

- «вращающаяся стенка» с частотой $\omega_n = 125000$ об/мин для внутренней, принадлежащей ротору поверхности;
- «неподвижная стенка» для наружной, принадлежащей уплотнительному кольцу поверхности;