

МОДЕЛЬ МЕТОДУ КРІПЛЕННЯ АКСЕЛЕРОМЕТРА ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Невлюдов І.Ш., д.т.н., проф., tapr@kture.kharkov.ua;

Бортнікова В.О., аспірант, vika_bortnikova@mail.ru

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
м. Харків, Україна*

Для вирішення задачі автоматизації проектування технологічних процесів (ТП) виготовлення акселерометрів на основі технології мікроелектромеханічних систем (МЕМС) необхідно врахувати параметри, які впливають на проектування ТП, починаючи від параметрів підкладки закінчуючи параметрами, які враховують фізичні особливості. До фізичні відносяться такі параметри: параметри корпусу, ізоляція, тип кабелю, кріплення і кліматичні чинники зовнішнього середовища [1,2].

В умовах задач автоматизації одним з важливих етапів ТП є етап корпусування. На даному етапі необхідно враховувати безліч чинників, які впливають на якість виготовлених акселерометрів, їх захисні властивості (ізоляція від зовнішніх впливів) і можливості їх використання в різних робочих умовах. Одним з таких факторів є тип кріплення акселерометра. Враховуючи, що в залежності від типу кріплення, яке використається в акселерометрі, можуть знадобитися введення додаткових операцій. Наприклад, при типі кріплення «шпилька» знадобиться зробити операцію свердління отвори. Це вплине на кількість операцій ТП, тим самим і збільшивши час виготовлення акселерометра. Таким чином, створення моделі кріплення акселерометра є актуальним і необхідним для вирішення поставленої задачі дослідження.

Відповідно до ГОСТ ИСО 5348-2002 «Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров» (перевиданий 2007 р, діє, міждержавний), виявлено критерії, що визначають вибір способу кріплення які засновані на результатах практичних робіт. Критерії, що визначають вибір методу кріплення акселерометра.

Таблиця 1

Кріплення	Резонансна частота	Температура	Маса акселерометра і жорсткість кріплення	Добротність на резонансі Q	Підготовки поверхні
1	2	3	4	5	6
Шпилька	1	1	1	1	1
Клей	1	1	1	1	2
Віск	2	3	2	1	1

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Двостороння липка стрічка	3	2	3	3	1
Пристрій швидкого кріплення	2	1	2	2	2
Вакуумне кріплення	2	1	1	2	2
Магніт	2	1	3	3	1

Значення в таблиці, що дорівнює 1 — означає задоволення критерієм «високе», 2 — «середнє», 3 — «низьке».

Враховуючи проведений аналіз існуючих кріплень акселерометрів на основі MEMS і ГОСТу 5348-2002 модель методу кріплення (M_{Th}) має вид:

$$M_{Th} \in \{gL, Sh, Re, M_e, H_o\}$$

де: gL — кріплення на клею; клейовий монтаж акселерометрів часто виконується на поверхнях з невеликою площею і на друкованих платах. В якості адгезиву переважно використовується ціанакриловий клей;

Sh — через отвір (штифт, шпилька). Штифт являє собою циліндричний або конічний стержень, який для з'єднання необхідно вставити в отвори деталей, які з'єднуються. Штифти дозволяють точно зафіксувати взаємне положення деталей. Можливо використовувати штифт, що незагартовано на деталях, які зазнають невеликі навантаження;

Re — віск. Для швидкого кріплення акселерометра (наприклад, при спостереженні за вібраціями в різних точках шляхом переміщення акселерометра) можна використовувати бджолиний віск для зручності монтажу і демонтажу. Оскільки при високих температурах бджолиний віск розм'якшується, цей метод обмежений температурою приблизно 40°C;

M_e — магніт. Зручний метод монтажу акселерометра, що полягає у використанні постійного магніту, який можна швидко і легко перемістити з одного положення в інше. Це особливо зручно, коли потрібно провести спостереження у великій кількості точок вимірювання за мінімально можливий час випробувань. Цей метод обмежений установкою на чистих і плоских феромагнітних поверхнях, а його динамічний діапазон обмежено внаслідок обмеженої сили магніту. Але, тим не менш, метод може дати хорошу високочастотну характеристику, особливо на плоских поверхнях. Установка на магніт самокліючого диска забезпечить електричну ізоляцію між акселерометром і поверхнею, на якій він кріпиться;

H_o — монтажні затискачі і шарнірні підстави. В корпусах деяких акселерометрів є пази, які дозволяють використовувати монтажних затискачі для швидкої установки акселерометра на досліджуваний об'єкт. Монтажні

затискачі приклеюються до досліджуваного об'єкта за допомогою термоклею або кріпляться двосторонньою клейкою стрічкою. Мається монтажний затискач з унікальною конструкцією шарнірного підстави, який дозволяє легко вирівняти акселерометр відповідно до заданої системи координат. Для цих цілей використовується спиртовий рівень. Є декілька видів монтажних затискачів, що надають унікальні переваги в складних монтажних ситуаціях: наприклад, монтажний затискач з товстою основою, яку можна спилити так, щоб вона відповідала кривизні монтажної поверхні. Є жароміцні монтажні затискачі, а також затискачі спеціальної конструкції, що дозволяють прискорити калібрування акселерометра. Всі монтажні затискачі проходять всебічні випробування для забезпечення високої якості, надійності та достовірності результатів вимірювань.

Модель параметрів метода кріплення МЕМС акселерометра (M_{th}) дозволить врахувати такий етап технологічних процесів як корпусування. Це надасть можливість вибирати типи кріплення відповідно до вимог замовника на етапі проектування ТП. Таким чином, можливо скорегувати всі необхідні операції при побудові того чи іншого ТП.

Література

1. Бортникова В.О. Основные особенности автоматизации проектирования устройств на основе МЕМС/ В.О. Бортникова //18-й Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке», Сб. материалов форума. Т.1. – Харьков: ХНУРЭ, 2014. – 216 с. – С. 115-116.
2. Бортникова В.О. Математическая модель акселерометра для разработки модуля САПР ТП / В.О. Бортникова // 19-й Международный молодежный форум «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке», Сб. материалов форума. Т.1. – Харьков: ХНУРЭ, 2015. – 209 с. – С. 119-120.
3. ГОСТ ИСО 5348-2002 «Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров».

Анотація

Представлено модель методу кріплення акселерометра для вирішення завдання автоматизації проектування пристроїв на основі технологій мікроелектромеханічних систем.

Ключові слова: Акселерометри, технологічні процеси, автоматизація.

Аннотация

Представлена модель метода крепления акселерометра для решения задачи автоматизации проектирования устройств на основе технологий микроэлектромеханических систем.

Ключевые слова: Акселерометры, технологические процессы, автоматизация.

Abstract

An accelerometer attachment method model is presented for the solving the task of design devices automation for based on microelectromechanical technology systems.

Keywords: Accelerometer, technological processes, automation.