

СТЕНДЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРА НА РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Г.В. Давыдов, И.Г. Давыдов, А.В. Потапович, В.А. Попов

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Согласно нормативно-технической документации по испытаниям радиоэлектронной аппаратуры на одиночный удар нормируется значение ускорения ударного импульса и длительность ударного импульса. При этом требования по характеру изменения скорости движения испытуемого объекта, а также его перемещению в пространстве во время воздействия ударного импульса никоим образом не регламентируются. В работе показано, что игнорирование этими требованиями при выборе стендов для моделирования воздействия удара на радиоэлектронные компоненты может приводить к катастрофическим последствиям при эксплуатации.

Ключевые слова: одиночный удар, ускорение, скорость, перемещение, стенды моделирования удара.

STANDS FOR SIMULATING THE IMPACT EFFECT ON RADIOELECTRONIC COMPONENTS

H.V. Davydau, I.H. Davydau, A.V. Patapovich, V.A. Papou

Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", Minsk, Republic of Belarus

Abstract. According to regulatory and technical documentation for testing electronic equipment subject to single impacts, the shock pulse acceleration value and shock pulse duration are specified. However, requirements for the nature of the test object's velocity change, as well as its spatial movement during the impact of the shock pulse, are not regulated in any way. The paper demonstrates that ignoring these requirements when selecting test rigs for simulating the impact of shocks on electronic components can lead to catastrophic operational consequences.

Keywords: single strike, acceleration, speed, movement, strike simulation stands.

Введение

Работа посвящена анализу стендов для моделирования воздействия удара на радиоэлектронную аппаратуру и возникающие при этом различия

в несоответствии условий моделирования и реальных условий эксплуатации. Согласно нормативно-технической документации при испытаниях на одиночный удар нормируется значение ускорения ударного импульса и длительность ударного импульса, а зависимости для скорости и перемещения не нормируются.

Основная часть

Стенды для моделирования воздействия одиночных ударов на радиоэлектронную аппаратуру по принципу действия делятся на электродинамические, электромагнитные, гидравлические, пневматические, маятниковые, с падающей платформой, с падающим металлическим бойком на металлическую наковальню, с эксцентриковым механизмом, с точки зрения воспроизводства формы ударного импульса, скорости движения платформы, с испытуемым объектом, и перемещения платформы, ударные стенды имеют принципиальные различия. По форме ударного импульса все указанные стенды мало отличаются, за исключением амплитуды и длительности ударного импульса.

Стенды электродинамические, электромагнитные, гидравлические, пневматические характеризуются перемещением возвратно-поступательного характера с перемещениями в основном от 0.1 мм до 10 мм [1]. В начальный и конечный момент ударного импульса перемещение, скорость и ускорение равны нулю, т.е. имеет место состояние покоя. Если перемещение платформы происходит в одну сторону и обратно, то имеет место импульс. Скорость движения будет направлена в одну сторону и достигнет максимума, затем начнет уменьшаться и достигнет значения нуля. При этом перемещение будет иметь максимальное значение. Дальше начнется движение платформы в обратном направлении. Скорость будет направлена в обратном направлении, достигнет максимума, а затем начнет уменьшаться пока не станет равной нулю. При этом платформа стенда займет начальное положение.

Если рассматривать закон изменения скорости движения платформы т. е. ускорения, то будет иметь место два положительных максимума ускорения и один максимум отрицательного ускорения (ускорения в обратном направлении). Таким образом, для данных типов стендов характерно воспроизведение нескольких ударных импульсов, хотя за основной считается первый (максимальный по амплитуде) ударный импульс. Два других ударных импульса будут иметь меньшее ускорение и большую длительность.

Стенды маятниковые, с падающей платформой, с падающим металлическим бойком на металлическую наковальню, с эксцентриковым механизмом имеют другие соотношения по перемещениям, скоростям

и ускорениям для удара. При этом перемещения платформы происходит с одного положения в пространстве в другое, а скорость движения платформы равномерно нарастает до соприкосновения с ограничивающей поверхностью и при соприкосновении резко падает до нуля. Ударный импульс формируется при торможении платформы имеет форму похожую на полусинусоиду. Когда имеется отскок бойка от наковальни, то формируется при этом обратный импульс скорости. Как видно из рассмотренного анализа, принципиальные различия между двумя группами стенов заключаются в характере изменения скорости и перемещения платформы.

Если для первых типов стенов наличие зазоров между платформой и испытываемом изделием, а также наличие зазоров в самом изделии при воздействии удара приводит лишь к частичной ликвидации этого зазора за счет малых перемещений платформы то получается, что ускорение удара не передается на изделие или на элементы изделия. Для второй группы стенов, когда имеется даже незначительный зазор между платформой и испытываемым изделием, то вовремя удара происходит уменьшение зазора до его полного исчезновения и в результате чего происходит скачок изменения скорости соприкасающихся элементов и как результат значительное увеличения ударного импульса для испытываемого изделия. Экспериментальные исследования по влиянию не жесткого крепления транзисторов 2Т803 к бойку при испытании на удар с ускорением 12000g показали, что наличие зазоров приводит к катастрофическим отказам, хотя при жестком креплении амплитуда предельно-допустимых ускорений составляла 19000g.

Изделия, предназначенные для эксплуатации в условиях больших уровней одиночных ударных ускорений более 5000 g, должны быть сконструированы таким образом, чтобы отсутствовали люфты и зазоры в соединениях.

Заключение

При испытаниях изделий на одиночный удар следует использовать стенов, у которых ударный импульс формируется за счет резкой остановки движения платформы, а испытываемые изделия необходимо жестко крепить к платформе для исключения их перемещений при ударе.

Список использованных источников

1. Компьютерные технологии для расчета тепловых режимов и механических воздействий / Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Тамб. гос. техн. ун-т. - Тамбов: ТГТУ, 2012. - 87 с.

References

1. Computer technologies for calculating thermal conditions and mechanical effects / D.Yu. Muromtsev, O.A. Belousov; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Tambov State Technical University. - Tambov: TSTU, 2012. - 87 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Давыдов Г.В., канд. техн. наук, доц., в. н. е., НИЛ 5.3, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», nil53@bsuir.edu.by.

Давыдов И.Г., канд. техн. наук, доц., доц. кафедры радиоинформационных технологий, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», nil53@bsuir.edu.by.

Потапович А.В., магистр, зав. НИЛ 5.3, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», nil53@bsuir.edu.by.

Попов В.А., с. н. е., НИЛ 5.3, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», nil53@bsuir.edu.by.

Information about the authors

Davydau H.V., PhD, Leading researcher of SRL 5.3 of R&D department, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", nil56@bsuir.edu.by.

Davydau I.H., PhD, Associate Professor at the Department Radioinformatics Technologies, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", nil56@bsuir.edu.by.

Potapovich A.V., Master of Technical Sciences, Head of SRL 5.3 of R&D department, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", nil53@bsuir.edu.by.

Papou V.A., researcher of SRL 5.3 of R&D department, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", nil53@bsuir.edu.by.