

# Стойкость к внешним воздействиям и надежность металлокерамических корпусов

Ш. Шугаепов<sup>1</sup>, Е. Ермолаев<sup>2</sup>, В. Егошин<sup>3</sup>, Е. Сабирова<sup>4</sup>

УДК 621.3 | ВАК 2.2.2

Акционерное общество «Завод полупроводниковых приборов» (АО «ЗПП») производит металлокерамические корпуса различных типов для интегральных микросхем. В данной статье рассматривается надежность и стойкость к внешним воздействиям металлокерамических корпусов, выпускаемых АО «ЗПП».

**М**еталлокерамические корпуса, выпускаемые АО «ЗПП», показывают себя стойкими к воздействию механических, климатических, биологических факторов и специальных сред. Характеристики внешних воздействующих факторов и их значения приведены в ГОСТ РВ 0020-39.414-2020. Уточненные характеристики внешних воздействующих факторов, относящиеся к металлокерамическим корпусам, указаны в табл. 1.

Корпуса выполняют свои функции и сохраняют значения электрических и тепловых параметров в пределах установленных норм при эксплуатации и хранении, во время и после воздействия специальных факторов по ГОСТ РВ 0020-39.416-2020, виды, характеристики и значения характеристик которых приведены в табл. 2.

Во время воздействия и непосредственно после воздействия фактора 8.И время потери работоспособности составляет не более 2 мс.

Также определяются конструктивно-технологические запасы стойкости к воздействию фактора 8.И с характеристиками 8.И<sub>1</sub>-8.И<sub>3</sub>, 8.И<sub>6</sub>, 8.И<sub>7</sub> с последующим включением полученных результатов в ТУ (в справочный раздел или в виде справочных данных).

Стойкость корпусов к воздействию одиночных импульсов напряжения в соответствии с ГОСТ РВ 0020-57.415 (с максимальной амплитудой 5000 В) обеспечивается конструкцией и применяемыми материалами.

## СТОЙКОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Немаловажной характеристикой металлокерамического корпуса является стойкость к воздействию технологических факторов производства.

Основания корпусов, предназначенные для монтажа кристаллов клеим или на припой с температурой плавления ниже 350 °С, являются теплостойкими при воздействии температуры не менее 250 °С в течение не менее 3 ч, сохраняя после воздействия внешний вид и вакуумплотность.

Основания корпусов, предназначенные для монтажа кристалла с применением эвтектического спая, должны быть теплостойкими при воздействии температуры (450 ± 10) °С в течение не менее 2 мин, сохраняя после воздействия внешний вид и вакуумплотность. Обязательным условием при данном способе монтажа является предварительный подогрев. Температура предварительного подогрева оснований – от 200 до 250 °С, длительность – (1,0 ± 0,2) мин.

Основания корпусов, предназначенные для присоединения внутренних проволочных проводников способом термокомпрессионной сварки, являются теплостойкими при воздействии температуры (380 ± 10) °С в течение 8 мин, сохраняя после воздействия внешний вид и вакуумплотность.

Корпуса устойчивы к воздействию повышенных линейных нагрузок, которые составляют не менее 100 000 м/с<sup>2</sup> (10 000 g) вдоль оси, перпендикулярной установочной плоскости, в течение 2 мин.

## НАДЕЖНОСТЬ Безотказность

От показателя безотказности изделий зависит характер их применения (функционирования).

Для металлокерамических корпусов требования к гамма-процентной наработке до отказа  $T_\gamma$  при  $\gamma=99,0\%$  во всех режимах эксплуатации, при температуре окружающей

<sup>1</sup> АО «ЗПП», директор по развитию; ФГБОУ ВО «МарГУ», научный сотрудник, shnshugaepov@zpp12.ru.

<sup>2</sup> АО «ЗПП», заместитель главного конструктора по новым разработкам; ФГБОУ ВО «МарГУ», научный сотрудник, ermolaev\_ev@zpp12.ru.

<sup>3</sup> АО «ЗПП», заместитель главного конструктора по материалам; ФГБОУ ВО «МарГУ», научный сотрудник, vaegoshin@zpp12.ru.

<sup>4</sup> АО «ЗПП», ведущий инженер-конструктор, ktcl21@zpp12.ru.

**Таблица 1.** Состав и значения характеристик внешних воздействующих факторов

Наименование внешнего воздействующего фактора	Наименование характеристики фактора, единица измерения	Значение воздействующего фактора
Механический удар одиночного действия	Пиковое ударное ускорение, м/с <sup>2</sup> (g)	15 000 (1 500) (4У)
Акустический шум	Диапазон частот, Гц	50–10 000 (4У)
	Уровень звукового давления (относительно 2·10 <sup>-5</sup> Па), дБ	170 (5У)
Линейное ускорение	Значение линейного ускорения, м/с <sup>2</sup> (g)	5 000 (500) (4У)
Повышенная температура среды*	Максимальное значение при эксплуатации, °С (корпус в сборе)	155
Изменение температуры окружающей среды	Диапазон изменения температуры среды, °С	От 155 до –60
Повышенная влажность воздуха**	Относительная влажность при температуре 35 °С, %	98 (6У)
Атмосферное пониженное давление	Значение при эксплуатации, Па (мм рт. ст.)	1,3·10 <sup>-4</sup> (1·10 <sup>-6</sup> )
Повышенное давление, не более	Значение при эксплуатации, Па (мм рт. ст.)	5,1·10 <sup>5</sup> (3 800)
Атмосферные конденсированные осадки (роса, иней)**	Значение температуры среды, °С	–(25±3)
	Время воздействия, ч	2
Соляной (морской) туман**	Время воздействия, сут	2
Плесневые грибы	Степень обрастания, балл	Не более 2

\* Требования стойкости к воздействию повышенной и пониженной температуры среды подтверждаются испытаниями корпусов на многократное воздействие смены температуры среды.

\*\* Соответствие корпусов данному требованию обеспечивается при условии их защиты многослойным лаковым покрытием.

среды 65 °С составляют не менее 100 000 ч в пределах срока службы T<sub>ст.</sub> 25 лет.

Критерием отказа разрабатываемых корпусов при функционировании является несоответствие значения сопротивления изоляции.

Подтверждение требований безотказности осуществляется по положительным результатам длительных и ускоренных испытаний на безотказность.

Доверительная вероятность, с которой подтверждаются требования к безотказности, в соответствии с ГОСТ РВ 0020-57.414-2020, составляет не менее 0,6.

### Сохраняемость

Проверку сохраняемости металлокерамических корпусов проводят в течение гамма-процентного срока сохраняемости T<sub>св</sub> герметизированных корпусов с находящимися в них кристаллами микросхем, при γ=99,0%. При хранении корпусов в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых хранилищ, хранилищ с кондиционированием воздуха по ГОСТ В 9.003-80, а также вмонтированных в защищенную

аппаратуру или находящихся в защищенном комплекте ЗИП, гамма-процентный срок сохраняемости составляет не менее 25 лет.

При хранении в других условиях гамма-процентный срок сохраняемости составляет:

- в упаковке изготовителя в неотапливаемом хранилище – 16,7 лет;
- в упаковке изготовителя под навесом – 12,5 лет;
- в незащищенной аппаратуре и незащищенном комплекте ЗИП в неотапливаемом хранилище – 16,7 лет;
- в незащищенной аппаратуре и незащищенном комплекте ЗИП под навесом – 12,5 лет;
- в незащищенной аппаратуре и незащищенном комплекте ЗИП на открытой площадке – 12,5 лет.

Испытания проводятся в нормальном и ускоренном (форсированном) режимах. Также для одной конструктивно-технологической группы проводится подтверждение соответствия корпусов требованиям сохраняемости по результатам испытаний типовых представителей корпусов. То есть в группы входят корпуса одинакового конструктивно-технологического исполнения, изготавливаемые по одинаковому технологическому процессу, с применением одних и тех же материалов и покрытий.

Значение доверительной вероятности, в соответствии ГОСТ РВ 0020-57.414-2020, составляет 0,6.

В связи с вышеперечисленным можно сделать вывод, что металлокерамические корпуса для интегральных микросхем, выпускаемые АО «ЗПП», соответствуют всем требованиям, предъявляемым к надежности и стойкости к внешним воздействующим факторам.

**Таблица 2.** Виды, характеристики и значения характеристик факторов

Вид фактора	Характеристики фактора	Значения характеристик
8.И	8.И <sub>1</sub> -8.И <sub>3</sub> , 8.И <sub>6</sub> , 8.И <sub>7</sub>	5Ус
	8.И <sub>12</sub> -8.И <sub>15</sub>	3Р
8.К	8.К <sub>1</sub> , 8.К <sub>2</sub> , 8.К <sub>7</sub>	2К