

**Анализ механизмов деградации слоя пайки мощных транзисторов  
КП723 и КП7209 при термошоковых воздействиях**

Бумай Ю.А., Васьков О.С., Нисс В.С.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы состояла в оценке влияния циклических колебаний температуры на тепловое сопротивление мощных транзисторов КП723 и КП7209 в металлокерамическом корпусе КТ-97В, в связи с чем проведены испытания данных транзисторов на термоудары (5 минут при  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 10 минут  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Монтаж кристаллов транзисторов на корпус осуществлялся на припой ПОС-40.

Изменение теплового сопротивления связано с развитием дефектов пайки - пустот и неприпаянных областей. При использовании припоя транзисторы в корпусе без термокомпенсатора показали значительный рост теплового сопротивления уже через 100 термоударов, а после 200 циклов уже все образцы имеют превышение допустимого уровня теплового сопротивления. Применение термокомпенсаторов позволило существенно повысить устойчивость к термоударам. При термокомпенсаторе из MD-40 транзисторы остались работоспособными даже после воздействия 500 термоударов, хотя среднее значение теплового сопротивления возросло на 47 %. В то же время при использовании термокомпенсатора из MD-50 оно возросло всего лишь на 10 %.

Установлено, что посадка кристаллов на припой при оптимальной температуре  $390\text{--}400\text{ }^{\circ}\text{C}$  обеспечивает наиболее равномерное растекание припоя под кристалл и с наименьшими дефектами в виде пустот, что способствует большей стабильности. При температуре выше  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  олово, как наиболее легкоплавкий элемент припоя начинает «кипеть», что способствует образованию больших пустот в слое пайки, а при температуре менее  $390\text{ }^{\circ}\text{C}$  наблюдается ухудшение растекания припоя.

Обнаружено, что при испытаниях на термоудар в паяном соединении под кристаллом транзистора без термокомпенсатора реализуются большие градиенты температур из-за высокой теплопроводности нижележащего слоя (медной подложки). Это вызывает сильные механические напряжения, приводящие к частичному отслаиванию кристалла. В случае наличия термокомпенсатора, который обладает меньшей теплопроводностью, градиенты оказываются меньше, что позволяет избежать данного эффекта. Для транзисторов с разными термокомпенсаторами наилучшие результаты получены для MD-50.