

# РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ МИКРОСХЕМ И ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ В МАЛОГАБАРИТНОЙ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Аносов В. В.

Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт точных приборов», г. Москва, Россия

Руководящими и нормативными документами Федерального космического агентства по бортовой и наземной аппаратуре космических систем как научного и социально-экономического, так и двойного назначения допускается применение электронной компонентной базы (ЭКБ) отечественного производства в герметичных металлокерамических и металlostеклянных корпусах. Применение корпусов из полимерных композиционных материалов (ПКМ) не рекомендуется из-за их склонности к повышенному влагопоглощению, приводящему к снижению надежности ЭКБ.

Однако в настоящее время корпусирование в ПКМ является перспективным направлением герметизации микросхем, применяющихся в малогабаритной бортовой аппаратуре малых космических и беспилотных летательных аппаратов, которое дает ряд ценных преимуществ, а именно:

- уменьшение габаритно-массовых характеристик интегральных микросхем в  $2,5 \div 3$  раза, по сравнению со схемами, корпусированными в металлокерамику (увеличение места в грузовом отсеке космического аппарата для дополнительной полезной массы);
- обеспечение корпусом ЭКБ хорошего теплоотвода – более  $0,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;
- замещение ПКМ зарубежного производства отечественным, а также преодоление отставания от зарубежной технологии герметизации в ПКМ полупроводниковых приборов и интегральных схем (независимость от зарубежных поставок материалов стратегического назначения класса «Срасе»);
- высокую технологичность производства интегральных схем, герметизированных в ПКМ;
- снижение приблизительно в 1,5 раза себестоимости интегральных схем в пластиковых корпусах, по сравнению со схемами, герметизированными в металлокерамику;
- снижение материалоемкости в  $2 \div 3$  раза;
- обеспечение потребности отрасли космического приборостроения, а также других потребителей в ПКМ для герметизации ЭКБ.

Следует отметить, что рекомендация о недопустимости использования ПКМ для герметизации ЭКБ была введена еще в советские времена в 70-х годах, когда отечественные технологии синтеза полимерных материалов находились на относительно низком уровне развития. Существовавшие в то время марки ПКМ не обладали, необходимым для ракетно-космической отрасли набором технико-эксплуатационных характеристик, к которым относились, в том числе, и высокие значения влагопоглощения материалов.

В настоящее время разработка новых полимеров, являющихся связующим компонентом для ПКМ, совершенствование методов отистики керамических материалов, используемых в качестве наполнителей, а также разработка технологии изготовления ПКМ и герметизации в них ЭКБ в сочетании с эффективными неразрушающими методами контроля, позволили практически полностью исключить такой недостаток полимерных корпусов, как повышенное влагопоглощение.

Следует отметить, что за рубежом ПКМ активно применяются для герметизации интегральных микросхем и полупроводниковых приборов, в том числе и в аэрокосмической отрасли (NASA). В нашей же стране производство аналогичных полимерных материалов, существовавшее со времен СССР, практически утрачено.

Существующие отечественные полимерные композиционные материалы, например КМ-8 ТУ2253-457-00209349-2008, не соответствуют в полной мере требованиям, предъявляемым к электронным изделиям, использующимся в приборах бортовой аппаратуры космических аппаратов (в т.ч. из-за низкого показателя теплоотвода и высокого коэффициента

термического расширения материала), а также – не пригодны, в силу технологических особенностей, для малотоннажной наработки на заводах- производителях и поэтому нуждаются в серьезной доработке. В связи с этим отечественные предприятия в случае невозможности применения в своих изделиях металлокерамических корпусов вынуждены закупать крупные партии ПКМ за рубежом по относительно высокой себестоимости.

Проводящиеся в «Научно-исследовательском институте точных приборов» работы в рамках НИОКР по разработке технологических процессов изготовления и производства опытных партий ПКМ расширенной номенклатуры позволят обеспечить отечественное производство герметизированной в пластик ЭКБ, необходимой для создания малогабаритной бортовой аппаратуры космических аппаратов. Кроме того, данная разработка позволит преодолеть существенное отставание от зарубежной технологии в области герметизации в ПКМ полупроводниковых приборов и интегральных схем. Под расширенной номенклатурой ПКМ понимается доработка существующего материала для герметизации с высоким показателем теплопроводности, а также создание материала общего назначения, обладающего относительно низкой себестоимостью и низким показателем линейного термического расширения (для применения в нетеплонагруженной ЭКБ).