



ВЫБОР СИЛИКОНОВЫХ КЛЕЕВ-ГЕРМЕТИКОВ ДЛЯ СБОРКИ ЭЛЕКТРОНИКИ

Александр Савельев
materials@ostec-group.ru

Традиционно, задача клеев-герметиков – это фиксация компонентов и конструктивных элементов, герметизация электронного устройства. Нередко клеи используются и в задачах со специальными требованиями, такими как обеспечение электропроводности или получение определенных оптических характеристик соединения. Тенденции развития электроники диктуют производителям все более жесткие условия, и свойства современных клеев должны соответствовать всем требованиям сегодняшнего дня. В данной статье мы рассмотрим силиконовые клеи-герметики для фиксации и герметизации в процессе производства электронной техники, их преимущества, а также критерии и особенности выбора.



Среди задач, стоящих перед клеями-герметиками в электронике, можно выделить два основных направления: фиксация и герметизация. Современные силиконовые клеи-герметики часто объединяют в себе эти две функции, поэтому имеют двойное назначение. Все клеи-герметики можно разделить в зависимости от их основы на силиконовые (кремнийорганические), уретановые, тиоколовые (полисульфидные) и акриловые.

Силиконовые клеи-герметики не зря указаны первыми. С точки зрения требований к склейке и герметизации при производстве современной радиоэлектронной техники, они

имеют наиболее полный набор всех необходимых качественных и эксплуатационных показателей.

При выборе клея важно учитывать как эксплуатационные характеристики материала, так технологические особенности применения.

ОБЗОР ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Клеи-герметики должны безотказно выполнять свои функции

в самых разнообразных условиях: пониженные и повышенные температуры, влажность и соленый туман, вибрации и удары, бактериологическая и грибковая среда, ультрафиолетовое излучение, пониженное и повышенное давление, наличие агрессивных жидкостей и газов и т.д. В связи с этим, с точки зрения эксплуатационных характеристик при выборе клея-герметика для производства радиоэлектронной продукции, следует обязательно принимать во внимание следующие факторы.

Нейтральность. Это важнейший параметр для определения возможности применения клея-герметика при производстве электроники. Важно понимать и учитывать, что существуют кислотные и нейтральные силиконовые клеи-герметики.

Кислотные материалы могут вызывать коррозию металлов и их сплавов (медь, алюминий, припой), деградацию многих полимеров, используемых в электронике, а также могут быть причиной изменения характеристик некоторых оптических элементов. Кислотными являются многие дешевые силиконовые клеи, применяемые в быту и доступные на строительных рынках. Кислотные клеи-герметики не подходят для использования в электронике, так как могут существенно снизить надежность устройства!

Нейтральные силиконовые клеи-герметики при полимеризации не выделяют агрессивных веществ, тем самым подтверждая свое название – «нейтральные». Именно нейтральные силиконовые клеи-герметики следует рассматривать для применения в электронике!

Температура эксплуатации. Температура эксплуатации современных устройств может колебаться от -60°C до +200°C. Многие клеи при этих температурах заметно меняют свои свойства (эластичность, прочность, диэлектрические свойства) и не могут работать в таких

условиях. Силиконовые клеи, в отличие от других (полиуретановых, эпоксидных, циано-крилатных, термопластичных и т.д.), способны продолжительно работать в широком диапазоне температур (стандартно от -45°C до +200°C, а в некоторых случаях и от -80°C до +300°C).

Адгезия. Адгезия показывает качество сцепления поверхностей и является одним из главных параметров клея. Для обеспечения надёжного соединения клей должен иметь хорошую адгезию к большинству материалов, используемых при производстве печатных плат (ПП), электро-радиоэлементов (ЭРЭ) и корпусов приборов. Силиконовые клеи обладают хорошей адгезией, которая основана на химических свойствах.

Диэлектрические свойства. Важный показатель применительно к электронике, т.к. часто клей выполняет не только функцию крепления и герметизации, но и электроизоляции. Силикон занимает лидирующие позиции в электроизоляции, обладает хорошими диэлектрическими показателями на высоких частотах, что актуально в СВЧ технике. При этом диэлектрические свойства незначительно зависят от внешних условий.

Эластичность и ТКР (температурный коэффициент расширения). Параметры, играющие важную роль при термоциклировании. Почему мы связали их вместе? Дело в том, что среди большого разнообразия клеев силиконы обладают высоким ТКР (в 5-10 раз больше по сравнению с эпоксидными и термопластичными), но эластичность и невысокая твёрдость силикона с лёгкостью компенсируют это. Относительное удлинение (сжатие) силиконовых клеев-герметиков достигает 700%. Это позволяет с лёгкостью поглощать (демпфировать) удары и вибрации, поэтому силиконы не вызывают отрыва компонентов, деформации, разрушения конструкции.

Прочность. Данный параметр зависит от энергии связи между молекулами материала. Большинство полимерных клеев обладает прочностью 10-20 кгс/см². Силиконовые клеи имеют прочность 25-30 кгс/см², а некоторые свыше 70 кгс/см², что является превосходным показателем.

Также при выборе клея важно оценить устойчивость к повышенной влажности и соленому туману (в случае герметизации корпусов РЭА это очень важно), устойчивость к ультрафиолетовому излучению (часто электронике приходится работать под открытым солнцем), устойчивость к грибкам и бактериям (многие виды клеев, особенно на органической основе, являются питательной средой для микроорганизмов).

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Вязкость. В случае нанесения клея тонким слоем или при необходимости протекания клея в узкие пространства нужна низкая вязкость. Для создания объемного клеевого шва, например, для формирования прокладки или демпфирующего слоя под компонентом, требуется высокая вязкость или полное отсутствие текучести материала. Высокая вязкость необходима и в случае, когда клей наносится автоматическим дозированием. Силиконовые клеи-герметики Dow



Кислотные клеи-герметики не подходят для использования в электронике, так как могут существенно снизить надежность устройства! Именно нейтральные силиконовые клеи-герметики следует рассматривать для применения в электронике!

Corning® в исходном состоянии могут обладать широким диапазоном вязкости от сотен сантипуаз до сотен тысяч. Важны также клеи-герметики с тиксотропными свойствами (изменение вязкости при механическом воздействии на материал.) При перемешивании и дозировании они имеют более низкую вязкость по сравнению со спокойным состоянием.

Время жизни. Параметр, определяющий время подвижности клеевой массы во время использования. Часто временем жизни считается интервал, после которого вязкость материала увеличивается в два раза. Это важный параметр, т.к. в случае сложного позиционирования склеиваемых деталей необходимо достаточное для этого время жизни. Кроме того, данный параметр влияет на возможность использования такого материала в установках автоматического дозирования.

Количество компонентов и способ полимеризации. Силиконовые клеи-герметики Dow Corning® разделяются на три основные группы:

- однокомпонентные материалы, отверждаемые влажностью воздуха. Просты в применении, но ограничены по толщине нанесения (кроме случаев термоотверждения), т.к. время полимеризации зависит от толщины нанесенного материала. Используются как при ручном, так и при автоматическом нанесении. Ограничено применение в закрытом пространстве, т.к. для полимеризации необходим доступ атмосферной влаги;
- двухкомпонентные материалы, отверждаемые при смешивании компонентов (механизм поликонденсации). Подразумевают смешивание компонентов клея в определённых пропорциях, такие материалы не ограничены по глубине нанесения, а также удобны для применения в оборудовании. Полимеризация протекает равномерно по всему объёму материала;
- однокомпонентные и двухкомпонентные материалы температурного отверждения (механизм полиприсоединения). Высокая температура ускоряет процесс полимеризации клея, в который заранее введён катализатор. Можно сказать, что полимеризация такого клея проис-

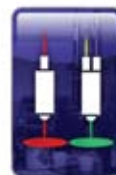
ходит и при обычных условиях, но значительно медленнее.

Благодаря температуре, клей полимеризуется равномерно по всему объёму. Процесс отверждения может длиться всего несколько минут, что актуально при серийном производстве, где время операции

очень критично. Материалы с таким типом полимеризации не ограничены по толщине нанесения. Кроме того, повышенная температура положительно сказывается на адгезии клея, поэтому не стоит пренебрегать подогревом в тех случаях, где это возможно.

Ремонтопригодность. Современные электронные компоненты и модули в ряде случаев имеют высокую стоимость, поэтому возможность проведение ремонта актуальна. Многие клеи не могут быть удалены без повреждения сопрягаемых поверхностей. Химические свойства силиконов позволяют их полностью удалять с поверхности с помощью специальных средств. Ремонт электронных устройств, собранных с применением силиконовых клеев-герметиков Dow Corning®, возможен при помощи специального средства Dow Corning® OS-10.

Мы рассмотрели основные эксплуатационные и технологические





характеристики клеев-герметиков, которые важно учесть при решении задач фиксации или герметизации в процессе производства радиоэлектронного устройства. Для каждой задачи и для каждого производства значимость перечисленных характеристик будет своя, и важно эту значимость заранее оценить. Выбирая клей-герметик, в первую очередь, важно проанализировать задачу, расставить значимость критериев и после этого выбрать наиболее подходящее решение.

Один из наиболее популярных клеев-герметиков - Dow Corning® 744

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ: ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ И ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ

Распространёнными задачами для клеев-герметиков при производстве электроники являются: дополнительная фиксация крупногабаритных элементов на печатной плате или внутри корпуса устройства (конденсаторы, резисторы, катушки индуктивности, модули и разъёмы, а также печатные платы), склеивание конструктивных элементов прибора, герметизация крышек, разъёмов, оптических элементов, кабельных вводов и т.д.



Рассмотрим несколько типовых задач, часто возникающих на производстве радиоэлектроники.

Задача 1

Требуется дополнительно зафиксировать уже установленный и запаянный на печатную плату крупногабаритный компонент с созданием толстого демпфирующего слоя. Температура эксплуатации от -50°C до +120°C, наличие повышенной влажности, вибрационных, ударных нагрузок, производство мелкосерийное,

специального оборудования нет. Склеиваемые поверхности FR-4 и металлический (керамический) корпус компонента.

Вариант решения задачи 1

Один из наиболее популярных клеев-герметиков - Dow Corning® 744. Это однокомпонентный клей белого цвета, не текучий, обладает хорошей адгезией и умеренной прочностью. Полимеризуется на открытом воздухе, при этом не выделяет агрессивных компонентов в процессе полимеризации. Кроме того, эластичность достигает 590%, что делает возможным использование материала в самых разнообразных условиях. Высокая эластичность не позволяет полностью передавать вибрационные нагрузки на корпус компонентов, а также даёт возможность использовать клей в соединениях, подвергающихся деформации. Прочность клея достигает 27 кг/см², а его диэлектрические показатели позволяют использовать его непосредственно с токопроводящими частями устройства.

Задача 2

Необходимо создать высокопрочное соединение крышки (стекла) и корпуса светильника, работающего на большой глубине под водой,

а также в условиях пониженного давления. Прочность, эластичность и влагостойкость материала играют здесь главную роль. Важным также является отсутствие агрессивных выделений во внутренней



объём светильника в процессе полимеризации. Производство единичное, специального оборудования нет. Склеиваемые поверхности: алюминий и поликарбонатное стекло (исключает нагрев до высоких температур).

Вариант решения задачи 2

Особо прочный клей Dow Corning® 3145. Клей серого или прозрачного цвета, обладает высокой адгезией к металлам и пластикам, прочность свыше 70 кг/см², полимеризуется

при комнатной температуре, эластичность материала составляет 680%. Кроме того, материал содержит добавки, которые светятся в УФ-диапазоне, это делает удобным контроль качества нанесения материала. Клей прошел аттестацию по стандарту MIL-A-46146 Министерства обороны США и допущен к использованию в военной и специальной технике.

Задача 3

Возникла потребность в герметизации датчиков для автомобильной промышленности, выпускаемых крупными партиями по 1000 штук в день. Температура эксплуатации от -55°C до +200°C, наличие запыленности и повышенной влажности. Необходимо автоматизированное нанесение материала и его быстрая полимеризация.

Вариант решения задачи 3

Клей Dow Corning® 3-6265 HP. Однокомпонентный, слаботекущий, высокопрочный, обладающий высокой адгезией. Материал отверждается за 5 минут при температуре 150°C. Клей-герметик хорошо подходит для герметизации компонентов, приборов, разъёмов, датчиков и др. Пригоден как для ручного использования, так и для автоматизированного нанесения. Оправданный выбор при массовом производстве.

Ассортимент силиконовых материалов Dow Corning® дает широкие возможности для решения самых разнообразных задач, как традиционных, так и специфических

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор клея-герметика - это проработка целого комплекса вопросов. Зачастую очень трудно подобрать вариант, который будет отвечать всем требованиям. Чего-то универсального, т.е. подходящего абсолютно для всего, в природе не существует! В том числе это справедливо и для клеев-герметиков. В такой ситуации необходим профессиональный подход, учитывающий множество факторов! Ассортимент силиконовых материалов Dow Corning® дает широкие возможности для решения самых разнообразных задач, как традиционных, так и специфических. Сложно описать все варианты в одной статье, поэтому мы предлагаем вам обратиться к специалистам отдела технологических материалов Предприятия Остек, и мы поможем найти оптимальное решение вашей задачи. ■