

24 Клеящие материалы

Общие сведения, состав и классификация клеев

Клеями называют сложные вещества на основе полимеров, способные при затвердевании образовывать прочные пленки, хорошо прилипающие к различным материалам.

Преимущества клеевых соединений (по сравнению со сваркой, пайкой):

- позволяют соединять разнородные материалы в различных сочетаниях (металл, керамику, пластмассу, дерево);
- атмосферостойкость;
- не подвержены коррозии;
- герметичность соединения;
- неизменность массы конструкции;
- отсутствие снижающих прочность и являющихся концентраторами напряжений отверстия под болты, заклепки, гвозди;
- иногда клеевое соединение металлических и неметаллических материалов является единственно возможным решением;
- выдерживают высокие и низкие температуры, сохраняя достаточную прочность соединения.

Недостатки:

- сравнительно невысокая теплостойкость при длительной эксплуатации;
- низкая прочность при несимметричном нагружении и неравномерном отрыве;
- склонность к старению.

Работоспособность клеевых соединений зависит прежде всего от процессов адгезии и когезии. *Адгезия* (прилипаемость) характеризует прочность сцепления клеевой пленки со склеиваемой поверхностью, *когезия* – прочность собственно клеевого слоя.

В состав клеящих материалов входят следующие компоненты:

- пленкообразующее вещество – основа клея, которое определяет адгезионные, когезионные свойства клея и основные физико-механические характеристики соединения;
- растворители, создающие определенную вязкость клея (спирт, ацетон, бензин);
- пластификаторы для устранения усадочных явлений в пленке и повышения ее эластичности;
- отвердители и катализаторы для перевода пленкообразующего вещества в термопластичное состояние;
- наполнители (порошки, волокна, ткани) для уменьшения усадки клеевой пленки, повышения прочности склеивания и возможности менее точной подгонки поверхности и экономии клеящих материалов.

В качестве пленкообразующего вещества используют термопластические или термореактивные полимеры.

Клеи на основе термопластичных полимеров дают менее прочные соединения и используются ограниченно, обычно для склеивания материалов, не подвергающихся тепловому воздействию (бумага, картон, ткань). С

повышением температуры клеевой слой размягчается и склеенные поверхности разъединяются.

Клеи на основе термореактивных полимеров, содержащие также отвердители и ускорители процессов отверждения, наполнители и пластификаторы, дают более прочные соединения. Клеи этой группы могут быть холодного и горячего отверждения. Клеи холодного отверждения смешиваются с отвердителями и ускорителями непосредственно перед процессом склеивания. Клеи горячего отверждения приготавливаются на заводе-изготовителе, поставляются потребителю в готовом виде и могут храниться несколько месяцев.

Резиновые клеи, в которых основным пленкообразующим является каучук, отличаются высокой эластичностью и применяются для склеивания резины с резиной и резины с металлами.

Клеи классифицируют по ряду признаков.

По *пленкообразующему веществу*:

- смоляные;
- резиновые;

По *адгезионным свойствам*:

- универсальные, склеивающие различные материалы (например клеи БФ);
- избирательные (резиновые).

По отношению к *нагреванию*:

- обратимые пленки (термопластичные);
- необратимые пленки (термостабильные).

По условиям *отверждения*:

- холодной склейки;
- горячей склейки.

По *внешнему виду*:

- жидкие;
- пастообразные;
- пленочные.

По *назначению*:

- конструкционные;
- силовые;
- несиловые.

Конструкционные смоляные и резиновые клеи

Смоляные клеи. В качестве пленкообразующих веществ этой группы клеев применяют термореактивные смолы, которые отверждаются в присутствии катализаторов и отвердителей при нормальной и повышенной температуре. Клеи холодной склейки обладают недостаточной прочностью, особенно при повышенной температуре. При горячей склейке происходит более полное отверждение смолы, и клеевое соединение приобретает прочность и теплостойкость. Теплостойкость повышают также введением минеральных наполнителей.

Клеи на основе феноформальдегидных смол. Эти клеи применяют преимущественно для склеивания металлических силовых элементов, конструкций из стеклопластиков и т.п.

Феноло-каучуковые композиции являются эластичными теплостойкими пленками с высокой адгезией к металлам. Эти клеевые соединения теплостойкие, хорошо выдерживают циклические нагрузки, благодаря эластичности пленки обеспечивается прочность соединения при неравномерном отрыве.

Фенолополивинилацетативые композиции наиболее широко используются в клеях БФ. Они предназначены для склеивания металлов, пластмасс, керамики и других твердых материалов. Теплостойкость клеевых соединений невысокая, водостойкость удовлетворительная.

Фенолокремнийорганические клеи содержат в качестве наполнителей асбест, алюминиевый порошок и др. Клеи являются термостойкими, они устойчивы к воде и тропическому климату, обладают хорошей вибростойкостью и длительной прочностью. Применяются для склеивания инструментов, что позволяет увеличить стойкость инструмента в 1,5-4 раза.

Клеи на основе эпоксидных смол. Отверждение клеев происходит при помощи отвердителей без выделения побочных продуктов, что почти не дает усадочных явлений в клеевой пленке.

Отверждение смол можно вести как холодным, так и горячим способом. Даны клеи обладают высокой адгезией ко всем материалам, их применяют для склеивания металлов, стеклопластиков, керамики. Для этих клеев характерна хорошая механическая прочность, атмосферостойкость, устойчивость к топливу и минеральным маслам, высокие диэлектрические свойства.

Полиуретановые клеи. Композиции могут быть холодного и горячего отверждения. В состав клея входят полиэфир и наполнитель (цемент). При смешивании компонентов происходит химическая реакция, в результате которой клей затвердевает. Клеи обладают универсальной адгезией, хорошей вибростойкостью и прочностью при неравномерном отрыве, стойкостью к нефтяным топливам и маслам, но эти клеи токсичны.

Клеи на основе кремнийорганических соединений. Эти клеи являются теплостойкими. Они не обладают высокими адгезионными свойствами вследствие блокирования полярной цепи органическими неполярными радикалами, поэтому часто эти соединения совмещают с другими смолами. Эти клеи отверждаются при высокой температуре, устойчивы к маслу, бензину, обладают высокими диэлектрическими свойствами, не вызывают коррозии металлов и применяются для склейки легированных сталей, титановых сплавов, стекло- и асбопластиков, графита, неорганических материалов.

Клеи на основе гетероциклических полимеров. Обладают высокой прочностью, высокой стойкостью к термической, термоокислительной и радиационной деструкции, химически стойкие. Клеевые соединения могут работать в течение сотен часов при 300 °С, а также при криогенных

температурах. Этими клеями можно склеивать коррозионно-стойкие стали, титановые стали, стеклопластики и различные композиционные материалы.

Резиновые клеи. Предназначены для склеивания резины с резиной и для крепления резины к металлу, стеклу и др. Они представляют собой растворы каучуков или резиновых смесей в органических растворителях.

В состав клеев горячей вулканизации входит вулканизирующий агент. Склейку проводят при температуре вулканизации 140-150 °С. Соединение получается прочным, подчас не уступающим прочности целого материала.

При введении в состав клеевой композиции активаторов и ускорителей получают самовулканизирующийся клей, т.е. процесс вулканизации протекает при комнатной температуре.

Свойства клеевых соединений

Клеевые соединения наиболее эффективно работают на сдвиг. В клеевых соединениях может происходить равномерный и неравномерный отрыв и отслаивание у кромки шва. При сжатии прочность клея больше в 10100 раз, чем при растяжении.

Клеящие материалы со временем «стареют». В условиях эксплуатации и при хранении склеенных изделий наступает охрупчивание клея, которое протекает тем быстрее, чем выше температура (**слайд**). Увеличение жесткости клея вызывает возрастание концентрации напряжений, вследствие чего прочность падает. Некоторые клеи при действии переменных температур теряют 8-20 % прочности.

Выносливость число циклов до разрушения клеевого шва – зависит от вида клея. В среднем при несимметричном цикле нагрузки число циклов нагружения 10^6 - 10^7 . Стойкость клеевых соединений к длительному действию нагрузок может быть повышена при армировании клея волокнистыми наполнителями.

Свойства некоторых клеев представлены в таблице (**слайд**).

В общем случае для получения прочного клеевого соединения необходимо выполнять следующие рекомендации. Склеиваемые поверхности должны быть механически очищены, например наждачной бумагой, пескоструйной обработкой, и обезжирены (спиртом, ацетоном). Толщина пленки клея должна составлять 0,1-0,6 мм. Меньшая толщина грозит нарушением сплошности пленки, большая – уменьшает прочность соединения.