

## Клеи и герметики

Клеящие материалы это жидкие, пастообразные или твердые вещества, **составы**<sup>1</sup> и **композиции**<sup>2</sup>. При их высыхании или **отверждении**<sup>3</sup> в зазоре между соединяемыми поверхностями образуется клеевой слой. Прочность соединения определяют два основных его свойства:

- **адгезия** – слипание соединительного слоя со склеиваемыми поверхностями;
- **когезия** – сцепление частиц внутри клеевого слоя после его отверждения.

**Клеи** в основном используются для соединения и фиксации в определенном положении деталей и элементов конструкций.

- *Клеи-компаунды* предназначены для заливки поврежденных мест.
- *Клеи-шпатлевки* обладают повышенной прочностью после отверждения, поэтому возникло название – **“холодная сварка”**<sup>4</sup>.
- *Клеи-герметики* обладают свойствами и клеев, и герметиков.

**Герметики** применяются для обеспечения непроницаемости (герметизации) стыков узлов, агрегатов и кузовных деталей. Отличие герметиков от клеев заключается не в их составе и свойствах, а в назначении.

- *Герметики-прокладки* предназначены для ремонта «штатных» или формирования взамен их новых прокладок.
- *Герметики-фиксаторы* используются для герметизации резьбовых соединений и исключения возможности **самоотвинчивания**<sup>5</sup>.

Современные клеи и герметики, как правило, состоят из полимерной основы с различными добавками:

- *отвердители*, инициаторы и катализаторы обеспечивают быстрое и полное отверждение;
- *наполнители* (органические и неорганические) улучшают свойства клеевого **слоя**<sup>6</sup>, а также снижают величину усадки при отверждении.

**Расфасовка клеев и герметиков** производится в зависимости от их свойств и назначения:

*жидких и пастообразных* – в банки, флаконы, шприцы-дозаторы (одинарные или двоянные), аэрозольные баллоны и пластмассовые или алюминиевые тубы.

У флаконов и тубов часто имеется съемный конический дозатор (его кончик срезается до отверстия нужного диаметра). Для профессионального применения предназначены «колбаски» и «картриджи». Для них требуется специальное выдавливающее ручное или пневматическое приспособление, иногда именуемое «пистолет-аппликатор».

твердых – в виде брикетов в пластмассовых оболочках, а также как свернутые или намотанные на катушку шнуры или ленты.

**Однокомпонентные**<sup>7</sup> материалы размещаются в единой упаковке и сразу готовы к применению.

**Двухкомпонентные** перед использованием требуют смешивания отдельных упакованных частей в определенной пропорции.

Для подготовки поверхности перед нанесением клея или герметика могут использоваться вспомогательные материалы:

- **очистители** – обеспечивающие надлежащую очистку поверхности;
- **«праймеры»** – ускоряющие отверждение, усиливающие адгезию и повышающие долговечность соединения;
- **специальные активаторы**<sup>8</sup> – обеспечивающие полное отверждение и повышение прочности клеевого слоя.

Когда предварительная обработка этими материалами обязательна, они прикладываются в отдельной упаковке в комплект к клею или **герметику**<sup>9</sup>. Порядок применения должен быть указан в инструкции.

## Клеи

**Цианакриловые (цианакрилатные) клеи быстрого отверждения** используются для металлов, керамики, кожи, резины и пластмасс. Они не содержат растворителей, не вызывают коррозии и отличаются коротким временем схватывания – от нескольких секунд до 1–3 минут. Активатором отверждения является влага, содержащаяся в атмосфере и в микроскопических количествах имеющаяся на склеиваемых поверхностях.

Эти клеи удобны при использовании, так как являются однокомпонентными и хорошо приспособлены для склеивания мелких деталей. Наилучший результат достигается при нанесении клея на одну из поверхностей с последующим плотным сжатием. Надежное соединение обеспечивается при хорошем прилегании деталей (зазор не более 0,25мм).

Некоторые цианакрилатные клеи могут использоваться вместо пайки. Для этого в них добавляют специальные связующие вещества, обеспечивающие достаточную электропроводность клеевого слоя. Такие клеи используются, например, для ремонта поврежденных нитей обогрева заднего стекла автомобиля.

Для склеивания деталей, находящихся под постоянным воздействием воды, цианакриловые клеи непригодны. Они не могут склеивать полиэтилен, фторопласт (тефлон) и полипропилен.

**Модифицированные акриловые клеи** предназначены для склеивания металлов, стекла, керамики, стеклотекстолита, некоторых пластмасс и различных сочетаний этих материалов. Используются, в частности, для приклеивания зеркала заднего вида к внутренней стороне лобового стекла.

Эти клеи являются двухкомпонентными и отверждаются только с помощью специальных активаторов. Активатор наносится на поверхность до клея или иногда может предварительно смешиваться с ним. В некоторых случаях компоненты наносят раздельно в виде параллельных полос.

**Акриловые клеи ультрафиолетового отверждения** в основном предназначены для соединения металлов со стеклом и стекол между собой. В частности, такие клеи

применяются для крепления на лобовом стекле автомобиля кронштейна зеркала заднего вида. Они являются однокомпонентными и содержат специальные добавки – фотоинициаторы. Отверждение клея происходит только после облучения ультрафиолетовым светом от источника с определенной длиной волны. Полимеризация при этом происходит в течение нескольких секунд, но только в зоне облучения, что возможно при склеивании прозрачных материалов.

Для непрозрачных материалов применяют клеи с вспомогательными способами полимеризации. При этом вначале схватывается только облучаемый светом периметр клеевого шва – происходит поверхностная полимеризация. Далее, благодаря специальным добавкам, реакция распространяется по всему слою клея и он полностью отверждается.

**Полиуретановые клеи** предназначены для склеивания в любых сочетаниях большинства видов пластмасс, бумаги, тканей, резины, искусственной и натуральной кожи, волокнистых материалов и т.д. Обладают очень высокой адгезией, эластичностью и водостойкостью. Применяются, например, в виде клеев-герметиков для вклейки автомобильных стекол.

*Выпускаются:*

- **однокомпонентными** – при этом в своем составе содержат инициаторы **отверждения**<sup>10</sup>.
- **двухкомпонентными** – компоненты смешивают непосредственно перед применением; **жизнеспособность**<sup>11</sup> образующихся при этом составов в основном от 30 минут до 3 часов.

Продолжительность отверждения клеевого слоя от нескольких часов до двух суток при комнатной температуре или от 2 до 6 часов при температуре от 60 до 120°C. Для повышения прочности соединения склеиваемые поверхности предварительно обрабатывают соответствующими очистителями и праймерами.

Полиуретановые клеи стойки к действию масел, топлив, плесневых грибов, имеют хорошую адгезию к большинству используемых в автомобилях материалов. Особенно высокими механическими свойствами характеризуются клеевые соединения «горячего» отверждения.

**Эпоксидные клеи** с различными наполнителями и без них применяются для склеивания металлов, пластмасс, дерева, стекла, керамики, а также металлов с пластмассами и деревом. Для склеивания стекла, фарфора, керамики и приклеивания их к металлам употребляются клеи без наполнителей. Это одна из самых распространенных групп клеев, включающих в себя различные составы и композиции – от универсального клея ЭДП до специальных ремонтных эпоксидных компаундов с наполнителями (так называемые «жидкая сталь», «жидкий алюминий» и т.д.). Клеи этого типа обладают хорошей адгезией и могут использоваться для соединения нагруженных деталей, но не подвергаемых вибрационным нагрузкам.

Большинство эпоксидных материалов двухкомпонентные, они отверждаются после смешивания за время от нескольких минут до одного часа, в зависимости от их состава, свойства применяемых отвердителей и температуры.

Эпоксидные составы могут быть и одноупаковочными. В этом случае отверждение происходит под воздействием содержащихся в них специальных активаторов. В частности, это твердые «холодные сварки», требующие промешивания перед использованием.

**Анаэробные клеи** способны длительное время не изменять свои свойства на открытом воздухе, но быстро отверждаются при контакте с активной металлической

поверхностью в отсутствие доступа воздуха. Оба эти условия обеспечиваются в узких зазорах, поэтому анаэробные клеи широко используются для:

- *фиксации и герметизации резьбовых соединений;*
- *закрепления неподвижных деталей;*
- *восстановления посадочных мест подшипников;*
- *заделки трещин в корпусных деталях;*
- *заполнения раковин и других дефектов сварных швов, а также пор литья;*
- *ремонта бескамерных шин.*

Максимальный заполняемый зазор в зависимости от свойств клея, в частности его вязкости, может быть от 0,1 до 0,6 мм. Благодаря хорошей проникающей способности, наиболее жидкие анаэробные составы хорошо заполняют даже очень узкие трещины (с шириной до 0,05–0,07мм).

Время отверждения зависит от величины заполняемого зазора, материала склеиваемых поверхностей и их состояния. Оно составляет от 15 до 30 минут при температуре от 15 до 35°C. Полное отверждение, как правило, наступает через 24 часа.

Различают две группы наиболее распространенных материалов, влияющих на время отверждения при контакте с клеем:

- активные, ускоряющие процесс, – медь и ее сплавы, никель, латунь, бронза, малоуглеродистые стали;
- пассивные, замедляющие процесс, – высокоуглеродистые и нержавеющие стали, алюминий, титан и его сплавы, олово, цинк, металлы с антикоррозийными и оксидными покрытиями, пластмассы, стекло и керамика.

Для ускорения склеивания «пассивных» материалов применяют специальные активаторы. Их наносят на одну или обе поверхности до клея. Предварительно смешивать активатор и клей нельзя.

Прочность клеевого **слоя**<sup>12</sup> (в зависимости от назначения) может быть высокой, средней и низкой. Некоторые производители обозначают ее цветом на упаковке, например:

- *красный – высокая;*
- *голубой – средняя;*
- *фиолетовый – низкая.*

В неразборных соединениях применяют анаэробные клеи с максимальной прочностью, а в часто разбираемых – с минимальной. В случае затруднения при разборке рекомендуется предварительно нагреть соединение до температуры 150–300°C.

Хранение анаэробных клеев возможно только в контакте с воздухом, поэтому при фасовке емкости заполняют только частично или применяют проницаемую для воздуха тару.

**Резиновые клеи (эластомеры)** применяются для склеивания резины с металлом, стеклом, кожей, деревом, тканью, пластмассой и другими материалами. Они отверждаются вследствие испарения растворителя, а также в результате «горячей»

(при температуре выше 100°C) или «холодной» (при комнатной температуре) **вулканизации**.<sup>13</sup>

Клеи получают растворением различных каучуков, в том числе полиуретановых, в органических растворителях – бензине, ацетоне, этилацетате и т.д.

**Самовулканизирующиеся клеи** состоят из компонентов, смешиваемых перед его применением:

- каучука или составов на его основе;
- вулканизирующих добавок.

Основные характеристики клеевых соединений (прочность при отрыве, стойкость к действию агрессивных сред, влаги, тепла, холода и т.д.) зависят, главным образом, от свойств используемого каучука.

**Клеи для пластмасс** должны иметь полимерную основу, близкую по химической природе материалу склеиваемых деталей. Это позволяет получить наиболее прочные соединения.

Для склеивания некоторых пластмасс применимы универсальные клеи, например эпоксидные и полиуретановые, но прочность клеевого шва будет ниже.

Подготовка соединяемых поверхностей при склеивании полимерных материалов имеет большее значение, чем в других случаях. Мойка, удаление старых покрытий, обеспечение необходимой шероховатости (так называемая «шероховка») и обезжиривание органическими растворителями должны производиться строго по инструкции.

**Термопластичные клеи**, изготавливаемые на основе **термопластов**<sup>14</sup>, используются в основном для склеивания пластмасс и других неметаллических материалов в ненагруженных соединениях. Могут использоваться для соединения металлов между собой, с пластмассами, резиной и т.д., но отличаются невысокой термостойкостью.

Их выпускают в твердом состоянии или в виде растворов различных полимеров в органических растворителях. Отверждение происходит в результате испарения растворителей или при охлаждении после расплавления.

## Герметики

**«Силиконовые» герметики** применяются для ремонта поврежденных и создания (формирования) **прокладок**<sup>15</sup> взамен полностью вышедших из строя (картонных, резиновых, пробковых, паронитовых и т.д.).

Кроме того, ими герметизируют оптические элементы (фар, фонарей) и неподвижные соединения окон и люков автомобиля.

Силиконовые герметики изготавливаются на основе кремнийорганических (силоксановых или фторсилоксановых) каучуков. Они способны под воздействием атмосферной влаги и вулканизирующих добавок отверждаться и приобретать упругость подобно **резине**<sup>16</sup>. Эти герметики могут заполнять зазоры до 6 мм, при этом наличие неровностей на сопрягаемых поверхностях компенсируется эластичностью уплотняющего слоя. Обычные силиконовые герметики могут использоваться в соединениях, имеющих рабочую температуру до 200–250°C, термостойкие до 300–350°C, а термостойкие с медным наполнителем до 375°C.

Силиконовые герметики не обладают стойкостью к бензину – их нельзя применять для

ремонта карбюраторов, бензопроводов, других узлов и деталей системы питания топливом. Некоторые виды этих герметиков разрушаются в среде этиленгликоля (тосола) и моторных масел. Использовать герметики для ремонта прокладок автоматических коробок передач категорически запрещается, так как попадание герметика внутрь может привести к серьезной поломке.

**Полиуретановые герметики** используются в качестве формирователей прокладок и для герметизации швов и стыков кузовных деталей автомобилей. По свойствам такие герметики близки к полиуретановым клеям (см. выше), поэтому обладают высокой адгезией и непригодны для разборных соединений.

**Анаэробные герметики** (свойства: см. «анаэробные клеи») применяются для герметизации резьбовых соединений, фланцев и плоских стыков вместе с обычными прокладками или вместо них. В отличие от силиконовых герметиков обладают достаточной стойкостью в среде моторного масла, бензина, дизельного топлива и этиленгликоля. Могут использоваться в соединениях, рабочая температура которых не превышает 80–150°C, в редких случаях – 175°C.

**Термостойкие герметики** предназначены для ремонта деталей выпускной системы, работающих при воздействии отработавших газов в условиях вибрации и механических нагрузок. Могут быть твердыми (одна из разновидностей «холодных сварок») или пастообразными и иметь керамический наполнитель. Наносятся на очищенные от масла и ржавчины и высушенные поверхности. В некоторых случаях требуется выдержка в течение 12 часов.

### **Залог успеха**

При ремонте автомобиля с использованием клеев и герметиков – правильно выбрать и, что еще важнее, правильно применить необходимый состав.

**До проведения работ желательно определить:**

- *характер повреждения и необходимость в дополнительных элементах (заплаты, заглушки, крепеж и т.д.);*
- *из каких материалов изготовлены детали, подлежащие склеиванию;*
- *площадь склеиваемой поверхности и требуемый расход материалов;*
- *условия работы клеевого соединения (действующее на него усилие, температура, давление, вибрация и т.д.);*
- *характер окружающей среды (наличие бензина, моторного и других масел, этиленгликоля, воды и т.д.).*

**При выборе клея или герметика** следует внимательно изучить инструкцию и определить:

- *соответствие материала условиям и целям ремонта (нет ли противопоказаний);*
- *необходимость применения дополнительных материалов – специального активатора и (или) праймера;*
- *потребность во вспомогательных материалах (моющих веществах, растворителях, наждачной бумаге, липкой малярной ленте и т.д.);*
- *потребность в инструменте (кисти, шпатели, пистолет-аппликатор и т.д.);*

- жизнеспособность готового к работе материала (время его отверждения, исключающего возможность применения);
- требования по подготовке поверхностей;
- способы удаления излишков клея или герметика;
- количество материалов, необходимых для выполнения ремонта по рекомендуемой технологии склеивания или герметизации.

<sup>1</sup> Состав – смесь химически однородных компонентов.

<sup>2</sup> Композиция – смесь химически разнородных компонентов, например эпоксидной смолы и металлических опилок в качестве наполнителя.

<sup>3</sup> Отверждение – необратимый переход жидких полимерных материалов в твердое нерастворимое состояние. Происходит в присутствии особых веществ – активаторов, находящихся на склеиваемых поверхностях или добавляемых в материал перед применением (в этом случае их чаще всего называют «отвердители»).

<sup>4</sup> Клеи-шпатлевки имеют в своем составе порошки металлов, состоящие из очень мелких поверхностно активных частиц. Они образуют прочную химическую связь с молекулами полимеров основы клея. Этим клеи-шпатлевки принципиально отличаются от обычных клеев с наполнителем, частицы которого только физически соединены между собой.

<sup>5</sup> При использовании герметиков-фиксаторов исключается возможность проникновения влаги в резьбовое соединение и образование коррозии, что облегчает последующую разборку.

<sup>6</sup> Стойкость к воздействию различных веществ, электро- и теплопроводность, коэффициент термического расширения и т.д.

<sup>7</sup> Термины «однокомпонентные» и «двухкомпонентные» для клеящих материалов имеют условный характер, так как количество компонентов в них гораздо больше. Правильнее называть такие материалы по количеству упаковок, например одно- или двухупаковочными.

<sup>8</sup> Специальные активаторы требуют искусственного нанесения, в отличие от «естественных активаторов», например атмосферной влаги, всегда содержащейся на склеиваемых поверхностях.

<sup>9</sup> В этом случае в комплект могут входить три отдельные упаковки, например клея, отвердителя

<sup>10</sup> Для лучшего совмещения компонентов и регулирования вязкости в однокомпонентные полиуретановые клеи часто вводят растворители (например, ацетон), с целью повышения липкости – синтетические смолы, для улучшения смачивания поверхности склеиваемых материалов – поверхностно-активные вещества.

<sup>11</sup> Жизнеспособностью приготовленного материала называется возможный срок его применения от смешения компонентов до начала отверждения.

<sup>12</sup> Для анаэробных клеев прочность соединения резко уменьшается при замасливании склеиваемых поверхностей, поэтому их необходимо тщательно очищать и обезжиривать.

<sup>13</sup> Вулканизация – технологический процесс превращения каучука в резину, происходящий с участием определенных веществ, чаще всего при повышенной температуре. «Холодную» вулканизацию иногда называют «самовулканизация».

<sup>14</sup> Термопластами называются пластические массы (пластмассы), способные размягчаться при нагревании и затвердевать при охлаждении.

<sup>15</sup> При ремонте поврежденных прокладок силовых агрегатов автомобиля, где нужно сохранить заданную величину зазора между соединяемыми деталями полностью, заменить твердую прокладку силиконовые герметики не могут, так как слишком эластичны. Они деформируются при натяжке, при этом невозможно выдержать требуемый зазор в соединении.

<sup>16</sup> Некоторые силиконовые составы, используемые преимущественно в промышленности, застывают при облучении ультрафиолетом.