

А.П. Петрова

КЛЕЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ



СПРАВОЧНИК

А.П. Петрова

КЛЕЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

СПРАВОЧНИК

Под редакцией

чл.-корр. РАН, д-ра техн. наук Е.Н. Каблова и

д-ра техн. наук С.В. Резниченко

Москва

К и Р

2002

УДК 678.029.42

ISBN 5-900800-02-4

А.П. Петрова

Клеящие материалы. Справочник /Под ред. чл.-корр. РАН, д-ра техн. наук Е.Н. Каблова, д-ра техн. наук С.В. Резниченко. – М.: ЗАО «Редакция журнала «Каучук и резина» (К и Р), 2002. – 196 с.

Рассмотрены компоненты (полимеры, олигомеры, отвердители, пластификаторы, стабилизаторы, растворители и др.), входящие в состав клеев, их влияние на свойства, приведены типичные свойства клеев различной химической природы, а также основные свойства 450 марок клеев и липких лент.

Справочник содержит сведения по подготовке поверхности различных материалов, методам испытания клеев и клеевых соединений, сведения о разработчиках и поставщиках клеев и липких лент (адреса, телефоны, марки клеев).

Рассмотрены вопросы техники безопасности при работе с клеями, имеется словарь терминов и определений по клеям и технологии склеивания.

Справочник предназначен для специалистов, работающих в области создания и применения клеев в различных отраслях промышленности.

ISBN 5-900800-02-4

© А.П. Петрова, 2002
© ЗАО «Редакция журнала
«Каучук и резина», 2002

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. СОСТАВ КЛЕЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ	7
1.1. Компоненты клеев	7
1.2. Типы клеев	10
1.2.1. Акриловые клеи	10
1.2.1.1. Анаэробные клеи	10
1.2.1.2. Цианакрилатные клеи	13
1.2.1.3. Акриловые клеи, отверждающиеся при УФ-облучении	14
1.2.2. Клеи на основе канифоли	15
1.2.3. Клеи на основе каучуков (резиновые клеи)	15
1.2.3.1. Клеи на основе натурального каучука	17
1.2.3.2. Клеи на основе хлоропреновых каучуков	17
1.2.3.3. Клеи на основе бутадиен-нитрильных каучуков	18
1.2.3.4. Клеи на основе термоэластопластов	18
1.2.3.5. Клеи на основе фторкаучуков	19
1.2.3.6. Клеи на основе кремнийорганических каучуков	19
1.2.4. Клеи на основе карбамидоальдегидных олигомеров	19
1.2.5. Клеи на основе латексов	19
1.2.6. Клеи на основе поливинилацетата и его сополимеров	22
1.2.7. Клеи на основе поливинилового спирта и его производных	22
1.2.8. Клеи на основе фенолоформальдегидных олигомеров	22
1.2.9. Клеи на основе элементарноорганических соединений	24
1.2.10. Клеи-расплавы	26
1.2.11. Неорганические клеи	28
1.2.11.1. Металлические клеи	28
1.2.11.2. Фосфатные клеи-цементы	29
1.2.11.3. Клеи на основе силиката натрия	30
1.2.12. Полиуретановые клеи	30
1.2.13. Полиэфирные клеи	31
1.2.14. Эпоксидные клеи	31
Глава 2. КЛЕЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ	35
2.1. Клеи	35
2.2. Клеевые препреги	35
2.3. Липкие ленты	36
Глава 3. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОД СКЛЕИВАНИЕ	128
3.1. Очистка и обезжиривание поверхностей, подлежащих склеиванию	128
3.2. Обработка поверхностей	131
3.2.1. Адгезионные грунты и системы модификации поверхности	139
3.2.2. Подготовка поверхности трудносклеиваемых материалов	140
3.2.3. Защитные удаляемые слои	141
Глава 4. ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕИВАНИЯ	142
4.1. Приготовление клеев	142
4.2. Нанесение клеев	142
4.3. Отверждение клеев	143

Глава 5. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ КЛЕЕВ И КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ	146
5.1. Испытания клеев	146
5.2. Испытания клеевых соединений	158
5.3. Долговечность клеевых соединений	166
5.4. Неразрушающий контроль качества клеевых соединений	172
5.5. Прогнозирование сроков службы клеевых соединений	174
Глава 6. РАЗРАБОТЧИКИ И ПОСТАВЩИКИ КЛЕЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ	175
Глава 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	182
Глава 8. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПО КЛЕЯМ И ТЕХНОЛОГИИ СКЛЕИВАНИЯ	186
ЛИТЕРАТУРА по клеям и склеиванию	193

ВВЕДЕНИЕ

Клеящие материалы играют очень важную роль в народном хозяйстве. Ведущие специалисты в этой области не без основания считают, что уровень развития промышленности в целом определяется уровнем, достигнутым при разработке клеев, и масштабами их применения. И это неудивительно, поскольку склеивание является одним из наиболее экономичных и эффективных способов сборки самых различных деталей.

Эффективность применения клеев объясняется целым рядом существенных преимуществ клеевых соединений по сравнению с соединениями других типов. С помощью клеев удается надежно склеивать самые различные материалы, причем в ряде случаев склеивание является единственным способом их надежного соединения.

С помощью клеев можно соединять разнородные материалы, поскольку ряд клеев способен компенсировать напряжения, возникающие в клеевом соединении из-за различия коэффициентов линейного термического напряжения склеиваемых материалов, а также материалы, чувствительные к нагреванию, так как некоторые клеи способны отверждаться при комнатной температуре. Использование клеев позволяет изготавливать изделия сложной формы, обеспечивая экономичную и быструю сборку конструкций.

Клеевые соединения в отличие от механического крепления обеспечивают более равномерное распределение напряжений по всей площади склеивания, вследствие чего повышается выносливость конструкции в целом. Слой клея в соединении способен поглощать, перераспределять или более равномерно передавать напряжения от одного элемента конструкции к другому, предотвращать или существенно уменьшать электролитическую коррозию между разнородными материалами.

Клеи используют практически во всех отраслях народного хозяйства и области их применения весьма многообразны.

Преимуществами клеесварных и клееклепаных соединений перед сварными, клепаными и клеевыми соединениями являются более высокие статические и циклические характеристики, а в ряде случаев и антикоррозионные свойства. Клей в таких соединениях воспринимает значительную часть напряжений при их нагружении, а следовательно, разгружает сварные точки и заклепки. Перераспределение напряжений уменьшает их концентрацию в опасном сечении соединения и повышает прочность комбинированного соединения, особенно при циклических нагрузках. В свою очередь сварные точки и заклепки улучшают работу клеевого соединения в условиях неравномерного отрыва, отдирающих и циклических нагрузок, повышая общую работоспособность и долговечность конструкции.

Перспективно использование клеев при изготовлении клеерезьбовых соединений. Особый интерес для этих целей представляют анаэробные составы, применение которых позволяет заменить тугие резьбы на обычные и обеспечить герметичность соединения.

Разнообразие областей применения клеев в свою очередь определяет самые различные требования как к их свойствам, так и к технологии склеивания. Это потребовало создания широкого ассортимента клеев и способов их применения, причем исходя из сложившейся практики каждая отрасль промышленности нашей страны имеет свой ассортимент клеев, а информация об их свойствах, областях и технологии применения неизвестна широкому кругу возможных потребителей. Поэтому нам представлялось весьма актуальным и практически возможным создание справочника, обобщающего опыт создания и применения клеев в различных отраслях промышленности России.

Необходимо также отметить, что за последнее время в связи с распадом СССР производство ряда компонентов клеев оказалось за границей. Это привело к необходимости замены некоторых компонентов широко применяемых в промышленности клеев. В России было организовано производство клеев, выпускавшихся ранее в республиках бывшего СССР.

Марки некоторых клеев были изменены в связи с созданием новых фирм, активно занимающихся разработкой и производством клеев и явившихся правопреемниками ранее занимающихся созданием клеев институтов.

Благодаря созданию малых фирм решены такие вопросы, как создание клеев по заявкам заказчиков, комплектная поставка многокомпонентных клеев, фасовка клеев в необходимых для потребителя количествах, участие разработчиков клеев в их выпуске.

Эти вопросы также нашли соответствующее отражение в справочнике.

Цель данного справочника – обобщение имеющейся информации по клеям, накопленной в нашей стране. В справочник внесены сведения по клеящим материалам, выпускаемым в России, приведены некоторые данные по оборудованию, закупаемому за рубежом.

В написании разд. 2.4. принимали участие Л.И. Аниховская, Л.А. Дементьева, разд. 2.5 – Т.А. Иваненко, глав 2 и 6 – Е. И. Гордиенко.

Издание справочника было бы невозможно без помощи разработчиков и поставщиков клеев, которые любезно предоставили необходимую информацию, и авторы благодарят их за это. Особую благодарность выражаем Аниховской Л.И., Ароновичу Д.И., Астахову П.А., Атепковой Г.Н., Бобовичу Б.Б., Войтенко Л.И., Войтовичу В.А., Выдриной Т.К., Гладких С.Н., Гусевой Т.И., Дементьевой Л.А., Давыдову А.Б., Дергачевой Е.С., Иваненко Т.А., Ивановой Р.И., Козловой И.И., Колосовой Н.Н., Кольцовой Т.Я., Лапицкому В.А., Лукиной Н.Ф., Меликаеву К.А., Можухину С.А., Нужному В.А., Пастухову А.В., Сенчаня Я.Г., Сорокину А.И., Сытову В.А., Угловой Г.Н., Федоровой Г.А., Федоровой С.М., Фетисову А.В., Хайруллину И.К. за помощь в подборе материалов для справочника, а также Гордиенко Е.И., которая взяла на себя огромный труд по оформлению справочника, и Татарниковой Т.И., подключившейся к этой работе на заключительном этапе.

Авторы понимают, что такой обширный материал, который включен в справочник, не может быть без недостатков, и будут признательны за все критические замечания, которые следует направлять по адресу: ЗАО «Редакция журнала «Каучук и резина», М. Трубецкая ул., 28, г. Москва, Россия, ГСП-2, 119992.

Глава 1. СОСТАВ КЛЕЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ

1.1. Компоненты клеев

Основа клеев. Основой большинства клеев, за исключением металлических, неорганических и некоторых других, являются полимеры или вещества (мономеры, олигомеры), превращающиеся в полимеры в процессе склеивания. Химическая природа и строение полимерной основы клея во многом определяют эксплуатационные свойства клеевых соединений в целом.

В качестве основы клеев могут быть использованы как органические, так и неорганические мономеры, олигомеры или полимеры. В первых двух случаях образование полимера происходит непосредственно в клеевом соединении на стадии отверждения клея. В рецептурах клеев часто используют одновременно два и более полимера – органические, неорганические или полимеры различных типов. Использование смеси полимеров позволяет сочетать в клее положительные свойства каждого из них. Так, например, совмещение эпоксидного и кремнийорганического полимеров позволяет получить клеи с высокой адгезией, характерной для эпоксидных смол, и повышенной теплостойкостью, характерной для кремнийорганических полимеров. При использовании фенолоформальдегидных смол в сочетании с каучуками получают клеи с высокими прочностью и теплостойкостью и улучшенными эластическими характеристиками. Однако при совмещении двух полимеров возможно и ухудшение некоторых свойств.

При совмещении полимеров очень важно обеспечить их гомогенное распределение в клее. Это трудно осуществить для эластомеров и полимеров с различными полярностью и взаимной растворимостью. Для обеспечения однородности смешения в состав клея могут вводиться гомогенизирующие агенты.

Весьма эффективны клеящие материалы, получаемые путем формирования взаимопроникающих полимерных сеток. Особенностью таких систем является одновременное или последовательное формирование двух сосуществующих в одной композиции полимерных сеток, не связанных между собой химическими связями. Примером клеев с взаимопроникающими сетками являются системы на основе полиэфира и полиуретана. Отверждение таких систем проходит в две стадии: на первой стадии протекает дальнейшая полимеризация полиэфирной смолы и клей представляет собой отвержденную полиэфирную смолу, пластифицированную макродиизоцианатом; на второй стадии происходит полимеризация диизоцианата и образование взаимопроникающих сеток.

Перспективно использование в клеях двух полимеров – термопластичного и термореактивного. Известно, например, использование полиэфирного клея-расплава в сочетании с эпоксидной смолой. Клеи на основе таких смол обеспечивают получение герметичного соединения, стойкого при воздействии ударных нагрузок, и не проявляют ползучести под нагрузкой.

Отвердители. Отвердители являются важным компонентом клеев. Необходимо отметить, что для отверждения некоторых видов клеящих полимеров не требуется дополнительного введения в систему отвердителей; процесс отверждения проходит в результате взаимодействия реакционноспособных групп полимера. К таким соединениям относятся фенолоформальдегидные олигомеры резольного типа, полиароматические соединения, некоторые полиакрилаты и др. В клеях, в состав которых входят несколько олигомеров, отверждение может протекать путем взаимодействия реакционноспособных групп этих олигомеров.

Однако для отверждения большинства клеев в их состав необходимо вводить отвердители и катализаторы (ускорители) процесса отверждения. Выбор отвердителя зависит от природы клея; при этом вклад отвердителя в адгезионную прочность системы иногда больше вклада полимера. Условия отверждения, жизнеспособность, а также прочностные характеристики клеевых соединений в значительной степени зависят от химической природы отвердителя.

Процесс отверждения, т.е. переход в неплавкое нерастворимое состояние, осуществляется при формировании клеевого соединения. Отверждение проходит в результате реакций поликонденсации (с выделением побочных, как правило газообразных, продуктов) или полимеризации (без выделения побочных продуктов). Проведение процесса отверждения клеев по механизму полимеризации является предпочтительным, так как при этом образуется монолитный клеевой шов (без пузырей, раковин и других включений), меньше вероятность усадки полимера, не требуется высокое давление при склеивании.

Соотношение полимера и отвердителя в клее зависит от их природы; как правило оно должно быть эквимольным. Полному завершению процесса отверждения способствуют правильно подобранные температура и продолжительность термообработки, а также использование катализаторов.

От строения полимера и отвердителя зависит прочность клеевых соединений. Так, например, наличие полярных групп в молекуле полимера приводит к увеличению межмолекулярного взаимодействия между соседними цепями. Ароматические кольца и другие объемистые группы снижают гибкость полимерных цепей и, как следствие, эластические характеристики клеевых соединений. В то же время при использовании в составе клеев только алифатических полимеров (как линейных, так и разветвленных) образующиеся отвержденные системы имеют малую плотность поперечных сшивок и высокую гибкость цепи. Клеевые соединения, полученные при использовании таких полимеров, имеют невысокую прочность и повышенную ползучесть. При выборе компонентов клеев необходимо, чтобы в молекулу полимера входили как алифатические, так и ароматические фрагменты; их соотношение для каждого клеящего полимера подбирается экспериментально.

Ускорители, ингибиторы и замедлители отверждения. Эти вещества регулируют скорость отверждения. Ускорители (катализаторы) ускоряют процесс отверждения. Ингибиторы полностью прекращают реакцию отверждения, а замедлители замедляют ее и удлиняют срок хранения и жизнеспособность клея.

Для ускорения отверждения эпоксидных олигомеров алифатическими аминами наиболее эффективны фенол, *n*-крезол, *m*-нитрофенол.

Ускорителями отверждения ангидридами ди- и поликарбоновых кислот могут служить амины, некоторые соли органических кислот, спирты, фенолы, соединения мышьяка, сурьмы и др. Их вводят в клеевые композиции в количестве 0,5–3,0 % (мас.). В качестве ускорителя предложен 4,4'-бис(диметиламино)бензофенон. При отверждении эпоксидных олигомеров ангидридами ускорителями могут быть также фосфор- и оловоорганические соединения, четвертичные аммониевые основания, различные комплексные соединения, органические соединения, содержащие серу (тиолы и сульфиды).

В качестве ускорителей отверждения эпоксидных смол ангидридами при создании клеев можно применять и соли (Mg или Ca) моногидроксиэтилфталата, которые вводят в ангидрид в мольном соотношении 1:10.

Весьма перспективно также применение в качестве ускорителей отверждения эпоксидных клеев четвертичных фосфониевых солей, растворимых в эпоксидах при комнатной температуре. Фосфониевые соли стабильны до 200 °С и являются латентными ускорителями. При содержании в композиции 0,01 % (мас.) метилтрибутилфосфонийдиметилфосфата клеевая композиция хранится 160 сут без изменения свойств.

В качестве ускорителей отверждения эпоксиноволачных блок-сополимеров можно использовать ацетилацетонаты металлов, например диацетилацетонаты кобальта (ДАК) и никеля. Клеи, отверждаемые в присутствии ДАК, более термостойки, чем в отсутствие ускорителя. Жизнеспособность клеевых композиций с ускорителем превышает 12 мес.

Применение координационных комплексов ацетонатов ряда металлов, в частности кобальта, с пиридином и пиколином значительно сокращает продолжительность отверждения эпоксидных клеев.

Наполнители. Наполнитель – один из основных компонентов клеев, который обеспечивает необходимую вязкость клея, придает ему тиксотропные свойства, обеспечивает минимальную усадку при отверждении, способствует сближению коэффициентов линейного термического расширения клея и субстрата, улучшает эксплуатационные свойства клеевых соединений, повышает термостойкость и др. Введение в клеи наполнителей влияет на внутренние напряжения в клеевых соединениях, как правило снижая их. Кроме того, введение наполнителей обеспечивает такие важные характеристики, как электро- и теплопроводность, уменьшает ползучесть клея. При введении наполнителей часто повышается ударная прочность. Наполнители используют также для снижения стоимости клеев и придания им нужной окраски (в частности, для клеев, применяемых в строительстве). Однако при комнатной температуре прочность клеевых соединений ненаполненных систем обычно выше, чем для наполненных. Исключение составляют клеи, в которых в качестве наполнителей применяют небольшие количества специальных сортов оксида алюминия или оксида железа.

В качестве наполнителей используют порошкообразные металлы и их оксиды, различные соли, нитриды бора и алюминия, кремнезем, каолин и глины, асбестовые и стеклянные волокна, стеклоткани, сетки и др. Применяют также микросферы и газообразные наполнители, которые существенно снижают массу клея, что весьма важно, в частности, в космической технике.

Однако введение некоторых наполнителей в состав клея приводит к незначительному ухудшению его свойств. Такие наполнители называют экстендерами или балластными. Их обычно используют в качестве твердых разбавителей для снижения стоимости клея. Иногда экстендеры положительно влияют на свойства клея, повышая прочность клеевого соединения. Наиболее часто в качестве экстендеров используют различные мелкодисперсные порошки, растворимый лигнин и порошкообразные частично отвержденные полимеры.

Введение некоторых наполнителей обеспечивает антикоррозионные свойства клеев. В качестве таких наполнителей используют порошкообразные хроматы стронция, бария, кальция, соединения свинца, молибдат цинка (1–10 % (мас.)).

При использовании различных наполнителей максимальная прочность клеевого соединения наблюдается при разных температурах и зависит от концентрации наполнителя. Оптимальное содержание наполнителя – величина индивидуальная, так как различные наполнители имеют разные площади поверхности. Этот фактор может существенно влиять на технологические характеристики клея.

На вязкость клеевых композиций влияет форма частиц наполнителя. Важную роль играет также равномерное распределение наполнителя в клею. При неравномерном распределении возникают агломераты частиц наполнителя, содержащие внутренние пустоты и имеющие меньший модуль, что приводит к ухудшению свойств и повышению вязкости клея.

Введение наполнителей в клей может значительно увеличить время гелеобразования, а также влиять на водостойкость клеевых соединений.

Загустители и разбавители. Загустители и разбавители применяют для регулирования вязкости клеевых композиций. В качестве загустителей, например, цианакрилатных клеев используют различные полимеры – полиалкилцианакрилаты, их сополимеры со стиролом, полиакрилаты и полиметакрилаты, эфиры целлюлозы, поливинилацетали, уретановый каучук и др., а в качестве разбавителей – низковязкие продукты, позволяющие снизить вязкость композиций.

Стабилизаторы. Стабилизаторы – вещества, добавление которых к клею предотвращает или уменьшает нежелательное изменение свойств клеевых соединений в процессе эксплуатации, повышает стойкость к воздействию различных факторов, например тепла, света, радиации и др. Количество вводимого стабилизатора обычно не выше 5 % (мас.).

Тиксотропные добавки. Тиксотропные добавки используют в тех случаях, когда клеям необходимо придать тиксотропные свойства, т.е. способность удерживаться на поверхности (в том числе на вертикальной), не стекая с нее. В качестве тиксотропных добавок используют аэросилы 200 и 300, оксид алюминия, кремниевые кислоты, а также силикаты алюминия и кальция.

Наиболее часто используют аэросил (коллоидный SiO₂), который вводят в клеи в количестве до 5 % (мас.). Добавление 3 % (мас.) аэросила 200 в эпоксидные клеи способствует также совмещению смолы и отвердителя и

более полному отверждению клея. Введение аэросила в дисперсионные клеи позволяет регулировать их вязкость. Введение аэросила (2–7 % (мас.)) в контактные клеи на основе полихлоропрена приводит к увеличению адгезии и термостабильности клея.

В качестве тиксотропных добавок рекомендуются также бентонит, тонкоизмельченные порошки оксида алюминия (6–10 % (мас.)) и измельченный асбест. В состав анаэробных клеев в качестве тиксотропных добавок вводят мелкодисперсные неорганические наполнители (TiO_2 , SiO_2).

Введение в состав клеев тиксотропных добавок влияет на их свойства. Так, аэросил снижает эластические характеристики клеев, повышает вязкость, что в свою очередь усложняет нанесение их на склеиваемые поверхности. Тиксотропные свойства ухудшаются при повышении температуры.

Поверхностно-активные вещества. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) вводят для улучшения смачивающей способности клеев, а также для регулирования вспенивания вспенивающихся клеев. В качестве ПАВ можно использовать продукты ОП-10, АТЖ и др.

Антипирены. Придание клеям огнестойкости возможно осуществить путем введения в их состав минеральных наполнителей, специальных огнестойких добавок (антипиренов) или путем химического модифицирования олигомеров, используемых в качестве компонентов клеев.

Каждый из этих путей имеет свои преимущества и недостатки. Так, например, введение огнестойких добавок (наполнителей, антипиренов) хотя и является более простым и распространенным способом, однако при повышении температуры возможно выпотевание некоторых добавок, а также ухудшение прочностных характеристик клеевых соединений. При синтезе негорючих олигомеров используют мономеры, содержащие химически связанные огнегасящие элементы, однако стоимость таких олигомеров значительно выше аналогичных не содержащих огнегасящих элементов олигомеров. Ингибирующий эффект соединений, вступающих в химическое взаимодействие при отверждении клея, обычно выше, чем для инертных продуктов.

К наполнителям, снижающим горючесть клеев, относятся гидроксиды алюминия и магния – нетоксичные и дешевые продукты. При их использовании значительно уменьшается количество выделяющегося дыма при горении полимерных продуктов. При нагревании гидроксида магния до $\sim 340^\circ\text{C}$ начинается эндотермическое разложение с выделением воды. Этот процесс достигает максимума при 430°C и заканчивается при 490°C ; при этом поглощается 2 кДж/г.

Весьма эффективными наполнителями, замедляющими процесс горения, являются также мелкодисперсный кремний, мел, порошкообразный асбест.

Антипирены можно разделить на следующие группы: хлор- и бромсодержащие органические вещества, соединения сурьмы, элементарноорганические соединения, бораты цинка и бария, карбонат гуанидина, вольфрамат натрия и др. В качестве хлорсодержащих антипиренов используют хлорпроизводные алифатических, ароматических и циклоалифатических соединений. Лучшие результаты дает их применение в смеси с оксидом сурьмы. В случае использования хлорсодержащих соединений в сочетании с оксидом сурьмы огнестойкость определяется главным образом влиянием выделяющегося галогеноводорода и продуктов его взаимодействия со Sb_2O_3 на реакции, происходящие непосредственно в пламени.

Для предотвращения коррозии, вызываемой продуктами деструкции хлорсодержащих соединений, их используют в сочетании с оловоорганическими производными меркаптокарбоновых кислот.

Из соединений сурьмы наиболее часто применяют оксид сурьмы. Огнестойкие композиции получают при введении в их состав 2–8 % (мас.) Sb_2O_3 . Представляет интерес его смесь с кремнием, который благодаря синергическому действию повышает эффективность Sb_2O_3 как антипирена. Можно использовать также сульфиды сурьмы.

Весьма эффективными добавками, повышающими огнестойкость, являются такие наполнители, как каолин, тальк, CaCO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, Al_2O_3 и др., на поверхность которых нанесен Sb_2O_3 . Общее содержание оксида сурьмы в наполнителе составляет 30–60 % (мас.). Время горения полимеров, в состав которых введены такие добавки, меньше, чем для образцов, содержащих каждую из добавок в отдельности, а также смесь оксида сурьмы с минеральным наполнителем.

Бромсодержащие вещества являются более эффективными антипиренами, чем соединения хлора; их огнезащитные свойства в шесть раз выше (при равном содержании в композиции). Это, по-видимому, связано с ингибирующим влиянием брома и бромоводорода как на термическое разложение полимера, так и на углеводородное пламя. Известны алифатические, циклоалифатические и ароматические бромсодержащие антипирены. В ароматических бромсодержащих антипиренах бром может находиться как в ароматическом ядре (декабромбифенил, пентабромфенол и др.), так и в заместителях. Бромсодержащие соединения часто используют в сочетании с хлорсодержащими; при этом достигается некоторое усиление огнезащитного действия, вероятно, за счет ступенчатого отщепления атомов галогенов.

Фторсодержащие органические антипирены не обладают достаточным огнезащитным действием, поэтому их применяют в сочетании с хлор- и бромсодержащими соединениями или с оксидом сурьмы. Атомы галогена можно вводить в молекулы фосфорорганических соединений.

Фосфорсодержащие продукты, часто используемые в качестве пластификаторов, например трикрезилфосфат, одновременно являются и антипиренами.

Как указывалось выше, весьма эффективным является одновременное использование в клеях нескольких антипиренов, при этом как правило наблюдается синергический эффект.

Эффективным антипиреном является ферроцен, который не только улучшает огнестойкость, но и уменьшает дымовыделение при горении. Введение небольших добавок ферроцена (0,4 % (мас.)) увеличивает количество негорючего остатка на 20–60 %.

К неорганическим антипиренам можно отнести гидроксид алюминия, а также тетраборат цинка. Тетраборат цинка имеет ряд преимуществ по сравнению с другими соединениями, используемыми для этих целей: он нетоксичен, не обезвоживается при температурах до 250 °С. Этот антипирен можно использовать для замены в композициях значительной части Sb_2O_3 .

Вещества, повышающие липкость клеев. Липкость – свойство клея, обеспечивающее мгновенный адгезионный контакт склеиваемых материалов. Благодаря липкости клеев можно осуществлять склеивание больших и вертикальных поверхностей. В качестве агентов липкости можно использовать канифоль и ее эфиры, синтетические политерпены, полиэфирные смолы и смолы на основе углеводов.

Пластификаторы. С целью улучшения свойств полимеров, используемых для создания клеев, в них часто вводят пластификаторы – вещества, изменяющие вязкость, увеличивающие гибкость молекул, подвижность надмолекулярных структур и т. д. Введение пластификаторов приводит к повышению температур стеклования и текучести, а также к изменению механической и адгезионной прочности, хрупкости, эластичности, морозостойкости и других свойств клея.

В качестве пластификаторов используют высококипящие малолетучие жидкости или твердые вещества с невысокой температурой плавления. Обычно пластификатор вводят в количестве до 30 % (мас.). Избыточное количество пластификатора может выделяться из клея при его отверждении или при хранении и эксплуатации.

Чаще всего в качестве пластификаторов применяют эфиры фталевой, себаценовой, фосфорной и других кислот, а также продукты природного происхождения (нефтяные битумы, каменноугольные смолы). Для пластификации линейных полимеров, например полиизобутилена, эффективно добавление низкомолекулярных полимеров.

Наиболее эффективное действие пластификаторы оказывают на жесткоцепные полимеры; температура стеклования в этом случае сильно снижается.

При введении пластификаторов снижаются термостойкость полимеров и их механическая прочность, возрастает относительное удлинение при разрыве, снижаются внутренние напряжения в системе.

Растворители. На свойства клеев существенное влияние оказывает входящий в их состав растворитель.

При изготовлении клеев из твердых компонентов в качестве растворителей применяют этил- и бутилацетаты, бензин, ацетон, спирты, метилэтилкетон, метилпирролидон и др. В ряде случаев используют смеси растворителей. Необходимо, чтобы полярность растворителя была близка к полярности растворяемого вещества.

При нанесении раствора полимера на поверхность растворитель начинает испаряться, оставляя в массе «дыры». Пока вязкость раствора невысока, «дыры» быстро заполняются сегментами полимерных молекул, и объем клеевой пленки уменьшается на объем испарившегося растворителя. При увеличении концентрации полимера в растворе подвижность его сегментов снижается.

Растворитель влияет также на вязкость клеев (особенно резиновых), их однородность, склонность к гелеобразованию при пониженных температурах, токсичность и пожароопасность. Поскольку ни один из растворителей не может удовлетворять всем предъявляемым требованиям, часто используют смеси растворителей. Так, например, для получения резиновых клеев с высокой скоростью отверждения используют смеси ароматических углеводородов с бензином или гексаном. Еще эффективнее смеси трех растворителей – толуола, бензина и метилэтилкетона (или этилацетата).

После нанесения на склеиваемые поверхности клеев, содержащих растворители, и вододисперсионных клеев эти поверхности выдерживают до полного удаления растворителя. Температура и продолжительность открытой выдержки определяются типом растворителя полимера. Обычно сначала выдерживают при комнатной температуре, а затем при повышенной. Оставшийся в клеевом соединении растворитель способствует образованию пористого клеевого слоя, что снижает прочность клеевого соединения.

1.2. Типы клеев

1.2.1. Акриловые клеи

К акриловым клеям относятся двухкомпонентные конструкционные акриловые клеи, отверждаемые пероксидами, эмульсионные акриловые клеи (на основе акриловых мономеров), анаэробные и цианакрилатные.

Недостатком этих клеев является высокая стоимость, однако при использовании специальных приспособлений по автоматизированному нанесению клеев их применение экономически выгодно.

Некоторые типы акриловых клеев по свойствам приближаются к идеальным. Они обладают адгезией к различным материалам, обеспечивают высокую прочность и долговечность клеевых соединений, имеют высокую скорость отверждения, малотоксичны.

1.2.1.1. Анаэробные клеи

Анаэробные клеи способны длительное время оставаться в исходном состоянии без изменения свойств в контакте с кислородом воздуха и быстро отверждаться при нарушении этого контакта. Эти клеи представляют собой жидкие композиции с вязкостью 1–400 сПа·с, обладающие высокой проникающей способностью, вследствие чего они плотно заполняют микронеровности на склеиваемых поверхностях и образуют монолитный герметичный клеевой шов. Одновременно они защищают склеиваемые поверхности от коррозии, не создают дополнительных напряжений в соединении.

Анаэробные клеи находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Они представляют собой системы достаточно сложного состава и содержат следующие компоненты: олигомерную основу, сомономер, полимерный загуститель, наполнитель, инициатор, активатор, ускоритель и ингибитор полимеризации.

В качестве *олигомерной основы* используют олигоэфиракрилаты – диметакриловые эфиры гликолей (моно-, ди-, три-, тетра-, пента-, полиэтилен- и полипропиленгликоля) и олигоэфиркарбонаты. Последние позволяют получить анаэробные составы с высокими скоростями отверждения (15–30 мин) на любых металлических поверхностях при температурах до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ с высокими физико-механическими характеристиками клеевых соединений.

Сомономерами служат акриловая и метакриловая кислоты и амиды ненасыщенных кислот, способствующие повышению адгезии и теплостойкости анаэробных составов.

Полимерные загустители вводят для регулирования вязкости композиций. В качестве полимерных загустителей используют растворимые в олигомере полимеры и сополимеры акриловых и метакриловых мономеров с молекулярной массой от 2000 до 50000, а также нерастворимые, но хорошо распределяющиеся в олигомере с образованием воскообразной массы полимеры.

Наполнителями для таких композиций являются оксиды титана и кремния, которые одновременно обеспечивают их тиксотропность.

Инициаторами полимеризации анаэробных композиций являются органические гидропероксиды, например кумилгидропероксид, пероксиды бензоила и метилэтилкетона, а также их смеси.

В качестве *регуляторов и ускорителей* полимеризации используют амины, амиды и имиды органических кислот и аминокислоты.

Активаторами полимеризации являются соли металлов переменной валентности органических и неорганических кислот (например, FeCl_3 , CuCl_2), Pb-, Co- и Ni-соли жирных кислот. Они являются весьма сильными активаторами, поэтому их вводят в композиции непосредственно перед применением. Их можно наносить на соединяемые поверхности в виде растворов в органических растворителях; в этом случае в состав композиции их не вводят. Для уменьшения активности таких солей их используют в виде комплексов с органическими продуктами. Можно применять, например, ацетилацетонат марганца, хелаты железа, кобальта и других металлов переменной валентности. Ионы металлов переменной валентности являются катализаторами разложения гидропероксидов. Возникающие при этом радикалы способствуют окислению, образуя дополнительное количество гидропероксида, разлагающегося в свою очередь ионами металлов. Этот процесс можно замедлить, добавляя небольшое количество ингибитора полимеризации.

Ингибиторами полимеризации являются обычно фенолы и их производные, а также вторичные ароматические амины, содержащие легкоотщепляющиеся атомы водорода, после отщепления которых образуются стабильные малореакционноспособные радикалы.

Инициатор, ускоритель и ингибитор представляют собой окислительно-восстановительную систему анаэробных композиций, которая определяет их жизнеспособность, скорость и полноту полимеризации.

Кислород воздуха при полимеризации анаэробных композиций играет двойную роль. Так, при постоянном контакте с композициями он ингибирует процесс полимеризации, а при ограниченном доступе в реакционную систему инициирует этот процесс.

Для подавления процесса полимеризации, например при хранении анаэробных композиций, в их состав вводят ингибиторы.

Анаэробные клеи весьма чувствительны к наличию масел на соединяемых поверхностях; в присутствии масел существенно уменьшаются скорость их полимеризации и прочность соединений. Для отверждения на замасленных поверхностях в их состав вводят различные добавки и модифицированные олигоэфиры, например олигоэфиракрилаты, содержащие соли Ca, Zn, Mg, метакрилоксигалогенфосфаты, фторсодержащие мономеры и некоторые другие соединения.

В России выпускаются отечественные анаэробные клеи: Анатерм, Унигерм и ВАК.

Физическое состояние. Одноупаковочные, не содержащие растворитель низковязкие однородные жидкости или пастообразные продукты. Вязкость при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 0,008–100 Па·с. В зависимости от вязкости делятся на сильнотекучие (0,01–0,02 Па·с), текучие (0,02–0,2 Па·с), среднетекучие (0,2–2 Па·с), труднотекучие (2–20 Па·с) и пастообразные (20–100 Па·с). Последние представляют собой системы с наполнителем, который вводится непосредственно перед применением анаэробного состава.

Срок хранения при температуре от 5 до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 6–12 мес. Хранят в полиэтиленовых флаконах емкостью 0,25–1 л, заполненных на 50–60 % емкости, что обеспечивает контакт анаэробных композиций с кислородом воздуха. Толщина стенок флакона не должна превышать 2 мм. При хранении следует предохранять от воздействия солнечных лучей. Не рекомендуется совместное хранение анаэробных клеев и активаторов.

Режим отверждения. Отверждение протекает в анаэробных условиях без усадки и выделения газообразных продуктов. Скорость отверждения зависит от природы склеиваемых поверхностей, температуры, чистоты поверхностей, размера зазора между ними, состава анаэробного клея. Продолжительность отверждения при температуре $15\text{--}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет 24–72 ч, а при использовании активаторов – 3–6 ч. Для отверждения при температуре ниже $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ обязательно применение активатора.

Некоторые марки анаэробных клеев в сочетании с активатором способны отверждаться при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Активаторами являются, например, растворы *N,N*-диметиланилина и 2-меркаптобензотиазола (каптакса) в органических растворителях (дихлорметане, изопропиловом и этиловом спиртах). Их наносят на поверхности, подлежащие склеиванию, после чего выдерживают для удаления растворителя. Активатор можно наносить только на одну из соединяемых поверхностей и хранить такие поверхности в течение длительного времени до склеивания. В качестве активаторов можно также использовать тиогликолевую кислоту и некоторые амины, которые можно вводить непосредственно в анаэробную композицию перед ее употреблением.

Скорость отверждения и время достижения максимальной прочности зависят от температуры. При $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ все анаэробные составы отверждаются за 15–30 мин.

Расход клея зависит от его назначения и составляет: 1–5 г на 100 болтов при контровке, 1–5 г на 100 см² поверхности при фиксации цилиндрических соединений с зазором 0,05–0,2 мм, 3–10 г на 1 кг литья при пропитке (в зависимости от конфигурации изделий).

Интервал рабочих температур в зависимости от состава от –253 до 150 °С длительно и до 300 °С кратковременно.

Прочность клеевых соединений на сдвиг при трении составляет от 1 до 15 МПа.

Стойкость к действию различных факторов. Получаемые клеевые соединения обладают высокой климатической стойкостью, стойкостью к воздействию топлив, минеральных масел, смазок, органических растворителей, агрессивных продуктов (кислот, щелочей и др.) и многих других сред в широком интервале температур и давлений, высоким сопротивлением сдвигу при кручении.

Клеевые соединения, полученные с применением анаэробных клеев, выдерживают воздействие давления жидких сред (вода, минеральные масла, гидравлические жидкости, топлива) до 58,8 МПа и сжатых газов (воздух, азот, гелий) до 39 МПа. Неразъемные резьбовые соединения, полученные с применением анаэробных составов, работоспособны при частотах 0,02–2 кГц.

Особенности применения. Анаэробные клеи весьма чувствительны к типу склеиваемых поверхностей и размеру зазора между ними, поскольку от этих параметров зависит скорость отверждения.

По влиянию на скорость отверждения склеиваемые материалы условно делят на три группы. К первой группе относятся медь и ее сплавы, кобальт, марганец, никель, железо. Контакт с ними ускоряет отверждение анаэробных клеев. Ко второй группе относятся алюминий и его сплавы, углеродистые стали, золото, серебро, титан, цинк, пластмассы. Контакт с ними не влияет на скорость отверждения анаэробных клеев. К третьей группе относятся материалы, имеющие гальванические и другие покрытия (кадмированные, анодированные, оксидированные, хромированные и др.), нержавеющие высоколегированные стали. Они ингибируют отверждение анаэробных клеев и считаются пассивными. Так, если продолжительность отверждения анаэробных клеев на поверхностях первой группы исчисляется минутами, то на поверхностях второй группы отверждение проходит за 8–24 ч, а на пассивных поверхностях длится сутками и даже неделями.

Продолжительность, полнота отверждения и прочностные свойства соединений зависят также от размера зазора между соединяемыми поверхностями: для каждой композиции имеется максимально допустимый зазор, при превышении которого композиция не полимеризуется. Размер зазора также лимитируется вязкостью анаэробной композиции (табл. 1.1). Высоковязкий состав трудно равномерно распределить в малом зазоре, возможны воздушные включения, а низковязкий состав в большом зазоре не будет удерживаться и вытечет до отверждения.

Таблица 1.1. Влияние вязкости анаэробной композиции на максимально допустимый размер зазора между склеиваемыми поверхностями

Вязкость состава, 10 ⁻⁶ м ² /с	5–20	100–150	150–500	500–800	1000–3000	3000–5000	>5000
Зазор, мм	До 0,07	0,10–0,15	0,05–0,20	0,06–0,25	0,10–0,35	0,10–0,45	0,25–0,60

Избыток клея на торцах клеевого соединения остается в неотвержденном состоянии. Если соединение должно эксплуатироваться в закрытых объемах, избыток клея следует удалить путем протирки поверхности тампоном, смоченным растворителем и туго отжатым, поскольку испарение и последующая конденсация летучих компонентов клея в закрытых объемах могут отрицательно сказаться на качестве работы чувствительных элементов.

Области применения. Анаэробные клеи находят широкое применение для контровки (стопорения) резьбовых соединений, фиксации скользящих соединений, уплотнения резьбовых и фланцевых соединений, пропитки пористого литья, сварных швов, прессованных изделий.

Контровка (стопорение) резьбовых соединений является одной из основных областей применения анаэробных клеев. Анаэробные клеи используют для контровки резьб любого диаметра. Полностью заполняя пространство между витками резьбы, они способствуют равномерному распределению нагрузок по длине резьбы, снижению напряжений в резьбовых соединениях, значительно устраняют утечку газов и жидкостей. Крутящий момент раскручивания примерно на 20 % выше, чем крутящий момент затягивания. Даже под действием сильных динамических нагрузок, вибрации и ударов не происходит самопроизвольного ослабления резьбы и нарушения герметичности при давлении до 29–39 МПа.

Способ применения анаэробных клеев весьма прост: их наносят на первые несколько витков резьбы. Сборка осуществляется легко, поскольку в начальный момент анаэробный клей играет роль смазки. После сборки узла жидкий клей заполняет микронеровности сопрягаемых резьбовых поверхностей и отверждается в них, создавая надежное уплотнение резьбового соединения в результате практически полного контакта сопрягаемых поверхностей. Отверждение клея в зазоре начинается через 10–15 мин; после выдержки в течение 3 ч при комнатной температуре достигается до 80 % прочности соединения.

Выбор анаэробного клея для контровки осуществляют с учетом требований к прочности соединения. Для получения неразборного соединения следует выбирать анаэробный клей, обладающий высокой прочностью на сдвиг при трении (>6 МПа). Для получения разборного шарнирного соединения пригодны клеи со средней прочностью около 4 МПа. В соединениях, требующих подрегулирования или легкой разборки, необходимо использо-

вать клеи с прочностью 1–2 МПа. Прочность на сдвиг при трении существенно зависит от размеров зазора и резьбы и ширины нанесенного слоя анаэробного клея.

Фиксация скользящих соединений (подшипников, заглушек, шестеренок, втулок и др.) с помощью анаэробных клеев вместо прессовых посадок позволяет перейти на скользящую посадку с зазором, отказаться от накатки валов при одновременном увеличении прочности на сдвиг. В этих случаях анаэробный клей наносят на всю наружную цилиндрическую поверхность одной детали и медленно вдвигают ее в другую деталь. При больших габаритах допускается нанесение состава на обе соединяемые поверхности.

Уплотнение резьбовых и фланцевых соединений. Для этих целей анаэробный клей можно использовать как самостоятельно, так и в сочетании с металлической прокладкой. Такие уплотнения выдерживают давление газов до 30–40 МПа, жидкостей до 60 МПа, тряску, вибрацию. Используются для уплотнения газопроводов и трубопроводов для жидкостей (органические растворители, моторное масло, химические агрессивные среды и др.).

Анаэробный клей наносят на обе соединяемые поверхности тонким слоем, детали соединяют и выдерживают под давлением 0,02–0,05 МПа в течение времени, необходимого для отверждения (для каждого конкретного материала задается нормативно-технической документацией).

Пропитка пористого литья, сварных швов, прессованных изделий. Анаэробные составы используют для устранения микродефектов (пор, трещин) в местах сварки деталей, литье или прокате, а также для склеивания изделий, изготовленных методом прессования. Для этих целей применяют материалы с вязкостью 10–20 мПа·с. Обладающие отличными смачивающими свойствами, они легко проникают в мельчайшие поры материалов (до 0,07 мм). При наличии дефектов размером более 0,07 мм возможна комбинированная пропитка: сначала низковязким составом, затем составом с вязкостью до 200 мПа·с.

Пропитку деталей анаэробными составами можно проводить следующими способами: 1) автоклавным, 2) вакуумным, 3) закачиванием состава в деталь. Все эти способы пропитки высокоэффективны благодаря принудительной подаче состава в поры материала, но требуют применения специального оборудования. Если такого оборудования нет, то можно воспользоваться способом «свободной пропитки», который применим для герметизации единичных дефектов в деталях, не подвергающихся при эксплуатации длительной вибрации и высоким давлениям. В соответствии с этим способом поверхность детали нагревают до 50–60 °С, на дефектное место наносят анаэробный состав кистью или окунаем. Эту операцию проводят два–три раза с интервалом 15–30 мин.

Применение анаэробных клеев в различных отраслях народного хозяйства позволяет повысить надежность и срок эксплуатации изделий, снизить брак в производстве, отремонтировать технику в процессе эксплуатации.

1.2.1.2. Цианакрилатные клеи

Основой цианакрилатных клеев являются эфиры α -цианакриловой кислоты общей формулы $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CN})\text{COOR}$ (где R – метил, этил, пропил, бутил или аллил).

Адгезионные свойства цианакрилатных клеев определяются наличием полярных циано- и сложноэфирных групп. В зависимости от природы радикала R в сложноэфирной группе могут изменяться свойства клея – теплостойкость, водостойкость, скорость отверждения, физико-механические характеристики и др.

В клей могут входить различные модифицирующие добавки. В качестве таких добавок используют бифункциональные соединения, которые улучшают теплостойкость и водостойкость клеевых соединений. Так, при использовании в качестве модифицирующей добавки диаллилфталата возрастает теплостойкость клеевых соединений; небольшие добавки циклопентадиена, дивинилбензола и глицидилметакрилата повышают их водостойкость. Для повышения водо- и вибростойкости цианакрилатных клеев в их состав вводят 0,1–5 % (мас.) эфира абетиновой кислоты и глицерина, для повышения адгезионной прочности клеевых соединений – небольшие добавки 3,4,5-тригидроксибензойной кислоты или ее эфиров.

В составе цианакрилатных клеев используют также стабилизаторы, пластификаторы (фталаты и др.), вещества, регулирующие вязкость (загустители) и способствующие повышению адгезии (полиакрилаты, поливинилацетат). Для предотвращения самопроизвольной полимеризации используют ингибиторы отверждения. Для придания тепло- и электропроводящих свойств в их состав вводят наполнители – мелкодисперсные порошки металлов.

Цианакрилатные клеи обладают высокой адгезией к различным материалам (металлам, в том числе с гальваническими покрытиями, стеклу, пластмассам, дереву, резинам и др.). Не рекомендуются для склеивания фторопласта и полиэтилена. Некоторые цианакрилатные клеи обладают оптической прозрачностью в широкой области спектра (220–900 нм), влагостойкостью. Применение низковязких цианакрилатных клеев позволяет получить высокопрочные клеевые соединения при склеивании хорошо подогнанных поверхностей (зазор не более 0,05 мм); клеи с большой вязкостью используют при соединении деталей с зазором до 0,3 мм. Модифицированные цианакрилатные клеи устойчивы к воздействию органических растворителей (спирт, бензин, нефтяные и минеральные масла, разбавленные кислоты), обладают электроизолирующими свойствами.

Недостатками этих клеев являются хрупкость, низкая стойкость к воздействию ударных нагрузок, низкая влагостойкость, нестабильность при хранении, плохая морозостойкость.

Для этих клеев характерен малый расход (30–50 г/м²); относятся к дорогостоящим клеям.

Клеи обладают высокой адгезией к коже, поэтому при работе с ними следует принимать необходимые меры для исключения контакта с кожей работающих.

Отвержденные клеи хорошо растворяются в нитрометане и диметилформамиде.

Физическое состояние. Цианакрилатные клеи как правило представляют собой бесцветные прозрачные одноупаковочные составы с низкой вязкостью. Электро- и теплопроводящие клеи состоят из двух компонентов:

наполнителя и цианакрилатного связующего. Их смешивают непосредственно перед применением клея до получения однородной массы.

Срок хранения. Хранить следует в закрытых вентилируемых помещениях, в местах, защищенных от воздействия влаги и солнечной радиации. Гарантийный срок хранения в герметичной таре в условиях комнатной температуры составляет 6 мес., при температуре не выше +5 °С – 12 мес.

Режим отверждения. Отверждаются при комнатной температуре. Выдержка для отверждения клея при 20 °С составляет несколько минут. Процесс отверждения ускоряется при наличии на склеиваемой поверхности влаги. Время «схватывания» клеев составляет от нескольких секунд до нескольких минут в зависимости от состава клея, типа склеиваемого материала и влажности окружающей среды. Время полного отверждения 24 ч при 20 °С и относительной влажности воздуха не менее 55 %. При относительной влажности менее 55 %, а также с целью ускорения отверждения клеев рекомендуется применение активаторов, которые предварительно наносят на склеиваемые поверхности из раствора. В качестве активатора используют продукт АС-15, представляющий собой 15–20 %-й раствор *N,N*-диметиланилина в этиловом спирте, АВ-10 – 10 %-й водный раствор карбоната калия и некоторые другие. После нанесения активатора на поверхность дают открытую выдержку для удаления растворителя, затем поверхности склеивают по рекомендуемой для данного клея технологии.

Интервал рабочих температур зависит от рецептуры клея. Для большинства клеев он составляет от –60 до 70–80 °С; модифицированные бифункциональными соединениями клеи работоспособны при температурах от –196 до 125 °С или от –60 до 300 °С (кратковременно).

Прочность клеевых соединений (при 20 °С) при сдвиге для стальных образцов достигает 8–12 МПа, при равномерном отрыве 16–28 МПа после отверждения при комнатной температуре в течение 24 ч.

Климатическая стойкость. Постоянный контакт с водой или влажной атмосферой приводит к постепенному снижению прочности клеевых соединений.

Области применения. Цианакрилатные клеи используются в тех случаях, когда необходимо провести быстрое склеивание. Применяются для склеивания деталей в приборостроении, оптических деталей, крепления навесных радиоэлементов, микросхем, стоек, шайб, прокладок, монтажных жгутов и отдельных проводников к основаниям плат, а также для крепления элементов электро- и радиоаппаратуры.

Клеи марок «Циакрин» широко используют в медицине при проведении полостных операций. Применение цианакрилатных клеев в медицине для склеивания живых тканей основано на снижении прочности клеевых соединений в контакте с влагой – по мере срастания тканей клей рассасывается в организме.

Электропроводящие цианакрилатные клеи применяют для крепления электропроводящих материалов вместо пайки или наряду с ней.

Теплопроводящие клеи используют для крепления полупроводников, транзисторов, терморезисторов, термических цепей.

1.2.1.3. Акриловые клеи, отверждающиеся при УФ-облучении

На основе акриловых соединений разработаны клеи, отверждающиеся под воздействием УФ-облучения. Для получения этих клеев используют акриловые мономеры трех типов: 1) обычные акриловые мономеры, 2) довольно сложные системы на основе акриловых мономеров, 3) довольно сложные системы на основе акриловых уретанов и еще более сложные «прочные» акриловые смолы. Последние отверждаются несколько медленнее других, но имеют исключительно высокие эксплуатационные свойства.

Сама акриловая кислота на свету почти не полимеризуется, так как она поглощает только в дальней области УФ-спектра. Наличие в молекуле фенильных групп (например, в коричной кислоте и ее производных) не только активирует винильную группу, но и сдвигает полосу поглощения в более удобную область.

Для генерирования радикалов под действием УФ-света в композицию вводят различные добавки: карбонильные соединения (бензофенон), органические соединения, содержащие серу (дибутилсульфид), пероксиды (ди-*трет*-бутилпероксид), азо- и диазосоединения, галогенсодержащие продукты (CCl_4 , CBr_4 , 2-нафталинсульфонилхлорид), карбонилы марганца, различные фотовосстанавливаемые красители и восстановители (акрилфлауин, эозин, флуоресцеин с аскорбиновой кислотой, гидразин и т.п.). Клеи предназначены для склеивания стекол и работоспособны до 150 °С.

В отвержденном состоянии эти клеи представляют собой двухфазную систему, в которой стеклообразные участки чередуются с дисперсной каучукоподобной фазой. В таких клеях нагрузка воспринимается стеклообразными участками структуры, а энергия разрушения абсорбируется и рассеивается в дисперсной каучукоподобной фазе. При этом наилучшими свойствами обладает система, в которой каучукоподобная фаза и матрица, воспринимающая нагрузку, представляют собой один и тот же полимер.

Акриловые клеи, отверждающиеся при УФ-облучении, можно разделить на три основные группы:

- двухкомпонентные, в которые катализатор отверждения вводят непосредственно перед применением;
- двухкомпонентные, требующие нанесения катализатора отверждения отдельно на соединяемые поверхности;
- однокомпонентные анаэробные композиции.

Клеи первой группы отверждаются путем полимеризации по радикальному механизму. Для их получения используют различные акриловые эфиры, обычно низкомолекулярные. По клеящим свойствам они сравнимы с эпоксидными.

По технологии и методам получения клеи второй группы напоминают анаэробные.

В отличие от других типов клеев все акриловые клеи имеют хорошую стойкость к воздействию окружающей среды.

В последнее время разработаны двухкомпонентные клеи, способные обеспечивать адгезию к замасленным поверхностям некоторых металлов. Они известны под названием «реактивные жидкости» или «акриловые клеи третьего поколения». Эти клеи представляют собой быстроотверждающиеся при комнатной температуре двухкомпонентные составы. Первый компонент – смесь мономеров и реакционноспособных форполимеров; обычно это раствор каучукоподобного полимера в метакрилате. Второй компонент – активатор, его наносят на одну из склеиваемых поверхностей. После испарения растворителя (через 2–5 мин) склеиваемые детали можно транспортировать и хранить. Вторую склеиваемую поверхность предварительно обрабатывают акриловой (метакриловой) смолой. После соединения обработанных таким образом поверхностей начинается процесс полимеризации клея. Отверждающим агентом является дибензоилпероксид. Процесс отверждения заканчивается за несколько минут.

Для соединений толщиной 1–1,5 мм применяют активатор в виде раствора в хлорсодержащем растворителе, который после нанесения на субстрат быстро испаряется, оставляя на нем сухую тонкую пленку, способную сохранять свои свойства в течение нескольких месяцев. Для заполнения больших зазоров используют активатор в виде пасты без растворителя; его вводят в первый компонент непосредственно перед склеиванием. Соотношение компонентов 10:1 или 20:1.

Эти клеи быстро отверждаются при комнатной температуре: через 2 мин и даже меньше соединение становится достаточно прочным; для высококачественных клеев общего назначения приемлемая прочность достигается за 12–14 мин.

Недостатком клеев является трудность обеспечения процесса смешения компонентов в клеевом слое, достоинством – возможность их предварительного нанесения на склеиваемые поверхности.

Применение таких клеев ограничивается из-за лимитированной толщины клеевого шва (0,4–0,5 мм).

Кроме вышеперечисленных акриловых клеев известны также клеи на основе акрилового латекса. Будучи клеями на водной основе, они выгодно отличаются от других акриловых клеев негорючестью и нетоксичностью, не имеют свойственного им едкого запаха и до высыхания легко снимаются с поверхности влажным тампоном.

1.2.2. Клеи на основе канифоли

Клеи на основе канифоли представляют собой растворы или расплавляемые мастики.

Канифоль недостаточно устойчива к воздействию растворителей и масел, но имеет хорошую водостойкость, легко окисляется, плохо противостоит старению, является хрупким материалом (ее обычно модифицируют введением пластификаторов). Обеспечивает умеренную прочность клеевых соединений, достигаемую весьма быстро после склеивания.

Клеи на основе канифоли используют для временного приклеивания бумаги и в качестве клеящих лаков для бумажных этикеток. Могут быть компонентом липких клеев на основе дивинилстирольных сополимеров, а также клеев-расплавов.

1.2.3. Клеи на основе каучуков (резиновые клеи)

Клеи на основе каучуков (резиновые клеи) – получают из натурального (НК) и синтетических каучуков практически всех типов (табл. 1.2). Однако клеи, в которые каучуки вводят для повышения эластичности и вязкости композиций, а также в качестве стабилизаторов, например дисперсионные клеи, не относятся к этой группе клеев.

Для клеев на основе каучуков характерны высокие эластические характеристики после отверждения, вследствие чего они находят широкое применение для склеивания эластичных материалов.

Наиболее часто резиновые клеи классифицируют по типу используемого в их составе каучука. Например, клей на основе бутадиен-нитрильного каучука называют «клей резиновый нитрильный». Иногда их подразделяют на клеи общего и специального назначения.

В зависимости от состава клеи делят на две группы. Первая группа – невулканизирующиеся резиновые клеи. Склеивание такими клеями достигается за счет удаления растворителя. В основном это одноупаковочные системы на основе натурального каучука.

Вторая группа – вулканизирующиеся клеи (иногда их называют самовулканизирующимися). Это двухупаковочные или одноупаковочные составы. При склеивании двухупаковочными составами их вулканизация начинается после смешения компонентов, один из которых представляет собой раствор каучука с некоторыми добавками, другой – вулканизирующую систему. Смешивают компоненты непосредственно перед применением клея. Их отверждение (по отношению к резиновым клеям часто используют термин вулканизация) может проходить как при комнатной, так и при повышенной температуре.

Одноупаковочные резиновые клеи могут отверждаться (вулканизоваться) как при повышенной, так и при комнатной температуре. Клеи горячей вулканизации представляют собой жидкие системы (растворы или дисперсии) с вязкостью 0,05–20 Па·с. Их используют как для склеивания невулканизованных резин с последующей вулканизацией, так и для склеивания вулканизованных резин. Клеи горячей вулканизации как правило обеспечивают получение клеевых соединений с более высокой прочностью и стабильными характеристиками, чем клеи холодной вулканизации. Клеевые соединения, выполненные такими клеями, обладают высокой эластичностью, их прочность находится на уровне прочности резин.

Таблица 1.2. Свойства каучуков, используемых в качестве основы резиновых клеев

Каучук	Условная прочность при растяжении, МПа	Интервал рабочих температур, °С	Стойкость при воздействии погодных условий	Особые свойства
Натуральный	7,0–28,0	–54...+82	Плохая	Износостоек
Дивинилстирольный	1,4–24,5	–51...+82	Удовлетворительная	Высокая водостойкость
Изопреновый	17,5–28,0	–54...+82	>>	–
Хлоропреновый	21,0	–40...+116	Отличная	–
Дивинилнитрильный	24,5–28,0	–51...+149	Удовлетворительная	–
Бутилкаучук	17,5–21,0	–45...+149	Хорошая	Высокие демпфирующие свойства
Этилен-пропиленвый	24,5	–51...+177	Отличная	–
Хлорсульфированный полиэтилен	10,5–17,5	–40...+163	>>	Высокая стойкость к окислению
Акрилатный	14,0–17,5	–29...+177	Удовлетворительная	Устойчивость к растрескиванию
Кремнийорганический	4,2–9,1	–118...+315	Отличная	То же
Уретановый	70,0	–54...+116	Хорошая	Стоек к абразивному износу
Фторкаучук	10,5–21,0	–23...+260	>>	Стоек в агрессивных средах
Эпихлоргидриновый	14,0–21,0	–62...+149	Удовлетворительная	–
Фторсилоксановый	8,4	–68...+204	Отличная	Стоек в агрессивных средах
Пропиленоксидный	7,0	–62...+149	>>	–
Полисульфидный	1,7–7,0	–54...+121	Хорошая	–

Клеи холодной вулканизации отверждаются в тонком слое. Некоторые типы клеев, например на основе кремнийорганических каучуков, отверждаются за счет взаимодействия вулканизирующего агента с влагой воздуха.

Растворители. Кроме каучуков в состав большинства резиновых клеев входит растворитель. С точки зрения технологических и эксплуатационных свойств лучшими растворителями для резиновых клеев являются ароматические и хлорсодержащие соединения, однако из-за токсичности их применение ограничено. Наиболее широко применяемыми растворителями в клеях общего назначения являются нефрас (преимущественно сорта С с температурой кипения 80–120 °С и минимальным содержанием ароматических углеводородов), этилацетат или их смеси.

Наиболее широкое применение нашли смеси этилацетата с нефрасом с соотношением 2:1 или 1:1 (мас.). Для улучшения растворимости каучуков в состав этих смесей можно вводить дополнительно толуол или метилэтилкетон, обеспечивая равное (по массе) содержание растворителей в таких тройных системах. Использование смесей растворителей позволяет регулировать технологические свойства и обеспечить стабильность клеев при их хранении и применении.

В качестве растворителей для клеев, предназначенных для склеивания резин специального назначения, используют также алифатические, ароматические и хлорсодержащие углеводороды и спирты.

С целью снижения пожароопасности и токсичности клеев их готовят на основе латексов (на основе НК, полихлоропреновые латексы и др.), дисперсионной средой в которых является вода. Водные дисперсные клеи обладают меньшей конфекционной липкостью, чем аналогичные клеи с органическими растворителями.

Для повышения прочности клеевых соединений в состав резиновых клеев вводят феноло-, мочевино-, меламино-, алкилфенолформальдегидные, эпоксидные, кумароно-инденные и алкидные смолы, канифоль, низкомолекулярный полистирол. Для сохранения высокой эластичности клеев их вводят в небольших количествах 0,2–10 % (мас.).

Вулканизирующие агенты выбирают с учетом типа используемого в составе клея каучука. Для клеев общего назначения наиболее часто используют серу (0,1–0,3 % (мас.)) в сочетании с ускорителями, оксиды металлов (ZnO, MgO и др.), сочетания оксидов металлов с аминоксодержащими соединениями, тиомочевину. В клеях специального назначения широко используют пероксиды, а используемые для модификации клея смолы одновременно являются вулканизирующими агентами. В клеях холодной вулканизации для этих целей используют полиизоцианаты, эпоксисоединения и амины. Для вулканизации кремнийорганических каучуков применяют органические пероксиды и соединения ряда оксимов, возможно использование тетраэтокси- и тетрабутоксисиланов, 2-метоксиэтоксисилана и аналогичных продуктов в сочетании с катализаторами, например диолеатом дибутилолова или триэтанололамином.

Пластификаторами резиновых клеев являются минеральные масла, ланолин, фталаты, себацинаты, сложные эфиры ароматических карбоновых кислот.

Стабилизаторы в резиновых клеях используют в основном для предотвращения гелеобразования. С этой целью применяют диэтиламин, этанол и некоторые другие.

В качестве *наполнителей* применяют оксиды металлов (ZnO, MgO, TiO₂ и др.), технический углерод, белую сажу, аэросил. Технический углерод одновременно используется для контроля качества перемешивания клея. Введение TiO₂ и SiO₂ повышает прочность и теплостойкость клеевых соединений.

Интервал рабочих температур зависит от природы каучука в составе клея (табл. 1.3).

Таблица 1.3. Влияние природы каучука на интервал рабочих температур

Каучук	Интервал рабочих температур, °С
Натуральный	-50...+100
Хлоропреновый	-50...+70* -50...+100-150**
Бутилкаучук	-50...+200
Бутадиен-нитрильный	-60...+200
Уретановый	-70...+120
Фторкаучук	До 250
Кремнийорганический	-110...+300

* Для клеев холодной вулканизации.

** Для клеев горячей вулканизации.

Прочность клеевых соединений зависит от природы используемого в составе клея каучука и вулканизирующей системы. Как правило прочность клеевых соединений при склеивании резин выше прочности самих резин.

Области применения – склеивание резин и резиновых смесей между собой и с металлами, стеклом, керамикой, пластмассами, композиционными материалами, склеивание тканей, бумаги, кожи, декоративно-отделочных и теплоизоляционных материалов.

Водно-дисперсионные клеи применяются обычно для склеивания пористых материалов (бумаги, кожи, ткани и др.).

Резиновые клеи используются практически во всех областях народного хозяйства: авиа- и автомобилестроении, строительстве, полиграфической, кожевенно-обувной, резинотехнической и химической промышленности. Наиболее широкое применение находят клеи на основе натурального и хлоропренового каучуков.

При склеивании резин обычно используют клей той же химической природы, что и резина. Полиуретановые резиновые клеи способны склеивать резины различной химической природы, в связи с чем их иногда называют универсальными резиновыми клеями. Свойства клеев в значительной степени определяются типом используемого в их составе каучука.

1.2.3.1. Клеи на основе натурального каучука

Клеи на основе натурального каучука готовят из специальных сортов каучука – смокед-шитс, светлый креп, желтый круг, IXRSS (производства Бразилии и Малайзии). Растворителями клеев являются нефрас, этилацетат, толуол, ксилол, четыреххлористый углерод. Клеи являются вязкими жидкостями с концентрацией 10–25 % (мас.). Вулканизирующими агентами являются сера в сочетании с ускорителями (для клеев горячей вулканизации), а также дитиокарбонаты (ксантогенаты) и изоцианаты (для двухкомпонентных самовулканизирующихся клеев). Наполнители – технический углерод, белая сажа, аэросил.

Обладают уникальным комплексом свойств: конфекционная липкость, широкий интервал времени сушки клеевой пленки (от 3 мин до 24 ч), возможность производить переклейку изделий без дополнительного нанесения клея.

Однокомпонентные резиновые клеи в герметично закрытой таре в обычных условиях хранятся от 6 до 24 мес. Для двухкомпонентных клеев жизнеспособность после приготовления составляет 1–3 ч. Прочность клеевых соединений образцов из бязи при расслаивании составляет 0,6–1,0 кН/м.

1.2.3.2. Клеи на основе хлоропреновых каучуков

Клеи на основе хлоропреновых каучуков готовят как правило на основе каучуков с высокой скоростью кристаллизации (наирит РНП, НТ, ДКТ, ДМ) и со средней скоростью кристаллизации (наирит ДП, ДСР) или их сочетаний. Скорость кристаллизации каучуков оказывает существенное влияние на свойства клеев – с увеличением скорости кристаллизации возрастают скорость отверждения клея и теплостойкость клеевых соединений, уменьшается продолжительность открытой выдержки после нанесения клея на субстраты.

Для повышения адгезионной прочности клеев и улучшения технологических характеристик хлоропреновые каучуки модифицируют алкилфенолоформальдегидными, кумароноинденовыми, терпенофенольными олигомерами, натуральным каучуком, канифолью или ее производными.

В качестве растворителей клеев на основе хлоропреновых каучуков наиболее часто используют смеси нефраса с этилацетатом, тройные смеси, содержащие нефрас, этилацетат и толуол, или тройные смеси, в которых вместо толуола применяют метилэтилкетон.

В качестве пластификаторов используют сложные эфиры ароматических карбоновых кислот и др. Вулканизирующими агентами для этих клеев являются оксиды магния и цинка, а также их сочетания с аминоксодержащими

соединениями или тиомочевинной. Для самовулканизирующихся клеев вулканизирующими агентами являются полиизоцианаты, эпоксидные олигомеры.

Стабилизаторами таких клеев являются альтакс, поливиниловый спирт, полиэтиленгликоль, салицилаты, замещенные бензофеноны и др.

Резиновые клеи на основе хлоропренового каучука имеют концентрацию 10–25 % (мас.), их вязкость меньше вязкости клеев на основе НК. Могут быть одно- или двухупаковочными. Срок хранения одноупаковочных клеев 2–12 мес.

Склеивание проводят при комнатной температуре. Клеи обладают хорошей адгезией к резинам на основе полярных каучуков, резинотканевым материалам, коже, дереву, пластмассам, тканям, бумаге, керамике. Обладают высокими конфекционными свойствами, превосходящими аналогичные свойства резиновых клеев на основе НК.

Прочность клеевых соединений при расслаивании составляет 1–1,4 кН/м; при этом как правило разрушение проходит по резине. Интервал рабочих температур клеевых соединений от –50 до 70 °С (для самовулканизирующихся клеев) и до 100–150 °С (для клеев, вулканизирующихся при повышенной температуре). Клеевые соединения водо- и атмосферостойки, ограниченно стойки в жидких топливах и минеральных маслах.

1.2.3.3. Клеи на основе бутадиен-нитрильных каучуков

Для приготовления этих клеев используют каучуки с различным соотношением бутадиена и акрилонитрила.

В качестве модифицирующих добавок применяют резорцино- и фенолоформальдегидные, эпоксидные, алкидные смолы, канифоль и ее производные, поливинилхлорид, хлорированные каучуки, тиоколы. Наполнители – TiO_2 , SiO_2 , технический углерод и др.

Наиболее широко используемым растворителем является этилацетат. Могут применяться также метилэтилкетон, ацетон и другие полярные растворители.

Вулканизирующими агентами являются изоцианаты (для клеев холодной вулканизации) и сера в сочетании с различными ускорителями (для клеев горячей вулканизации).

Выпускаются в виде вязких жидкостей с концентрацией 8,5–30 % (мас.). Жизнеспособность одноупаковочных клеев не менее 6 мес., двухупаковочных – 8–48 ч.

Склеивание проводят при комнатной температуре или при 80–150 °С. Клеевые соединения имеют прочность при расслаивании при 20 °С на уровне 0,5–1 кН/м. Интервал рабочих температур клеевых соединений от –60 до 200 °С. Клеевые соединения бензо-, масло- и водостойки, стойки к действию алифатических растворителей, но набухают в ароматических и хлорсодержащих растворителях.

Применяют для склеивания невулканизованных резиновых смесей и прорезиненных тканей (чаще на основе нитрильных каучуков) с последующей их вулканизацией, а также для склеивания вулканизованных резин с металлами, стеклотканями, пластмассами.

1.2.3.4. Клеи на основе термоэластопластов

В составе резиновых клеев используют изопрен-стирольные и бутадиен-стирольные термоэластопласты, которые представляют собой трехблочные сополимеры, центральным блоком которых является полибутадиен или полиизопрен, а концевыми – полистирол. Этот класс материалов сочетает свойства вулканизованных эластомеров и термопластов. При переработке они ведут себя как термопласты, сохраняя их технологические преимущества, а в условиях эксплуатации проявляют все свойства, характерные для вулканизованных эластомеров, и высокую прочность. Наиболее часто в составе клеев используют блок-сополимеры бутадиена и стирола с содержанием стирола 25–30 % (мас.) и блок-сополимеры изопрена и стирола с содержанием стирола 20–25 % (мас.).

Могут содержать модифицирующие добавки, которые совмещаются как с полистирольными блоками (кумароноинденовые, стиролаинденовые смолы, поли- α -метилстирол, поливинилтолуол), так и с блоками полиизопрена и полибутадиена (политерпены, канифоль). Введение первых позволяет повысить прочность и теплостойкость клеевых соединений, вторые повышают липкость.

В качестве растворителей используют толуол, ксилол, бензол, гексан, нефрас, этилацетат, бутилацетат и др. Клеи на основе термоэластопластов представляют собой низковязкие растворы с высокой концентрацией сухих веществ (до 40 %).

Интервал рабочих температур клеевых соединений до 60–70 °С.

Эти клеи обладают хорошими конфекционными свойствами и используются для склеивания резины, резинотканевых материалов, технических тканей, кожи, пластика, а также в производстве липких лент.

Для изготовления резиновых клеев используют также уретановые термоэластопласты. В качестве отвердителя в них применяют изоцианаты, в качестве растворителей – метилэтилкетон, этилацетат, ацетон. Модифицируют их путем введения в состав эпоксидных и фенолоформальдегидных олигомеров. Отверждаются при комнатной температуре.

Интервал рабочих температур клеевых соединений от –70 до 120 °С.

Характеризуются высокими конфекционными свойствами, обладают хорошей стойкостью к воде и используются для склеивания различных материалов: резин, кожи, технических тканей, пластмасс и др.

1.2.3.5. Клеи на основе фторкаучуков

Клеи на основе фторкаучуков в качестве модифицирующих добавок содержат олигоэфиракрилаты, фурфуролорезорциновые и эпоксидные олигомеры. Отвердителями для них являются амины или аminosиланы.

Представляют собой двухупаковочные составы, компоненты которых смешивают непосредственно перед применением. Могут отверждаться как при комнатной, так и при повышенной температуре (в зависимости от состава).

Клеевые соединения работоспособны до 250 °С, характеризуются высокой химической стойкостью, масло- и топливостойкостью. Используются для склеивания резин на основе фторсодержащих каучуков между собой и с другими материалами (металлами и пластиками).

1.2.3.6. Клеи на основе кремнийорганических каучуков

Наиболее часто в качестве основы таких клеев используют диметилсилоксановые или метилфенилсилоксановые каучуки с молекулярной массой $(10-80) \cdot 10^3$.

В качестве вулканизирующего агента используют пероксиды, тетраэтоксид- и тетрабутоксидсиланы, оловоорганические соединения. В одноупаковочных клеях в качестве вулканизирующего агента применяют метилтриацетоксидсилан, оксимы или амины. Катализаторами отверждения для некоторых клеев являются оловоорганические соединения.

Выпускаются без растворителя. В качестве наполнителя содержат оксиды (TiO_2 , ZnO , SiO_2 и др.).

Склеивание клеями, содержащими в качестве вулканизирующего агента пероксид, осуществляют при 100–160 °С. Остальные клеи отверждаются при комнатной температуре. Ускоренный режим отверждения – прогрев при 80–100 °С в течение 2 ч.

Интервал рабочих температур зависит от типа каучука, использованного в рецептуре клея: для клеев на основе диметилсилоксановых каучуков он составляет от –50 до 300 °С, для метилфенилсилоксановых – от –110 до 350 °С.

Клеевые соединения имеют невысокую прочность при сдвиге (1,5–2 МПа), обладают высокой атмосферно-, кислородо- и светостойкостью, биоинертны, но нестойки в топливах.

Клеи на основе кремнийорганических каучуков используют для склеивания резин на основе этих каучуков между собой и с металлами, тканей, полиимидной пленки, теплоизоляционных материалов.

1.2.4. Клеи на основе карбамидоальдегидных олигомеров

Карбамидоальдегидные смолы представляют собой линейные олигомерные продукты конденсации карбамида, чаще всего с формальдегидом (степень поликонденсации обычно не превышает 10). При отверждении они образуют прозрачные, светостойкие, но малозластичные твердые полимеры, нестойкие к действию воды, склонные к усадке, сопровождающейся возникновением больших внутренних напряжений, и растрескивающиеся с течением времени.

Отверждаются как при нагревании, так и при комнатной температуре в присутствии различных веществ кислотного характера, преимущественно щавелевой, сульфонафтенной и хлороводородной кислот и хлорида аммония (0,5–1% (мас.)). Жизнеспособность смеси олигомера с отвердителем (хлорид аммония, 1% (мас.)), составляет в большинстве случаев 2–24 ч; продолжительность отверждения этой же смеси при 20 °С 30–120 с. При pH 5,5–6 олигомеры отверждаются при нагревании, при pH 3–5 – при комнатной температуре. Продолжительность склеивания при комнатной температуре составляет 3–6 ч, при нагревании (90–120 °С) – 3–12 мин.

В клеевые карбамидоальдегидные композиции обычно вводят наполнители – древесную муку, крахмал, некоторые минеральные вещества (8–10 % (мас.)) и пластификаторы.

Карбамидоальдегидные клеи используют главным образом для соединения различных древесных материалов (фанеры, древесностружечных плит, древесных пластиков и др.). Прочность клеевых соединений при скалывании колеблется от 1,5 до 4,0 МПа при 20 °С в исходном состоянии; после выдержки в воде при 20 °С в течение 48 ч она составляет около 3,0 МПа, после кипячения в воде в течение 1 ч соединения разрушаются.

1.2.5. Клеи на основе латексов

Клеи на основе латексов содержат в качестве дисперсионной среды воду, вследствие чего они менее пожароопасны и токсичны по сравнению с клеями, содержащими органические растворители. Наряду с этим они более дешевы. К недостаткам клеев на основе латексов относятся низкие морозостойкость и водостойкость, возможность коррозии металлов, плохое смачивание поверхностей, более слабые защитные свойства (по отношению к металлам), чем у аналогичных клеев с органическими растворителями, более низкая конфекционная липкость, возможность пенообразования при их изготовлении.

Клеи на основе латексов представляют собой многокомпонентные системы довольно сложного состава, что связано с многообразием требований, предъявляемых как к коллоидным системам, так и к свойствам клеевого соединения. Жидкая фаза содержит эмульгаторы (чаще всего анионоактивные ПАВ), обеспечивающие регулирующую стабильность латекса как коллоидной системы (устойчивость при получении, хранении и транспортировании), а также соединения, снижающие их коррозионную активность по отношению к металлам.

Различают клеи на основе натурального и синтетических латексов.

Клеи на основе натурального латекса содержат 30–40 % каучука, 1–2 % протеинов, 1–3 % смол и др. Средне-численная молекулярная масса каучука $3 \cdot 10^5$, степень полимеризации ~ 5000 . Прочность невулканизованных пленок ~ 1 МПа; показатели свойств латекса и натурального каучука близки.

Клеи на основе натурального латекса применяют для влажного дублирования материалов: жидкий клей наносят на одну из склеиваемых поверхностей, которые затем немедленно приводят в контакт; вода удаляется через один из субстратов, поэтому по крайней мере одна из поверхностей должна быть пористой. На основе натурального латекса готовят также клеи, чувствительные к давлению (на одну из поверхностей наносят адгезив, высушивают, а затем обе поверхности приводят в соприкосновение под давлением).

Пленки из клеев на основе натурального латекса обладают высокой когезионной прочностью при недостаточно высоких адгезионных свойствах. Адгезионные свойства пленок улучшают при помощи веществ, повышающих клейкость, в качестве которых в большинстве случаев используют различные смолы, например фенолоформальдегидные.

Для получения клеев, чувствительных к давлению, натуральные латексы смешивают с синтетическими латексами. Однако в этом случае возникает проблема стабилизации, так как вязкость смесей латексов часто выше, чем вязкость индивидуальных составов. В качестве стабилизаторов применяют казеин, олеаты калия и аммония.

Смеси натурального латекса с латексами хлоропренового каучука или полистирола используют для получения липких лент. Предпочтительным является соотношение натурального и синтетического латексов от 95:5 до 50:50.

Разработаны клеи, чувствительные к давлению, на основе смесей натурального латекса с латексами карбоксилсодержащих каучуков (бутадиенового, бутадиен-стирольного, неопренового и изопрен-стирольного). Небольшое содержание карбоксильных групп обеспечивает стабильность клеевой композиции.

Клеи на основе латексов хлоропреновых каучуков содержат помимо латекса акцептор кислоты, стабилизатор, эмульгатор, смолы для повышения липкости, загуститель, смачивающий агент. Для повышения адгезионной прочности, устойчивости при хранении в течение длительного времени, тепло- и водостойкости и улучшения технологических характеристик клеи на основе латексов хлоропреновых каучуков модифицируют смолами. Выбор типа смолы и ее содержания зависит от свойств основы латекса, в частности, способности к кристаллизации. Повышенная скорость кристаллизации приводит к быстрой потере пленкой адгезива клеящих свойств.

Клеи на основе латексов бутадиен-стирольных каучуков в качестве основы содержат латексы марок СКС-65ГП и СКС-65ГПН.

Для получения высоких адгезионных свойств используют латексы карбоксилсодержащих бутадиен-стирольных каучуков, при получении которых применяют акриловую, метакриловую, фумаровую и другие кислоты. Наибольшая адгезия достигается при использовании акриловой кислоты.

Винилпиридиновые клеи – клеи на основе латексов поливинилпиридина, содержащих карбоксильные группы. Данный тип клеев не получил широкого применения в отечественной практике.

Поливинилацетатные клеи (ПВА) выпускают в виде 30–60 %-х водных дисперсий. Их преимущества: большая прочность соединения (в сухих помещениях), долговечность и устойчивость к воздействию повышенных и пониженных температур, отсутствие запаха, нетоксичность, хорошая растекаемость при коротком времени схватывания.

Недостатком дисперсий ПВА является необходимость добавления пластификаторов для получения эластичного клеевого шва, так как они могут мигрировать к поверхности субстрата и снижать прочность клеевых соединений. Чтобы избежать этого, получают специальный ПВА, химически модифицированный пластификатором.

Эмульсии сополимеров винилацетата с этиленом обладают хорошей адгезией к полиэтилену и другим трудносклеиваемым материалам. Однако недостаточная адгезия к металлам приводит к необходимости введения в эти сополимеры карбоксильных групп. Преимуществом карбоксиллированных поливинилацетат-этиленовых клеев является также возможность их отверждения с помощью аминов, фенольных, эпоксидных, мочевиноформальдегидных и меламиноформальдегидных смол, что обеспечивает водостойкость и высокое сопротивление текучести пленки адгезива.

Использование латексов полиакрилатов в клеях различного назначения обеспечивает высокую водостойкость, стойкость к действию различных растворителей, эластичность при низких температурах. Однако их высокая стоимость по сравнению с дисперсиями ПВА и латексами бутадиен-стирольных каучуков сдерживает использование акриловых дисперсий.

Модифицирующие добавки. Регулирование вязкости клеев на основе латексов достигается введением загустителей различной природы: производных целлюлозы, полиакрилатов, поливинилового спирта, коллоидного диоксида кремния, бентонита.

Однако значительное повышение вязкости снижает стабильность системы. Для снижения вязкости вводят ПАВ сульфонатного или неионогенного типа; это обеспечивает также смачиваемость субстрата. Рекомендуемое содержание ПАВ 0,5–1 % (мас.).

Поскольку латексы содержат до 5 % (мас.) эмульгатора, при высокой вязкости возможно образование устойчивой пены, которую можно разрушить с помощью специальных пеногасителей. При этом надо учитывать, что обычно применяемые для этих целей кремнийорганические соединения могут ухудшать адгезионные свойства. В качестве антипенивающей добавки рекомендуют углеводородное соединение, содержащее 0,4 % (мас.) кремнийорганического соединения.

Клеи на основе латексов неполярных и слабополярных полимеров (натурального, бутадиен-стирольного, хлоропренового), особенно чувствительные к давлению клеи, как правило в качестве веществ, повышающих клейкость, содержат смолы. Наиболее часто используют терпеновые, кумароновые, кумароинденные, нефтяные

углеводородные и некоторые термопластичные смолы. Основная форма введения смол в клеевую латексную композицию – эмульсия и раствор смолы в углеводородном растворителе. Оптимальное содержание смолы, вводимой в систему, составляет 40–60 % (мас.). Введение смол в виде эмульсии повышает содержание ПАВ в системе, что нежелательно, так как снижает водостойкость клеевого шва.

Для снижения усадки при высыхании клеев в их состав вводят наполнители (технический углерод, оксид цинка, каолин, мел, силикат кальция, сульфат бария), которые одновременно снижают их стоимость, увеличивают плотность, вязкость и когезионную прочность. Наполнители можно вводить в виде дисперсий или в сухом виде (кроме технического углерода), что предпочтительнее. Для введения в композицию наполнителя в сухом виде он должен быть в достаточной степени мелкодисперсным.

Некоторые наполнители, например гидроксиды металлов, могут выполнять функцию вулканизирующих агентов (в случае хлоропреновых, карбоксилатных и акрилатных латексов), акцепторов кислоты и ингибиторов коррозии. Такие наполнители, как гидроксид алюминия, гипс, триоксид сурьмы, придают негорючесть клеевому соединению.

Для хорошего пленкообразования и повышения эластичности клеевого шва в состав композиции вводят пластификаторы. В основном это относится к клеям на основе дисперсий ПВА. Однако при использовании пластификаторов возможна их миграция на поверхность субстрата, что вызывает снижение адгезии. Иногда используют так называемые временные пластификаторы, функции которых выполняют растворители, улетучивающиеся в процессе сушки.

Для увеличения сроков службы клеевого соединения в состав клея как правило вводят противостарители – соединения класса хинонов, фенолов и дитиокарбаматы металлов, например диэтилдитиокарбамат цинка, диизобутилдитиокарбамат цинка.

Одним из существенных недостатков латексных клеев является их низкая морозостойкость. Ее можно повысить применением ПАВ с увеличенным содержанием гидрофильных звеньев или путем введения в полимерную цепь мономеров (акриловой или метакриловой кислоты), придающих сополимерам свойства полиэлектролитов.

Для повышения морозостойкости латексов рекомендуется вводить диметилформамид, этиленгликоль, меламиноформальдегидную смолу.

Физическое состояние. Латексы различной химической природы, имеющие цвет от белого до коричневатого.

Срок хранения клеев на основе латексов от 3 до 12 мес. в зависимости от состава, клеев на основе ПВА – от 6 до 12 мес. при температуре не ниже 5 °С.

Режим отверждения. Клеи на основе латексов могут отверждаться как при комнатной, так и при повышенных температурах. Продолжительность отверждения при комнатной температуре 24 ч.

Максимальная прочность клеевых соединений, выполненных клеями на основе латексов ПВА, при комнатной температуре достигается через 2–3 ч.

Интервал рабочих температур зависит от природы каучука в латексе (табл. 1.4).

Таблица 1.4. Влияние природы каучука латекса на интервал рабочих температур

Каучук латекса	Интервал рабочих температур, °С
Натуральный	–50...+100
Хлоропреновый	–50...+70* –50...+100–150**
Бутадиен-стирольный	–5...+70–90
ПВА	–5...+100

* Для клеев холодной вулканизации.

** Для клеев горячей вулканизации.

Прочность клеевых соединений зависит от типа используемого в составе клея латекса и вулканизирующей системы. Как правило прочность клеевых соединений при склеивании резин и тканей выше прочности самих материалов.

Области применения. Клеи на основе натурального латекса используют для крепления керамической плитки к бетону, гипсу, дереву, для склеивания текстильных конвейерных лент, в обувной промышленности, а также для дублирования текстильных материалов.

Латексы хлоропренового каучука в промышленном масштабе используют для производства резинотехнических изделий на основе полиамидных волокон (конвейерных лент, ремней, рукавов), что обеспечивает хорошую адгезию волокна к резине на основе хлоропренового каучука. Латексы хлоропренового каучука применяют также в обувной промышленности, в частности для склеивания кожи с резиной, для приклеивания облицовочных материалов к древесине, в качестве контактных клеев в строительной и автомобильной промышленности, склеивания пластиков, хлопчатобумажных тканей, фанеры, дерева, кожи, пенополистирола, ткани со сталью, стальных плит с бумагой.

Клеи на основе латексов бутадиен-стирольных каучуков нашли широкое применение в строительстве в виде различного рода клеящих мастик, выравнивающих составов, шпаклевок, для заделки трещин и т.д.

Клеи на основе латексов ПВА используют для склеивания бумаги, дерева, стекла, кожи, тканей, керамических материалов, металлической фольги и некоторых пластмасс.

1.2.6. Клеи на основе поливинилацетата и его сополимеров

Поливинилацетат представляет собой твердый или вязкий прозрачный продукт с плотностью 1180–1190 кг/м³. Полимер может быть использован до температуры 100 °С; при 120 °С наблюдается пластическое течение, а выше 130 °С – разложение с выделением уксусной кислоты.

Поливинилацетат хорошо совмещается с такими пластификаторами, как дибутилфталат, трикрезилфосфат, эфиры целлюлозы, а также с фенолоальдегидными олигомерами, некоторыми полиэфирами, полиакрилатами, производными целлюлозы, хлоркаучуком, карбамидными олигомерами. Использование перечисленных соединений приводит к повышению водостойкости, твердости и адгезии. Повышение адгезии поливинилацетатных клеев наблюдается также при увеличении содержания в полимере гидроксильных групп.

Для создания клеящих композиций используют главным образом водные эмульсии поливинилацетата (см. разд. 1.2.5), но применяют также и его растворы в органических растворителях. Возможно использование раствора полимера в винилацетате или в продукте его частичной полимеризации. Такие композиции отверждаются в присутствии обычных инициаторов полимеризации.

Водно-эмульсионные клеи могут быть получены также на основе сополимеров винилацетата с винилхлоридом, эфирами акриловой и метакриловой кислот, а также с эфирами малеиновой и фумаровой кислот. Повышенной адгезией к различным материалам обладают клеи на основе сополимеров винилацетата с карбоксилсодержащими соединениями. Такие сополимеры содержат 1,5–3 % летучих веществ, вязкость 55 %-х водных растворов составляет 0,2–1,6 Па·с, а 60 %-х 0,7–7,8 Па·с. Они могут длительно храниться, их удобно транспортировать.

1.2.7. Клеи на основе поливинилового спирта и его производных

Клеи на основе поливинилового спирта представляют собой растворы полимера в воде или в органических растворителях. Для приготовления клеев используют поливиниловый спирт, образующийся при гидролизе поливинилацетата. Растворимость получаемого поливинилового спирта в воде зависит от степени гидролиза поливинилацетата: при степени гидролиза 70–80 % полимер растворим в воде при комнатной температуре; при степени гидролиза 80–95 % растворяется при медленном смешении с холодной водой, а при степени гидролиза 95–100 % растворяется путем диспергирования в холодной воде с последующим нагреванием при 80–90 °С. Обычно для получения клеев степень гидролиза поливинилацетата должна быть 90–100 %.

Поливиниловый спирт растворим также в гликолях, глицерине, диметилформамиде, феноле и других соединениях. Гликоли, глицерин и фосфорная кислота могут служить пластификаторами клеевых композиций.

Клеи на основе поливинилового спирта стойки к действию масел, жиров, углеводородов и многих органических растворителей, однако клеевые соединения недостаточно водостойки, характеризуются низкими теплостойкостью и прочностью.

Для устранения этих недостатков поливиниловый спирт модифицируют непредельными двухосновными кислотами, а также гидроксиметилпроизводными карбамида и водорастворимыми феноло- и меламинаформальдегидными олигомерами. В клеи для бумаги, картона, тканей, нетканых материалов, различных упаковочных и других целлюлозных материалов обычно вводят крахмал и декстрин. Наполнителями служат глина, казеин, некоторые производные канифоли.

Ацетали поливинилового спирта используют главным образом как компоненты эпоксидных и фенолоформальдегидных клеев.

Поливинилформали и поливинилбутирали совместимы в любых соотношениях с эпоксидами, изоцианатами, немодифицированными фенолоальдегидными олигомерами, некоторыми производными канифоли и кумароноинденовыми смолами.

Пластификаторами для поливинилацеталей, в частности для поливинилформали и поливинилбутираля, могут служить фталаты (диэтил-, дибутил- и дифенилфталаты), фосфаты (трибутил-, трифенил- и трикрезилфосфаты), некоторые полиэфиры. Поливинилформаль может быть пластифицирован также хлорнафталином, эпоксидированным соевым маслом; поливинилбутираль – гликолями и их производными, моноолеатом глицерина, касторовым и льняным маслами и производными канифоли. Пластифицированные полимеры отличаются повышенной морозостойкостью (до –60 °С), высокими прочностью при растяжении (25–30 МПа) и относительным удлинением при разрыве (до 40 %). Прочность при сдвиге клеевых соединений дуралюмина при 20 °С составляет 22 МПа, а при 60 °С снижается до 5 МПа.

Теплостойкость поливинилацеталей повышается при сочетании с меламиновыми смолами. При обработке поливинилацеталей глиоксалем они становятся нерастворимыми, повышается температура их размягчения. Модификация полиацеталей этиловым эфиром ортокремниевой кислоты приводит к повышению тепло- и водостойкости полимеров.

1.2.8. Клеи на основе фенолоформальдегидных олигомеров

Фенолоформальдегидные олигомеры являются основой большого числа клеев, широко используемых для склеивания металлов, древесины и многих других материалов.

Олигомеры, полученные конденсацией фенола с избытком формальдегида в присутствии щелочных катализаторов (резольные смолы) и содержащие гидроксиметильные группы, используют для изготовления клеевых композиций.

Новолачные олигомеры, образующиеся при избытке фенола, не содержат гидроксиметильные группы. Для придания новолачным олигомерам клеящих свойств их обрабатывают формальдегидом или содержащими формальдегид соединениями или совмещают с полимерами резольного типа. При этом получают клеи менее жесткие, чем клеи на основе резольных смол, и с лучшими адгезионными свойствами, чем у новолачных.

Наличие бензольных ядер в фенолоформальдегидных смолах обеспечивает им стойкость к термодеструкции, а наличие гидроксильных групп – высокую адгезию к металлам и неметаллическим материалам.

В фенолоформальдегидных олигомерах присутствует свободный фенол (до 25 % (мас.)). Это положительно сказывается на адгезионной прочности клеевых соединений, что связано с его пластифицирующим действием. Однако наличие фенола в составе клеев обуславливает их токсичность, поэтому предпочтительнее использовать клеи на основе обесфеноленных фенолоформальдегидных смол. Получить обесфеноленные резольные смолы весьма сложно, поэтому на практике используют обесфеноленные новолачные смолы.

В процессе отверждения при нагревании фенолоформальдегидных смол резольного типа происходит их дальнейшая конденсация, катализаторами которой могут служить кислоты, а также сульфат, фосфат или хлорид аммония, которые вводят в клеевые композиции в количестве 0,1–5 % (мас.). При использовании в качестве основы клеев новолачных фенолоформальдегидных смол отверждение осуществляют с помощью гексаметилентетрамина (ГМТА), который вводят в количестве 5–12 % (мас.).

Недостатком отвержденных фенолоформальдегидных смол является повышенная хрупкость. Для повышения эластических характеристик олигомеры модифицируют соединениями, содержащими реакционноспособные группы. Для модификации применяют каучуки (бутадиен-нитрильные, натуральный, метилвинилпиридиновые и др.), эпоксидные смолы, поливинилацетаты. Модификация, однако, приводит к снижению термостойкости.

В качестве пластификаторов фенольных смол используют полимеры на основе фосфонитрилхлоридов и различных полигидроксиароматических соединений. Эти соединения имеют хорошую адгезию и не снижают термостойкость клеящих систем. Кроме того, они придают материалам огнестойкость.

Весьма часто фенолоформальдегидные смолы сочетают с элементарными органическими соединениями, что позволяет получить термостойкие клеи с прочностью выше, чем у клеев на основе немодифицированных элементарных органических смол.

В качестве наполнителей клеев на основе фенолоформальдегидных смол применяют карбонат стронция, оксид меди, оксид кобальта, порошкообразную нержавеющую сталь, аморфные бор и кремний и др.

Физическое состояние. Клеями служат ацетоновые, спиртовые или водные растворы немодифицированных фенолоформальдегидных смол и пленки, изготовленные пропиткой волокнистых материалов (например, бумаги из сульфатной целлюлозы) спиртовым раствором фенолоформальдегидной смолы.

Фенолоацетальные клеи выпускают в виде растворов в спиртах, кетонах, смесях спиртов с ароматическими углеводородами.

Фенолокаучуковые клеи выпускают в жидком виде и в виде пленок. Жидкие клеи представляют собой растворы (~30 %-й концентрации) в органических растворителях. Как правило их готовят непосредственно перед применением из двух компонентов, один из которых представляет собой раствор фенолоформальдегидной смолы, второй – каучука. Пленочные фенолокаучуковые клеи как правило представляют собой неармированные системы, которые по сравнению с эпоксидными пленочными клеями имеют более длительный гарантийный срок хранения.

Срок хранения для клеев на основе немодифицированных фенолоформальдегидных смол резольного типа при 20 °С составляет 6 мес., для немодифицированных фенолоформальдегидных смол новолачного типа 12–24 мес.

Срок хранения при 20 °С модифицированных жидких клеев от 6 до 12 мес. в герметичных емкостях, пленочных клеев до 4–6 мес.

Режим отверждения. Склеивание фенолокаучуковыми клеями на основе резольных смол производят в течение 20–120 мин при 150–200 °С и давлении 0,35–1,0 МПа.

Режим отверждения клеев общего назначения, отверждаемых кислотными отвердителями, – от 3 до 6 ч при 20 °С. При повышении температуры продолжительность отверждения значительно сокращается.

Клеи на основе новолачных фенолоформальдегидных смол отверждаются при 140–150 °С в течение 15 мин и давлении 0,7–1,7 МПа, пленочные клеи – до 15 мин при 120–150 °С и давлении 0,7–1,4 МПа.

Как видно из приведенных выше данных, склеивание следует проводить при повышенном давлении.

При отверждении с помощью эпоксидных олигомеров не происходит выделения летучих продуктов, поэтому давление при отверждении не требуется.

Интервал рабочих температур зависит от рецептуры клея. Для немодифицированных клеев он составляет от –60 до 150 °С (длительное воздействие температуры) и до 260 °С (кратковременное воздействие температуры). Модифицированные каучуками клеи работоспособны при температурах 150–200 °С до 5000 ч и более. Введение в них термостойких наполнителей позволяет повысить рабочую температуру до 300 °С. Клеи, модифицированные элементарными органическими соединениями, работоспособны до температуры 500 °С. На основе продуктов совмещения фенольных смол с титансодержащими кремнийорганическими смолами удается получить клеи, способные работать при температурах до 1200 °С.

Прочность (при 20 °С) при сдвиге для клеевых соединений стальных образцов, выполненных немодифицированными клеями холодного отверждения, достигает 10–13 МПа после отверждения при комнатной температуре в течение 24 ч.

Для клеевых соединений стали, выполненных фенолокаучуковыми клеями, прочность при сдвиге составляет 12,5–26 МПа, прочность при равномерном отрыве до 20 МПа.

Стойкость к действию различных факторов. Клеи стойки к действию атмосферных условий, кипящей воды, биологических факторов, масел, соляного тумана и многих растворителей.

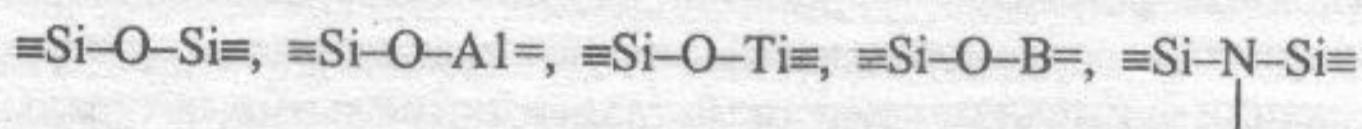
Области применения. Немодифицированные фенолоформальдегидные клеи используют для склеивания пенопластов, деревянных конструкций, в производстве мебели и фанеры, при изготовлении слоистых конструкций, тары и др.

Фенолоацетальные клеи применяют для сборки силовых конструкций, приклеивания обшивок из металла или армированного пластика к сотовому наполнителю из бумаги (пропитанной смолой), в изделиях радиотехнического назначения; в качестве адгезионного грунта для металлов, которые подлежат склеиванию с древесиной клеями на основе фенолоформальдегидных смол; в изделиях, работающих при высоких температурах (например, для приклеивания автомобильных тормозных накладок и дисков муфт и др.).

Фенолокаучуковые клеи используют в качестве конструкционных для склеивания металлов, пластиков, древесины, стекла и керамики;

1.2.9. Клеи на основе элементарорганических соединений

Наиболее часто в качестве компонентов клеев применяют элементарорганические полимеры, содержащие в основной цепи связи



Особый интерес среди элементарорганических полимеров, применяемых для создания клеев, представляют полиорганосилоксаны. Это обусловлено их высокой термической и термоокислительной стойкостью.

Высокая термическая стойкость и стойкость к термоокислительной деструкции элементарорганических клеев обусловлены высокой энергией связи Si-O; в то же время ионный характер этой связи определяет невысокую когезионную прочность. В отличие от органических соединений термоокисление кремнийорганических полимеров не затрагивает основную цепь. Окисление боковых связей Si-C сопровождается образованием межмолекулярных связей Si-O-Si, вследствие чего повышается степень структурирования и общая термическая и термоокислительная устойчивость. Механическая прочность системы на первых этапах окисления увеличивается, а затем, при определенном соотношении связей Si-C и Si-O-Si, начинает снижаться. Данные по прочности клеевых соединений, выполненных кремнийорганическими клеями на основе полимеров различного строения, приведены в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Влияние природы полиорганосилоксанов на прочность клеевых соединений

Полимер	Содержание, %		$\tau_{\text{сдв}}$, МПа		$\tau_{\text{сдв}}$, МПа, после термостарения*		$S_{\text{отр}}$, МН/м при 20 °С
	ОН-группы	ОСН ₃ -группы	20 °С	425 °С	20 °С	425 °С	
Полиметилсилоксан	3,3	1,75	10	4,5	7 / 7	5,3 / 5,2	45
Полиметилфенилсилоксан	4,8	1,5	9,9	4,5	9,4 / 7,5	5,3 / 3,8	60
Полифенилсилоксан	6,2	0,8	5,5	4,1	6,5 / 6,8	4,6 / 4,1	18

* В числителе после термостарения при 350 °С в течение 24 ч, в знаменателе – при 425 °С в течение 4 ч.

Кроме высокой термостойкости кремнийорганические клеи обладают и другими важными свойствами:

- достаточно хорошей стойкостью к воздействию атмосферных условий, озона, коронного разряда и солнечного света;
- удовлетворительной стойкостью к действию воды;
- стойкостью к действию радиации, а также к одновременному воздействию повышенной температуры и радиации;
- хорошими диэлектрическими свойствами в широком диапазоне температур.

К недостаткам кремнийорганических клеев следует отнести их сравнительно низкие когезионные и адгезионные свойства, которые зависят от строения полимера. Клеевые соединения металлов с наибольшей прочностью и термической стабильностью удается получить с применением в составе композиций полимеров, которые содержат ароматические ядра, связанные с атомом кремния непосредственно или через кислородный атом, а также линейные участки цепи.

Клеи на основе немодифицированных элементарорганических смол представляют собой растворы смол в органических растворителях, наполненные волокнистым наполнителем или порошкообразными оксидами металлов. Для их отверждения необходимы высокие температуры и давления (250–270 °С; 0,8–1 МПа); прочность клеевых соединений невысока (до 8 МПа).

Для получения клеев можно также использовать хлорсиланы (метилтрихлорсилан, диметилдихлорсилан, метилфенилдихлорсилан и фенилтрихлорсилан) в различных соотношениях. Отверждение таких клеев проходит при 150 °С и давлении 0,02–0,07 МПа в течение 2 ч. Прочность клеевых соединений нержавеющей стали на этих клеях после воздействия температуры 400 °С в течение 0,5 ч составляет 3,5 МПа.

В качестве компонентов клеев все более широко применяют органосилазаны, содержащие группировки $\equiv\text{Si}-\text{NH}-\text{Si}\equiv$; они обладают высокой реакционной способностью и могут взаимодействовать с различными соединениями уже при комнатной температуре. Силазаны могут с успехом использоваться в качестве сшивающих агентов для полимеров, содержащих ОН-группы.

Повышение адгезионных свойств кремнийорганических клеев можно достигнуть путем введения в их состав силоксанов, содержащих в основной цепи атомы бора, титана, алюминия. Эти соединения способны образовывать дополнительные координационные связи между макромолекулами за счет неспаренных электронов атомов кислорода и металла. Наиболее высокие прочности клеевых соединений удастся получить при введении в состав силоксанов атомов бора в количестве 0,3 % (мас.).

Немодифицированные клеи на практике применяют редко. Примером таких клеев является клей ВК-2, который используется в настоящее время только как основа уплотнительного материала 18ВК-2Г и др.

Одним из путей повышения термостойкости кремнийорганических клеев является введение в состав основной цепи карборановых фрагментов (получение поликарборансилоксанов), которые содержат в полимерной цепи звенья карборанов и силоксанов. Примером клея на основе поликарборансилоксанов является клей ВК-48. Он работоспособен до 400 °С и сочетает высокую термостойкость с оптической прозрачностью.

К числу кремнийорганических термостойких клеев относятся также так называемые органосиликатные клеи, разработанные Институтом химии силикатов РАН. Органосиликатные клеи состоят из кремнийорганических полимеров, активированных силикатами и различных оксидов. Иногда в их состав входят также стекловидные добавки. С целью снижения температуры отверждения используют различные катализаторы – азотсодержащие соединения, нафтенаты кобальта, свинца и других металлов, органические пероксиды, соли некоторых металлов, кремний- и элементарорганические соединения. При введении в клеи стекловидных добавок их термостойкость повышается на ~200 °С. Их вводят в клеи в виде мелкодиспергированных порошков с размерами частиц от 10 до 59 мкм. При уменьшении размеров частиц порошка до 1 мкм свойства клея улучшаются вследствие повышения активности силикатов. Отверждение клеев проходит при температуре 150–300 °С.

В интервале температур 400–600 °С наблюдается интенсивная деструкция полиорганосилоксанов. Удаление метильных и фенильных заместителей при термоокислительной деструкции происходит практически одновременно. Протекание процессов деструкции не приводит к разрушению органосиликатных клеев. Более того, в температурной области, соответствующей наиболее интенсивной деструкции полиорганосилоксана (400–600 °С), происходит их упрочнение. Вследствие этого интервал рабочих температур органосиликатных материалов может значительно перекрывать верхний предел эксплуатации индивидуальных полиорганосилоксанов. Некоторые органосиликатные материалы обеспечивают за счет этого надежную и длительную работу изделия при 700 и даже 1000 °С.

Кремнийорганические полимеры как правило отверждаются с выделением летучих продуктов реакции. При нормальной температуре большинство из них являются твердыми продуктами, вследствие чего их необходимо перерабатывать в виде растворов. Все это вызывает повышенную дефектность клеевого слоя.

Одним из перспективных направлений повышения монолитности и, как следствие, механических и других свойств клеев является введение в их состав жидких реакционноспособных олигомерных продуктов. Применение в составе композиции жидких олигомеров, отверждающихся вместе с полимером с образованием сетчатой структуры, исключает необходимость применения растворителей, способствует направленной модификации свойств, изменяет реологию композиций.

Примером реализации рассмотренного принципа является разработка элементарорганического клея ВК-22 холодного отверждения.

Большой интерес представляет создание клеев на основе элементарорганических эластомеров. Они обеспечивают невысокие прочностные характеристики клеевых соединений (до 4 МПа), но обладают хорошими эластическими свойствами, что обеспечило их широкое применение при склеивании материалов с различающимися коэффициентами линейного расширения.

Композиции холодного отверждения на основе элементарорганических эластомеров выпускают в виде одно- и двухупаковочных составов в зависимости от используемого вулканизирующего агента.

Как указывалось выше, элементарорганические клеи имеют недостаточно хорошие адгезионные и когезионные свойства. Для улучшения прочностных характеристик таких клеев осуществляют их модификацию различными органическими олигомерами.

Отвердители. Многие кремнийорганические системы способны отверждаться без введения в их состав специальных отвердителей. Однако если кремнийорганическая смола содержит гидроксильные, винильные и другие функциональные группы, для получения оптимальных свойств клея требуется введение специальных отвердителей. Отверждение системы осуществляют также путем введения модифицирующих смол, например эпоксидных, фенолоформальдегидных и др. В качестве вулканизирующих агентов кремнийорганических эластомеров используют амины, этилсиликат, оловоорганические соединения, оксиды и др.

Катализаторы. Катализаторами процесса отверждения кремнийорганических клеев могут быть полиметилсилабороксан или его смесь с полиметилсилазаном. В клеях-герметиках на основе кремнийорганических каучуков в качестве ускорителей используют оловоорганические соединения, например ди(этилоктаноат) олова (диэтилдикаприлат олова). В качестве катализатора отверждения может применяться также фосфонитриланилид. При введении этого продукта в полифенилсилоксановую смолу в количестве 5 % (мас.) полное отверждение смолы происходит при 200 °С в течение 2 ч, тогда как в его отсутствие полное отверждение наступает при прогреве до 350 °С.

Растворители. Растворителями элементарорганических клеев являются спирт, ацетон, этилацетат и др. Вместо них предпочтительно использование олигомерных жидких элементарорганических соединений, которые совмещают с твердыми смолами при температуре $\sim 80^\circ\text{C}$.

Наполнители. В элементарорганических клеях наполнители играют важную роль. В ряде случаев от них зависит прочность клеевых соединений при высоких температурах. Ряд систем без наполнителей вообще не способны работать при температурах выше 250°C , в то время как при правильном подборе наполнителей удается обеспечить работоспособность до $500\text{--}600^\circ\text{C}$, а в некоторых случаях до $1200\text{--}1400^\circ\text{C}$.

В качестве наполнителей элементарорганических клеев можно применять порошки металлов, оксиды, стекловолокно и др. Наполнители существенно улучшают прочностные и эластические свойства клеев. Особенно эффективным наполнителем кремнийорганических клеев является измельченный асбест. Он вступает в химическое взаимодействие со смолой с образованием органокремнийорганических структур, обеспечивающих значительное повышение термостойкости и прочности клеевых соединений.

При использовании в качестве наполнителей элементарорганических клеев оксидов необходимо помнить, что некоторые из них являются катализаторами разложения элементарорганических соединений. Исследовано влияние на полидиметилсилоксан таких наполнителей, как NiO, SiO₂, Al₂O₃, CaO, BeO и MgO. До 300°C добавки SiO₂ (кварц, аэросил), NiO и Al₂O₃ мало влияют на потерю массы, а выше 300°C Al₂O₃ и SiO₂ заметно ускоряют разложение полимера. В присутствии CaO, BeO и особенно MgO полидиметилсилоксан разлагается с образованием низкомолекулярных циклических продуктов. Этот процесс особенно интенсивно протекает в интервале температур $150\text{--}350^\circ\text{C}$.

Особенно сильно влияют наполнители на термостойкость органосиликатных клеев. В состав этих клеев входят силикаты и оксиды, которые при отверждении вступают в химическое взаимодействие с основным компонентом клея – элементарорганическим связующим. Силикатным наполнителем клеев являются хризотилловый асбест, слюда, мусковит, тальк. Оксидным наполнителем служат оксиды ряда переходных металлов (хрома, титана, кобальта, ванадия и др.).

Между компонентами системы происходит химическое взаимодействие как при отверждении клеев, так и в процессе деструкции полиорганосилоксана ($400\text{--}600^\circ\text{C}$). Оксиды, входящие в состав клеев, служат иногда катализаторами отверждения кремнийорганических полимеров.

Силикатные наполнители перед приготовлением клея прокачивают при 200 (мусковит, тальк) или 350°C (хризотилловый асбест), что способствует их поверхностной активации, и вводят в клей в виде мелкодисперсных порошков с размерами частиц от 10 до 50 мкм. Уменьшение размера частиц до 1 мкм способствует улучшению свойств клеевых композиций.

Введение в состав органосиликатных клеев тонкоизмельченных стекол повышает их термостойкость примерно на 200°C .

Физическое состояние. Клеи могут представлять собой:

- высоконаполненные пастообразные системы с растворителями (высокотермостойкие клеи);
- не содержащие наполнитель низковязкие бесцветные или слегка окрашенные системы, представляющие собой смесь олигомерных и полимерных продуктов (оптические клеи);
- пастообразные, в том числе одноупаковочные, клеи-герметики на основе жидких кремнийорганических каучуков, цвет которых зависит от типа используемого в их составе наполнителя (наиболее часто белого цвета).

Срок хранения для кремнийорганических клеев зависит от их состава и использованного отвердителя.

Срок хранения высоконаполненных клеев горячего отверждения составляет 6 мес. Жизнеспособность клеев, отверждающихся при комнатной температуре (как правило силазанами), $40\text{--}60$ мин.

Срок хранения ненаполненных кремнийорганических клеев, в том числе не содержащих растворитель, $1\text{--}3$ мес.

Срок хранения одноупаковочных клеев-герметиков 6 мес. Жизнеспособность (после удаления из герметичной упаковки и нанесения на склеиваемые поверхности) ~ 1 ч.

Стойкость к действию различных факторов. Эти клеи устойчивы к воздействию влаги, климатических условий, имеют малую гигроскопичность. Устойчивы к солнечной радиации и озону, а также к биологическим факторам. Обладают высокой термической и окислительной стабильностью. Рабочие температуры от -60 (и ниже) до 1200°C . Кремнийорганические клеи выдерживают контакт со многими маслами и химикатами (включая разбавленные кислоты и основания), но растворяются в среде органических растворителей. Имеют хорошие диэлектрические свойства.

Области применения. Для приклеивания термостойких неметаллических материалов, кремнийорганических резин.

1.2.10. Клеи-расплавы

Клеями-расплавами принято называть термопласты со 100% -м содержанием клеящего вещества, приобретающие вязкотекучее состояние и адгезионные свойства при нагревании и быстро восстанавливающие твердое состояние при охлаждении.

Первые сообщения о применении клеев-расплавов относятся к началу 50-х годов, после чего их производство во всем мире развивалось невиданными темпами (со среднегодовым приростом $10\text{--}15\%$). Это объяснялось рядом специфических свойств и преимуществ перед другими типами клеев – отсутствие органических растворителей в их составе и безвредность для работающих, простота технологии применения, высокая скорость склеивания, экономичность, экологическая безопасность. Клеи-расплавы являются совершенно нелетучими продуктами, не вытекают из клеевого шва и не проникают в глубь субстрата.

В состав клеев-расплавов входят следующие компоненты: базовые полимеры (основа клеев-расплавов), адгезионные компоненты (смолы и олигомеры), воски и парафины, пластификаторы, твердые наполнители, антиоксиданты.

Базовые полимеры являются основным компонентом клеев-расплавов, имеющим как правило наибольшую температуру плавления и определяющим их когезионную прочность, теплостойкость, условия переработки и применения. Наиболее широко применяются полиэтилен, сополимеры этилена с винилацетатом, этилакрилатом и акриловой кислотой, полиамиды, полиэфиры, поливинилацетат, поливинилбутираль, полиизобутилен, полиуретаны и др. Широкое применение полиэтилена в составе клеев-расплавов объясняется его низкой стоимостью.

Для увеличения адгезии как правило используют сополимеры этилена, составляющие более половины всех производимых в мире клеев-расплавов. Основным продуктом клеев-расплавов общего назначения являются сополимеры этилена с винилацетатом (ЭВА), содержание которого составляет 12–40 % (мас.). В России производят сополимер Сэвилен, содержащий до 15 % (мас.) винилацетата.

Содержание винилацетата в сополимерах существенно влияет на прочность клеевых соединений. Сополимеры, содержащие менее 10 % (мас.) винилацетата, обладают свойствами неполярных полимеров и не могут быть использованы в качестве клеев. При увеличении содержания винилацетата выше 30 % (мас.) прочность клеевых соединений при расслаивании заметно увеличивается и при содержании 44 % (мас.) составляет 0,9 Н/мм (по сравнению с 0,2 Н/мм для сополимера с содержанием винилацетата 30 % (мас.)).

Сополимеры ЭВА, в которых содержание винилацетата составляет от 15 до 40 % (мас.), имеют хорошую адгезию ко многим субстратам, хорошо совмещаются с другими компонентами клеев, имеют наибольшую липкость и морозостойкость. Для повышения прочности ЭВА применяют в сочетании с канифолью, оптимальное содержание которой составляет 35–40 % (мас.).

Широкое применение в качестве базового компонента клеев-расплавов находят также полиамидные смолы. Они представляют собой линейные продукты взаимодействия двухосновных жирных кислот с диаминами. При использовании алифатических диаминов типа этилендиамина получают полимер с температурой плавления 100–120 °С.

Полиэфирные клеи-расплавы имеют температуру плавления 200–220 °С. В качестве компонентов таких клеев применяют различные полиэфиры. Скорость кристаллизации полиэфира определяет скорость затвердевания клея-расплава, однако, чем выше скорость кристаллизации полиэфира, тем выше хрупкость. Для получения эластичного клея с высокой скоростью затвердевания в сравнительно медленно кристаллизующийся полиэфир вводят вещества, играющие роль зародышей кристаллизации. На основе линейных сложных полиэфиров получают высокопрочные клеи, работоспособные в интервале температур от –29 до 74 °С. При нанесении на поверхность клеи следует нагревать до температуры 204 °С.

Адгезионные компоненты используют в рецептурах клеев-расплавов для повышения их адгезии в расплавленном состоянии, смачивания склеиваемых поверхностей и снижения вязкости. В качестве адгезионных компонентов используют канифоль и ее производные, битумы, кумароноинденовые и фенолоформальдегидные смолы. Наиболее широкое применение находят эфиры глицерина и канифоли (эфир Гарпиуса, Элкан А 110, Элкан А 120, Элкан Б 103).

Зависимость прочности клеевых соединений от содержания в композиции эфира канифоли носит экстремальный характер. Как правило оптимальным является его содержание 40–50 % (мас.); дальнейшее увеличение содержания эфира канифоли приводит к снижению прочности клеевого соединения вследствие уменьшения когезионных свойств клеевых композиций.

Воски и парафины используют для снижения вязкости, повышения смачивающей способности, уменьшения стоимости клея-расплава. Применяются твердые нефтяные парафины, низкомолекулярные полиэтиленовые воски и некоторые другие.

В качестве *пластификаторов* используют диоктилфталат, дибутилфталат, хлорпарафины, трифенилфосфат, трибутилфосфат, низкомолекулярный жидкий полиизобутилен, полиамиды и др.

Наполнителями клеев-расплавов служат оксиды титана, цинка, магния, тальк, каолин, древесная мука, бентонит и др.

Клеи-расплавы являются идеальными материалами для механизации и автоматизации процесса склеивания. Процесс склеивания отличается малой энергоемкостью, высокой производительностью. Нетоксичны, пожаро- и взрывобезопасны, не замерзают и не охрупчиваются, не изменяют свойств при хранении. Проявляют адгезионные свойства в расплавленном состоянии.

Недостатками клеев-расплавов являются ползучесть под нагрузкой и особенно при одновременном воздействии температуры и даже незначительной инерционной нагрузки, необходимость использования специального оборудования для их нанесения, строгое соблюдение температуры склеивания и в некоторых случаях предварительный нагрев субстратов перед нанесением клея.

Физическое состояние – порошки, ленты, пленки, гранулы, цилиндры, бруски, шнуры, таблетки, шарики.

Срок хранения при комнатной температуре неограниченный.

Режим склеивания – нагревание до температуры плавления 65–200 °С с выдержкой при этой температуре в течение 5–30 с. Давление при склеивании от контактного до 0,7 МПа.

Интервал рабочих температур зависит от типа клея-расплава и составляет –100...+100–140 °С. Лучшей морозостойкостью обладают клеи-расплавы на основе полиамидов и сополимеров этилена с винилацетатом; наиболее высокая термостойкость характерна для полиэфирных клеев-расплавов.

Области применения — практически все отрасли народного хозяйства. Широко используют для упаковки, в переплетном деле, обувном и швейном производстве, при изготовлении мебели, для получения нетканых материалов, комбинированных материалов, слоистых пластиков, при склеивании древесины, картона и бумаг, для получения липких лент, склеивания термоусаживающихся трубок.

1.2.11. Неорганические клеи

Неорганические клеи являются наиболее термостойкими из всех известных в настоящее время клеящих систем. Некоторые из них выдерживают воздействие температур до 3000 °С, сохраняют высокие электроизоляционные свойства при повышенных температурах, не выделяют газообразные продукты при работе в вакууме. Однако эти клеи имеют невысокие прочностные характеристики (3–5 МПа) и обладают хрупкостью, в связи с чем не могут применяться как конструкционные. Кроме того, как правило они представляют собой кислые или щелочные составы, что ограничивает возможность их использования для склеивания ряда материалов.

К неорганическим клеям относятся фосфатные и силикатные клеи, гидравлические цементы, металлические клеи. Ниже приведены свойства неорганических клеев, нашедших применение в различных отраслях промышленности и строительстве.

1.2.11.1. Металлические клеи

Металлическими клеями называют составы, которые готовят с использованием различных металлов. В состав клея входят жидкий металл и порошки тугоплавких металлов. Они представляют собой пастообразные составы и способны затвердевать при низких температурах.

Основным компонентом жидких клеев служит галлий, поэтому эти клеи получили название галлиевых паст. Благодаря способности галлия смачивать различные материалы галлиевые пасты могут быть использованы для склеивания как металлических, так и неметаллических материалов; при этом процесс склеивания в зависимости от состава паст протекает при температурах от 20 до 300 °С. Свойства паст зависят от способности твердых металлов растворяться в жидком галлии. Лучшей растворимостью обладает серебро (растворяется 5 %).

По растворимости в галлии все металлы можно разделить на три группы:

- 1) металлы с ограниченной растворимостью (Cd, Hg, Tl, Pb, Bi, Te);
- 2) металлы, образующие с галлием простые эвтектики (Zn, Al, In, Ge, Sn), а также кремний;
- 3) металлы, образующие с галлием химические соединения и промежуточные фазы (Li, Na, K, Cu, Ag, Au, Mg, Sr, Ga, V, Ti, Zr, Hf, Nb, Cr, Mo, Mn, Fe, Co, Ni и др.).

С учетом вышеизложенного в качестве наполнителя в галлиевых клеях могут быть использованы различные металлы, образующие с галлием химические соединения и промежуточные фазы с высокими температурами плавления или разложения. При этом предпочтительнее использовать металлы, образующие с галлием металлические связи, — металлы подгруппы меди, а также металлы VIII группы с переменной валентностью.

В качестве наполнителей используют порошки металлов, представляющие собой высокодисперсные системы с сильно развитой поверхностью. При взаимодействии компонентов имеет место как химическое взаимодействие, так и диффузия галлия в твердую фазу. При этом может возникать диффузионная пористость. Свойства смеси сильно зависят от соотношения жидкой и твердой фаз.

Чем выше дисперсность порошка, тем более дисперсное, кристаллическое строение имеет клей, тем выше его прочность. Использование ультразвука приводит к повышению прочности; более высокую прочность дают составы, при отверждении которых происходит увеличение объема (сплавы Ga с Au, Nb, Sb). Даже введение в клей небольших добавок этих металлов приводит к улучшению его свойств.

Составы некоторых галлиевых паст приведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6. Составы галлиевых паст

Марка	Содержание, %				
	Ga	Sn	In	Ag	Cu
ГМ	34,00	—	—	—	66
ГОСМ	31,00	15,00	—	3,00	51
ГОИМ	23,45	4,38	7,17	—	65
ГИСМ	25,16	—	8,16	0,68	66

Отверждение приведенных в табл. 1.6 галлиевых паст можно проводить при температуре 100–350 °С. С повышением температуры количество и размер медных включений уменьшаются. Основной компонент после отверждения — сплав меди с галлием (CuGa₂) с температурой плавления 254 °С.

Коэффициент теплопроводности 134–159 Вт/(м·град). Механическая прочность при разрыве 10–38 МПа. Лучшая прочность у ГОИМ.

При эксплуатации в интервале температур 200–800 °С припой окисляется с образованием оксидов. Образующиеся оксиды обеспечивают возможность эксплуатации галлиевых паст до 800 °С.

Наносить пасты следует в течение 24 ч после изготовления; слой должен быть тонким.

Простота изготовления галлиевых паст и ряд уникальных физико-химических свойств, которыми они облада-

ют, позволяет решать такие проблемы, которые нерационально или даже невозможно решить другими известными способами. К этим проблемам относятся возможность получения клеевых соединений с электропроводностью, не уступающей электропроводности соединяемых материалов, а также клеевых соединений, обладающих вакуумной плотностью. Галлиевые пасты позволяют получать соединения без нагревания с последующей эксплуатацией при температурах до 800 °С.

Использование галлиево-серебряных паст позволяет получать вакуумноплотные соединения. Состав такой пасты: 30,2 % Ga, 13,8 % In, 6 % Sn, 50 % Ag. Такое соединение выдерживает вакуумирование до температуры 600 °С с выдержкой до 200 ч. Формирование структуры происходит при комнатной температуре в течение 8–24 ч или при термообработке до 100–200 °С в течение 1,5–2 ч.

Разработаны также пасты ГОМ-66, ГОМ-64, ГОМ-62, имеющие прочность при сжатии 1,3, 1,6 и 2,0 МПа, соответственно (ТУ 48-0572-168/0–82). Срок хранения при комнатной температуре 1 ч. Пасту наносят на соединяемые поверхности с помощью специального наконечника прибора «Ульрастом», обеспечивающего смачивание за счет ультразвука. Давление при склеивании 0,1–0,15 МПа; термообработка при 70 °С в течение 96 ч; герметичность 1,0 МПа в течение 5 мин.

1.2.11.2. Фосфатные клеи-цементы

В зависимости от состава фосфатные клеи-цементы можно разделить на две группы: клеи, получаемые с применением фосфорной кислоты, которые как правило называют клеи-цементы, и клеи, получаемые с применением фосфатных связующих, которые обычно называют клеями.

Клеи-цементы можно получать с использованием оксидов и фосфорной кислоты; фосфатов и фосфорной кислоты; гидроксидов и фосфорной кислоты.

Фосфатные клеи-цементы представляют собой сильно наполненные пастообразные системы зеленого цвета. Во многих клеях-цементов в качестве наполнителей используют нитриды, силициды, карбиды. Известны также случаи введения в состав клеев-цементов мелкодисперсных порошков различных металлов. Использование смеси наполнителей позволяет регулировать продолжительность отверждения клеев-цементов, коэффициент линейного термического расширения, адгезионные и когезионные свойства и многие другие характеристики.

Активность клеев-цементов повышается в ряду наполнителей: фосфат < оксид < гидроксид.

При использовании фосфатных связующих для получения клеев-цементов упрощаются физико-механические свойства клеевых соединений и во многих случаях упрощается технология применения. Названия клеев-цементов как правило связаны с используемым связующим. Так, клеи-цементы на основе алюмофосфатного связующего называют алюмофосфатными, на основе алюмохромфосфатного – алюмохромфосфатными и т. д.

Алюмофосфатные клеи-цементы являются наиболее распространенными из всех фосфатных клеев. Они предназначены для склеивания стекла, керамики, ситалла, а также металлов и сплавов, которые не взаимодействуют с фосфорной кислотой (вольфрама, молибдена, тантала, циркония, никеля, кобальта, константана и др.). Отверждаются при 20 °С, однако для получения водостойкого клеевого шва необходима термическая обработка при 270–300 °С. Оптимальная скорость подъема температуры в интервале температур 20–100 и 200–280 °С не более 2 град/мин, а в интервале температур 100–200 °С не более 1,5 град/мин.

Механическая прочность клеевого шва зависит от вида склеиваемых материалов. Наибольшая механическая прочность наблюдается при склеивании керамики.

На основе алюмофосфатных связующих можно получать клеи-цементы с высокой огнеупорностью; коэффициент линейного термического расширения можно регулировать в широких пределах, изменяя наполнитель. В этих клеях в качестве наполнителей применяют диоксид циркония в сочетании с порошками некоторых металлов (никеля, титана, хрома, меди, железа). Термостойкость для составов с никелем 1240 °С, титаном 1350 °С, хромом 1600–1800 °С, медью или железом 1050 °С. Термостойкость композиций без этих наполнителей не превышает 1050 °С независимо от состава порошковой части.

Алюмохромфосфатные клеи-цементы по сравнению с алюмофосфатными имеют ряд преимуществ:

- 1) после отверждения алюмохромфосфатные материалы образуют пленку, которая остается аморфной вплоть до 300 °С, что способствует повышению механической прочности и адгезионных свойств;
- 2) алюмохромфосфатные связующие более стабильны в процессе хранения, имеют высокую термическую стойкость, хорошую совместимость с различными наполнителями;
- 3) в случае композиции на основе алюмохромфосфатных связующих для образования труднорастворимых в воде продуктов требуется сравнительно невысокая температура термической обработки, в ряде случаев не выше 100 °С.

Алюмохромфосфатные клеи способны отверждаться при 20 °С, однако при воздействии воды в течение 10–15 сут клеевые соединения разрушаются. Чтобы избежать этого соединения прогревают при 170 °С в течение 1 ч.

Для создания термостойких клеев могут быть использованы композиции, в состав которых входят алюмохромфосфатные связующие в сочетании с диоксидом циркония. Термостойкость таких композиций составляет от 1500 до 2000 °С в зависимости от состава и количества вводимого связующего. Однако для таких композиций характерны значительные усадки при температуре 600 °С и выше, что затрудняет их использование. Кроме того, коэффициент линейного термического расширения композиций можно регулировать в ограниченных пределах, изменяя соотношение компонентов. Указанные недостатки можно устранить, используя диоксид циркония в сочетании с некоторыми металлическими порошками, например порошкообразным титановым сплавом, железом, никелем и хромом в количестве 40 % (об.) (в расчете на диоксид циркония). Для получения композиций с оптимальными свойствами содержание связующего должно составлять 50 % от объема порошковой части.

При введении в состав композиций металлических порошков температура отверждения снижается до 20 °С, однако для получения высоких значений прочности необходимо нагревание до 250 °С. Дальнейшее повышение температуры до 700 °С приводит к небольшому увеличению прочности, а выше 700 °С к снижению ее (на 30–40 %) для большинства композиций; начиная с 1100 °С, прочность вновь повышается.

Усадка при обжиге и коэффициент линейного термического расширения являются одними из важнейших технических показателей, определяющих возможность применения материалов в качестве клея. На усадку и коэффициент линейного термического расширения композиций на основе алюмохромфосфатного связующего существенно влияет содержание металлического наполнителя. Для композиций с содержанием металла 20–30 % (об.) по отношению к порошковой части, подвергнутых обжигу при 1400 °С, характерна незначительная усадка (менее 0,5 %) или полное ее отсутствие.

Клеи-цементы на основе алюмохромфосфатных связующих имеют удовлетворительную стойкость в серной кислоте и водостойкость. Для образования водостойких клеевых соединений такие клеи следует подвергать термической обработке при 150 °С и выше. Температуру можно снизить до 20 °С введением 6–15 % эфиров ортокремниевой кислоты.

В зависимости от состава жизнеспособность может составлять от 30 мин до нескольких часов.

Клеи-цементы на основе алюмохромфосфатных связующих применяют для склеивания керамики, крепления различных высокотемпературных датчиков, контровки резьбовых соединений. Клеи являются кислыми, поэтому могут быть использованы в контакте с коррозионноустойчивыми материалами.

1.2.11.3. Клеи на основе силиката натрия

Силикат натрия представляет собой бесцветный неорганический материал, известный под названием «жидкое стекло» и поставляемый обычно в виде вязкого водного раствора. Склеивание проходит при комнатной температуре. Образующаяся клеевая пленка хрупка и неводостойка. Для повышения водостойкости клеевое соединение можно выдержать при температуре 100 °С (в течение ~2 ч) или ввести в клей соединение алюминия. Для снижения хрупкости в состав клея вводят латексы.

Силикат натрия стоек к воздействию высоких температур; клеевые соединения, выполненные некоторыми клеями на его основе, выдерживают воздействие температуры до 1100–1200 °С. Клеи стойки к обрастанию плесневыми грибами и воздействию бактерий.

В качестве клея может быть использовано как обычное жидкое стекло, так и составы на его основе, содержащие наполнители и модифицирующие добавки. Немодифицированный клей в основном применяют для склеивания бумаги и картона (при изготовлении упаковочных материалов), а также древесины. Модифицированные клеи применяют для склеивания неорганических стекол, приклеивания асбестовых и других изоляционных материалов в термооборудовании, заделки раковин и трещин в чугуне, уплотнения зазоров в термическом оборудовании.

1.2.12. Полиуретановые клеи

Полиуретановые клеи характеризуются высокой адгезией к большинству субстратов благодаря наличию в их составе полярных групп $-HNCOO-$ с высокой энергией когезии.

Наиболее распространенными являются двухупаковочные клеи, состоящие из изоцианата и гидроксилсодержащего соединения (главным образом олигоэфира). Образование полиуретана происходит при совмещении этих продуктов непосредственно в клеевом соединении в процессе отверждения клея. Жизнеспособность таких клеев составляет 1–3 ч при комнатной температуре. Отверждаются они при комнатной температуре в течение 1–3 сут или при 100–150 °С и давлении до 0,3 МПа в течение 3–6 ч с выделением воды и диоксида углерода, в связи с чем клеевой шов не является монолитным. Наличие в составе клеев изоцианатов определяет их высокую реакционную способность, что снижает жизнеспособность клеев, повышает токсичность, а также чувствительность к действию воды и других протондонорных агентов. Эти недостатки можно устранить за счет применения блокированных изоцианатных продуктов или продуктов, являющихся источниками изоцианатов при отверждении клеев, например аминокимидов. Аминокимиды представляют собой стабильные кристаллические или высококипящие вещества, легко генерирующие изоцианаты при нагревании. Процессы образования изоцианата и взаимодействия его с гидроксилсодержащим соединением проходят одновременно при отверждении клея. В зависимости от природы исходных компонентов клеи этого типа могут содержать или не содержать растворитель. В их рецептуре как правило используют структурирующие агенты, в состав которых входят триалкилгидразинийхлорид, эфир дикарбоновой кислоты, алкоксид натрия. Отверждение клеев проходит при 200 °С и давлении 0,25–0,3 МПа в течение 10 мин. Клеи этого типа как правило нетоксичны, характеризуются повышенной жизнеспособностью и практически нечувствительны к наличию влаги в системе.

Второй тип полиуретановых клеев – клеи на основе предварительно синтезированных полиуретанов. Их применяют в виде растворов в органических растворителях. В качестве растворителя могут быть также использованы простые эфиры или полибутадиендиолы. Для повышения адгезии клеев в их состав вводят полиуретановый форполимер с небольшим количеством свободных изоцианатных групп. Такие клеи в герметичных емкостях сохраняют жизнеспособность в течение нескольких месяцев (до одного года). Их отверждение проходит при умеренных температурах (до 100 °С) чрезвычайно быстро.

Третий тип полиуретановых клеев – одноупаковочные составы, которые отверждаются влагой, адсорбированной на склеиваемых поверхностях и содержащейся в воздухе. Для ускорения отверждения используют катализаторы – третичные ароматические амины.

1.2.13. Полиэфирные клеи

В качестве основы полиэфирных клеев используют олигомеры на основе ненасыщенные многоосновных кислот и многоатомных спиртов с молекулярной массой 500–3000. При получении клеев эти олигомеры совмещают с такими мономерами, как стирол, винилацетат, метилметакрилат, а также полифункциональными соединениями — аллиловыми эфирами дикарбоновых кислот, олигоэфиракрилатами и триаллилциануратом.

Отверждаются совмещенные с мономерами олигомеры как при нагревании, так и на холоду в присутствии инициаторов (в частности, пероксидов).

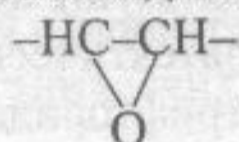
Композиции, способные быстро отверждаться при комнатной температуре, могут быть получены на основе ненасыщенных полиэфиров, содержащих третичные атомы азота. В качестве второго компонента применяют стирол или олигоэфиракрилат. Инициатором служит дибензоилпероксид. Разрушающее напряжение при сдвиге клеевых соединений дуралюмина на таких клеях составляет 3,4–7,4 МПа при 20 °С и 0,4–1,0 МПа при 100 °С.

Для получения термостойких клеев можно использовать ненасыщенные карборансодержащие полиэфиры в сочетании со стиролом. Прочность при сдвиге клеевого соединения, выполненного клеем на основе стирола и карборансодержащего полиэфира, в два раза выше, чем при использовании аналогичной клеевой композиции, в которой карборановые группировки отсутствуют. Для некоторых композиций этот показатель достигает 33 МПа при 25 °С и 5–6 МПа при 250 °С.

1.2.14. Эпоксидные клеи

Эпоксидные клеи — термореактивные синтетические продукты, получаемые на основе полиэпоксидной смолы и различных отвердителей основного или кислотного типов. Эпоксидные клеи находят широкое применение в различных областях техники и народного хозяйства благодаря таким ценным свойствам, как высокая адгезия к самым различным материалам, хорошие физико-механические характеристики, незначительная усадка при отверждении, высокая химическая стойкость, отличные диэлектрические характеристики.

Эпоксидные смолы (основной компонент эпоксидных клеев) — это реакционноспособные олигомерные или полимерные соединения, содержащие в молекуле эпоксидные группы



которые и определяют их высокие адгезионные свойства.

Эпоксидные смолы могут быть получены двумя основными способами: взаимодействием эпихлоргидрина с двух- или многоатомными фенолами, анилином, фенолоформальдегидными смолами и другими соединениями или прямым эпоксидированием ненасыщенных соединений пероксикислотами.

Реакционная способность эпоксидной группы зависит от места ее расположения в полимерной цепи. Эпоксидные смолы с концевыми эпоксидными группами отверждаются аминными отвердителями в ряде случаев при комнатной температуре. Эпоксидные смолы с неконцевыми эпоксидными группами отверждаются ангидридами.

В составе эпоксидных смол одновременно присутствуют фракции с различной молекулярной массой. При одинаковой средней молекулярной массе олигомеры могут существенно различаться по реакционной способности, температуре плавления, прочности получаемых клеевых соединений в зависимости от содержания низко- и высокомолекулярных фракций.

В зависимости от исходных материалов, использованных для их синтеза, способа получения, условий проведения процесса и соотношения реагирующих веществ можно получать эпоксидные смолы различного состава, с различными молекулярной массой и содержанием эпоксидного кислорода.

В качестве компонента эпоксидных клеев наиболее часто используют рассмотренные ниже смолы.

Эпоксидиановые смолы представляют собой продукты конденсации 2,2-ди(4-гидроксифенил)пропана (дифенилолпропана) с эпихлоргидрином в щелочной среде.

От степени полимеризации зависят молекулярная масса и свойства смолы. Лучшими клеящими свойствами характеризуются смолы с молекулярной массой от 700 до 1100. Большинство из них — вязкие продукты, содержащие от 0,3 до 1,0 % летучих веществ, 0,007 % хлорид-ионов и 0,2–1,0 % общего хлора. К ним относятся смолы марок ЭД; числовой индекс при обозначении марки характеризует содержание эпоксидных групп в смоле. Например, смола ЭД-20 содержит 20 % эпоксидных групп.

Азотсодержащие эпоксидные смолы синтезируют при конденсации эпихлоргидрина с *n*-аминофенолом, анилином, циануровой кислотой. По сравнению с эпоксидиановыми смолами они обладают повышенной реакционной способностью и отверждаются при более низкой температуре. В отвержденном состоянии характеризуются хорошими физико-механическими свойствами, повышенной теплостойкостью.

Галогенсодержащие эпоксидные смолы используют для получения клеев, обладающих повышенной огнестойкостью. Содержание эпоксидных групп составляет 11–13 %, общего хлора 1–2,5 %, летучих веществ 0,5 %, брома 45–50 %. Стоимость таких смол в два раза и более выше стоимости эпоксидиановых.

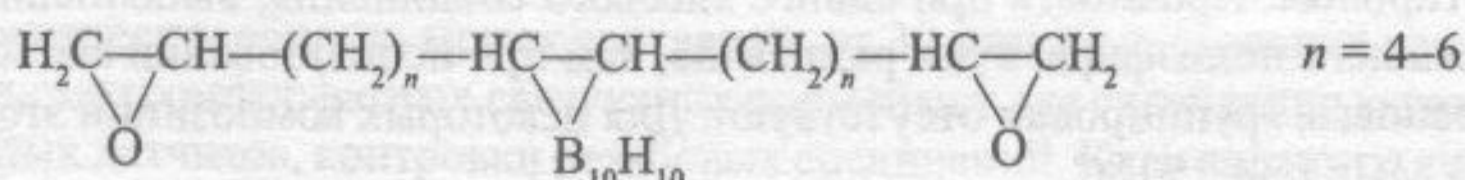
Эпоксидные смолы на основе резорцина и его производных применяют для создания клеев с повышенной теплостойкостью. Кроме того, эти смолы отверждаются более легко, чем эпоксидиановые. В качестве компонентов клеев нашли применение смолы, полученные конденсацией эпихлоргидрина с фурфурилрезорцином в щелочной среде, резорцином, пентаэритритом, продуктом конденсации резорцина и дихлорэтана в щелочной среде. Как правило это низковязкие продукты, отверждаемые отвердителями любого типа.

Для создания клеев используют также эпоксиноволачные блок-сополимеры, представляющие собой продукты конденсации новолачных фенолоформальдегидных смол с эпихлоргидрином или диановыми эпоксидными

смолами. Они являются терморезистивными материалами, необратимо переходящими при температурах выше 120 °С в неплавкое и нерастворимое состояние. В отвержденном виде обладают высокой тепло- и хемостойкостью, стабильностью диэлектрических показателей при повышенной температуре, стойкостью к воздействию воды. Клеи на основе эпоксисмоляных смол отверждаются без выделения летучих веществ, в готовом виде могут длительно храниться (1–1,5 г), имеют более низкую токсичность и стоимость по сравнению с клеями на основе других эпоксидов.

В качестве компонентов эпоксидных клеев используют также циклоалифатические эпоксидные смолы, в структуре которых атомы кислорода связаны с углеродными атомами циклоалифатического кольца. Этим обусловлены такие специфические свойства отвержденных циклоалифатических эпоксидных смол, как повышенная теплоустойчивость, высокие дуго- и трещиностойкость, стойкость к УФ-облучению, высокие диэлектрические показатели в широком интервале температур. Отверждаются такие смолы ангидридами поликарбоновых кислот.

В качестве компонентов высокотеплостойких клеев перспективны карборансодержащие эпоксидные олигомеры, в частности 1,2-бис(эпоксисилкил) карборан общей формулы:



Их отвердителями служат комплексы трифторида бора и третичные амины. Однако высокая стоимость карборанов (~1000 дол. США/кг) сдерживает их применение.

Отвердители. Вследствие высокой реакционной способности эпоксидной группы в эпоксидных смолах для их отверждения может быть использован целый ряд продуктов различной химической природы. Варьирование отвердителей в клеях позволяет изменять в широких пределах как физико-механические свойства клеев (прочность, теплостойкость, диэлектрические и теплофизические свойства и др.), так и технологические свойства (вязкость, жизнеспособность, температуру и продолжительность отверждения и др.).

В качестве отвердителей эпоксидных клеев используют немодифицированные и модифицированные алифатические полиамины, ароматические амины и их эвтектические смеси, дициандиамида и его модификации, ангидриды ди- и поликарбоновых кислот, комплексы трифторида бора с различными азотсодержащими соединениями.

Процесс отверждения эпоксидных клеев проходит с выделением тепла. При малой толщине клеевого слоя экзотермическое тепло почти полностью поглощается субстратами.

Ниже приведены некоторые свойства отвердителей и клеевых композиций, в составе которых их используют.

Алифатические полиамины представляют собой жидкости (от темноокрашенных вязких до светлоокрашенных низковязких). Отверждение происходит при комнатной температуре. Некоторые отвердители способны отверждать эпоксидные смолы при температурах 5–15 °С. Продолжительность отверждения зависит от активности отвердителя, что в свою очередь определяется его строением. По активности аминные отвердители условно делят на высокоактивные, среднеактивные и низкоактивные. Низкоактивные отвердители как правило используют в сочетании с высоко- и среднеактивными, для которых они являются регуляторами вязкости и жизнеспособности, уменьшают токсичность композиций.

Высокоактивными аминными отвердителями являются 2-(диметиламинометил)фенол, этилендиаминометилфенол (АФ-2), отвердителями средней активности – производные имидазолина и полиэтиленполиамины, низкоактивными отвердителями – дицианоэтилендиэтилентриамин.

Для отверждения эпоксидных клеев широко применяют *низкомолекулярные полиамиды*, представляющие собой продукты поликонденсации полиэтиленполиаминов с димерами метиловых эфиров кислот растительных масел. Низкомолекулярные полиамиды имеют ряд преимуществ перед полиаминами: композиции, изготовленные с их применением, более жизнеспособны, менее токсичны, не требуют точности дозирования при изготовлении клеев. При отверждении эпоксидных смол они одновременно являются «внутренними пластификаторами» системы. Примерами таких отвердителей являются ПО-200, ПО-300, Л-20 и др.

Ароматические амины и их эвтектические смеси отверждают эпоксидные смолы при повышенной температуре и позволяют получить высокопрочные клеевые соединения, обладающие также высокой водостойкостью и химической стойкостью. Для снижения температуры отверждения их применяют в сочетании с высокоактивными ароматическими отвердителями, которые являются катализаторами процесса. Примерами таких отвердителей служат *m*-фенилендиамин и 4,4'-диаминодифенилметан, которые являются кристаллическими, летучими продуктами.

Особое место среди отвердителей эпоксидных смол занимает *дициандиамида* (ДЦДА) $\text{H}_2\text{NC}(=\text{NH})\text{NHCN}$, все азотсодержащие группы которого способны взаимодействовать с эпоксидными и гидроксильными группами. Он является латентным отвердителем; клеи, в состав которых входит ДЦДА, могут храниться не менее 6 мес., быстро отверждаются при повышенных температурах, имеют как правило высокие физико-механические характеристики.

Ангидридные отвердители позволяют получить эпоксидные клеи с длительной жизнеспособностью, отверждаемые при повышенной температуре (120–160 °С). Клеевые соединения, полученные с применением клеев, отверждаемых ангидридами, имеют по сравнению с клеями, отверждаемыми аминами, более высокие теплостойкость, термостабильность, климатическую стойкость, повышенную деформационную теплостойкость.

Примерами таких отвердителей являются метилтетрагидрофталевый ангидрид (МТГФА), модифицированный метилэндиковый ангидрид, эвтектическая смесь эндикового ангидрида с аддуктом антрацена и малеинового ангидрида и др.

Находят применение также полиангидридные отвердители, например АПС-94, имеющие невысокую температуру плавления (60–80 °С) и позволяющие получать отвержденные композиции с повышенной деформационной теплостойкостью.

Продукты модификации МТГФА сополимером малеинового ангидрида со стиролом, дициклопентадиеном или метилметакрилатом, представляющие собой вязкие жидкости, мягкие смолоподобные или твердые хрупкие вещества, обеспечивают получение отвержденных клеев с высокой деформационной теплостойкостью.

В присутствии всех ангидридных отвердителей отверждение эпоксидных смол проходит при температурах выше 100 °С в течение длительного времени. В таких условиях происходит частичное улетучивание ангидридов, и имеют место побочные реакции. В связи с этим отверждение эпоксидных смол ангидридами следует проводить в присутствии катализаторов – некоторых аминов, комплексов трифторида бора с различными азотсодержащими соединениями и др. (см. ниже), которые вводят в композиции в количестве 0,5–3,0 %. Использование катализаторов позволяет не только снизить температуру отверждения, но и полностью исключить нежелательные побочные реакции при отверждении и стабилизировать свойства образующихся продуктов.

Комплексы трифторида бора с различными азотсодержащими соединениями относятся к высокоактивным отвердителям эпоксидных смол. Трифторид бора BF_3 является чрезвычайно активным катализатором отверждения эпоксидных смол; процесс отверждения проходит с большим экзотермическим эффектом. С целью снижения экзотермического эффекта используют его комплексы с аминами.

В зависимости от активности отвердителя и температуры время полного отверждения может составлять от 2–3 ч до нескольких секунд.

Комплекс BF_3 с моноэтиламино относится к числу латентных. Он обеспечивает получение клеевых композиций, которые хранятся при комнатной температуре не менее 3 мес. и быстро отверждаются при 120–160 °С.

Кроме вышеперечисленных для отверждения эпоксидных смол в клеевых композициях применяют *титаносодержащие отвердители*, например триэтаноламинотитанат. Отверждение проходит при повышенной температуре (100 °С и выше). Он позволяет получить клеи с повышенной теплостойкостью, водостойкость которых, однако, недостаточна. К числу таких отвердителей относится также Бензам АБА.

Представляет интерес применение элементарноорганических аминных отвердителей, например аминоэтоксисиланов (АДЭ-3).

Для отверждения эпоксидных смол используют также феноло- и аминформальдегидные олигомеры, изоцианаты и некоторые другие.

Катализаторы. Выбор катализатора определяется отвердителем эпоксидного клея, а также конкретными требованиями к режиму отверждения. Для ускорения отверждения эпоксидных олигомеров алифатическими и ароматическими аминами наиболее широко используются соединения, содержащие гидроксильные группы, например фенол и его производные. Применяются 2,4,6-трис(диметиламинометил)фенол (УП-606/2), 2,4,6-трис(диметиламинометил)резорцин и 2,2-ди[4-гидрокси-3,5-ди(диметиламинометил)фенил]пропан (3,3',5,5'-тетраakis(диметиламинометил)дифенилолпропан). Первые два продукта являются жидкостями, третий – кристаллическим веществом. К жидким ускорителям отверждения относится также Алкофен МА, который полностью заменяет продукт УП-606/2.

В качестве катализаторов отверждения можно также использовать триэтаноламин $N(CH_2CH_2OH)_3$, бензилдиметиламин $C_6H_5CH_2N(CH_3)_2$ и α -метил-бензилдиметиламин $C_6H_5CH(CH_3)N(CH_3)_2$.

Для ускорения процесса отверждения эпоксидных смол ангидридами можно использовать как аминные, так и кислотные катализаторы.

Примерные концентрации некоторых из вышеперечисленных аминных катализаторов при отверждении эпоксидных смол приведены в табл. 1.7.

Таблица 1.7. Примерные концентрации аминных катализаторов

Катализатор	Количество (мас.ч.) катализатора на 100 мас.ч. смолы при отверждении			
	ангидридами	aminaми	отвердителями холодного отверждения	отвердителями горячего отверждения
2,4,6-Трис(диметиламинометил)-фенол	0,05–0,80	1,0–2,0	8,0–10,0	2,0–5,0
2,4,6-Трис(диметиламинометил)-резорцин	0,05–0,50	1,0–10,0	8,0–30,0	–
3,3',5,5'-Тетраakis(диметиламинометил)дифенилолпропан	0,05–0,50	1,0–10,0	8,0–40,0	–

Эффективными аминными катализаторами являются аминоэтоксисиланы, например γ -аминопропилтриэтоксисилан (АДЭ-3).

К кислотным катализаторам относятся комплексы трифторида бора с различными азотсодержащими соединениями (см. выше), гликолями, эфирами.

Кроме эпоксидных олигомеров, отвердителей и катализаторов эпоксидные клеи могут содержать пластифицирующие добавки (каучуки, олигоэфиракрилаты, капролактамы, производные лактонов и лактамов, термоплас-

ты), пластификаторы (фталаты, себацинаты), реакционноспособные разбавители (глицидиловые эфиры), наполнители (порошки металлов, оксидов и нитридов, синтетические и стеклянные волокна и ткани из них, микросферы), растворители (спирты, кетоны, эфиры, ксилол).

При использовании каучуков в качестве пластификаторов эпоксидных клеев необходимо учитывать, что они часто оказывают каталитическое действие на процесс отверждения, так как в их состав при синтезе вводятся амины.

Наполнители позволяют изменять электропроводящие свойства клеев. Использование в качестве наполнителя SiO_2 обеспечивает высокие электроизоляционные свойства, введение в их состав порошков золота, серебра, никеля, графита придает электропроводящие свойства. При введении в эпоксидные клеи больших количеств таких порошкообразных наполнителей, как оксид алюминия, алюминий, диоксид титана, цинковая пыль и некоторых других получают так называемые жидкие стали, которые успешно используют для работ при температурах 250°C и выше, а также для заделки трещин, усадочных раковин и других дефектов в металлах.

Физическое состояние. Наличие большого ассортимента эпоксидных смол и отвердителей способствовало созданию широкой номенклатуры эпоксидных клеев. Клеи могут быть пастообразными, в виде вязких жидкостей, порошкообразными, твердыми, пленочными. Пастообразные клеи могут поступать к потребителю в готовом для применения виде или (наиболее часто) в виде отдельных компонентов. Пленочные клеи как правило представляют собой армированные различными тканями пленочные материалы.

Жизнеспособность зависит от типа используемого отвердителя. Жизнеспособность эпоксидных клеев, отверждаемых алифатическими аминами, составляет 1–2 ч; при использовании в качестве отвердителей комплексов трифторида бора она снижается и может составить несколько минут. Жизнеспособность клеев, содержащих в качестве отвердителя низкомолекулярные полиамидные смолы, колеблется в пределах 1–4 ч; жизнеспособность эпоксидных клеев, отверждаемых ароматическими аминами и ангидридами многоосновных карбоновых кислот, не менее 24 ч, а клеев с отвердителем дициандиамидом – от 6 до 12 мес. При пониженной температуре жизнеспособность повышается.

Режим отверждения. При склеивании не требуют высокого давления: для большинства клеев достаточным является давление, обеспечивающее фиксацию склеиваемых деталей. Температура отверждения зависит от типа используемого отвердителя. Клеи, содержащие алифатические амины и низкомолекулярные полиамиды, отверждаются при комнатной температуре в течение 1–3 сут. За 4–12 ч они отверждаются с обеспечением прочности, при которой изделие можно подвергать дальнейшей обработке. Клеи, содержащие комплекс трифторида бора, отверждаются при температурах ниже комнатной. Клеи, содержащие в качестве отвердителей ароматические амины, дициандиамид или ангидриды многоосновных кислот, отверждаются при $120\text{--}200^\circ\text{C}$ в течение 1–2 ч. Температуру отверждения в значительной степени определяет катализатор.

Интервал рабочих температур зависит от состава клея. Клеи, отверждаемые алифатическими аминами, работоспособны до температуры 80°C , низкомолекулярными полиамидными смолами – до 125°C (длительно) и до 250°C (кратковременно), ароматическими аминами – до 150°C (длительно) и до 250°C (кратковременно). При модификации эпоксидных смол некоторыми элементоорганическими соединениями удается повысить их рабочую температуру до 400°C .

Прочность клеевых соединений при сдвиге для клеев холодного отверждения (для алюминиевых сплавов) составляет 15–25 МПа, для клеев горячего отверждения – до 35 МПа, для высокопрочных пленочных клеев – до 45 МПа.

Климатическая стойкость зависит от состава клеев и улучшается как правило в той же последовательности, что и теплостойкость. Наиболее высокой климатической стойкостью обладают эпоксидные клеи, отверждаемые ангидридами.

Области применения. Применяются для склеивания различных материалов – металлов и их сплавов, композиционных материалов, стеклопластиков, стекла, керамики, бетона и др. Эпоксидные пленочные клеи применяются для склеивания слоистых конструкций и сотовых конструкций с заполнителем без перфорации. Наиболее широкое применение находят в авиационной, автомобильной, электротехнической и электронной промышленности.

Хайсол (Hysol®)

Пленочные клеи и грунтовки «подслой»

Отделение Аэрокосмических Материалов фирмы Локтайт («Локтайт Аэроспэйс») производит и поставляет пленочные клеи и антикоррозионные грунтовки для аэрокосмической промышленности. Эти материалы обладают великолепными антикоррозионными свойствами и отличаются превосходными характеристиками при склеивании металлов и композитов, гондол двигателей, сотовых конструкций, обтекателей, предкрылков, закрылков и других управляемых поверхностей.

Пастообразные клеи и смолы-связующие

Локтайт Аэроспэйс может предложить более 75 типов пастообразных клеев и связующих (больше чем любой другой поставщик), которые сертифицированы и применяются наибольшим числом фирм-производителей в мировой аэрокосмической промышленности. Локтайт Аэроспэйс готов разработать смолы-связующие исходя из уникальных инженерных требований каждого конкретного заказчика.



LOCTITE
Loctite Aerospace

Дополнительную информацию по клеям группы «Хайсол» и другим материалам Локтайт Аэроспэйс можно получить по тел. (925) 458-8000 (Калифорния, США); 0534-36-4064 (г. Тулуза, Франция) или в России (095) 742-5232 (Москва); также в интернете по адресу www.loctiteaero.com и электронной почте: info@hysol.ru

Синтактные материалы

СинСкин®

СинСкин – защитная пленка на эпоксидной основе обеспечивающая высочайшее качество поверхности конструкций из эпоксидных материалов.

Она поставляется в форме рулона и сразу готова к употреблению.

Результат – идеально гладкая, не требующая дополнительных технологических фаз, готовая к покраске поверхность.

СинКор®

СинКор – синтактный материал с низкой плотностью, поставляемый в форме рулона. Он состоит из эпоксидной смолы-связующей и прочных стеклянных микросфер с низкой плотностью.

СинКор применяется в качестве промежуточного слоя между препрегами для увеличения жесткости тонких конструкций. Он обладает достаточно высокой гибкостью и идеально подходит для деталей сложного профиля.

СинСпэнд®

СинСпэнд - легко формуемый пленочный материал на эпоксидной основе, позволяющий получать дифференцированные, заранее заданные соотношения веса и прочности, изготовлен с применением патентованной технологии герметичных расширяемых микросфер. При нагревании продукт расширяется и заполняет соты или форму. Расширение полимерного наполнителя происходит примерно при 99°C, когда оболочка микросферы размягчается и наполнитель увеличивается в объеме.

LOCTITE
Loctite Aerospace

Дополнительную информацию по клеям группы «Хайсол» и другим материалам Локтайт Аэроспэйс можно получить по тел. (925) 458-8000 (Калифорния, США); 0534-36-4064 (г. Тулуза, Франция) или в России (095) 742-5232 (Москва) также в интернете по адресу www.loctiteaero.com и электронной почте: info@hysol.ru

LOCTITE®

Компания Loctite, входящая в международную группу Henkel, является одним из мировых лидеров на рынке высокотехнологичных клеев, герметиков и покрытий.

Материалы Loctite нашли применение в разных отраслях промышленности – автомобильной, электронной, медицинской, авиакосмической и др.

Разработки и исследования, проводимые в 4 научных и 30 технических центрах – часть успеха Loctite. Благодаря постоянным инвестициям в научно-исследовательские разработки (за последние пять лет они составили 130 млн долл.) каждый год появляются десятки новых продуктов Loctite, расширяющих возможности работы с новейшими материалами.

Высокое качество материалов и производственных мощностей Loctite подтверждается наличием сертификата качества ISO 9002 и признанием многих ведущих компаний: Caterpillar, OSRAM, General Motors, Texas Instruments, Siemens, Ford, Motorola, Chrysler, АвтоВАЗ, УАЗ, МАЗ, ГП "Витебский радиозавод", АО "Коломенский завод" и др. Как показали испытания, проведенные на различных промышленных предприятиях, применение продуктов Loctite позволяет значительно сократить затраты, снизить трудоемкость и время изготовления изделий на 20—30 %. Многие продукты Loctite имеют одобрения таких организаций, как Lloyd Register, DVGW (Германия), National Water Council (Великобритания), SSI GE (Швейцария), Gas de France и многие другие.

Гамма продуктов Loctite состоит из нескольких групп и включает в себя:

1. Сборочные адгезивы (фиксация резьбовых соединений, посадка подшипников и втулок; упрочнение шпоночных и шлицевых соединений).
2. Конструкционные адгезивы (вклеивание автомобильных стекол, силовых элементов; склеивание металлических деталей и оптических элементов).
3. Герметизирующие адгезивы (уплотнение и герметизация резьбы, фланцевых соединений, сварных швов; пропитка литья и пористых материалов).
4. Монтажные (моментальные, тепло- и электропроводящие клеи; паяльные пасты, чипбондеры).
5. Ремонтные материалы (устранение неконструкционных дефектов отливок, выравнивание сварных швов, заполнение отверстий и трещин; защита, ремонт и восстановление поверхностей, подверженных износу; антикоррозионная защита; нескользящие напольные покрытия; материалы для заделки анкерных отверстий и трещин в бетоне; составы для выравнивания и закрепления опор станин оборудования; материалы для оперативного ремонта и восстановления трубопроводов, резервуаров, резиновых деталей и оборудования на месте).
6. Специализированные смазки (консистентные и сухие смазки, сборочные пасты, консервирующие масла).
7. Очистители и преобразователи ржавчины, средства для очистки рук, ускорители полимеризации и средства для подготовки поверхности под склеивание.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДИСТРИБЬЮТОРЫ LOCTITE:

"Белая полоса"

"Белая полоса"
Тольятти

Тел./факс: (8482) 72-65-21
E-mail: bp@avtograd.ru
<http://saab.avtograd.ru>

ООО "Ковент"

Широкий ассортимент материалов Loctite; оказание технических консультации по применению. Возможно предоставление образцов для проведения испытаний.

Челябинск

Тел./факс: (3512) 693-268
E-mail: kovent@kovent.ru
<http://www.kovent.ru>

ООО "Технология"

Казань

Тел: (8432) 923-816
E-mail: technology@bancorp.ru

ООО "ТехноХимИнвест"

Поставки продукции Loctite и техническая поддержка в Волго-Вятском регионе.

Широкий ассортимент продукции на складе в Нижнем Новгороде.

Тел./факс (8312) 73-05-34, тел. (8312) 29-69-55
E-mail: sealant@narod.ru
<http://sealant.narod.ru>

ZEPPELIN



ООО "Цепелин Русланд"

Москва

Тел.: (095) 745 8470/71/72/73/74,
факс: (095) 745 8476/75/78

Санкт-Петербург

Тел.: (812) 303-9440, 269 1617/0586,
факс: (812) 268 8482

Липецк

Тел.: (0742) 340-007, факс: (0742) 722-783
E-mail: zeppelin.ru@zeppelin.ru
<http://www.zeppelin.com>

ЗАО "Энергопромремонт"

Москва

Тел.: (095) 782-2230, факс (095) 148-7783
E-mail: yuvd@imail.ru

ИНФОРМАЦИЮ О ДИСТРИБЬЮТОРАХ В ВАШЕМ РЕГИОНЕ ВЫ МОЖЕТЕ УЗНАТЬ В ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВЕ LOCTITE

Тел. (095) 745-2314, факс (095) 745-2313

E-mail: info@loctite.ru

<http://www.loctite.com>

LOCTITE
243
SCHRAUBENSICHERUNG

Элад Гермес

Предприятие учреждено НИИЭМИ в 1994 г.

Производство и реализация более 40 наименований клеев, а также разработка и подбор клеев по заявкам потребителей.

Выпускаемые клеи позволяют склеивать как холодным способом, так и в процессе вулканизации практически весь ассортимент применяемых отечественной промышленностью резин.

**Клеи
различного
назначения**

88 СА ТУ 381051760-89
88 НП ТУ 38105540-85
78БЦСП ТУ 38105470-82
4НБув ТУ 105236-85
Клей резиновый ГОСТ 2199-78
4508 ТУ 38105480-90
НТ-150-1 ТУ 38105789-87
С-425 ТУ 3810517-75
КР-6-18 ТУ 381051078-83
ВИ-4-18Б ТУ 381051078-83
23 СА ТУ 38105290-81
ВКР-7 ТУ 381051078-83
ВРС-8 ТУ 3810579-87

**Клеи для крепления резин
на основе фторкаучуков**

(типа ИРП 1287) – 51-К-44-1 ТУ 2513-013-00152081-98
(типа ИРП 1314) – 51-К-44-2р ТУ 2513-004-00152081-95

Клеи обувные

Элад 511 (наирит) ТУ 2513-004-29268077-97
Элад 512 (рапид) ТУ 2513-004-29268077-97
Элад 513-0 и 513-1 ТУ 2513-004-29268077-97
Элад 522 (уретановый) ТУ 2513-004-29268077-97

**Клей для высокопрочного
крепления любых резин
взамен 88 СА и 88 НП**

51-К-51 ТУ 2513-025-00152081-00

Клеи взамен Лейконата

51-К-19-2 ТУ 2513-006-00152081-96
51-К-24-30 ТУ 2513-006-00152081-96

**Клеи для стыковки
транспортных лент**

Сигма-1 ТУ 2513-005-2092068077-98

Клеи поставляются в расфасовке: - 175 кг
- 16 кг

**Каждая партия сопровождается сертификатом качества.
Имеются гигиенические сертификаты и паспорта безопасности.**

119992, ГСП-2, Россия, г. Москва, ул. М. Трубецкая, 28

Е-mail: elad@niiemi.ru
Телетайп 111921, Москва, Сажа Элад-Гермес.
Факс (095) 242-20-55, 242-96-82.
Тел. 242-20-55, 242-96-82, 242-98-42, 242-52-15

Глава 2. КЛЕЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

В данной главе приведены сведения о клеящих материалах, разработанных и выпускаемых в России. Исключения составляют несколько марок клеев, разработанных ранее в СССР в бывшем Государственном институте полимерных клеев (ГИПК, Армения) и Украинском институте пластических масс (УКРНИИПМ, г. Донецк), которые широко применяются в отечественной промышленности и производятся в России. Приведенные ниже сведения о клеящих материалах взяты из технических условий и другой нормативно-технической документации, любезно предоставленной разработчиками или поставщиками клеев. Из-за ограниченного объема справочника приведенные сведения по свойствам клеев и технологии склеивания не являются исчерпывающими, поэтому за более подробной информацией следует обращаться к разработчикам клеев. В главу включены также сведения о некоторых клеях, выпуск которых в настоящее время прекращен, но может быть возобновлен при наличии спроса.

Авторы отдают себе отчет в том, что при том большом объеме информации, которая содержится в справочнике, возможны некоторые неточности, поэтому будут признательны за все замечания.

Мы приносим также извинения тем разработчикам клеев, чьи материалы не нашли отражения в справочнике из-за отсутствия доступной информации.

2.1. Клей

Клеи перечислены в табл. 2.1 в алфавитном порядке. Для каждого клея дан порядковый номер для упрощения табл. 2.2, в которой представлены сведения по применению клеев для склеивания конкретных материалов. На каждый клей приводится номер технической документации (ГОСТ, ТУ, ОСТ или производственная инструкция). В табл. 2.1 приведена химическая природа клея, а также число компонентов клея, однако для многокомпонентных клеев при комплектной поставке возможно уменьшение числа компонентов за счет предварительного смешения некоторых из них. В графах «Технология склеивания» даны только температурно-временные параметры и давление при отверждении клея. Следует иметь в виду, что для клеев, содержащих растворитель, важны режимы открытой выдержки после нанесения клея на склеиваемые поверхности; эти данные не приводятся в справочнике из-за ограниченного объема, но всегда оговариваются технической документацией на клей.

Показатели прочности клеевых соединений в табл. 2.1 взяты из соответствующей нормативно-технической документации. Подробно ознакомиться с методами испытания клеевых соединений можно в гл. 5.

Приведенные в табл. 2.1 прочностные характеристики клеев являются минимально допустимыми. Проверку свойств, оговоренных технической документацией на клей, следует проводить в стационарных условиях при соблюдении всех требований технологического процесса склеивания. Характеристики клеев могут колебаться в широких пределах и их свойства, особенно для клеев, изготавливаемых непосредственно перед применением, существенно зависят от условий приготовления.

При указании прочностных характеристик клеев оговаривается температура испытания. В тех случаях, когда приведен только один показатель, температура испытания комнатная (20 ± 10 °С).

Разработчики и поставщики клеев приведены в табл. 2.1 под кодовыми номерами, расшифровка которых дана в таблице главы 6. Некоторые клеи выпускаются двумя и более производителями, при этом возможно наличие различных документов на один и тот же клей. В этом случае в табл. 2.1 дается производитель, поставляющий клей по каждому из имеющихся документов.

2.2. Клеевые препреги

Клеевые препреги представляют собой полимерные композиционные материалы, в которых тканевый наполнитель (стеклоткань, угольная ткань) пропитан эпоксидным связующим способом безрастворной технологии (пропитка ткани расплавом связующего).

Тип, толщина наполнителя и количество наносимого связующего в клеевых препрегах могут быть различны. В качестве связующего используют высокопрочные модифицированные эпоксидные клеи типа ВК-51 и ВК-36 (см. табл. 2.1). Содержание связующего в препреге может регулироваться и составляет 40–50 %.

Клеевые препреги поставляются потребителю в рулонах с антиадгезионной защитной пленкой, которая удаляется перед применением препрега; имеют длительный срок хранения.

Применение препрегов позволяет изготавливать агрегаты, в том числе сотовой конструкции сложной конфигурации, за одну технологическую операцию, что обеспечивает сокращение технологического цикла их производства в два–три раза по сравнению с серийной технологией. Кроме того, это приводит к снижению трудоемкости в 1,5–3 раза, энергоемкости на 30–50 % за счет сокращения числа технологических операций и длительности цикла формования изделий из ПКМ, массы сотовой панели на $0,4 \text{ кг/м}^2$, количества используемой оснастки в 1,5–2 раза, выбросов вредных веществ в атмосферу в 10–15 раз (за счет использования безрастворной технологии изготовления клеевых препрегов и изделий из них) и к повышению герметичности обшивки из клеевых препрегов в 10 раз, что особенно важно для сотовых конструкций.

Получена высокая воспроизводимость процессов, связанных с применением клеевых препрегов в условиях серийного производства, при минимальном числе контрольных операций.

Стекло- и углепластики на основе клеевых препрегов по сравнению с традиционными аналогичными материалами имеют более высокие трещиностойкость, прочность при межслоевом сдвиге, усталостную и длительную прочность, сохраняют высокий уровень прочностных характеристик после воздействия различных климатических факторов (вода, влага, топливо, масла, повышенные температуры).

Свойства клеевых препрегов приведены в табл. 2.3.

2.3. Липкие ленты

Липкими лентами называют материалы, способные длительное время сохранять липкость, а после приложения к поверхности прилипнуть к ним при легком нажатии.

Липкие ленты состоят из основы (подложки) и слоя липкости. Могут быть односторонними и двухсторонними. В односторонних липких лентах слой липкости нанесен на одну из сторон основы, а в двухсторонних – с обеих сторон. Различают липкие ленты с постоянной липкостью и липкостью, активируемой теплом и растворителями. Иногда для активации слоя липкости липких лент используют воду, например для этикеток, приклеивания обоев и других целей.

В качестве основы липких лент применяют различные материалы (в зависимости от назначения ленты): полимерные (полиэтилен, полиэтилентерефталат, полиимиды, целлофан, поливинилхлорид), тканевые (стеклоткани, хлопчатобумажные ткани, трикотаж и др.), фольгу, резину, пластикаты. Наибольшей прочностью из этих материалов обладают полиимидная и полиэтилентерефталатная пленки.

В качестве слоя липкости применяют различные обладающие липкостью составы. Чаще всего основой липких составов являются каучуки (натуральный, хлоропреновый, бутадиен-нитрильный, тиокол, полиизобутилен), этилцеллюлоза в сочетании с различными добавками, повышающими их липкость. К числу таких добавок относятся смолы (алкилфенолоформальдегидные, перхлорвиниловая, политерпеновые), канифоль и ее производные. В некоторые составы входят также наполнители.

Липкие ленты получают путем нанесения клея на основу (подложку) в виде раствора, дисперсии, расплава или способом сухого нанесения. Липкие составы для нанесения на подложку готовят как обычные клеи путем смешивания компонентов. Для получения клея без растворителей компоненты смешивают в смесителях с подогревом, а затем в нагретом состоянии (до температуры плавления эластомеров и смол) наносят на подложку экструзионным, фильерным или валковым способами. Липкие клеи в виде растворов наносят с помощью обычных шпатель-машин, применяемых в резиновом производстве, а также поливальных машин барабанного или ленточного типа. Промазанную клеем ленту сушат при 50–80 °С в течение 5–10 мин и свертывают в рулоны.

Весьма перспективным является использование в качестве слоя липкости однокомпонентных водно-эмульсионных клеев. Для этой цели применяют практически все каучуковые латексы и дисперсии акрилатов. Кроме того, эти клеи содержат загуститель, поверхностно-активное вещество, вещества, регулирующие pH, снижающие температуру замерзания дисперсии и др. В этом случае удается полностью исключить органический растворитель и сделать процесс пожаробезопасным. Для сушки таких липких лент требуется затратить меньше энергии, чем для сушки слоя липкости при нанесении его из раствора в органическом растворителе.

Удаление воды из слоя липкости должно быть проведено весьма тщательно, так как оставшаяся в клее влага снижает его адгезионные характеристики. Для полного удаления влаги используют специальные сушилки, в которых нагрев производится с помощью инфракрасных лучей (за 15–20 с), конвекционным способом и т.д.

Для улучшения адгезии липкого клея к основе из неполярных пленок последние предварительно обрабатывают коронным разрядом. В этом случае технологический процесс получения липких лент состоит из следующих стадий: обработка поверхности пленки коронным разрядом, нанесение липкого клея на подложку, сушка, дублирование с защитным покрытием из антиадгезионного материала, намотка.

Липкие ленты используют как упаковочные, маркировочные, прокладочные и уплотнительные материалы, в качестве электроизоляционных лент, лент для крепления и защиты различных деталей, например, при изготовлении оснастки, для крепления декоративно-отделочных материалов, для временного крепления некоторых деталей при их механической обработке, для защиты поверхностей от потеков клея при его отверждении и для других целей (защиты вращающихся деталей от дождевой эрозии, абразивного износа). Липкие пленки применяют для защиты поверхности обшивочных листов из алюминиевых сплавов от повреждения в период хранения, при транспортировке и механической обработке. Важную роль играют ленты бытового назначения, декоративные и медицинские пленки.

Рабочие температуры для липких лент обычно находятся в пределах от –60 до 60–80 °С, однако материалы на основе кремнийорганических каучуков обладают повышенной (до 250 °С) теплостойкостью.

Большинство липких лент нетоксично.

Свойства липких лент, выпускаемых отечественной промышленностью, приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.1. Клеи

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых комплектов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
1	А-17 (ГОСТ 9438-75)	На основе поливинилбутирала; пленка светло-желтого цвета	1	12 / -	-60...+135	100	1	1,5	$\sigma_p \geq 25$ МПа	Изготовление безосколочных стекол (одно- и многослойных) для остекления легковых и грузовых машин, автобусов, локомотивов, тепловозов, витражных стекол, в авиационной машиностроении, для экранирования рабочих мест	Выпускается в рулонах: длина до 30 м, ширина до 1000 м, толщина 0,38 и 0,5 мм; коэффициент поглощения не более 1,45 %	- / 107
2	Автогермесил (ТУ 6-15-1822-95)	На основе низкомолекулярного кремнийорганического каучука; пастообразная масса белого цвета	1	6 / -	-60...+200	17-35	120	Контактное	$\tau_{сдв} \geq 1$ МПа	Для устранения течи воды, антифриза и масла в разъемных соединениях, для герметизации стекол и других неплотностей	Клей-герметик; выпускается в алюминиевых тубах вместимостью 160 г; отверждается под действием влаги воздуха; допускается эксплуатация через 4-5 ч после склеивания	11 / 102
3	Агер (ТУ 5772-002-44470468-99)	На основе акрилатного латекса; однородная масса белого цвета	1	12 / -	-40...+70	5-40	24	>>	$\sigma_{отр} = 0,2$ МПа	Герметизация стыков наружных стен зданий, соединений жестких кровель из оцинкованного железа, заделка трещин и щелей	Мастика клеящая; рекомендуемая температура хранения и использования -5...+40 °С	113 / 113
4	АДВ-5Э (ТУ 2252-059-22736960-00)	На основе полиуретанов; однородная паста от светло- до темно-коричневого цвета	2	6 / 4-5	-30...+60	20 60	48 2	0,02-0,03	$S_{рвсс} \geq 2,0$ кН/м (кирза)	Склеивание эластичных материалов (саженнаполненные резины, ткани, пленки ПВХ) друг с другом, с твердыми материалами (дерево, пластмассы, загрунтованный или окрашенный металл). Приклеивание обивочных материалов, уплотнителей дверей, склеивание шлифовальных лент	Клей быстро набирает технологическую прочность	1 / 1

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
5	АДВ-11 ТУ 2252-034-22736960-98	На основе полиуретанов; однородная паста от светло- до темно-коричневого цвета	2	- / 2	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20 80 100	14-16 1,5-2 0,5-1	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 22-24$ МПа $\sigma_{отр} = 26-28$ МПа	Склеивание металлов, пластических масс, древесины, стекла, керамики, пенопластов и других конструктивных материалов	Высокая маслобензостойкость, стоек к резкому перепаду температур и к криогенным температурам, действию радиации и УФ-излучения	1 / 1
6	АДВ-11-1 (ТУ 2252-034-22736960-98)	То же	2	- / 3	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20 80 100	14-16 1,5-2 0,5-1	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 22-26$ МПа $\sigma_{отр} = 26-30$ МПа	То же	Высокая маслобензостойкость, стоек к резкому перепаду температур и к криогенным температурам, действию радиации и УФ-излучения; тиксотропен	1 / 1
7	АДВ-11-2 (ТУ 2252-034-22736960-98)	>>	2	- / 1	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20 80 100	12-16 1,5-2 0,5-1	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 20-22$ МПа $\sigma_{отр} = 26-28$ МПа	>>	То же	1 / 1
8	АДВ-11-3 (ТУ 2252-034-22736960-98)	На основе полиуретанов; однородная жидкость светло-желтого цвета	2	- / 4	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20 80 100	24 3 1-1,5	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 20-22$ МПа $\sigma_{отр} = 26-28$ МПа	>>	Высокая маслобензостойкость, стоек к резкому перепаду температур и к криогенным температурам, действию радиации и УФ-излучения; тиксотропен	1 / 1
9	АДВ-13-1 (ТУ 2252-022-22736960-97)	На основе полиуретанов; вязкая жидкая масса темно-коричневого цвета	2	6 / -	-60...+120	20-24	24	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 15$ МПа	Покрытие пола	$\epsilon = 3,7$	1 / 1
10	АДВ-13-2 (ТУ 2252-022-22736960-97)	То же	2	6 / -	-60...+120	20-24	24	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 15$ МПа	Теплоизоляционный материал	$\epsilon = 3,6$	1 / 1
11	АДВ-13-3 (ТУ 2252-022-22736960-97)	>>	2	6 / -	-60...+180	20-24	24	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 15$ МПа	Термостойкий компаунд	$\epsilon = 3,1$	1 / 1

12	АДВ-15 (ТУ 2252-041-22736960-99)	На основе полиуретанов; однородная паста от светло до темно-коричневого цвета	2	- / 4-6 мин	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20 60 80	1,5-2 6-8 мин 3-4 мин	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 12-16$ МПа $\sigma_{отр} = 18-20$ МПа	Склеивание теплоизоляционных материалов (минеральной ваты, шлакобетона, пенопласта) между собой и с облицовочными материалами	В момент смешения переходит в тиксотропное состояние. Высокая маслбензостойкость, стоек к резкому перепаду температур и к криогенным температурам	1 / 1
13	АДВ-15М ТУ 2252-041-22736960-99	То же	2	- / 0,5	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20 60 80	2-2,5 40-60 мин 20-30 мин	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 12-16$ МПа $\sigma_{отр} = 18-20$ МПа	Склеивание теплоизоляционных материалов (минеральной ваты, шлакобетона, пенопласта) между собой и с облицовочными материалами, резины с металлами, древесной	Высокая маслбензостойкость, стоек к резкому перепаду температур и к криогенным температурам	1 / 1
14	АДВ-23-1к ТУ 2226-040-22736960-98	На основе полиуретанов; бесцветная или желтоватая вязкая жидкость	1	В герметичной таре неограничен / -	-30...+60	20	24	0,01	$S_{отс} = 1,1-1,2$ кН/м (полиэфирный ворс - резина, методика «по сургучу»)	Ворсование резиновых, полимерных, бумажных (картонных), деревянных и металлических поверхностей методом электростатического флокирования	Образует на поверхности блестящее покрытие, устойчивое к истиранию	1 / 1
15	АДВ-23-2к (ТУ 2226-040-22736960-98)	То же	2	- / 10-12	-30...+60	20	24	0,01	$S_{отс} = 1,2-1,3$ кН/м (полиэфирный ворс - резина, методика «по сургучу»)	То же	То же	1 / 1
16	АДВ-23 Блок (ТУ 2226-040-22736960-98)	>>	1	В герметичной таре неограничен / -	-30...+60	180±5	5 мин	0,01	$S_{отс} = 1,1-1,3$ кН/м (полиэфирный ворс - резина, методика «по сургучу»)	>>	>>	1 / 1
17	АДВ-29**	На основе полиуретанов; однородная паста от светло до темно-коричневого цвета	2	- / 3-4 мин	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20 60 80	1,5-2 4-6 мин 3-4 мин	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 15-18$ МПа $\sigma_{отр} = 20-25$ МПа	Склеивание теплоизоляционных материалов (минеральная вата, шлакобетон, пенопласт) между собой и с облицовочными материалами	В момент смешения переходит в тиксотропное состояние	1 / 1
18	АДВ-31 (ТУ 2252-045-22736960-99)	На основе полиуретанов; легколетучая однородная жидкость светло-желтого цвета	2	- / 0,5	-60...+40	20 60 80	2-2,5 40-60 мин 20-30 мин	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 14-17$ МПа	Герметизация разборных и неразборных газонепроницаемых муфт кабелей связи	Стойк к резкому перепаду температур, к криогенным температурам, выдерживает длительную вибрационную нагрузку; маслбензостоек	1 / 1

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
19	АДВ-36 (ТУ 2252-033-22736960-97)	На основе полиуретанов; вспененная масса светло-коричневого цвета	2	- / 0,5-1 мин	-60...+80 (длительно) 100 (периодически) 120 (импульсно)	20	2-4 мин	0,02-0,03	$\tau_{сдв} = 12-14$ МПа $\sigma_{отр} = 16-18$ МПа	Склеивание теплоизоляционных материалов (минеральная вата, шлакобетон, пенопласт) между собой и с облицовочными материалами. Применяется для контактного склеивания	Высокая маслобензостойкость, стоек к резкому перепаду температур и к криогенным температурам	1 / 1
20	Адгезив АК	На основе акрилового сополимера; прозрачная вязкая жидкость светло-желтого цвета	1	12 / -	-60...+60	20	При контакте	Проглаживание	-	Клеевой слой лент на полимерной основе для липких аппликаций, изготовление липких уплотнительных, облицовочных и шумотеплоизоляционных материалов	Вязкость 0,3-1,0 Па·с	77/77
21	АДМ-К (ТУ 5772-055-04001232-00)	На основе водной акриловой дисперсии и капифоли; вязкая масса бледно-желтого цвета	1	6 / -	Внутри помещения	20±2	24	Прикатка	-	Приклеивание рулонных, плиточных и декоративных отделочных материалов внутри помещения к основаниям	Время высыхания не более 2 ч	- / 32
22	АК-20 (ТУ 6-10-1299-78)	На основе нитроцеллюлозы; однородная прозрачная жидкость без посторонних включений	1	12 / -	-60...+60	20±2	24	Проглаживание	$\sigma_{отр} = 637$ Н (ткань АМ-100 - древесина)	Склеивание различных тканей между собой и с древесиной и металлами	Содержание нелетучих веществ 20-23 %; вязкость 60-80 с (ВЗ-1, диаметр сопла 5,4 мм)	- / 133
23	Акрил (ТУ 6-15-1544-86)	На основе акрилового сополимера; пастообразная масса от белого до кремового цвета	1	12 / -	-60...+60	18	72	Прижим	$\tau_{сдв} = 0,4-0,5$ МПа	Приклеивание полужестких облицовочных материалов типа вакуум-формованных плиток из жесткого ПВХ к штукатурке и окрашенным масляной краской деревянным поверхностям, а также уплотнение стыков полимерных облицовочных плиток	Клей-герметик; морозостойкость при температуре 20 °С не менее 5 циклов	78 / -

24	Акрилак (ТУ 6-15-01-162-78)	На основе акрилового латекса; вязкая масса от белого до кремового цвета	1	12 / -	-40...+40	18	72	>>	$\tau_{сдв} = 1 \text{ МПа}$ $\sigma_{отр} = 0,3 \text{ МПа}$ (дерево)	Склеивание поливинилхлоридной, полистирольной и керамической плиток, пластика АБС, приклеивание линолеума к бетонному и деревянному основанию. Заделывание мелких щелей в дверных и оконных проемах, плинтусах, паркете	Клей-герметик; содержание сухого остатка не менее 45 %	78 / -
25	Акрилат-45 КД (ТУ 6-02-82-89)	На основе акрилового сополимера в органическом растворителе; бесцветная вязкая жидкость	1	12 / -	0...+70	300	90 с	Контактное	$\sigma_{отс} = 2 \text{ кН/м}$ (ПВХ пленка - оцинкованная сталь)	Адгезив для производства металлопласта на основе ПВХ пленки и стали. Склеивание алюминиевых поверхностей, стекла, лавсана	Плотность при 20 °С 870-970 кг/м ³ ; вязкость 240-600 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	71 / 71
26	Акрилат-50 Т (ТУ 6-14-08-11-86)	То же	1	6 / -	-60...+50	20 или 90±10	20-30 мин 2-3 мин	>>	-	Адгезив для изготовления липких пленок на основе целлофана или лавсана	Содержание нелетучих веществ не менее 38 %; $\epsilon_p = 700-1000 \%$	71 / 71
27	Акрилат-85 КТ (ТУ 6-02-132-90)	>>	1	12 / -	-60...+50	20-25 90±10	20-30 мин 2-3 мин	>>	$\sigma_{отс} = 0,5-0,7 \text{ кН/м}$ (ПВХ пленка - Ст 3)	Клеевой слой для изготовления липких лент на лавсановой основе	Содержание нелетучих веществ не менее 30 %	71 / 71
28	Акрилат-ВМ (ТУ 6-02-198-92)	>>	1	12 / -	-60...+50	20-24	24	>>	$\tau_{сдв} = 0,12-0,25 \text{ МПа}$ $\sigma_{отс} = 0,4-0,5 \text{ кН/м}$ (алюминий-сукно)	Приклеивание технических ворсистых материалов (сукно, войлок, замша) к металлическим поверхностям (сплавам алюминия, бронзе, стали) и пластмассам	Вязкость 150-300 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	71 / 71
29	АКС (ОСТ 3-6894-97)	Акриловый; прозрачная бесцветная жидкость	1	Срок хранения в запаянных стеклянных ампулах неограничен / -	-60...+200	18-26 60-80	До высыхания 35-30	>>	$\sigma_p = 4 \text{ МПа}$	Склеивание линз, призм и оптических деталей из стекла особых марок (ОФ, ФКВ, ФФС) диаметром до 30 мм, волоконно-оптических элементов, поляризационных призм из кальцита, поляроидов, светофильтров и клиньев с желатиновыми и поливиниловыми пленками, оптических деталей для зеркальных объективов, силикатного стекла с металлом, имеющих разность ТКР до $153 \cdot 10^{-7} \text{ град}^{-1}$, не допускающих люминесценции	Оптический клей; $n_D = 1,45$	21 / 21

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
30	Анатерм-1 (ТУ 6-02-1213-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость желтого или коричневого цвета	1	12 / -	-196...+150	20-24	24	0,05	$\mu_{отв} = 8-10$ МПа	Устранение микропор и микротрещин в сварных швах, околошовной зоне, литье, прокате и других дефектов, имеющих размеры не более 0,07 мм; в деталях, находящихся в контакте с различными жидкими и газообразными агрессивными средами, подвергающихся воздействию вибрации, ударных нагрузок	Максимальный уплотняемый зазор 0,1 мм	71 / 71
31	Анатерм-1У (ТУ 6-01-1308-5-85)	Акриловый анаэробный; жидкость красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20	6	0,05	$\mu_{отв} = 8-12$ МПа	Устранение микропор и микротрещин в сварных швах, околошовной зоне, литье, прокате, штампованных и прессованных изделиях и других дефектов размером не более 0,1 мм, а также герметизация и стопорение резьб	Вязкость 8-15 мПа·с; в отвержденном состоянии химически стоек; максимальный уплотняемый зазор 0,1 мм	71 / 71
32	Анатерм-4 (ТУ 6-01-1214-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость светло-желтого цвета	1	12 / -	-90...+120	20-24	24	0,05	$\mu_{отв} = 3-6$ МПа	Контровка и уплотнение резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Низкопрочный герметик, отверждающийся с использованием активатора; максимальный уплотняемый зазор 0,15 мм	71 / 71
33	Анатерм-5МД (ТУ 6-01-1288-84)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	0,05	$\mu_{отв} = 10-12$ МПа	То же	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,25 мм	71 / 71

34	Анатерм-6 (ТУ 6-01-1215-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость ярко-красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	12	0,05	$\mu_{отн} = 8-15 \text{ МПа}$	>>	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,45 мм	71 / 71
35	Анатерм-6В (ТУ 6-01-1215-79)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость красного цвета	1	12 / -	-100...+150	20-24	12	0,05	$\tau_p = 8-16 \text{ МПа}$	>>	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,4 мм	71 / 71
36	Анатерм-6К (ТУ 6-02-6-88)	Акриловый анаэробный; тиксотропная композиция красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	3-6	0,05	$\mu_{отн} = 10-14 \text{ МПа}$	Контровка, герметизация резьбовых и гладких цилиндрических соединений, уплотнение беспрокладочных и прокладочных (комбинированных) соединений, работающих в жидких и газообразных средах и подвергающихся воздействию ударных нагрузок и вибрации	Максимальный уплотняемый зазор 0,4 мм	71 / 71
37	Анатерм-8 (ТУ 6-01-1215-79)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость синего цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	12	0,05	$\tau_p = 2-8 \text{ МПа}$	Контровка и уплотнение резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Среднепрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,45 мм	71 / 71
38	Анатерм-8К (ТУ 6-02-6-88)	Акриловый анаэробный; тиксотропная композиция синего цвета	1	12 / -	-60...+200	20-24	3-6	0,05	$\mu_{отн} = 2-3,5 \text{ МПа}$	Контровка, герметизация резьбовых и гладких цилиндрических соединений, уплотнение беспрокладочных и прокладочных (комбинированных) соединений, работающих в жидких и газообразных средах и подвергающихся воздействию ударных нагрузок и вибрации	Максимальный уплотняемый зазор 0,4 мм	71 / 71

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
39	Анатерм-17 (ТУ 6-01-1215-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость синего цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	12	0,05	$\mu_{отг} = 0,5-3$ МПа	Контровка и уплотнение резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Низкопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,35 мм	71 / 71
40	Анатерм-17М (ТУ 6-01-2-728-86)	Акриловый анаэробный; жидкость зеленого цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	12	0,05	$\mu_{отг} = 0,5-3$ МПа	Уплотнение соединений, фиксация легкоразборных соединений, контровка и герметизация соединений	-	71 / 71
41	Анатерм-18 (ТУ 6-01-1215-79)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость синего цвета	1	12 / -	-60...+100	20-24	12	0,05	$\tau_p = 2-4$ МПа	Контровка и уплотнение резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Среднепрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,4 мм	71 / 71
42	Анатерм-50У (ТУ 6-01-2-816-87)	Акриловый анаэробный; жидкость от зеленого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	3-6	0,05	$\mu_{отг} = 5-9$ МПа	То же	Среднепрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,1 мм	71 / 71
43	Анатерм 50-УФ (ТУ 6-02-41-90)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость красного цвета	1	12 / -	-60...+150	Фотоотверждение	3 мин	0,05	$\tau_p = 3-8$ МПа	Герметизация гладких цилиндрических поверхностей. Покрытие для защиты изделий от коррозии	Время фотоотверждения 3 мин	71 / 71

44	Анатерм-102Т (ТУ 6-01-1300-85)	Акриловый анаэробный; однородная вязкая жидкость от светло-желтого до коричневого цвета	1	12 / 2 (60 °С)	-60...+150	20-25 120	24 2	0,05	$\sigma_{отр} = 0,05$ МПа $\tau_p = 20$ МПа	Склеивание и герметизация плоских и гладких цилиндрических поверхностей различных материалов (металл, стекло, керамика, пластмассы)	На всех поверхностях отверждается с применением активатора К-101М или при прогреве	71 / 71
45	Анатерм-103 (ТУ 6-01-1300-85)	То же	1	12 / 2 (60 °С)	-60...+150	20-24 120	24 0,5	0,05	$\tau_p = 30$ МПа	То же	Не требует применения активатора на металлических поверхностях	71 / 71
46	Анатерм-104 (ТУ 6-01-2-765-85)	Акриловый анаэробный; однородная вязкая жидкость от светло-желтого до желтого цвета	1	12 / 2 (60 °С)	-60...+150	20-24	12	0,05	$\tau_{сдв} = 14$ МПа (12Х18Н9Т) $\tau_p = 20-30$ МПа	Склеивание плоских металлических поверхностей со стеклом	Время схватывания ≤ 90 с; для ускорения полимеризации применяется 5-7 %-й раствор тио-гликолевой кислоты в изопропиловом спирте	71 / 71
47	Анатерм-105 (ТУ 6-01-2-818-87)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость	2	12 / -	-60...+150	20-24	24	0,05	$\sigma_{отр} = 40$ МПа	Склеивание металлов (в том числе замасленных), стекла, керамики и пластмасс	Время схватывания ≤ 3 мин	71 / 71
48	Анатерм-106 (ТУ 6-02-29-90)	То же	2	12 / -	-60...+200	20-24	6	0,05	$\sigma_{отр} = 40$ МПа	Склеивание металлов, стекла, некоторых видов пластмасс, деталей, подвергающихся воздействию вибрации, высоких механических и ударных нагрузок	Время схватывания ≤ 5 мин	71 / 71
49	Анатерм-109 (ТУ 6-02-209-92)	>>	2	12 / -	-60...+150	20-24	24	0,05	$\sigma_{отр} = 35$ МПа	Склеивание металлов, стекла, керамики, стеклотекстолита, некоторых пластмасс и различных сочетаний этих материалов	Время схватывания ≤ 3 мин	71 / 71
50	Анатерм-110 (ТУ 6-02-238-92)	>>	2	12 / -	-60...+150	20-24	24	0,05	$\tau_{сдв} = 20$ МПа $\sigma_{отр} = 30$ МПа	То же	Время схватывания ≤ 90 с	71 / 71
51	Анатерм-111 (ТУ 2257-274-002089-47-96)	Метакриловый анаэробный; однородная жидкость	1	12 / -	-60...+150	20-24	5-12	0,05	$\tau_p = 20-30$ МПа	Герметизация, фиксация, контровка гладких резьбовых соединений при сборке узлов и агрегатов автомобиля	Максимальный уплотняемый зазор 0,25 мм	71 / 71
52	Анатерм-112 (ТУ 2257-274-002089-47-96)	То же	1	12 / -	-60...+175	20-24	5-12	0,05	$\tau_p = 22-27$ МПа	То же	Максимальный уплотняемый зазор 0,15 мм	71 / 71

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
53	Анатерм-114 (ТУ 2257-301-00208947-98)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость	1	12 / -	-60...+150	20-24	3-5	0,05	$\tau_{сдв} = 0,5-3$ МПа	Фиксация, контровка и уплотнение резьбовых и гладких соединений	Тиксотропная композиция, обладающая длительной жизнеспособностью и свойством быстро отверждаться в зазорах между металлическими поверхностями	71/71
54	Анатерм-117 (ТУ 6-01-2-1304-85)	Акриловый анаэробный; жидкость красного цвета	1	6 / -	-196...+300	20-24	12	0,05	$\mu_{отв} = 17-21$ МПа	Контровка, герметизация резьбовых и гладких цилиндрических соединений, уплотнение беспрокладочных и прокладочных (комбинированных) соединений, работающих в жидких и газообразных средах и подверженных воздействию ударных нагрузок и вибрации	Максимальный уплотняемый зазор 0,3 мм	71/71
55	Анатерм-117ВМ (ТУ 6-02-238-94)	То же	1	6 / -	-196...+300	20-24	3-6	0,05	$\mu_{отв} = 18-20$ МПа	То же	Максимальный уплотняемый зазор 0,4 мм	71/71
56	Анатерм-125Ц (ТУ 6-01-1214-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость светло-желтого цвета	1	12 / -	-90...+120	20-24	24	0,05	$\mu_{отв} = 1,5-7$ МПа	Контровка и уплотнение резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Низкопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,15 мм	71/71

57	Анатерм-201 (ТУ 2385-284-00208947)	Акриловый анаэробный; вязкая текучая масса	2	- / 1	-200..+150	20-24	48	Контактное	$\sigma_{отр} = 30-35$ МПа	Ремонт радиаторов автомобилей, блоков цилиндров, трубопроводов, восстановление изношенных, поврежденных коррозией деталей, шпоночных канавок, гнезд подшипников, герметизация сварных швов, заделка трещин, следов коррозии и рихтовки на металлических поверхностях	Водо-, масло-, бензостойкий	71 / 71
58	Анатерм-202 (ТУ 2385-284-00208947)	Акриловый анаэробный; пастообразная масса	2	- / 1	-200..+150	20-24	48	>>	$\sigma_{отр} = 25-30$ МПа	То же	То же	71 / 71
59	Анатерм-203 (ТУ 2385-284-00208947)	То же	2	- / 30-40 мин	-200..+150	20-24	48	>>	$\sigma_{отр} = 25-30$ МПа	>>	>>	71 / 71
60	Анатерм-204 (ТУ 2257-324-00208947-00)	Эпоксидный; пастообразная масса серо-желтого цвета	2 3	- / 50-60 мин - / 1	До 150 До 150	20-24 60 100 20-24 60 100	48 2 1 48 2 1	>>	$\sigma_{отр} = 20$ МПа $\sigma_{отр} = 10$ МПа	Ремонт радиаторов, теплообменных установок, корпусов насосов, двигателей, трубопроводов в химической, нефтехимической промышленности, на транспорте и других отраслях	Водопоглощение 0,05-0,1 %	71 / 71
61	Анатерм-212 (ТУ 2257-324-00208947-00)	Полиэфирный; вязкая масса черного цвета	2	- / 10-15 мин	До 100	20-24 60	24 2	>>	$\sigma_{отр} = 20$ МПа	Устранение раковин, трещин, последствий коррозии на технологическом оборудовании и трубопроводах, в том числе на магистральных газо- и нефтепроводах. Склеивание плоских поверхностей и цилиндрических соединений различных материалов (металлы, стекло, керамика и др.)	Высокая скорость отверждения, в том числе и при низких температурах	71 / 71
62	Анатерм-260 (ТУ 6-01-2-712-88)	Акриловый анаэробный; жидкость красного цвета	1	6 / -	-196..+200	20-24	3-6	>>	$\mu_{отн} = 14,5-17$ МПа	Контровка, герметизация резьбовых и гладких цилиндрических соединений, уплотнение беспрокладочных и прокладочных (комбинированных) соединений, работающих в жидких и газообразных средах и подвергающихся воздействию ударных нагрузок и вибрации	Максимальный уплотняемый зазор 0,2 мм	71 / 71

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик								
						температура, °С	время, ч	давление, МПа												
63	Анатерм-501 (ТУ 6-02-96-90)	Акриловый анаэробный; тиксотропная композиция красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	Контактное	$\sigma_{отр} = 2-4$ МПа	Уплотнение соединений, фиксация легкоразборных соединений, контровка и герметизация изделий	Максимальный уплотняемый зазор 0,2 мм	71 / 71								
64	Анатерм-501М (ТУ 6-02-96-90)	Акриловый анаэробный; высоковязкая тиксотропная масса красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 10$ МПа	Уплотнение и герметизация неподвижных разъемных соединений (фланцев, плоских стыков, резьбовых соединений), замена паронитовых, картонных и жидких прокладок на силиконовой основе	Работоспособен в различных агрессивных средах, в том числе в машинных маслах, дизельном топливе, бензине, этиленгликоле, воде; максимальный уплотняемый зазор 0,2 мм	71 / 71								
65	АФК-11 (ОСТ 92-0948-74) (ОСТ 92-0949-74)	На основе алюмофосфатной связки и наполнителя; вязкая масса светло-зеленого цвета	2	12-36 / 1,5-2 (15-35 °С)	-60...+1200	15-35	10	>>	<table border="1"> <tr> <td>T, °С</td> <td>$\sigma_{отр}$, МПа</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>9,0</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>8,9</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>8,0</td> </tr> </table>	T, °С	$\sigma_{отр}$, МПа	20	9,0	500	8,9	800	8,0	Склеивание металлов (нержавеющей стали, молибдена, вольфрама, титановых сплавов), минеральных стеклопластиков, графита, керамических материалов (пористых и плотных), асбоцемента, слюды	Хрупкий, обладает электроизоляционными свойствами, ограниченно водостоек	50 / 50
T, °С	$\sigma_{отр}$, МПа																			
20	9,0																			
500	8,9																			
800	8,0																			
66	Аэропласт (ТУ 5770-73-00284718-93)	На основе полиуретанов; пастообразная масса серого или черного цвета	2	- / 2-10 (20 °С)	-60...+100	15-25	24	>>	$\sigma_p = 0,6-1$ МПа	Приклеивание рулонных кровельных материалов, герметизация и ремонт деформационных швов цементно-бетонных покрытий	Клей-герметик. Хорошая растекаемость (способность к самовыравниванию), устойчивость к действию моющих растворов, слабощелочных сред; $\epsilon_p = 100-150$ %	123 / 123								
67	БК-200 (ТУ 6-02-108-90)	На основе цианакрилата; прозрачная жидкость без механических примесей	1	6 (20°С) / -12 (0-5°С) / -	-60...+125	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 20$ МПа $\tau_{сдв} = 10$ МПа	Склеивание деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в различных областях техники (оптика, приборостроение)	Время схватывания при 20-25 °С ≤ 1 мин; вязкость $2 \cdot 10^{-6}$ м ² /с	71 / 71								

68	БК-201 (ТУ 6-02-108-90)	То же	1	3 (20 °C) / - 12 (0-5°C) / -	-60...+125	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 18 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 10 \text{ МПа}$	То же	Время схватывания при 20-25 °C ≤ 3 мин; вязкость $(1-2) \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$	71 / 71
69	БК-300 (ТУ 6-02-108-90)	>>	1	6 (20 °C) / - 12 (0-5°C) / -	-60...+250	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 20 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 10 \text{ МПа}$	>>	Время схватывания при 20-25 °C ≤ 1 мин; вязкость $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$	71 / 71
70	БК-301 (ТУ 6-02-108-90)	>>	1	3 (20 °C) / - 12 (0-5°C) / -	-60...+250	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 20 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 10 \text{ МПа}$	>>	Время схватывания при 20-25 °C ≤ 3 мин; вязкость $(3-15) \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$	71 / 71
71	БНК (Технические требования)	На основе полихлоропрена; однородная жидкая масса белого или кремового цвета	1	6 / -	-40...+60	40-50 + 20-24	30- 40 с + 24	Прижим	$S_{отс} \geq 2,4 \text{ кН/м}$	Склеивание картона, ткани, резины, кожи, линолеума, ковровых покрытий, керамической плитки, изготовление и ремонт обуви	Условная вязкость по Хетчинсону при 20 °C 1,5-1,7 с	58 / 58
72	БСТ-1 (ТУ 2513-099-07511819-95)	На основе бутадиен-стирольного термоэластопласта; вязкая жидкость от светло- до темно-коричневого цвета	1	36 / -	-20...+50	20-24	24	Прикатка роликом	$S_{рассл} = 2,7 \text{ кН/м}$ (резина-ткань)	Изготовление и ремонт обуви (кожаной, резиновой, текстильной); ремонт резинотехнических изделий (лодок, палаток, камер, прокладок и др.), авто-, мототехники. Склеивание элементов мягкой мебели (поролона, тканей, кожи и др.), древесины, бумаги и т. п. Склеивание пеноматериалов, линолеума, керамики, полистирола. Приклеивание резины, тканей, кож, кожных заменителей к металлам, дереву и другим материалам	Вязкость до 12-150 с (ВЗ-246); сухой остаток 30-50 %	49 / 49
73	Бутилак (ТУ 6-15-1340-82)	Водный латекс на основе натрийкарбоксиметилцеллюлозы; белая пастообразная масса	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	72	То же	$\tau_{сдв} \geq 0,3 \text{ МПа}$ (ПВХ пленка - бетон)	Приклеивание безосновных полимерных облицовочных материалов: ПВХ и полистирольных формованных плиток, ПВХ декоративной пленки, линолеума, пенопленки к бетону, дереву и сухой штукатурке	Малоопасный материал, 4 класс опасности	76 / 103

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
74	Бустилат-М (ТУ 6-15-1090-91)	Водный латекс на основе натрийкарбоксиметилцеллюлозы и хлорида натрия, содержащий мел; вязкая жидкость белого или бело-розового цвета	1	12 / -	15-30	20-24	24	0,1	$\tau_{\text{сдв}} \geq 0,3$ МПа	Приклеивание синтетических ворсовых ковров, линолеума и нитролинолеума, полимерных и керамических облицовочных плиток, пленочных материалов на бумажной и тканевой основе на бетон, асбестоцементные, древесноволокнистые плиты, деревянную основу, штукатурку	Малоопасный материал, 4 класс опасности	76 / 2, 39, 40, 45, 137
75	БФ-2 (ГОСТ 12172-74)	На основе фенолоформальдегидной смолы, модифицированной поливинилацетатом; прозрачная или слегка мутноватая жидкость от желтого до красноватого цвета	1	10 / -	-60...+80	140-150	1	0,5-0,6	$\tau_{\text{сдв}} = 20$ МПа	Склеивание цветных металлов, нержавеющей стали, неметаллов с металлами	Длительная работоспособность при 80 °С	72 / 2, 5, 43
76	БФ-4 (ГОСТ 12172-74)	То же	1	8 / -	-60...+60	140-150	1	0,5-0,6	$\tau_{\text{сдв}} = 20$ МПа	Аналогично клею БФ-2. Обладая большей эластичностью по сравнению с клеем БФ-2, используется для изделий, подвергающихся воздействию вибрационных нагрузок, а также для изделий, работающих в щелочной среде	Длительная работоспособность при 60 °С; более эластичен, чем БФ-2, щелочестоек	72 / 2
77	БФ-6 (ГОСТ 12172-74)	>>	1	8 / -	Внутри помещения	Удаление растворителя при комнатной температуре			Определению не подлежит	Склеивание тканей, обработка микро-травм в хирургии	-	72 / 2

78	БФР-2К (ТУ 6-05-1888-80)	На основе поливинилбутиральфурфурала и резольной фенолоформальдегидной смолы; жидкость от светло-желтого до красноватого цвета	1	6 / -	-60...+200	180	2	1,0-1,5	T, °C 20 200	$\tau_{сдв}$, МПа 17 2	Склеивание металлов и неметаллов между собой, склеивание пакетов магнитопроводов	Вязкость и содержание сухого остатка выше, чем для клея БФР-4К	72 / 42
79	БФР-4К (ТУ 6-05-1888-80)	То же	1	6 / -	-60...+200	180	2	1,0-1,5	T, °C 20 150 200	$\tau_{сдв}$, МПа 17 3 2	Склеивание металлов и неметаллов между собой, склеивание фольгированных диэлектриков	Менее вязкий, чем клей БФР-2К	72 / 42
80	БФТ-52 (ТУ 6-05-1739-93)	На основе фенолоформальдегидной смолы и поливинилацетата; прозрачная жидкость темно-коричневого цвета	1	6 / -	-60...+250	180	20 мин	1,5-1,7	T, °C 20 200 (Ст 08КП)	$\tau_{сдв}$, МПа 12 4	Приклеивание фрикционных накладок к колодке барабанного тормоза и в качестве защитного покрытия колодок, склеивание металлов и неметаллических материалов	-	72 / 42
81	БЛЭК-20 (ТУ 21-27-76-88)	На основе битумной эмульсии, латекса; однородная масса от темно-коричневого до черного цвета	1	6 / -	5-30	Скорость высыхания зависит от влажности и температуры окружающего воздуха			$\sigma_{отр} \geq 0,35$ МПа		Устройство кровель и гидроизоляция, ремонт рулонных и безрулонных кровель	Клеящая мастика; биостойкий материал	- / 103
82	ВАК-1Ф (ТУ 1-596-121-85) (ПИ 1.2А.015-97)	Акриловый анаэробный; прозрачная жидкость светло-желтого цвета	2	12 (компонент 1), 36 (компонент 2) / -	-60...+150 (длительно) 200 (кратковременно)	20	24	Контактное	$\tau_p = 9,8$ МПа $\tau_{сдв} = 7,84$ МПа (для резьбовых соединений М10 из стали кадмированной)		Стопорение и герметизация различных соединений из кадмированных, оцинкованных, оксиднофосфатированных, хромоникелевых сталей, титановых и алюминиевых сплавов и неметаллических материалов	Стоек в пресной и морской воде, минеральных маслах, нефти, керосине, ацетоне, авиационном топливе. При диаметре резьбы не более 30 мм обеспечивает разборность соединений. Вязкость 0,15-1,0 мПа·с	18 / 123

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
83	ВАК-5Б (ТУ 1-596-122-81)	Акриловый анаэробный; прозрачная жидкость от светло-желтого до зеленовато-коричневого цвета	1	12 / -	-60...+150	80±1	5	Контактное	-	Герметизация микропор размером до 0,1 мм в сварных швах, литых, штампованных и прессованных деталях из плакированных анодированных, плакированных неанодированных алюминиевых сплавов, конструкционных сталей незащищенных, кадмированных сталей, титановых сплавов	Вязкость ≤ 35 мм ² /с	18 / 123
84	ВАК-С2П ВАК-С2Э (ТУ 2316-003-23182386-97)	На основе акрилового латекса; жидкость белого цвета	1	12 / -	-40...+40	18	72	Прижим	$\tau_{сдв} = 1$ МПа $\sigma_{отр} = 0,3$ МПа (дерево)	Склеивание дерева, картона, бумаги в строительстве, приклеивание этикеток	-	- / 120
85	ВИ-4-18Б ТУ 38 105 178-83	На основе бутадиен-нитрильного каучука и фенолоформальдегидной смолы; вязкая жидкость черного цвета	1	3 / -	-60...+130	143±2	20 мин	3,0	$S_{рвсл} = 0,88$ кН/м (полоски бязи)	Склеивание керосино-, масло-, бензостойких резин на основе нитрильных каучуков и резиноканевых материалов на основе нитрильного (АХКР) и фторорганического (НТ-7) каучуков между собой с последующей вулканизацией	Клеевые соединения топливо- и маслостойки, стойки в различных климатических условиях	18 / 38
86	Винилур Э (экранирующий) и Винилур П (радиопоглощающий) (ТУ 21-5744710-24-90)	На основе полиуретанов; серого цвета	2	12 / 2	-60...+85	Не ниже +5	1	-	$\sigma_{отр} = 0,5-1$ МПа	Создание специальных радиопоглощающих конструкций и устройств, обеспечивающих ослабление энергии электромагнитной волны клеенгерметиком, нанесенным слоем 2-3 мм в диапазоне частот 0,1-1 ГГц 10-15 дБ; в диапазоне частот 1-30 ГГц 15-25 дБ	Клей-герметик; коэффициент отражения по мощности для клеягерметика Винилур П в диапазоне частот 10-30 ГГц ≤ 25 %	95, 131 / 94

87	ВК-1 (ПИ 1.2.397-88)	Эпоксидный; вязкотекучая масса серого цвета	3	- / 48-72	-60...+150	120±5 150±5	3 1	0,05-0,1	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 13,2 150 9,2 (Д16АТ зачищ.)	Для клеевых, клеесварных, клееклепанных и клеерезьбовых соединений из стали, алюминиевых и титановых сплавов и стеклотекстолитов; для склеивания пластин пакетов микромашин из материала типа пермаллой 50Н капиллярным способом	При склеивании пакетов микромашин капиллярным способом используется без наполнителя	18 / 114
88	ВК-1М (ПИ 1.2.397-88)	То же	4	- / 2-2,5	-60...+150	100±5	5	0,05-0,1	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 16,3 80 9,2 150 5,0 (Д16АТ зачищ.)	Для клеевых, клеерезьбовых соединений из стали, алюминиевых и титановых сплавов, стеклотекстолитов	Более низкая температура отверждения, чем у клея ВК-1	18 / 114
89	ВК-1МС (ПИ 1.2.397-88)	>>	5	- / 1,5-8	-60...+80	120±5	3	0,05-0,1	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 18,4 80 10,2 (Д16АТ зачищ.)	Для клеесварных, клееклепанных соединений любой конфигурации из алюминиевых и титановых сплавов	От клеев ВК-1 и ВК-1М отличается повышенной текучестью	18 / 114
90	ВК-2 (ТУ 6-05-1214-76)	Кремнийорганический; пастообразная масса серого цвета	1	6 / -	-60...+400 (длительно) 1000 (кратковременно)	270	3	0,05-0,1	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 8 400 3,5 (Ст 30ХГСА)	Склеивание металлов (сталей, титановых сплавов) и приклеивание к ним теплостойких неметаллических материалов. Основа уплотнительного материала типа 18 ВК-2Г	Работоспособность: 400 °C - 250 ч, 1000 °C - 5 мин; для уплотнительного материала: 350 °C - 10 000 ч	18 / 22
91	ВК-3 ВК-3А (ТУ 6-17-663-84)	Фенолокаучуковые; пленки серого или светло-коричневого цвета	1	4 / - 3 / -	-60...+80	165±5	1	0,5	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 15 80 10 σ _{отс} = 40 кН/м (Д16АТ анодир.)	Склеивание металлов и неметаллических материалов	Толщина пленок от 0,08 до 0,15 мм (ВК-3) и от 0,2 до 0,3 мм (ВК-3А)	18 / 107
92	ВК-9 (ОСТ 1 90281-86) (ПИ 1.2А.526-99)	Эпоксидно-полиамидный; пастообразная масса от серого до белого цвета	4	- / 1	-60...+125 (длительно) 250 (кратковременно)	18-23	24	0,01	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 14 125 4,5 (Д16АТ зачищ.)	Склеивание металлов и неметаллических материалов, контровка резьбовых соединений	Работоспособность: 200 °C - 500 ч, 250 °C - 5 ч; при использовании в сочетании с фенолокаучуковым клеем ВК-25 (подслой) примерно в два раза повышаются прочность и эластичность клеевого соединения	18 / 114

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
93	ВК-11 (ПИ 1.2.407-88)	На основе полиуретана; жидкость светло-желтого цвета	3	- / 6-8	-60...+60	17-23	24	Прикатка роликом	T, °С σ _{отс.} , кН/м 20 1 60 1 (пленка ПДОАЗ - Д16 анодир.)	Приклеивание декоративно-облицовочных материалов к агрегатам и аппаратам бытового оборудования пассажирских самолетов, вертолетов, а также к приборам	Клеевые соединения стойки в различных климатических условиях	18 / 114
94	ВК-13М (ТУ 6-17-669-84)	Фенолокаучуковый; пленка желтого или светло-коричневого цвета	1	3 / -	-60...+200	150±5	2	0,4	T, °С τ _{сдв.} , МПа 20 15 80 10 200 3 (Д16АТ анодир.)	Склеивание металлов и неметаллических материалов	Толщина пленки 0,1-0,3 мм	18 / 107
95	ВК-14 (ПИ 1.2А.010-97)	На основе акрилата; прозрачная жидкость от бесцветного до слабо-розового цвета	1	12 / -	-60...+150	20 80	20-24 4-5	0,2-0,3	T, °С τ _{сдв.} , МПа 20 30 60 8 80 4,5 (стекло типа СО)	Склеивание органических стекол типа СО (СО-95, СО-120, СО-140, АО-120) и органического стекла Э-2; для приготовления маркировочного состава (нанесение надписей на органическом стекле)	Обеспечивает прозрачное бесцветное соединение органического стекла, не снижает его прочности и не вызывает «серебра»	18 / 114
96	ВК-15 (ТУ 6-05-1456-77)	Кремнийорганический; пастообразная масса серого цвета	1	6 / -	-60...+1200	150	2	0,3	T, °С τ _{сдв.} , МПа 20 9 425 3 (Ст 30ХГСА)	Склеивание металлов (сталь, титан) и теплоустойчивых неметаллических материалов	Компонент клея ВК-15М	18 / 114
97	ВК-15М (ПИ 1.2А.015-97)	То же	2	1 / -	-60...+350	17-30	5	Прикатка роликом	T, °С τ _{сдв.} , МПа 20 0,5 300 0,1 (АТМ-6 - Ст ВНС-2)	Склеивание стекловолокнутой теплоизоляции типа АТМ-3, АТМ-6, АТМ-9 между собой и с металлами (нержавеющие стали, титановые сплавы)	Работоспособность: 300 °С - 2000 ч	18 / 114
98	ВК-18 (ПИ 1.2.112-79)	Фенольно-элементоорганический; однородная вязкая масса серого цвета	4	- / 72	-60...+1000 (кратковременно)	190	3	0,03-0,2	T, °С τ _{сдв.} , МПа 20 13,5 400 3,9 (Ст 30ХГСА)	Склеивание металлов (стали, титановых сплавов), неметаллических материалов в изделиях разового действия	Содержит небольшое количество растворителя (спирт этиловый)	18 / 114

99	ВК-20 (ОСТ 1 90270-85) (ПИ 1.2.A.113-97)	На основе полиуретана, модифицированного элементоорганическим соединением; пастообразная масса серого цвета	3	- / 7	-196...+350-400 (длительно) 700 (кратковременно)	180-200	2	0,15	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 16 400 5 (Ст 30ХГСА)	Склеивание металлов (стали, титановых сплавов) и неметаллических материалов (стеклопластиков, силикатного стекла, графита и др.), контровка резьбовых соединений	Работоспособность: 350 °C - 500 ч 400 °C - 25 ч 700 °C - 2 ч	18 / 114
100	ВК-20М (ОСТ 1 90270-85) (ПИ 1.2.A.113-97)	То же	4	- / 1	-196...+300 (длительно) 1000 (кратковременно)	17-35 80	72-120 2	0,15	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 8 400 3 (Ст 30ХГСА)	Склеивание металлов (стали, титановых сплавов) и неметаллических материалов (стеклопластиков, силикатного стекла, графита и др.), контровка резьбовых соединений, приклеивание теплоизоляции	Работоспособность: 400 °C - 10 ч	18 / 114
101	ВК-21 (К, Т и М) (ПИ 1.2.345-87)	Алюмохром-фосфатный; пастообразная масса светло-зеленого цвета	3	- / 20-25 мин	-60...+1600	17-30	72	0,3	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 2 400 2 (Ст 12Х18Н9Т)	Приклеивание тензорезисторов и термолпар, контровка резьбовых соединений	Клеи ВК-21К, ВК-21Т и ВК-21М различаются между собой наполнителем	18 / 114
102	ВК-22 (ПИ 1.2.362-87)	Кремнийорганический; пастообразная масса серого цвета	4	- / 2	-60...+500	15-25	72	Прикатка роликом	S _{отдир} = 50 кН/м (стеклоткань - Ст 1Х18Н10Т)	Склеивание теплоизоляционных материалов и стеклотканей с нержавеющей стали и титановыми сплавами	При отверждении возможно выделение аммиака	18 / 114
103	ВК-24 (ТУ 6-19-200-87)	Эпоксидный; пленка темно-серого цвета	1	1 / -	-60...+80	175±5	1,5	0,01	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 19 80 15 (Д16АТ анодир.)	Склеивание металлических и неметаллических сотовых конструкций, металлов и неметаллических материалов	Толщина пленки 0,3 мм; клей содержит наполнитель	18 / 89
104	ВК-24М (ТУ 6-19-200-87)	Эпоксидный; пленка светло-желтого цвета	1	1 / -	-60...+80	175±5	1,5	0,01	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 17,6 80 13,7 (Д16АТ анодир.)	То же	Толщина пленки 0,25 мм; клей не содержит наполнитель	18 / 89
105	ВК-25 ВК-25А (ТУ 6-17-880-89)	Фенолокаучуковые; пленка от светло-коричневого до сине-зеленого цвета	1	3 / -	-60...+150	125±5 165±5	4 1	0,6	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 21 80 11 σ _{отс} = 50 кН/м (Д16АТ анодир.)	Склеивание металлов и неметаллических материалов в соединениях, подвергающихся высоким акустическим нагрузкам, склеивание пакетов сотового заполнителя	Толщина пленок 0,2-0,3 мм; повышенная стойкость к виброакустическим нагрузкам	18 / 107
106	ВК-25 (ОСТ 1 90281-79) (ПИ 1.2.260-84)	Фенолокаучуковый; жидкость от светло-до темно-коричневого цвета	4	- / 24	-60...+200	165±5 125±5	1 4	0,6	T, °C τ _{сдв.} , МПа 20 23 80 12 (Д16АТ зачищ.)	Склеивание сотового заполнителя из алюминиевой фольги А5Т или АМг2Н	Осуществляется комплектная поставка	18 / 114

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
107	ВК-25С (ОСТ 1 90281-79) (ПИ 1.2.260-84)	Фенолокаучуковый; жидкость от светло-коричневого цвета	5	- / 6-8	-60...+150	135-140	5	0,3	T, °С $\tau_{сдв}$ усл. МН/М 20 2 150 0,7 (стекло Э-2 – лавсановая лента)	Склеивание органических стекол марок Э-2, Э-2У, СО-200 с лавсановой и фенилоновой лентами при изготовлении деталей остекления самолетов	Осуществляется комплектная поставка	18 / 114
108	ВК-26 (ТУ 1-595-14-77-2001)	Фенолокаучуковый, без наполнителя	1	6 / -	-60...+300	180 200	3 2	0,5-1	T, °С $\tau_{сдв}$ МПа 20 23 250 6	Склеивание элементов конструкций из электротехнических сталей, в том числе магнитопроводов систем автоматики и электро-механики	Работоспособность: 200 °С – 2000 ч 250 °С – 50 ч	18 / 114
109	ВК-26М (ТУ 1-596-224-85)	То же	1	6 / -	-60...+350	250	2,5-3	0,3-0,5	T, °С $\tau_{сдв}$ МПа 20 20 300 5	То же	Работоспособность: 250 °С – 500 ч 300 °С – 100 ч 350 °С – 50 ч	18 / 114
110	ВК-27 (ПИ 1.2.145-80)	Эпоксидно-каучуковый; пастообразная масса от серого до белого цвета	2	- / 4	-60...+80 (длительно) 250 (кратковременно)	18-23	72	0,01	T, °С $\tau_{сдв}$ МПа 20 22,5 80 8,3 125 3,4 $\sigma_{отс} = 1,6$ кН/м	Склеивание металлов и различных неметаллических материалов	Универсальный клей с регулируемой эластичностью и высокой климатической и водостойкостью	18 / 114
111	ВК-27А (ПИ 1.2.145-80)	То же	2	- / 4	-60...+80 (длительно) 250 (кратковременно)	18-23	72	0,01	$\tau_{сдв} = 26$ МПа $\sigma_{отс} = 3,5$ кН/м	То же	Клей, армированный стеклотканью	18 / 114
112	ВК-27Т (ПИ 1.2.145-80)	>>	2	- / 2,5-3	-60...+150	18 - 23	72	0,01	T, °С $\tau_{сдв}$ МПа 20 20 80 17 150 9 $\sigma_{отс} = 2,5$ кН/м	>>	Работоспособность при 150 °С не менее 500 ч	18 / 112, 114
113	ВК-31 (ТУ 1-596-389-96)	Эпоксидный; пленка серого цвета	1	3 (5 °С) / - 1 (15 °С) / -	-60...+80	175±5	1,5	0,05-0,1	T, °С $\tau_{сдв}$ МПа 20 29,4 80 24,5 (Д16АТ анодир.)	Склеивание металлов, стеклопластиков, композиционных материалов и сотовых конструкций	Толщина пленки 0,22-0,30 мм	18 / 114

114	ВК-32-200 (ТУ 6-17-663-84)	Фенолокаучу- ковый; пленка черного цвета	1	3 / -	-60...+200	175±5	1	0,6-2,0	$\tau_{сдв} = 13,5$ МПа (Д16АТ зачищ.) $\sigma_{отс} = 30$ кН/м	Склеивание металлов и неметаллических материалов	Толщина пленки 0,15-0,23 мм	18 / 107
115	ВК-32-200У (ТУ 6-17-663-84)	То же	1	3 / -	-60...+200	175±5	1	0,6-2,0	$\tau_{сдв} = 12,5$ МПа	То же	Толщина пленки 0,25-0,32 мм	18 / 107
116	ВК-36 (ТУ 1-596-389-96)	Эпоксидный; армированная пленка серого цвета	1	6 (5 °С) / - 3 (25 °С) / -	-60...+160	170-180	3	0,1	$T, ^\circ\text{C}$ $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20 35 150 25 (Д16АТ анодир.) $\sigma_{отс} = 3,5$ кН/м	Склеивание металлов и неметаллических материалов, а также сотовых конструкций	Толщина пленки 0,24±0,04 мм; вы- пускаются также особо тонкие пленки	18 / 112, 114
117	ВК-36А (ТУ 6-41-1499-89)	То же	1	6 (5 °С) / - 3 (25 °С) / -	-60...+150	175±5	3	0,1	$T, ^\circ\text{C}$ $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20 34,3 150 24 (Д16АТ анодир.)	Склеивание слоистых и неметаллических конструкций	Толщина пленки 0,24±0,04 мм	18 / 112, 114
118	ВК-36Р (ТУ 1-596-389-96)	Эпоксидный; пленка бежево- го цвета	1	6 (5 °С) / - 3 (25 °С) / -	-130...+150	175±5	3	0,1	$T, ^\circ\text{C}$ $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20 34,3 150 18 (Д16АТ анодир.)	Склеивание неметал- лических сотовых конструкций радио- технического назначе- ния	То же	18 / 112, 114
119	ВК-36РД (ТУ 6-41-1499-89)	То же	1	6 (5 °С) / - 3 (25 °С) / -	-130...+150	175±5	3	0,1	$T, ^\circ\text{C}$ $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20 34,3 150 18 (Д16АТ анодир.)	Склеивание неметал- лических сотовых конструкций с одно- временным формова- нием обшивок	Толщина пленки 0,23-0,30 мм	18 / 112, 114
120	ВК-36РТ (ТУ 1-595-24-486- 96)	>>	1	6 (5 °С) / - 3 (25 °С) / -	-180...+150	175±5	3	0,05-0,15	$T, ^\circ\text{C}$ $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20 29,4 150 18 (Д16АТ, обработан- ный по пиклинг- процессу)	Склеивание конструк- ционных, в том числе сотовых, из металли- ческих и неметалличе- ских материалов; из- готовление тонколи- стовых обшивок на основе углеродных жгутов; ВК-36РТ.140 - для изготовления тон- костенных обшивок для малонагруженных сотовых конструкций; ВК-36РТ.170 - для склеивания среднена- груженных конструк- ций; ВК-36РТ.260 - для склеивания конст- рукций, в том числе радиопрозрачных	В зависимости от назначения и массы изготавливается различных марок: ВК-36РТ.140 ВК-36РТ.170 ВК-36РТ.260 (по- следняя цифра - масса 1 м ² пленки); представляют собой полимерный пле- ночный материал, защищенный с двух сторон антиадгези- онными прокладка- ми	18 / 112, 114
121	ВК-37 (ПИ 1.2.217-82)	Эпоксидный; однородная пастообразная масса серого цвета	5	- / 4 (18-21 °С)	-60...+200	125±5	3	0,05-0,15	$T, ^\circ\text{C}$ $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20 21,5 80 21,5 150 6,0 200 3,0 (Д16АТ зачищ.)	Для клеевых, кле- клепанных и клеерезь- бовых соединений из стали, алюминиевых и титановых сплавов, неметаллических ма- териалов и из различ- ных сочетаний	Работоспособность: 80 °С - длительно 150 °С - 1000 ч 200 °С - 100 ч	18 / 114

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
122	ВК-38 (ТУ 1-595-65-82)	Элементарно-органический, модифицированный каучуком; однородный раствор от светло- до темно-коричневого цвета	1	6 / -	-60...+400 (длительно) 600 (кратковременно)	200-235	2	1	T, °С $\tau_{сдв}$, МПа 20 10 400 1,5 (Ст 30ХГСА)	Склеивание металлов (электротехнические стали, титановые сплавы и др.), термостойких неметаллических материалов и магнитопроводов	Работоспособность: 400 °С - 500 ч	18 / 114
123	ВК-39 (ПИ 1.2.252-83)	Эпоксидный; однородная вязкотекучая масса темно-коричневого цвета	3	- / 6 (18-21 °С)	-60...+150	120	3	0,05-0,1	T, °С $\tau_{сдв}$, МПа 20 21,5 80 12,7 150 1,9 (Д16АТ зачищ.)	Для клеесварных соединений из алюминиевых сплавов	Превосходит по теплостойкости, газозаполняемости, водо- и трещиностойкости существующие клеи аналогичного назначения. Работоспособность: 80 °С - длительно 150 °С - 500 ч	18 / 114
124	ВК-40 (ПИ 1.2.313-86)	Эпоксидный модифицированный; жидкость светло-желтого цвета или пленка	1	3 / -	-60...+80	120-130	2	0,3-0,5	T, °С $\tau_{сдв}$, МПа 20 27,5 80 19,6	Склеивание радиопрозрачных обтекателей РЛС из стеклопластиков на основе связующего ЭФ-32-301 и готового заполнителя ячеистой структуры; изготовление слоистых конструкций	Применение клея в слоистых конструкциях уменьшает в 1,3-2 раза распространение усталостных трещин	18 / 114
125	ВК-41 (ТУ 1-596-389-96)	Эпоксидный; пленка серого цвета	1	3 (5 °С) / - 2 (15 °С) / - 1 (25 °С) / -	-60...+80	125±5	3	0,1-0,65	T, °С $\tau_{сдв}$, МПа 20 29,4 80 21,6	Склеивание металлов и неметаллических материалов, сотовых конструкций	Толщина клеевой пленки 0,2-0,28 мм	18 / 112, 114
126	ВК-45 (ПИ 1.2.390-88)	На основе полиуретана; прозрачная жидкость светло-коричневого цвета	3	- / 24	-60...+60	17-23	120	Прикатка роликом	$\sigma_{отс} = 1,3-1,5$ кН/м (Д16АТ анодир.- ПВХ пленка)	Приклеивание декоративно-облицовочных материалов к агрегатам и аппаратам бытового оборудования пассажирских самолетов, вертолетов, а также к приборам	Приклеивает к любым поверхностям	18 / 114

127	ВК-46 (ТУ 1-596-389-96)	Эпоксидный; пленка желтого цвета	1	6 (5 °C) / - 3 (25 °C) / -	-60...+80	125±5	4	0,05-0,15	T, °C 20 80	$\tau_{сдв}$, МПа 28,4 18,6	Трудногораемая пленка для склеивания конструкций из неме- таллических материа- лов с пониженной го- рючестью, в том числе с сотовым заполните- лем	Толщина клеевой пленки 0,22-0,3 мм	18 / 112, 114
128	ВК-46А (ТУ 6-41-1499-89)	То же	1	6 (5 °C) / - 3 (25 °C) / -	-60...+80	125±5	4	0,05-0,15	T, °C 20 80	$\tau_{сдв}$, МПа 28,4 18,6	Трудногораемая пленка для изготовле- ния обшивок, трех- слойных панелей с одновременной их склеивкой с сотовым заполнителем, а также для формирования трудногораемых лис- товых стеклопласти- ков и деталей на их основе	То же	18 / 112, 114
129	ВК-46М (ТУ 1-595-14-487- 96)	>>	1	1 (5 °C) / -	-60...+80	130 100	1 3	0,05-0,15	T, °C 20 80	$\tau_{сдв}$, МПа 24,5 17,7	Склеивание конструк- ций из металлических и неметаллических материалов с пони- женной горючестью, в том числе с неметал- лическим и металли- ческим сотовым за- полнителем	Трудногораемая пленка	18 / 112, 114
130	ВК-48М (ТУ 1-595-24-353- 94)	На основе кремнийорганических кар- борансодержащих продук- тов; жидкость свет- ло-желтого цве- та	1 или 2	6 (в виде двух компо- нентов) / 120 (в готовом виде)	-60...+400	230	2	0,03-0,05	$\tau_{ск} = 4,5$ МПа (силикатное стекло)	Склеивание стеклян- ных волокон между собой и с металличе- скими втулками в кон- струкциях изделий стекловолоконной оп- тики	Оптически прозрач- ный	18 / 114	
131	ВК-50 (ТУ 1-92-186-91)	Фенолокаучу- ковый; пленка серого или светло-коричне- вого цвета	1	3 / -	-60...+150 (длительно)	135±5	1	0,15	T, °C 20 80 150 $\sigma_{отс} = 12$ кН/м	$\tau_{сдв}$, МПа 25 15 9	Склеивание металлов и неметаллических материалов в конст- рукциях, испытываю- щих высокие акусти- ческие нагрузки	Толщина пленки 0,25±0,05 мм; вы- пускается также пленочный клей ВК- 50АС (армирован- ный стеклотканью АС-3) с аналогич- ными свойствами	18 / 114

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик												
						температура, °С	время, ч	давление, МПа																
132	ВК-51 ВК-51А (ТУ 1-596-389-96)	Эпоксидный; пленка от светло- до темно-желтого цвета (без красителя) или от светло- до темно-зеленого цвета (с красителем)	1	6 (-20-10 °С) / -3 (-10-5 °С) / -	-60...+80	125±5	3	0,173	<table border="1"> <tr> <td>T, °С</td> <td>$\tau_{сдв}$, МПа</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>35,3</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>27,4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ВК-51А</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>27,4</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>19,6</td> </tr> </table> <p>(Д16АТ анод в хромовой кислоте или травленный по пилинг-методу)</p>	T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа	20	35,3	80	27,4	ВК-51А		20	27,4	90	19,6	ВК-51: склеивание конструкций из металлов и полимерных композиционных материалов, в том числе сотовых конструкций с неперфорированным наполнителем ВК-51А: склеивание закрытых соединений металл-металл, в том числе слоистых конструкций	Содержание летучих в пленках ≤ 2 %; масса 1 м ² : 265-325 г (ВК-51); 230-350 г (ВК-51А); клей ВК-51 неармированный; клей ВК-51А армирован стеклотканью	18 / 112, 114
T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа																							
20	35,3																							
80	27,4																							
ВК-51А																								
20	27,4																							
90	19,6																							
133	ВК-54М (ПИ 1.2.421-89)	На основе модифицированной кремнийорганической смолы; пастообразная масса темно-серого цвета	3	- / 20 мин	-60...+1250	20	120	0,05	<table border="1"> <tr> <td>T, °С</td> <td>$\tau_{сдв}$, МПа</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>1,5</td> </tr> </table> <p>(Ст 30ХГСА)</p>	T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа	20	2	400	1,5	Крепление тензорезисторов для замера статических и динамических деформаций в высокотемпературной тензометрии, приклеивание теплоизоляции	Работоспособность: 470 °С - 100 ч 1250 °С - 5 ч	18 / 114						
T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа																							
20	2																							
400	1,5																							
134	ВК-58 (ТР 1.2.766-86)	Эпоксидно-кремнийорганический; вязкотекучая масса от белого до светло-серого цвета	4	- / 5	-60...+500	17-30 80	72 2	0,01-0,5	<table border="1"> <tr> <td>T, °С</td> <td>$\tau_{сдв}$, МПа</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>1,5</td> </tr> </table> <p>(Ст 30ХГСА)</p>	T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа	20	10	400	1,5	Склеивание металлов (углеродистых и нержавеющей сталей, титановых сплавов) между собой и с теплоустойчивыми неметаллическими материалами, крепление тензорезисторов (до 300 °С)	Не содержит растворителя; обеспечивает газонепроницаемость клевого шва при 200 °С в течение 20 ч	18 / 114						
T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа																							
20	10																							
400	1,5																							
135	ВК-69 (ТУ 1-595-24-492-96)	Фенолокаучуковый; водная дисперсия от белого до светло-сиреневого цвета	1	3 / -	-60...+200 (длительно) 350 (кратковременно)	180	2	0,3	<table border="1"> <tr> <td>T, °С</td> <td>$\tau_{сдв}$, МПа</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>7</td> </tr> </table>	T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа	20	14	200	7	Склеивание металлов (конструкционных и нержавеющей сталей, титановых сплавов) и неметаллических материалов (стеклопластиков и др.) между собой и в различных сочетаниях; приклеивание высокотемпературных (до 350 °С) тензорезисторов	Улучшенные токсикологические свойства; работоспособность: 200 °С - 200 ч 300 °С - 5 ч	18 / 114						
T, °С	$\tau_{сдв}$, МПа																							
20	14																							
200	7																							

136	ВК-78 (ТР 1.2.1536-95)	На основе фенолоформальдегидной смолы; вязкая масса темно-серого цвета	3	- / 168	-60...+1600	230-250	2	0,3	T, °C 20 1400 1600 (керамика) $\sigma_{отр}$, МПа 4,5 1,5 1	Склеивание неметаллических теплоизоляционных материалов из керамики на основе нитрида и карбида кремния, работающих в окислительной среде	Работоспособность: 1600 °C - 1 ч; клеевые соединения выдерживают 5 термоциклов 20-1600 °C	18 / 114
137	ВКВ-2 (ТУ 1-596-24-83)	Эпоксидный вспенивающийся; пленка серо-зеленого цвета	1	6 / -	-60...+80	125±5	3	0,05	$\sigma_{отр} = 3,5$ МПа (сотовый наполнитель - Д16АТ)	Склеивание блоков неперфорированного и перфорированного сотового наполнителя из алюминиевой фольги и полимерсотопласта	Коэффициент вспенивания 1,75-3,5; толщина шенки 1,0±0,2 мм	18 / 114
138	ВКВ-3 ВКВ-3Т (ТУ 1-596-64-86)	Эпоксидные вспенивающиеся; пленки от светло-коричневого до зеленовато-коричневого или от светло-серого до темно-серого цвета с вкраплениями наполнителя	1	6 / -	-60...+150	125±5	3	0,05	$\sigma_{отр} = 2,5$ МПа (150 °C) (сотовый наполнитель из фольги АМГ-2Н с ячейкой 2,5 мм + Д16АТ) - для клея ВКВ-3	То же	Пленки защищены с одной стороны кабельной бумагой, с другой - полиэтиленовой пленкой; толщина пленки 0,8±0,2 мм; коэффициент вспенивания: ВКВ-3 1,75-3,5, ВКВ-3Т ≥ 5	18 / 112
139	ВКВ-9 (ПИ 1.2А.544-2000)	Эпоксидный; однородная вязкая масса от серого до коричневого цвета	5	- / 2 (18-21 °C) - / 1 (30 °C)	-60...+80 (длительно)	18-30 65±5	24-48 1	0,05	$\sigma_{отр} = 3,5$ МПа (Д16АТ анодир. - сотовый наполнитель из фольги АМГ-2Н, ячейка 2,5 мм)	Склеивание блоков неперфорированного и перфорированного сотового наполнителя из алюминиевой фольги АМГ-2Н между собой и с замыкающими элементами каркаса из алюминиевых сплавов в сотовых конструкциях; склеивание пенопласта	Поставляется комплектно; коэффициент вспенивания 2-3; в качестве наполнителя используется переработанный асбест или алюминиевая пудра	18 / 114
140	ВКВ-27 (ПИ 1.2А.545-2000)	Эпоксидно-каучуковый; однородная вязкая масса от темно-серого до темно-коричневого цвета	5	- / 2-2,5 (20 °C) - / 1 (30 °C)	-60...+80 (длительно)	21-30 65±5	72 3	0,05	$\sigma_{отр} = 4,8$ МПа (Д16АТ анодир. - сотовый наполнитель из фольги АМГ-2Н, ячейка 2,5 мм)	То же	Поставляется комплектно; коэффициент вспенивания 2-3	18 / 114

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
141	ВКП-2 (ПИ 1.2.427-89)	Эпоксидный; однородная пастообразная масса серо-коричневого цвета	3	- / 4 (20 °С)	-60...+120	60±3	3	0,05-0,1	$\tau_{сдв} = 7$ МПа (Д16АТ зачищ.)	Крепление электрорадиоэлементов, проводов и жгутов к печатным платам	$\epsilon \leq 5$ пФ/см при частоте 1 кГц; $\text{tg} \delta \leq 0,015$	18 / 114
142	ВКП-6 (ПИ 1.2.905-97)	Эпоксидный; однородная пастообразная масса черного цвета	3	- / 3	-60...+120	80	3	0,1	Т, °С $\tau_{сдв}$, МПа 20 14 120 4 (Д16АТ зачищ.)	Склеивание изделий электронной техники и ультратонких проводников в момент пайки; восстановление проводников на печатных платах, соединение деталей из материалов, не подлежащих пайке и сварке	Клей электропроводящий $\rho_v = 5 \cdot 10^{-6}$ Ом·м (при 20 °С), $\lambda = 0,8$ Вт/(м·К); наполнитель - никелевый порошок	18 / 114
143	ВКП-7 ВКП-7-1 (ТУ 1-595-24-451-94) (ТР 1-595-24-110-94)	Эпоксидно-каучуковые; однородная масса светло-желтого цвета	2 3	- / 1 (20 °С)	-60...+85 (длительно) 150 (кратковременно)	20 65±5	24 4	Контактное	Т, °С $\tau_{сдв}$, МПа Для ВКП-7 20 10 85 5 Для ВКП-7-1 20 5,5 85 2,5 (Д16АТ, анодир. в хромовой кислоте)	Приклеивание к ситалловому блоку гироскопа защитных колпачков, штуцеров и ситалловых ножек (ВКП-7), кварцевых штуцеров (ВКП-7-1)	-	18 / 114
144	ВКП-10 (ТУ 1-595-24-513-97)	Эпоксидный; пастообразная масса светло-желтого цвета	1	3 / -	-60...+125 (длительно под нагрузкой) 200 (без нагрузки)	125 150	2 1	0,01	Т, °С $\tau_{сдв}$, МПа 20 15 125 15 (Д16АТ)	Склеивание металлов (алюминиевых сплавов, оцинкованной стали), пластмасс (в том числе полиамидных)	Не содержит растворителя; может использоваться как заливочный компаунд	18 / 114
145	ВКР-7 (ТУ 38 105 1078-83)	На основе бутадиен-нитрильного каучука; вязкая жидкость серого или темно-серого цвета	2	- / 48	-60...+200	20 20 +	120 24 +	Прикатка роликом	$S_{рассл} = 1,18$ кН/м (резина 203 Б)	Склеивание вулканизированных резин и резинотканевых материалов на основе нитрильного и фторорганического каучуков, а также в качестве подслоя под клей при защите резин от светозонного старения	Клеевые соединения стойки в среде нефтяных топлив и масел	18 / 38, 45

146	ВКР-16 (ТУ 38 105 1081-83)	На основе бутадиен-нитрильного каучука, параформальдегида и лака ГР-Э; вязкая жидкость черного цвета	2	1 / 6	-50...+150 (длительно) 200 (кратковременно)	23±2 80-85	72 2	То же	$\sigma_{отс} = 2-2,5$ кН/м (резина 181 - алюминиевый сплав Д16)	Склеивание вулканизированных резин на основе бутадиен-нитрильного каучука с металлами и стекло-текстолитами в конструкциях, работающих в среде воздуха, ароматизированного бензина, топлива типа Т-1, масел и гидрожидкостей	Клеевые соединения маслостойкие	18 / 38, 45, 114
147	ВКР-16-1М (ТУ 1-595-24-450-93)	На основе бутадиен-нитрильного каучука и лака ГР-Э или ГРС; вязкая жидкость черного цвета	2	6 / 6	-60...+200	151±3 (1 стадия - вулканизация в прессе) 200±5 (2 стадия - вулканизация в термостате)	0,5 24	8	$T, ^\circ\text{C}$ 20 200 $\sigma_{отр}, \text{МПа}$ 3,92 0,78 (резина ИРП 1316 - Ст 30ХГСА)	Крепление резин на основе фторорганических каучуков к металлам в процессе вулканизации	Клеевые соединения работоспособны в разных климатических условиях, в среде топлив типа Т-1, масел типа ВНИИ НП-50-1-4Ф	18 / 114
148	ВКР-17 (ТУ 38 105 1078-83)	На основе бутадиен-нитрильного каучука и фенолоформальдегидной смолы; вязкая жидкость от светло- до темно-коричневого цвета	2	6 / 3	-50...+150	20-24	24	Прикатка роликом	$S_{рассл} = 2,7$ кН/м (резина 2826)	Склеивание вулканизированных резин на основе бутадиен-нитрильного каучука (3826, 203Б, 181 и др.) в конструкциях, работающих в среде топлив и масел	Клеевые соединения стойки в различных климатических условиях; работоспособность: 150 °С - 200 ч; 200 °С - 50 ч	18 / 142
149	ВКР-24 (ТУ 1-595-24-185-84)	На основе полиуретана; жидкость светло-коричневого или бежевого цвета	2	12 (компонент А), 6 (компонент Б) / 8	-70...+100	20	24	0,04	$\sigma_{отс} = 3,9$ МПа (резина 3826 - Ст 3)	Склеивание полиуретановых, нитрильных и других вулканизированных резин между собой, с металлами и другими материалами	Клеевые соединения стойки в различных климатических условиях	18 / 114
150	ВКР-26 (ТУ 1-595-24-462-95)	На основе бутадиен-нитрильного карбоксилсодержащего каучука; однородная масса красновато-коричневого цвета	2	12 (компонент А), 6 (компонент Б) / 8	-60...+80	20-24	8	Прикатка роликом	$S_{рассл} = 0,27$ кН/м (губка Р-29) $S_{рассл} = 0,98$ кН/м (про-резиненное вулканизированное капроновое полотно)	Склеивание вулканизированных резин и резинотканевых материалов на основе наирита, натурального, натрий-бутадиенового и бутадиен-нитрильного каучуков без последующей вулканизации и невулканизированных резин и резинотканевых материалов на основе наирита и бутадиен-нитрильного каучука с последующей вулканизацией	Обладает конфекционными свойствами	18 / 114

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
151	ВКР-27 (ТУ 1-595-24-463-95)	На основе бутадиен-нитрильного каучука; вязкая жидкость коричневого цвета	1	12 / -	-60...+100	20-24 или 60	24 0,5-1	Прикатка роликом	$\sigma_{отс} = 1,96 \text{ кН/м}$ $\sigma_{отр} = 1,08 \text{ МПа}$ (резина 56 - Д16)	Склеивание резин, прорезиненных тканей на основе каучуков СКН, СКС, СКБ, СКМС, НК, наирит с металлами, склеивание войлока с искусственной кожей, полотна палаточного сурового гладкошерстного с фанерой и с алюминиевым сплавом	Может применяться как монтажный, используется вместо клея 88НП	18 / 114
152	ВКР-60 (ТУ 1-595-14-588-2000)	На основе бутадиен-нитрильного каучука и фенолоформальдегидных смол; жидкость от красно-коричневого до коричневого цвета	2	6 / 4	-50...+100	В паровом котле по режиму вулканизации резины 3826			$\sigma_{отс} = 3,9 \text{ кН/м}$ (резина 3826 - Д16)	Склеивание невулканизированных резин на основе каучуков СКН, СКС, наирит и прорезиненных тканей с металлами в процессе котловой вулканизации	Рекомендован взамен клея ВКР-15; клеевые соединения стойки в среде топлив, нефтяных масел; влагостойки	18 / 114
153	ВКР-85 (ТУ 1-595-14-544-98)	На основе изоцианатсодержащих олигомеров; жидкость коричневого цвета	1	12 / -	-60...+130	143±2	0,5	0,25	$\sigma_{отс} = 3,9 \text{ МПа}$ (резина 3826 - Ст 3)	Склеивание невулканизированных резин на основе бутадиеннитрильного, хлорпренового, натурального и бутадиенового каучуков с последующей вулканизацией	Рекомендован взамен клея Лейконат; клеевые соединения влаго- и грибостойки	18 / 114
154	ВКТ-2 (ТУ 6-10-826-85)	Кремнийорганический; жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	6 / -	-60...+400	15-20	24	Прикатка роликом	Выше прочности АТИМС (после 72 ч выдержки)	Приклеивание стекловолоконных теплоизоляционных материалов типа АТИМС к коррозионностойким сталям и титановым сплавам	Работоспособность: 400 °С - 5 ч	18 / 114
155	ВКТ-3 (ПИ 1.2А.015-97)	Кремнийорганический; паста от бело-желтого до коричневого цвета	2	- / 45-60 мин	-60...+400	15-20	24	То же	То же	То же	Получают внесением сухих цинковых белил в клей ВКТ-2	18 / 114

156	BC-10T (ГОСТ 22345-77)	На основе фенолоформальдегидной смолы и модифицирующих добавок; вязкая жидкость коричневого цвета	1	6 / -	-60...+300	180	2	0,08-0,5	T, °C 20 200 300	$\tau_{сдв}$, МПа 19,5 7,5 4,5	Склеивание деталей из стали, алюминиевых сплавов, теплостойких пенопластов, стеклотекстолита и сотоматериалов между собой и в различных сочетаниях	Работоспособность: 200 °C - 200 ч 300 °C - 5 ч	18 / 42
157	BC-350* (ТУ 6-05-1216-74)	То же	1	6 / -	-60...+350	180	2	0,08-0,5	T, °C 20 200 350	$\tau_{сдв}$, МПа 15 9 4	Склеивание различных неметаллических материалов и металлов (сталей, алюминиевых сплавов) между собой и в различных сочетаниях	Работоспособность: 200 °C - 200 ч 350 °C - 5 ч	18 / 42
158	BT-10 (ОСТ В 6-06-5100-96)	На основе эпоксикремниорганической смолы СЭДМ-3; пастообразная масса светло-серого цвета	4	- / 7-9 (15-25 °C)	-269...+200	20-24	48	0,05	T, °C 20 196	$\tau_{сдв}$, МПа 15 20	Герметичное и высокопрочное склеивание сталей, алюминия, латуни, керамики, стекла, стеклотекстолитов	Возможна поставка в виде 2-х компонентов	72 / 108
159	BT-25-200 (ОСТ В 6-06-5100-96)	На основе эпоксикремниорганической смолы СЭДМ-2; пастообразная масса светло-желтого цвета	3	- / 2 (15-25 °C)	-60...+200	20-24	24-36	0,05	T, °C 20 200 (Ст 30ХГСА)	$\tau_{сдв}$, МПа 16 1,5-2	Герметичное склеивание сталей, алюминия, меди, латуни, керамики, ситалла, графита, фторопласта, поликарбоната. Изготовление интегральных микросхем	Обладает пониженной вязкостью; возможна поставка в виде 2-х компонентов	72 / 108
160	BT-200 (ОСТ В 6-06-5100-96)	На основе эпоксикремниорганической смолы СЭДМ-1; пастообразная масса светло-желтого цвета	3	- / 1	-269...+200	20-24	24-36	0,05	T, °C 20 200 (Ст 30ХГСА)	$\tau_{сдв}$, МПа 16 2	Склеивание сталей, алюминия, латуни, керамики, стекла, стеклотекстолитов	Вакуумплотное склеивание стеклянных и металлических оболочек электронных приборов, обеспечивающих вакуум 133 мПа	72 / 108
161	ВТК (ШКФЛО-028.050 ТУ)	Кремниорганический; вязкая жидкость серо-коричневого цвета	2	6 / 2	-70...+300	20	24	-	-	-	Герметизация ИС СВЧ резисторов, транзисторов и ИЭТ специального назначения	Клей-герметик	- / 75
162	ВТК-1X (ТУ АДИ 447-94)	Фенолоформальдегидный; однородная пастообразная масса черного цвета	4	- / 2 (15-25 °C)	До 2000	20 20 + 80	48 24 + 3	Контактное	T, °C графит-графит 20 500 1000 1700 сталь-сталь 20 500	$\sigma_{отр}$, МПа 3,3 3,4 2,5 3,7 14,4 5,4	Склеивание деталей из графита, керамики и композиционных материалов на основе углерода, работающих в теплонапряженных узлах изделий в инертной или восстановительной среде	-	130 / 130

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
163	Герлен УТ (ТУ 5772-007-05108038-99)	На основе бутылкаучука; однородный жгут светло-бежевого цвета	1	6 / -	20-180	20-24	-	Прижим	$\sigma_{отр} = 0,1$ МПа	Приклеивание вакуумных пленок при изготовлении вакуумных мешков при автоклавном склеивании	Размеры жгута 15×13,5 мм, толщина 1,5-3 мм	28 / 28
164	Гермелакс (ТУ 6-15-1126-78)	Латексный; однородная пастообразная масса от светло-желтого до горчичного цвета	1	12 / -	-40...+40	20-24	72	>>	$\sigma_{отр} = 0,35$ МПа	Приклеивание полимерных и керамических плиток, линолеума к бетонному и деревянному основаниям, заделывание щелей в дверных и оконных проемах, плинтусах и паркете	Клей-герметик; содержание сухого остатка 40-45 %	76 / -
165	Гермес (ТУ 2385-007-44297874-99)	На основе перхлорвинилового смолы; бесцветная жидкость	1	12 / -	-50...+60	Нанести один слой - сушка, второй слой - сушка до отлипа, затем активация при 60 °С при прижиге			$\sigma_{отр} = 1,8$ МПа	Изготовление и сложный ремонт обуви из натуральных и синтетических материалов, склеивание линолеума, полистирола, пленки и изделий из ПВХ	Характеризуется высокой клейкостью и эластичностью	- / 5
166	Гермесил (ТУ 6-15-1500-85)	На основе низкомолекулярного кремнийорганического каучука; пастообразная масса белого цвета	1	12 / 10-100 мин	-60...+200	20-24	120	Контактное	$\tau_{сдв} = 0,2$ МПа (Ст 3)	Склеивание различных материалов, ремонт электробытовых приборов, герметизация мест течи раковин, ванн, приклеивание плиток из любого материала	Клей-герметик; отверждается под действием влаги воздуха. Поставляется в тубах	76 / 102
167	Герметик-2 (ТУ 6-15-893-75)	Раствор каучука; пастообразная однородная масса	2	12 / -	-40...+40	20-24	24	>>	$\tau_{сдв} = 0,4$ МПа (дерево-дерево) $\sigma_{отр} = 0,4$ МПа	Приклеивание линолеума и кафельных плиток, заделывание трещин и щелей	Клей-герметик; поставляется в 2-х тубах	76 / -
168	Гефест (ГОСТ 22345-77)	Фенолоацетальный; жидкость от светло- до темно-коричневого цвета	1	12 / -	-60...+250	100-120	30-40 мин	0,05	$\tau_{сдв} \geq 19$ МПа	Склеивание металлов, стеклопластиков, термостойких пластиков и пенопластов	Работоспособность: 200 °С - 200 ч 300 °С - 5 ч	- / 5
169	ГИПК-42 (ТУ 6-05-1709-81)	На основе инденокумароновой смолы и поливинилхлорида; однородная вязкая масса черного цвета	1	3 / -	До 60	20-24	24	Прижим	$\tau_{сдв} = 2$ МПа	Склеивание листовой стали с парусиной в автомобилестроении	Вязкость 15-30 Па·с; содержание нелетучих веществ ≥ 65 %	- / 106

170	ГИПК-133 (ТУ 6-05-1708-79)	На основе поливинилхлорида и эпоксидной смолы; однородная пастообразная масса желтоватого цвета	1	-172 (25 °С)	До 70	170	2	Контактное	T, °С 25 70 (Ст 3)	$\tau_{сдв}$, МПа 3 0,8	Склеивание стальных деталей в автомобилестроении, различных необезжиренных металлов, стекла, керамики и в качестве антикоррозионного покрытия	Вязкость 350-800 Па·с; содержание нелетучих веществ $\geq 90\%$	- / 106
171	Д-25А (ТУ 6-02-64-90)	Поливинилхлоридная пластизол; однородная масса желтого цвета	1	3 / -	-30...+50	190-210	7 мин	>>	T, °С 20 60	$\tau_{сдв}$, МПа 5 5	Склеивание бумажной фильтрующей шторы с оцинкованными металлическими крышками в производстве воздушных фильтроэлементов автомобилей	Стоек к действию моющих растворов	71 / 71
172	Д-26А (ТУ 6-02-64-90)	То же	1	3 / -	-30...+50	200-220	2,5-3 мин	>>	T, °С 20 60	$\tau_{сдв}$, МПа 5 5	То же	Стоек к действию масла и дизельного топлива	71 / 71
173	Декон (ТУ 6-15-02-274-92)	На основе водной дисперсии; вязкая однородная масса белого цвета	1	12 / -	15-30	20±2	24	0,1	$\tau_{сдв} = 3$ МПа (дерево-дерево) $\tau_{сдв} = 0,45$ МПа (бетон-полистирол)		Склеивание дерева, картона, стекла, керамики, наклеивание линолеума, облицовочных плиток, пленочных материалов на бумажной и тканевой основах на бетон, деревянную основу, штукатурку	-	76 / 137
174	ДЕСАН-КЕРАМИК (ТУ 2252-004-20527821-98)	На основе эпоксидных смол; вязкая суспензия белого цвета	2	12 / 20 мин (20 °С)	-185...+200	20	24	Контактное	$\tau_{сдв} = 14$ МПа (Ст 3)		Для ремонта дефектов трубопроводов, деталей и механизмов (для хозяйственного водоснабжения)	Клей-компаунд; имеется гигиеническое заключение о безопасности контакта с питьевой водой; легко смывается с рук теплой водой с мылом	119 / 119
175	ДЕСАН-СУПЕР (ТУ 2252-004-20527821-98)	То же	2	12 / 0,5 (20 °С)	-185...+200	20	24	>>	$\tau_{сдв} = 15$ МПа (Ст 3)		То же	То же	119 / 119
176	ДЕСАН-ТЕРМО (ТУ 2252-004-20527821-98)	>>	2	12 / 0,5 (20 °С)	-185...+250	20	24	>>	$\tau_{сдв} = 8$ МПа (Ст 3)		>>	>>	119 / 119
177	ДЕСАН-Шпатлевка (ТУ 2252-004-20527821-98)	>>	2	12 / 15 мин (20 °С)	-185...+200	20	24	>>	$\tau_{сдв} = 9$ МПа (Ст 3)		>>	>>	119 / 119

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
178	ДН-1 (ТУ 6-01-1212-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость светло-желтого цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	Контактное	$\mu_{отв} = 10-16$ МПа	Для контровки и уплотнения резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,15 мм	71 / 71
179	ДН-2 (ТУ 6-01-1212-79)	То же	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	>>	$\mu_{отв} = 8-14$ МПа	То же	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,3 мм	71 / 71
180	ДЭДАФ (ЕТ 0.028.028 ТУ)	Прозрачная жидкость светло-желтого цвета	2	- / 1-2	-60...+155	20-24 + 60	24 + 6	>>	$\sigma_{отр} = 10$ МПа (Ст 45)	Склеивание линз, призм, зеркал и других оптических деталей из силикатных стекол всех марок, стекол с металлами с одновременной юстировкой оптических деталей	Оптический клей; $n_D = 1,57$	97 / 97
181	ИК-1М (ОСТ 3-6894-97)	Акриловый; прозрачная бесцветная жидкость	2	- / 48-72 (в герметичной таре)	-196...+100	18-26	48	>>	$\sigma_p = 4$ МПа	Склеивание оптических деталей, работающих в области спектрального пропускания от 0,4 до 12 мкм	То же	21 / 21
182	ИКФ-130 (ТУ 38.1051056-82)	На основе наирита А-13; жидкость от белого до светло-коричневого цвета	1	3 / -	-40...+70	20-24	5-10 мин	Прикатка роликом	-	Нанесение поверхностного слоя на изоляционную резину кабельных жил	-	- / 99
183	ИКФ-147 (ТУ 38.1051056-82)	На основе наирита А-14; жидкость от белого до светло-коричневого цвета	1	3 / -	-40...+70	20-24	5-10 мин	То же	-	То же	-	- / 99
184	Инструментол (ТУ 6-05-211-82)	На основе эпоксикремниорганической смолы; пастообразная масса темно-серого цвета	1	6 / -	-60...+200	155-160	2	0,02	$T, ^\circ\text{C}$ 25 250 $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20-25 2-2,5	Склеивание инструментальных материалов (быстрорежущих сталей, твердых сплавов, синтетических сверхтвердых материалов)	Сохраняет достаточную механическую прочность при сдвиге при 200-250 °С	72 / 108

185	ИРОСТИК (ТУ 2252-001-02958345-96)	На основе полиуретана; прозрачная бесцветная жидкость	1	12 / -	-60...+80	40-50 + 20-24	30-40 с + 24	Прижим	$S_{отс} = 2,4 \text{ кН/м}$	Склеивание картона, дерева, ткани, кожи, резины, изготовление и ремонт обуви, упаковок пищевых продуктов	Условная вязкость по Хетчинсону при 20 °С 2,0-3,0 с	58 / 58
186	К-13 (УБО.028.013.ТУ)	Бутилметакриловый с серебряным наполнителем; паста серого цвета	2	3 / -	До 125	20 100	48 4	Контактнос	$\sigma_{отр} = 3-5 \text{ МПа}$	Крепление металла с металлом или керамикой, различных элементов приборов квантовой электроники, герметизация некоторых элементов и узлов, а также нанесение токопроводящих контактов	$\rho_v \leq 2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	20 / 20
187	К-17 (УБО.028.013.ТУ)	Эпоксидный с серебряным наполнителем; паста серого цвета	2	3 / -	До 200	170-180 200	4 2	>>	$\sigma_{отр} = 15-30 \text{ МПа}$	То же	$\rho_v \leq 4 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	20 / 20
188	К-22 (УБО.028.013.ТУ)	То же	1	3 / -	До 200	180	4	>>	$\sigma_{отр} = 5-10 \text{ МПа}$	>>	$\rho_v \leq 5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	20 / 20
189	К-97 (Регламент по изготовлению)	На основе модифицированной эпоксидной смолы; пастообразная масса светло-желтого цвета	2	- / 3-4	-60...+180	20-24	24	0,02	$\tau_{сдв} = 16 \text{ МПа}$	Соединение деталей ткацких станков, работающих в условиях воздействия знакопеременных нагрузок и повышенной влажности	Клей-компаунд; легко заполняет зазоры, труднодоступные места в изделиях	72 / 108
190	К-153 (ТУ 2225-509-00203521-94)	Эпоксидный, модифицированный олигоэфиракрилатом МГФ-9 и тиоколом; вязкая жидкость от светло- до темно-коричневого цвета	2	- / 1,5	-60...+80	18-25 80 100	18 6 4	0,15-0,2	$\tau_{сдв} = 9 \text{ МПа}$ (Д16АТ заищ.)	Склеивание сталей и алюминиевых сплавов, стеклотекстолитов, пенопластов, резины и других материалов; контровка резьбовых соединений	Ограниченно стоек в морском климате	90 / 90
191	К-300 (ОСТ В 6-06-5100-96)	На основе эпоксикремнийорганической смолы СЭДМ-6; пастообразная масса светло-желтого цвета	3	- / 1	-196...+200 (длительно) 300 (кратковременно)	20-24	24-30	0,05	$T, ^\circ\text{C}$ 20 200 $\tau_{сдв}, \text{ МПа}$ 9 1,5 (Ст 30ХГСА)	Герметичное склеивание сталей, алюминиевых сплавов, латуни, асбо- и стеклотекстолитов, керамики, пенопластов, графита, теплоизоляционных материалов	Возможна поставка в виде 2-х компонентов	72 / 108
192	К-400 (ОСТ В 6-06-5100-96)	На основе эпоксикремнийорганической смолы Т-111; пастообразная масса кремневого цвета	3	- / 0,5-1	-196...+300 (длительно) 400 (кратковременно)	20-24	48	0,05	$T, ^\circ\text{C}$ 20 200 $\tau_{сдв}, \text{ МПа}$ 10 0,2 (Ст 30ХГСА)	Герметичное и вакуумплотное клеевое соединение сталей, магниевых, алюминиевых и титановых сплавов, латуни, пенокерамики, графита, кварца и ситалла	То же	72 / 108

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
193	К-ЭНФ (ТУ 2.25.2-357-05842324-2001)	Фенолокаучуковый; вальцованные пластины от светло- до темно-бежевого цвета	1	3 / -	-50...+150 (длительно) 200 (кратковременно)	130 140	2 1	0,3-0,5	$\sigma_{отр} = 7$ МПа	Склеивание металлов и термостойких неметаллических материалов	Отвержденный клеевой шов водо-, масло-, бензостоек, устойчив к воздействию вибрационных нагрузок	145 / 145
194	Карандаш клеящий (ТУ 6-15-675-79)	На основе поливинилпирролидона; однородная мягкая масса белого цвета	1	12 / -	-40...+40	20±5	0,5-1,5 мин	Контактное	-	Склеивание бумаги, картона	Содержание воды ≤ 65 %; разрыв по волокнам бумаги или картона	76 / 76
195	Каскорит 1203 Л Каскорит 1203 ЛФ (ТУ 2252-200-05011907-2001)	Карбамидоформальдегидный; вязкая жидкость молочно-белого цвета	2	2 / 24	Внутри помещения	20-24	24	>>	-	Склеивание фанеры, в производстве гнuto-клееных деталей, мебельного щита в мебельной промышленности	-	- / 59
196	Квант-401 (ТУ 6-01-2-731-84)	Акриловый анаэробный; однородная жидкость с зеленоватым оттенком	1	6 / -	-40...+80	23	48	>>	$\sigma_{отр} = 20$ МПа	Склеивание плоских металлических поверхностей со стеклом, стекла со стеклом, стекла с триплексом	Отверждение происходит при указанном режиме после экспозиции под лампой ДРТ-400 в течение 60 с	71 / 71
197	КДС-23 (ТУ АДИ 505-2000)	Эпоксидно-кремнийорганический; однородная вязкая масса	3	- / 2	-193...+300	20-24	24	>>	T, °С $\tau_{сдв}$, МПа 20 12 100 1,2 (Ст 3)	Склеивание металлических и неметаллических материалов	Водо-, масло-, бензостойкий	130 / 130
198	КДС-174 (ТУ АДИ 483-99)	Эпоксидно-каучуковый; низковязкая масса темного цвета	2	- / 2	-60...+60	20-24	24	>>	$\tau_{сдв} = 13$ МПа (углеродистая сталь)	То же	Водо-, масло-, бензостойкий; допускается склеивание изделий в воде	130 / 130
199	Кедр (ТУ 38.403829-96)	На основе полихлоропрена; жидкость желтого цвета с зеленоватым оттенком	1	12 / -	-50...+80	Нанести один слой - сушка, второй слой - сушка до отлипа, затем реакция при 60 °С при прижиге			Выше прочности склеиваемой древесины	Склеивание древесины, фанеры, ДСП, ДВП, приклеивание фурнитуры из любых материалов, изготовление и ремонт мебели	Высокая водостойкость	5 / 5

200	КЖТ-2 (БУО.028.112 ТУ)	На основе эпоксидной смолы и ангидридного отвердителя; вязкая жидкость темно-серого цвета	2	5 / -	-60...+125	150	10	0,02-0,05	-	Склеивание изделий, требующих отвода тепла	Клей-герметик; нанесение вручную, дозатором, через сеткотрафарет	- / 75
201	КЛ-ЭП-10-13 (ТУ 2252-11-521767-94)	Эпоксидный; вязкая масса темного цвета	2-3	- / 4	-40...+80	5-35	72	0,02-0,06	$\sigma_{отр} = 5 \text{ МПа}$ (линолеум-Ст 3)	Склеивание синтетических плиточных ТИМ между собой, с металлами, стеклопластиком и древесиной, линолеумных покрытий с металлами, стеклопластиком и древесиной, мастичными палубными покрытиями	Разрешен МЗ РФ; трудновоспламеняющийся	98 / 98
202	КЛ-ЭП-231 (ООП 5.9068-90) (ТУ 2252-12-521767-94)	Эпоксидно-каучуковый; вязкая масса коричневого цвета	2	- / 2-3	-60...+125	15-35	72	0,001-0,05	$\tau_{сдв} = 25 \text{ МПа}$ $\sigma_{отр} = 35 \text{ МПа}$ (Ст 3)	Склеивание металлов, стеклопластиков, углепластиков, текстолитов, ситаллов в различных сочетаниях	Разрешен МЗ РФ; стоек к динамическим нагрузкам	98 / 98
203	КЛ-ЭП-232 (ООП 5.9068-90) (ТУ 2252-12-521767-94)	Эпоксидный; вязкая масса коричневого цвета	3	- / 24	-40...+80	15-35 80	72 2	0,001-0,05	$\sigma_{отр} = 50 \text{ МПа}$ (Ст 3)	Склеивание металлов, стеклопластиков в различных сочетаниях; подслои под приформовку и намотку стеклопластика	Разрешен МЗ РФ	98 / 98
204	КЛ-ЭП-233У (ООП 5.9068-90) (ТУ 2252-12-521767-94)	Эпоксидно-каучуковый; вязкая масса коричневого цвета	2	- / 0,7	-60...+80	15-35	72	0,001-0,05	$\tau_{сдв} = 15 \text{ МПа}$ $\sigma_{отр} = 26 \text{ МПа}$ (Ст 3)	Склеивание металлов, стеклопластиков, углепластиков, текстолитов, пьезокерамики в различных сочетаниях; ситалла между собой и с металлами	То же	98 / 98
205	Клеевая композиция на основе латексов для производства самоклеящихся этикеток (Регламент на изготовление)	На основе акрилатных, акрилат-стирольных, бутадиен-стирольных карбоксилатных латексов; однородная жидкость от белого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	-40...+70	40-50	24	Контактное	$\sigma_{отс} = 250 \text{ кН/м}$ (разрушение бумажной основы этикетки) (металлическая подложка)	Производство самоклеящихся этикеток, в том числе пищевых	Рекомендуемая температура хранения и использования - 5-40 °С	73 / 73
206	Клей-расплавы марок К, М, П. (ТУ 13-77-94)	На основе низкоплавкого полиамида; гранулы 1-5 мм от белого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	До 100	140-145 (К) 105-140 (М, П)	Зависит от применяемого оборудования	-	-	К: склеивание металлов и пластиков в термонагревателях; М: для дублирования прокладочных материалов в автомобилестроении; П: для термоклейных волокнистых материалов	-	13 / 13

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых комплексов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
207	Клей 815 (ТУ 38.10522-75)	На основе натурального каучука; вязкая жидкость коричневого цвета	1	1 / -	-60...+60	20-24	24	Прикатка роликом	$S_{рассл} \geq 1$ кН/м (миткаль)	Приклеивание резиновой подошвы к валяной обуви	-	- / 26, 45
208	Клей 2572 (ТУ 38.305.05387-96)	На основе натурального каучука; жидкость желто-красного цвета	1	6 / -	-60...+60	75±5	Конфекционное склеивание	То же	$\sigma_{отр} = 2,5$ МПа (резина 2566-Ст 3)	Конфекция резиновых изделий и эбонита	-	121 / 26, 45, 52, 78, 121, 142
209	Клей 3125 (ТУ 38 105994-86)	На основе натурального каучука; однородная масса коричневого цвета	2	3 / -	-50...+90	20 70	10 1	>>	$S_{рассл} = 0,6$ кН/м (миткаль)	Склеивание изделий из прорезиненных тканей	Перед применением компоненты смешиваются в соотношении 1:1	142 / 142
210	Клей 4010 (ТУ 38.105517-86)	На основе натурального каучука или СКИ; однородная масса черного цвета	1	2 / -	-60...+60	20	6 (для склеивания текстильных материалов) 72 (для склеивания резины с металлами)	>>	$S_{рассл} \geq 0,08$ кН/м (миткаль) $\sigma_{отр} \geq 1,8$ МПа (резина-Ст 3)	Склеивание вулканизированных резин (на основе каучуков общего назначения), текстильных материалов, картона с неокрашенными и окрашенными металлами и для герметизации оконных проемов автомашин	-	69 / 26, 138
211	Клей 4269 (марка А, Б) (ТУ 38.105109-81)	На основе натурального каучука; раствор от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	3 / -	-60...+60	20-24	24	>>	-	Изготовление липкой ленты для полиграфической промышленности и склеивающих лент	-	- / 99
212	Клей 4508 (ТУ 38.105480-90)	На основе натурального каучука; жидкость светло-серого или желтоватого цвета	1	6 / -	-50...+90	20-24	8 (при последующей вулканизации) 16 (без вулканизации)	Контактное	$S_{рассл} \geq 0,6$ кН/м (миткаль)	Склеивание текстильных и резиноканевых изделий, нанесение слоя липкости на прорезиненные ткани на основе каучуков общего назначения	Для эксплуатации во всех климатических условиях требуется вулканизация	99 / 26, 45, 52, 78, 121, 138, 142

213	Клей 6282**	На основе натурального каучука; раствор от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	3 / -	-60...+60	20-24	24	Прикатка роликом	-	Склеивание текстильных и резиноканевых изделий	-	- / 99
214	Клей 4-АН (ТУ 38.105766-85)	На основе полихлоропрена; жидкость от белого до светло-коричневого цвета	1	3 / -	-40...+60	20-24	20 мин	То же	$S_{рассл} \geq 1,4$ кН/м (тканевые полоски)	Приклеивание резины к резине или ткани	-	52 / 2, 52, 121
215	Клей 4 НБуВ (ТУ 38.105236-85)	На основе полихлоропрена; однородная жидкость светло-зеленого цвета	1	3 / -	-40...+60	20-30	20 мин	>>	$S_{рассл} \geq 0,28$ кН/м (губка)	Склеивание вулканизированных резин и резиноканевых материалов на основе наирита, натурального, натрийбутадиенового, нитрильного каучуков без последующей вулканизации, а также невулканизированных резин и резиноканевых материалов с последующей вулканизацией	Рекомендован для работы в различных климатических условиях	18 / 45, 121, 142
216	Клей 51-К-1С (ТУ 005300-77)	На основе полихлоропрена и алкилфенолоформальдегидной смолы; жидкость коричневого цвета	1	6 / -	-40...+50	15-30	24	Контактное	$S_{рассл} \geq 2,94-3,0$ кН/м (резина 51-1492)	Склеивание резин в судостроительной промышленности	-	69 / 45, 138, 142
217	Клей 51-К-10 (ТУ 38.005300-77)	Эпоксидно-каучуковый; однородная масса коричневого цвета	3	- / 6	-60...+100	20-24	48	Прикатка роликом	$S_{рассл} \geq 2,45$ кН/м (резина ИРП 1074-Ст 3)	Склеивание резин на основе ненасыщенных каучуков и резиноканевых материалов с металлами и другими материалами	-	- / 45
218	Клей 51-К-10В (ТУ 2513-001-00152081-93)	Эпоксидно-каучуковый; жидкость коричневого цвета	2	- / 8	-60...+90	20	72	Конфекционное	$S_{отсл} \geq 3,0$ кН/м (металл-резина ИРП 1074)	Склеивание резин на основе диеновых каучуков (в том числе СКЭПТ) с металлами (в том числе с нержавеющими и титановыми сплавами)	Масло-, бензо-, термостойкий; может быть использован для гуммирования химоборудования резиной на основе СКЭПТ	69 / 138
219	Клей 51-К-19-2 (ТУ 2513-006-00152081-96)	На основе фенолоформальдегидной смолы и хлорсодержащих полимеров; дисперсия в этилацетате	1	6 / -	Определяется свойствами склеиваемой резины	Горячая вулканизация			$\sigma_{отр} \geq 3,9$ МПа (резина ИРП 1068-Ст 3)	Крепление к металлу резин на основе НК, СКИ-3, СКД, СКМС-10, 30, 50, СКЭПТ, полихлоропрена, СКН-18, СКН-26, СКН-40 (манжеты сайленблоков, амортизаторов, гуммирование химстойкого оборудования и др.)	-	138 / 138

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
220	Клей 51-К-22 (ТУ 38.1051256-89)	На основе натурального каучука; однородная масса белого цвета	1	6 / -	До 90	151±2 в котле в паровой среде	240±15 в котле в паровой среде	Вулканизация в струбцинах в поджатом состоянии	T, °С 23 90 (полуэбонит 51-1629-Ст 3) σ _{отр} , МПа ≥ 9,8 ≥ 3,9	Для гуммирования химаппаратуры эбонитами и полуэбонитами на основе СКБ, НК, СКИ-3, СКД, СКМС30-АРКМ-15, СКМС30-РП, БСК разных марок в процессе котловой вулканизации и открытым способом	-	121 / 121
221	Клей 51-К-24-30 (ТУ 2513-006-00152081-96)	На основе хлорсульфированного полиэтилена; раствор в толуоле	1	3 / -	Определяется свойствами склеиваемой резины	Горячая вулканизация			σ _{отр} ≥ 3,9 МПа (резина ИРП 1347-Ст 3)	Крепление резин к металлу в процессе вулканизации для изделий спецназначения	-	138 / 138
222	Клей 51-К-40 51-К-40БТ (ТУ 38 405801-96)	На основе полихлоропрена; жидкость от белого до светло-желтого цвета	2	6 / 1	То же	То же			σ _{отр} ≥ 3,0 МПа (резина ИРП 1390-Ст 3)	Крепление резин к металлу при гуммировании в сочетании с клеем 51-К-19-2	-	138 / 138
223	Клей 51-К-44-1 (ТУ 2513-013-00152081-98)	На основе эпоксидных смол; жидкость светло-желтого цвета	2	6 / 8	-60...+250	>>			T, °С 20 200 σ _{отр} , МПа 4 1,6	Крепление резиновых смесей на основе СКФ-26 к металлу в процессе вулканизации (взамен 9М-37Ф)	Стойкость к термическому старению: длительно до 200 °С, кратковременно до 250 °С в среде топлив и масел	138 / 138
224	Клей 51-К-44-2 (ТУ 2513-004-00152081-95)	На основе полихлоропрена и эпоксидной и фенолоформальдегидной смол; прозрачная жидкость желтого цвета	1	6 / -	-40...+150	Соответствует режиму вулканизации резиновой смеси			σ _{отр} ≥ 3,0 МПа (резина ИРП 1314-1-Ст 3)	Склеивание резин на основе СКФ-32 с металлом в процессе вулканизации	-	138 / 138
225	Клей 51-К-51 (ТУ 2513-025-00152081-00)	На основе полихлоропрена; жидкость от белого до светло-бежевого цвета	2	- / 8	-40...+250	20-24 80	48 1	Контактное	σ _{отс} ≥ 2,0 кН/м (резина ИРП 2025-Ст 3)	Крепление к металлу маслonaполненных резин на основе нитрильного каучука, резин на основе этиленпропиленовых эластомеров с предварительной химической или фотохимической модификацией поверхности резин	-	138 / 138

226	Клей 75-М (ТУ 201-28-72-96)	На основе термоэластопластов; прозрачная жидкость коричневого цвета	1	12-18 / -	-30...+45	18-25	3 мин	0,3	$\sigma_{отс} \geq 5 \text{ кН/м}$	Склеивание кожи, резин общего назначения, полиуретана, дерева, а также полиэтилена (жесткого и пленочного) и полиамида в автомобилестроении и обувной промышленности	Требуется активация после нанесения под ИК-лампой: 80 °С, 2 мин; клей имеет адгезию к полиамидным пластикам, полиэтилену и фторопласту	12/ 105
227	Клей 78-БЦС-П (ТУ 38.105470-82)	На основе полихлоропрена и алкилфенолформальдегидной смолы; жидкость коричневого цвета	1	3 / -	-40...+90	15-30	24	Контактное	$\sigma_{отс} \geq 2,46 \text{ кН/м}$ $\sigma_{отр} \geq 1,28 \text{ МПа}$ (резина 56-Ст 3)	Склеивание резин между собой, с металлами, стеклом и др., приклеивание губчатых уплотнений	Клеевые соединения стойки к действию морской и пресной воды	69 / 26, 45, 121, 138
228	Клей 78-БЦС-П-М (ТУ 38.105470-82)	На основе полихлоропрена и алкилфенолформальдегидной смолы; жидкость от светло- до темно-серого цвета	1	3 / -	-40...+90	15-30	24	>>	$\sigma_{отс} \geq 1,36 \text{ кН/м}$ (резина 51-1632-Ст 3)	Приклеивание автомобильных уплотнителей из СКЭПТ	То же	69 / 138
229	Клей 88 КР (ТУ 201-951-10-96)	На основе полихлоропрена и фенолформальдегидной смолы; жидкость от желтого до коричневого цвета	1	6 / -	-30...+90	18-25	1-3 мин	0,3	$\sigma_{отс} \geq 7,5 \text{ кН/м}$ $\sigma_{отр} \geq 1,5 \text{ МПа}$ (металл-резина)	Склеивание резин с металлами, синтетических пленок, полиуретана, ПВХ, кожзамителей, кожи, дерева и других материалов	Вибро- и водостоек	12 / 105
230	Клей 88 М (ТУ 38.403832-96)	На основе полихлоропрена; раствор в бензине от светло-зеленого до бежевого цвета	1	6 / -	-40...+70	20-24	24	Прикатка роликом	$\sigma_{отр} \geq 1,3 \text{ МПа}$	Склеивание резины с металлом, стеклом, бетоном, кожей, пластмассой, деревом	Аналог клеев 88 СА и 88 НП, превосходит их по водостойкости	- / 137
231	Клей 88 НП (ТУ 2385-003-31854575-00)	На основе наирита и бутилфенолформальдегидной смолы; жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	6 / -	-40...+70	20-24	5-10 мин	То же	$\sigma_{отр} \geq 1,1 \text{ МПа}$ (резина-сталь)	Приклеивание резин к резине, металлам, стеклу и другим материалам	Прочность клеевых соединений в интервале рабочих температур сохраняется в течение 6 лет	69 / 26, 45, 78, 142
232	Клей 88 НП-1 (ТУ 38.105540-85)	На основе полихлоропрена и алкилфенолформальдегидной смолы; жидкость от желтого до светло-коричневого цвета	1	6 / -	-40...+70	15-30	24	Контактное	$\sigma_{отс} \geq 1,96 \text{ кН/м}$ $\sigma_{отр} \geq 2,26 \text{ МПа}$ (резина П-56-Ст 3)	То же	Клеевые соединения стойки к действию морской и пресной воды	69 / 138

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
233	Клей 88-П1 (Наирит-1) (ТУ 2513-010-13238275-98)	На основе полихлоропрена; вязкая мутная жидкость от желтого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	-50...+60	20-24	24	Прикатка роликом	$S_{рассл} \geq 1,5$ кН/м (резина-резина) $S_{рассл} \geq 5,0$ кН/м (кожволон-кожволон)	Склеивание в любых сочетаниях изделий из поролона, пористых и волокнистых материалов и приклеивание их к основам из дерева, металла, картона, ДВП; склеивание изделий из кожи, кожзаменителей, ткани, резины, изделий из ПВХ	Клеевой шов стоек к действию воды и органических растворителей	100 / 100
234	Клей 88-П2 (Поролон-2) (ТУ 2513-010-13238275-98)	То же	1	12 / -	-50...+60	20-24	24	То же	Выше прочности поролона	Склеивание изделий из поролона и приклеивание их к основам из дерева, металла, картона, ДВП; склеивание изделий из кожи, ткани, резины	Клеевой шов стоек к действию воды	100 / 100
235	Клей 88 С (ТУ 38.005300-77)	На основе полихлоропрена и алкилфенол-формальдегидной смолы; жидкость	1	6 / -	-40...+50	15-30	24	Контактное	$\sigma_{отс} \geq 2,94$ кН/м $\sigma_{отр} \geq 1,28$ МПа (резина 51-1492-Ст 3)	Для судостроительной промышленности	То же	69 / 45, 138
236	Клей 88 СА 88 СА-1 (ТУ 38.105760-89) (ТУ 38.30569-94)	На основе полихлоропрена; коллоидный раствор от светло-зеленого до бежевого цвета	1	6 / -	-40...+50	20-24	24	Прикатка роликом	$\sigma_{отс} \geq 2,6$ кН/м $\sigma_{отр} \geq 1,39$ МПа (резина 56-Ст 3)	Склеивание резин, резин с металлами, стеклом и другими материалами.	>>	121 / 26, 45, 52, 121, 138, 142
237	Клей 88 СА (П) (ТУ 2242-001-48499049-00)	То же	1	6 / -	-40...+70	20-24	24	То же	$S_{рассл} \geq 2,0$ кН/м (ткань-ткань)	Склеивание поролона между собой, с деревом, тканями	Вязкость 40-60 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	- / 78
238	Клей 88-Luxe (ТУ 2513-005-13238275-96)	На основе полихлоропрена; вязкая мутная жидкость от желтого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	-50...+60	20-24	24	>>	$S_{рассл} \geq 8-10$ кН/м (кирза-кирза) $S_{рассл} \geq 5-6$ кН/м (сталь-кирза)	Склеивание в любых сочетаниях резины, кожи, кожзаменителей (кроме ПВХ), металлов, стекла, пластмасс, дерева, бумаги, картона, тканей	Клеевой шов стоек к действию воды	100 / 100
239	Клей-герметик для сантехнического оборудования и облицовочных материалов (ТУ 6-15-749-78)	На основе полихлоропрена; пастообразная вязкотекучая масса	2	12 / -	-60...+60	20-24	48-72	Контактное	$\tau_{сдв} \geq 0,1$ МПа	Приклеивание линолеума и керамической плитки, заделывание трещин, щелей, пустот	Поставляется в 2-х тубах	76 / -

240	Клей декстриновый конторский (ТУ 6-15-688-77)	На основе декстрина; порошкообразная смесь желтого или кремового цвета	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	3±0,1	Прижим	-	Наклеивание моющихся обоев на бумажной и тканевой основе на бетонные, оштукатуренные, деревянные и другие неметаллические поверхности	Содержание воды ≤ 7%; разрыв по волокнам бумаги или обоев	76 / -
241	Клей для обуви (ТУ 38.10572-94)	На основе хлоропренового каучука или его аналогов, смолы 101К; жидкость от бежевого до темно-желтого цвета	1	8 / -	-45...+45	23±5	24	0,35	T, °C 23 45 (двухслойная кирза) σ _{отс} , кН/м ≥ 3,0 ≥ 3,0	Склеивание деталей обуви из различных резин (пористой, монолитной, кожеподобной и др.), кожи, войлока и текстильных материалов при изготовлении и ремонте обуви	-	121 / 121
242	Клей для поливинилхлорида и полистирола (ТУ 6-15-1419-84)	На основе бутадиен-нитрильного каучука; вязкая жидкость желтого цвета	1	12 / -	-60...+60	20-24	24	Прижим	τ _{сдв} = 0,8 МПа (жесткий ПВХ)	Склеивание жесткого и мягкого поливинилхлорида, полистирола и изделий из них	Вязкость 90-200 с (ВЗ-1, диаметр сопла 5,4 мм)	76 / 76
243	Клей для соединения труб и соединительных деталей из непластифицированного поливинилхлорида (ТУ 2252-049-00203536-98)	На основе непластифицированного поливинилхлорида; вязкая жидкость белого цвета	1	9 / -	До 60	5-35	2	-	τ _{сдв} = 5 МПа	Для сборки трубопроводов, транспортирующих техническую и питьевую воду, а также другие среды	Рабочее давление в трубопроводе, смонтированном при помощи клея, должно быть не более 1 МПа	90 / 90
244	Клей казеиновый «12 табуреток» (ГОСТ 3056-90)	На основе казеина; порошок светло-желтого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	24	Прижим	τ _{сдв} ≥ 10,5 МПа	Склеивание древесины и древесных материалов между собой, а также с картоном, тканью, кожей, пластиком и другими материалами	Перед применением замачивается в воде (1:2)	- / 5
245	Клей латексный ЛДБ (ТУ 33.303-01-43-92)	На основе латекса; однородная вязкая масса от белого до кремового цвета	1	6 / -	То же	20-24	1	Проглаживание	-	Наклеивание бумаги и различных материалов на бумажной основе на бумагу, картон, бетон и деревянные поверхности	Малоопасный материал, 4 класс опасности; разрыв по волокнам бумаги	- / 103
246	Клей нитроцеллюлозный (ТУ 17-06-22-77)	На основе нитроцеллюлозы; жидкость от желтого до коричневого цвета	1	12 / -	>>	20-24	24	Прикатка роликом	S _{расст} ≥ 2 кН/м	В обувной промышленности, для склеивания текстильных материалов, бумаги, дерева, в переплетном деле	При удалении растворителя образует прозрачную пленку	- / 2

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
247	Клей обойный латексный (ТУ 6-15-1425-84)	На основе латекса; однородная сметанообразная масса белого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	24	Проглаживание	-	Наклеивание многослойных пленочных обоев типа полиплен, пеноплен, а также бумажных и моющихся обоев и других пленочных материалов на бумажной и тканевой основах (клеенка и др.) на неокрашенные бетонные, оштукатуренные и деревянные поверхности	Малоопасный материал, 4 класс опасности; разрыв по волокнам обоев или бумаги	76 / 103
248	Клей полиуретановый (ТУ 38.403830-96)	На основе полиуретана; прозрачная бесцветная жидкость	1	12 / -	-60...+100	Нанести один слой - сушка, второй слой - сушка до отлипа, затем активация при 60-70 °С при прижиме			$\sigma_{отс} \geq 9,5$ кН/м	Изготовление и ремонт обуви и других изделий из полиуретанов, ПВХ, термопластов и термоэластопластов	Клей на основе каучука DESMOCOLL фирмы BAYER	- / 5
249	Клей-праймер КСУ, КСУ-Н (ТУ 21-5744710-38-91)	На основе полиуретана; вязкая жидкость	1	6 / -	-40...+40	20-24	48	Прикатка роликом	$\tau_{сдв} = 0,17-0,24$ МПа	Приклеивание и склеивание различных строительных полимерных материалов	Малоопасный материал, 4 класс опасности	96 / 103, 137
250	Клей резиновый 117 (ТУ 38.105840-86)	На основе резиновой смеси 117; однородная масса	1	0,5 / -	-40...+60	23±5	10	-	$S_{рассл} = 5,9$ кН/м (невулканизованный отмытый миткаль)	Конфекция резиновых смесей	-	121 / 121
251	Клей резиновый марки А (ГОСТ 2199-78)	На основе натурального каучука; жидкость серого или светло-бежевого цвета	1	6 / -	-40...+60	18-25	10	0,04-0,05 или прикатка роликом	$S_{рассл} = 1,0$ кН/м	Склеивание резиновых и резинотканевых изделий в производстве обуви и кожгалантереи	Горюч, токсичен	69 / 58
252	Клей силикатный конторский (ГОСТ 13078-81) (ТУ 6-15-433-92)	На основе силиката натрия; вязкая жидкость от светлого до бежевого цвета	1	Не ограничен / -	Внутри помещения	20-24	1-10 мин	Прижим	-	Склеивание бумаги, картона	При хранении возможно выпадение осадка; при оттаивании после заморозки сохраняет свойства; имеется гигиеническое заключение; разрыв по волокнам бумаги	76 / 5, 26
253	Клей синтетический (ТУ 6-15-552-71)	На основе поливинилацетата; однородная эмульсия белого цвета	1	6 / -	-40...+40	20-24	1	Контактное	$\tau_{сдв} = 0,8$ МПа (древесина)	Склеивание кожи, бумаги, тканей, керамики, дерева	Вязкость 15 с (по кружке ВМС)	76 / -

254	Клей синтетический водоактивируемый (ТУ 6-15-1261-80)	На основе мочевинокарбамидофенолоформальдегидной смолы; однородная масса от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	2 / -	-40...+40	18-25	110 с	Прижим	-	Для нанесения на бумажную основу при изготовлении клесвой ленты	pH 7,0-9,5; разрыв по волокнам бумаги или картона	76 / -
255	Клей синтетический для обоев (ТУ 6-15-692-77)	На основе натрийкарбоксиметилцеллюлозы или карбоксиметилцеллюлозы; рыхлая хлопьевидная масса белого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	18-20	3	>>	-	Приклеивание обоев	pH 7,0-9,5; разрыв по материалу обоев	76 / -
256	Клей эпоксидный универсальный (ТУ 6-15-1070-82)	Эпоксидный; вязкая масса от светло-желтого до желтого цвета	2	12 / 1,5-2	-60...+60	18-25	24	Контактное	$\tau_{сдв} = 10$ МПа (сталь)	Склеивание металлов, пластмасс, древесины, керамики, стекла, жесткой резины, кожи и любых других материалов как между собой, так и в сочетаниях друг с другом	-	76 / -
257	Клеящая термостойкая мастика (ТУ 6-15-1747-93)	На основе индустриальных масел и растворов силикатов; пастообразная масса светлых тонов	1	12 / -	15-30	20±2	24	0,1	$\sigma_{отр} = 0,3$ МПа	Наклеивание облицовочной плитки	-	76 / 137
258	КЛЭП-1М (ТУ 2252-318-00208947-00)	На основе эпоксидных смол; жидкость цвета слоновой кости	2	6 / 8 (0-5 °C)	-60...+80	25±3 75±5	96 11	0,1	Усилие выдергивания игольной трубки из головки иглы после отверждения: для диаметра 0,5 мм ≥35 Н; для диаметра 0,6 мм ≥45 Н; для диаметра 0,8 мм ≥60 Н; для диаметров 1,2; 1,5 мм ≥115 Н	Склеивание игольной трубки с головкой иглы в иглах однократного применения на машинах фирмы «Фабберсанитас»	Вязкость ≤ 90 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	71 / 71
259	КМ-41 (ОСТ 92-0948-74) (ОСТ 92-0949-74)	На основе алюмохромфосфатной связки; пастообразная масса зеленого цвета	3	12-36 / 48 (в закрытом состоянии)	-60...+1200	15-35 120 150	120 10 4	0,1-0,3	T, °C $\tau_{сдв}$, МПа 20 2,5-4,0 300 3,0-5,0 500 1,4-2,0 700 1,4-2,0 1000 1,0-1,4 (Ст 12Х18Н9Т)	Склеивание металлов (нержавеющей стали, молибдена, вольфрама, титановых сплавов), минеральных стеклопластиков, графита, керамических материалов (пористых и плотных), асбоцемента, слюды	Хрупкий, обладает электроизоляционными свойствами; в случае холодного отверждения неводостек	50 / 50

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
260	КМ-200 (ТУ 6-01-1241-80)	Цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	6 / -	-196...+125	20-24	24	Контактное	$\sigma_{отр} = 22-25$ МПа $\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	Приклеивание деталей оптики, работающих при низких температурах, крепление элементов электро- и радиоаппаратуры	Время схватывания при 20-25 °С 1 мин	71 / 71
261	КМ-200С (ТУ 6-02-103-90)	Стабилизированный цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	3 / -	-196...+125	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 22-25$ МПа $\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в оптике, приборостроении и др.	То же	71 / 71
262	КМ-201 (ТУ 6-01-1241-80)	Цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	6 / -	-196...+125	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 20-24$ МПа $\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	Приклеивание деталей оптики, работающих при низких температурах, крепление элементов электро- и радиоаппаратуры	Время схватывания при 20-25 °С 3 мин	71 / 71
263	КМ-201С (ТУ 6-02-103-90)	Стабилизированный цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	1 / -	-196...+125	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 20-24$ МПа $\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в оптике, приборостроении и др.	То же	71 / 71
264	КМ-203 (ТУ 6-01-1241-80)	Цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	6 / -	-60...+125	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 15-20$ МПа $\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	Крепление навесных радиоэлементов, микросхем, механических деталей, стоек, шайб, прокладок, монтажных жгутов и отдельных проводников к основаниям плат, выполненных из гетинакса, стеклотекстолита, металлов по лакированной поверхности	Время схватывания при 20-25 °С 5 мин	71 / 71
265	КМ-203С (ТУ 6-02-103-90)	Стабилизированный цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	0,5 / -	-60...+125	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 15-20$ МПа $\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в оптике, приборостроении и др.	То же	71 / 71

266	КМЦ-Н (ТУ 6-15-1077-77)	На основе натрийкарбоксиметилцеллюлозы; порошок белого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	20±2	3	Прижим	-	Наклеивание моющихся обоев на бумажной и тканевой основе на бетонные, оштукатуренные, деревянные и другие неметаллические поверхности	Разрыв по волокнам материала обоев	76 / 89
267	КН-1 (УБО.028.040.ТУ)	На основе сополимера винилхлорида и винилацетата с никелевым наполнителем; пастообразная масса серого цвета	2	- / 72	До 100	80	7	Контактное	$\sigma_{отр} = 10-15 \text{ МПа}$	Крепление металла с металлом или керамикой, различных элементов приборов квантовой электроники, герметизация некоторых элементов и узлов, а также нанесение токопроводящих контактов	$\rho_v = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	20 / 20
268	КН-3 (УБО.028.040.ТУ)	Эпоксидный с никелевым наполнителем; пастообразная масса серого цвета	2	3 / -	-60...+200	240	7	>>	$\sigma_{отр} = 30-50 \text{ МПа}$	То же	$\rho_v = 3 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	20 / 20
269	Композиция клеевая для самоклеящихся прокладок из пенорезины (ТУ 38.406382-90)	На основе карбоксилатного бутадиев-стирольного и изопренового латексов; однородная жидкость от белого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	-50...+70	-50 - +30	24	>>	$\sigma_{отс} = 0,2 \text{ кН/м}$ (пенорезина-нержавеющая сталь) $\sigma_{отс} = 0,2 \text{ кН/м}$ (пенорезина-антиадгезионная бумага)	Изготовление самоклеящихся прокладок для уплотнения стен производственных зданий	Рекомендуемая температура хранения и использования 5-40 °С	73 / 73
270	Контакт-01 (ТУ 6-15-02-344-93)	На основе бутадиев-нитрильного каучука и синтетических смол; однородная вязкая масса от светло- до темно-коричневого цвета	1	12 / -	-60...+60	20-24	24	Прижим	$\tau_{сдв} = 0,5-1 \text{ МПа}$ (сталь)	Склеивание изделий из дерева, керамики, металлов, резины, кожи, тканей, поролона, пластмасс на основе ПВХ, полистирола, полиамидов, лавсана	Вязкость 80-180 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	76 / -
271	Контакт Ц (ТУ 201-28-17-93)	Цианакрилатный; прозрачная бесцветная жидкость	1 + под- слой	6 / -	-100...+120	20-24	10-15 с	Контактное	$\tau_{сдв} = 25 \text{ МПа}$ $\sigma_{отр} = 3,5 \text{ МПа}$ (хрусталь)	Экспресс-ремонт изделий из хрустала и стекла	Клеевой шов вибро- и водостоек, выдерживает кипячение в воде и мыльных растворах	
272	Контактол (ТУ 6-15-1499-85)	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость от желтого до серого цвета	1	12 / -	-40...+40	20-24	24	>>	$\tau_{сдв} = 0,3 \text{ МПа}$ (полистирол)	Приклеивание отделочных и облицовочных материалов к различным поверхностям контактным способом, склеивание в любых сочетаниях дерева резины, кожи	Вязкость 80 с (ВЗ-1, диаметр сопла 5,4 мм)	76 / -

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
273	Коралл (ТУ 38.403828-96)	На основе полихлоропрена; жидкость от светло-желтого до светло-зеленого цвета	1	12 / -	-40...+60	Нанести один слой - сушка, второй слой - сушка до отлипа, затем реакция при 60-70 °С при прижиге			$\sigma_{отс} = 6-7$ кН/м	Склеивание кожи, кожзаменителя, микропоры, резины, кожволонна, дерева, войлока и ткани в любом сочетании	Изготавливается на основе хлоропренового каучука BAYPREN-330 фирмы BAYER	- / 5
274	Корундинат 2,5Т (ТУ 2252-069-05761689-2002)	Изоцианатный преполимер; однородная прозрачная жидкость	1	1 / -	-60...+100	20-24	72	Прикатка роликом	-	Применяется в строительстве	Содержание свободных изоцианатных групп 2-4 %	51 / 51
275	Корундинат 11 П Корундинат 12 ПП (ТУ 2252-068-05761689-2002)	То же	1	-	-60...+100	20-24	72	То же	-	Склеивание гипсоволокнистых плит	Содержание свободных изоцианатных групп: 11П: 10-12 %, 12ПП: 11-13 %	51 / 51
276	КР-5-18 (ТУ 38 105 1078-83)	На основе бутадиен-нитрильного каучука и смолы ФР-12; вязкая жидкость черного цвета	2	- / 7	-60...+120	143±3	0,5	3	$\sigma_{отр} = 3,92$ Мпа (резина 3826 - Д16АТ)	Приклеивание вулканизированных и невулканизированных резин и резинотканевых материалов на основе бутадиен-нитрильных каучуков к металлам (стали, алюминиевым, магниевым и титановым сплавам) и к стеклоткани	Может применяться для работы в различных климатических условиях только с последующей вулканизацией; стоек в нефтяных маслах и топливах	18 / 38
277	КР-5-18Р (ТУ 38.1051078-83)	То же	2	- / 7	-60...+120	20-24	48	Прикатка роликом	$S_{рассл} = 2,35$ кН/м (резина 203 Б)	Склеивание вулканизированных резин и резиновых материалов на основе нитрильных каучуков, предназначенных для работы в нефтяных маслах и топливах	Может применяться без горячей вулканизации и с последующей горячей вулканизацией; применение в различных климатических условиях допускается только после вулканизации	18 / 38

278	КР-6-18 (ТУ 38.1051078-83)	На основе бутадиен-нитрильного каучука; вязкая жидкость светлого или темно-зеленого или черного цвета	1	3 / -	-60...+200	143±3	0,5	3	$S_{\text{рассл}} = 2,4 \text{ кН/м}$ (резина 181)	Склеивание бензо-, масло-, керосиностойких невулканизированных резин на основе нитрильных каучуков и резинотканевых материалов на основе нитрильного АХКР и фторорганического НТ-7 каучуков между собой с последующей вулканизацией	Клеевые соединения топливо-, масло-, бензостойки, стойки в различных климатических условиях	18 / 38
279	КР-16-20 (ТУ 6-05-11-60-75)	Полиэфирный; гранулы от белого до бежевого цвета	1	12 / -	До 205	210-230	Зависит от типа применяемого оборудования	Контактное	-	Для обтяжки и клеевой затяжки носочно-пучковой, а также пяточной части обуви	-	- / 56
280	Криотек (ОСТ В 6-06-213-91)	На основе эпоксикремниорганической смолы СЭДМ-3; пастообразная масса светло-серого цвета	3	- / 2	-269...+200	20-24	48	0,02	$T, ^\circ\text{C}$ 20 200 -269 $\tau_{\text{сдв}}, \text{МПа}$ 18 2 18	Склеивание конструкционных и теплозащитных материалов, деталей теплоизоляции, установка температурных датчиков	Обладает пониженной вязкостью	72 / 108
281	Кристалл (Пат. 1575495 РФ)	На основе эпоксикремниорганической смолы СЭДМ-8; пастообразная масса светло-коричневого цвета	1	2-3 / -	До 300	200	3	0,02	$T, ^\circ\text{C}$ 20 200 250 $\tau_{\text{сдв}}, \text{МПа}$ 18-20 3-3,5 2-2,54	Приклеивание к металлической оправке кристаллов алмаза перед распиливанием	Возможна доработка рецептуры в случае приклеивания кристаллов алмаза размером меньше 1 кар	72 / 108
282	КРОК (ТУ 5770-118-05744716-98)	Полиамидный; гранулы желтого или коричневого цвета	1	12 / -	До 75	170-190	5 с	-	$\tau_{\text{сдв}} = 3,5 \text{ МПа}$	Склеивание древесины, шпона, бумаги, пропитанной термореактивными полимерами, поливинилхлоридных пленок	Нетоксичен	- / 82
283	Крол (ТУ 201-28-78-83)	На основе полистирола; вязкая жидкость белого цвета	1	18 / -	-100...+60	18-25	15-20 мин	Контактное	$\tau_{\text{сдв}} = 14,8 \text{ МПа}$	Склеивание ударопрочного и блочного полистирола	Вибро- и водостоек, малотоксичен	12 / 108
284	КР-ПМ (ТУ 5770-110-05744716-96)	На основе сополимера этилена с винилацетатом; гранулы произвольной формы	1	12 / -	-30...+105	170-190	2 мин	-	$\sigma_p = 2-3 \text{ МПа}$	Склеивание полимерных, оптических, конструкционных материалов	Стойк к действию влаги, солнечной радиации, горючесмазочных материалов, кислот, вибро- и ударостоек	95 / 82
285	КРП-Э-4П (ТУ 2126-35609201208-96)	На основе сополимеров ароматических и алифатических кислот и алифатических гликолей; прутки белого цвета	1	12 / -	До 100	180-184	Несколько секунд	-	$\sigma_{\text{отс}} = 11,6-16,0 \text{ кН/м}$	Для затяжки носочно-пучковой, голеночной и пяточной частей обуви	Вязкость расплава при 230 °С 15-20 Па·с	- / 72

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
286	КРУС-2 (ТУ 13-027-3250-32-92)	На основе сополимера этилена с винилацетатом; гранулы произвольной формы	1	12 / -	До 90	180-190	3-5 с	-	$\sigma_{отс} \geq 600$ Н/м $\tau_{сдв} = 2,5$ МПа (ДСП)	Склеивание пластмасс, металлов, дерева, кожи	Вязкость 17-19 Па·с (160±2 °С)	- / 81, 82
287	КС (ТУ 6-15-1251-80)	На основе бутадиен-нитрильного каучука и инденокумароновой смолы; вязкая жидкость светло-коричневого или коричневого цвета	1	12 / -	-40...+40	20-24	24	Прижим	$S_{рассл} = 1,0$ кН/м (резина-резина)	Ремонт обуви и галантерейных изделий из резины, кожи, кожзаменителя	Вязкость 120 с (ВЗ-1, диаметр сопла 5,4 мм)	76 / 103
288	КСБ (ТУ 2252-001-2567824-95)	На основе карбамидной смолы; однородная вязкая жидкость светло-желтого цвета	1	3 / -	-25...+25	18-22	10-15 мин	0,01	-	Наклеивание этикеток на стеклянную, жестяную тару, на полимерные бутылки в пищевой промышленности; склеивание бумаги, картона, древесных материалов	Тара - бочки, стеклянные или полимерные бутылки	- / 43
289	КТ-2 (ТУ 6-05-211-1103-81)	Органосиликатный; эмульсия светло-зеленого цвета	1	12 / -	-60...+500	250	3	0,02	$T, ^\circ\text{C}$ 20 $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 500 6 6 (Ст 30ХГСА)	Склеивание различных металлов (сталь, титан и т. д.)	Работоспособность: 500 °С - 1000 ч	72 / 108
290	КТ-15 (Технологическая инструкция № 1058)	На основе смолы СЭДМ-8; пастообразная масса светло-коричневого цвета	3	- / 5-7 (25 °С)	-50...+200	200	5-6	0,02	-	Склеивание ферритовых сердечников, создание сложных конфигураций сердечников для антенн	-	72 / 108
291	КТ-25 (Инструкция И38.40518-86)	На основе смолы Т-10; вязкая масса коричневого цвета	3	3 / -	-40...+250	150	3	0,02	$\sigma_{отр} = 5$ МПа (резина ИРП 1287-Ст 30ХГСА)	Приклеивание вулканизированных фторорганических резин к металлам	-	72 / 108
292	КФК (ТУ 2252-025-10687966-98)	На основе полихлоропрена; вязкая однородная жидкость от желтого до коричневого цвета	2	6 / 8	-30...+50	18-22	24	0,3-0,3	$\sigma_{отс} = 2,5$ кН/м (резина-Ст 3)	Склеивание полимерных материалов, искусственной и натуральной кож, резин между собой, а также металлов, в том числе окрашенных	Клеевые соединения устойчивы к действию воды, масел и бензина, теплостойки; тара - бочки или полимерные бутылки	43 / 43

293	КФ-Ж (ГОСТ 14231)	Карбамидный; однородная жидкость тем- но-коричневого цвета	3	6 / -	Как у склеивае- мых мате- риалов	100-140	5-10 мин	0,3	Выше прочности дре- весины	Изготовление фанеры, древесно-стружечных плит, склеивание бу- маги	Поставляется ком- плектно	- / 43, 117
294	КЧДР (ТУ 13-027-9856-28- 27-88)	На основе сопо- лимера этилена с винилацета- том; гранулы от светло- желтого до светло-корич- невого цвета	1	12 / -	До 50	160-170	Зависит от ис- пользуе- мого оборудо- вания	-	-	Склеивание оптиче- ских и конструкцион- ных материалов	Вязкость 30-40 Па·с (160±2 °С)	- / 82
295	Л-4 (ПИ 1.2.А.010-98)	Эпоксидный на основе смолы Э-40, дибутил- фталата и поли- этиленполими- на; прозрачная пастообразная масса желто- бурого цвета	3	- / 45- 90 мин	-60...+60	20	24	0,01	Т, °С τ _{сдв} , МПа 20 4 60 0,6 (Д16АТ анодир.)	Склеивание анодиро- ванных алюминиевых сплавов, стали, титана между собой, со стек- лотекстолитом в узлах несилового назначе- ния; контровка болто- вых соединений	-	18 / 114
296	Лакрилен-1003 (марки А и В) (ТУ 6-01-2-764-85)	На основе акри- лового сополи- мера; бесцвет- ная или желто- ватая вязкая прозрачная жидкость	1	12 / -	-20...+70	20-24 90±10	20-30 мин 2-3 мин	Прикатка роликом	Для марки В: σ _{отс} = 0,6-0,8 кН/м	Изготовление клея с постоянно липкими свойствами для опти- ческих прозрачных лент на лавсановой основе, используемых при монтаже кинопле- нок и магнитных лент	Содержание карбок- сильных групп ≤ 1,2 %	71 / 71
297	Лакс (ТУ 6-15-08-11-86)	На основе ла- текса; однород- ная эмульсия белого цвета	1	12 / -	20-24	20	0,5 мин	Прижим	-	Склеивание бумаги с картоном, фотобума- гой, стеклом, пленкой ПВХ	Вязкость 14-20 с (ВЗ-4, диаметр со- пла 4 мм); разрыв по волокам бумаги	76 / -
298	Латакрил 3М-1 (ТУ 6-02-259-96)	Акриловый водно-диспер- сионный; вязкая однородная масса от белого до бледно- желтого цвета	1	12 / -	0-70	23±5	24	0,05	-	Склеивание деревян- ных, ДСП, окрашен- ных и оштукатурен- ных поверхностей с бумагой (бумажные обои), декоративной ПВХ пленкой, при- клеивание тканевых и бумажных материалов (этикеток) к металли- ческим и стеклянным поверхностям	Клеевой шов влаго- стойкий и хладоустой- чив	71 / 71
299	Латакрил 3М-1М-В (ТУ 2385-342- 00208947-2000)	Акриловый водно-диспер- сионный; вязкая однородная масса белого цвета	1	12 / -	0-70	23±5	24	Прикатка роликом	σ _{отс} = 1,2 кН/м (ПВХ пленка-фанера)	Приклеивание про- фильно-погонажных изделий из ПВХ, де- коративных ПВХ пле- нок к деревянным по- верхностям, фанере, ДСП, ДВП	Вязкость по Брук- фильду 30-45 Па·с	71 / 71

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
300	Латакрил 3М-1М-Н (ТУ 2385-342-00208947-2000)	Акриловый водно-дисперсионный; вязкая однородная масса от бледно-серого до бледно-розового цвета	1	12 / -	0-70	23±5	24	Прикатка роликом	-	Приклеивание ткани, бумаги, картона (этикеток) к изделиям из ПВХ, текстильных материалов, дерева, стекла, металла	Вязкость по Брукфильду 4-10 Па·с; разрушение по картону или бумаге	71 / 71
301	Латакрил-Л (ТУ 2216-312-00208947-99)	То же	1	12 / -	0-70	23±5	24	0,05	$\sigma_{отс} = 1,0$ кН/м (линолеум-фанера)	Приклеивание линолеума к различным поверхностям (дерево, ДСП, бетон и т.д.)	Вязкость 45-75 Па·с	71 / 71
302	Латексная композиция для склеивания футляров из лакированного картона. (Регламент на изготовление)	На основе акрилат-стирольных и бутадиенстирольных латексов; однородная жидкость от белого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	-40...+70	40-50	24	Контактное	-	Склеивание футляров из лакированного картона	Рекомендуемая температура хранения и использования 5-40 °С; разрушение по волокнам картона	73 / 73
303	ЛК-1 (ТУ 6-10-1310-78)	Нитроглифта-левый; прозрачная жидкость	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	24	>>	$\sigma_{отс} = 0,7$ кН/м (линолеум-фанера)	Приклеивание линолеума к металлическим и деревянным настилам палуб кораблей, эксплуатирующихся в условиях умеренного климата	-	- / 91
304	ЛО-1 (Регламент на изготовление)	На основе акрилатных латексов или водной дисперсии бутылкаучука; однородная жидкость от белого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	5-40	100-120	5-10 с	-	$S_{рассл} = 0,7$ кН/м (кожа-картон)	Вспомогательные операции в производстве обуви	Рекомендуемая температура хранения и использования 5-40 °С; термопластичный клей	73 / 73
305	ЛП-91 (ТУ 2513-001-17742007-00)	Каучуко-смоляная композиция; жидкость	2	- / 10	Определяется типом склеиваемого полиуретана				$\sigma_{отс} = 2,0$ кН/м (полиуретан СКУ-ПФЛ-100-Ст 3)	Крепление резин на основе полиуретанов к металлу методом жидкого формования, полиэфиров и полиуретанов между собой и к металлу при 130 °С	-	69 / 138

306	Луч-2 (РВИЦ 460007.042 ТУ)	На основе эпоксидной смолы; жидкость светло-желтого цвета	2	12 / 4-5	-60...+125	20-24	5 мин	Контактное	-	Склеивание деталей и узлов оптической и оптоэлектронной аппаратуры, изготовление линз в изделиях медицинской и лазерной техники, заделка лобовых стекол и осветителей в автомобиле, реставрация изделий из стекла и хрусталя	Отсутствие усадки при отверждении, $n_D = 1,532$, светопропускание 98 %	131 / 94
307	ЛХ-А (ТУ 2454-027-2878-93)	На основе сополимера этилена с винилацетатом; гранулы от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	До 80	140-80	5-9 с	-	$\sigma_{отс} \geq 400$ Н/м	Склеивание бумаги, картона, тканей, шпона, пластмасс	Вязкость 1-2 Па·с (160±2 °С)	- / 82
308	ЛХ-Б (ТУ 2454-027-2878-93)	То же	1	12 / -	До 73	140-180	7-12 с	-	-	То же	Вязкость 1,1-1,7 Па·с (160±2 °С)	- / 82
309	ЛЭК-ПК (ТУ 2225-505-00203521-94)	Эпоксидный; вязкая масса	2	- / 3	-40...+80	10-30	72	0,02-0,03	$\sigma_{отр} = 3,9$ МПа (линолеум-Ст 3)	Склеивание линолеумных покрытий между собой, с металлами, древесиной, стеклопластиком, мастичными палубными покрытиями	Разрешен РЗ МФ; обладает пониженной горючестью	98 / 98
310	Магма (ТУ 2242-013-44297874-99)	На основе сополимера этилена с винилацетатом; гранулы (3-4)×10 мм от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	До 130	150	Несколько секунд	-	$\tau_{сдв} = 3,8-4,3$ МПа	Монтажные работы, ремонт обуви и мебели, восстановление набоек и каблучков, заделка полостей и трещин; склеивание металлов, дерева, ПВХ, меламина, пластиков, стекла, кожи	Клей-расплав	- / 5
311	Марс (ТУ 2385-007-44297874-99)	На основе перхлорвиниловой, фенолоформальдегидной, эпоксидной смол; однородная вязкая жидкость светло-желтого цвета	1	12 / -	-50...+60	20-24	24	Контактное	$S_{распл} = 2$ кН/м $\sigma_{отр} = 1,8$ МПа	Ремонт одежды и кожгалантерейных изделий из кожи, кожзаменителя; склеивание керамики, дерева, картона, тканей, полистирола	Вязкость 90 с (ВЗ-1, диаметр сопла 5,4 мм)	76 / 5, 76
312	Марс-05 (ТУ 6-02-158-92)	На основе акрилового сополимера; бесцветная жидкость	1	12 / -	0-70	60-80	55-100 с	Прикатка роликом	-	Склеивание в блоки трех видов проволочных скобок к сшивателям (для бумаг, белья и мебели)	Вязкость 20-60 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	71 / 71

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
313	Мастер (ТУ 2513-001-17483468-92)	На основе каучука; жидкость светло-коричневого цвета	1	12 / -	-50...+60	20-24	24	Прикатка роликом	$S_{рассл} = 5 \text{ кН/м}$ (резина-кирза)	Склеивание в любом сочетании различных резин, термоэластопластов, полиуретана, натуральных, синтетических, искусственных кож, текстильных материалов, дерева, бумаги, картона, стекла, металлов, а также изделий из полистирола, полиэтилена, полипропилена, поролона, пенопласта, фенолоаминопластов, поликарбоната	Клеевой шов водостоек	100 / 100
314	МБК (ТУ 21-27-90-83)	На основе бутылкаучука; однородная масса от светло-серого до светло-бежевого цвета	1	2,5 / -	-40...+50	20-24	24	То же	-	Наружные работы при наклейке рулонных гидроизоляционных материалов	Мастика клеящая	- / 99
315	Металлонаполненный клей (ТУ 2257-008-17411121-98)	На основе модифицированной эпоксидной смолы; пастообразная масса серого цвета	2	- / 45 мин	-60...+180	20-24	24	0,02	$\tau_{сдв} = 13-16 \text{ МПа}$	Герметизация, склеивание и ремонт различных металлических конструкций, ремонт дефектов металлических поверхностей, восстановление изношенных деталей	-	72 / 108
316	Металлонаполненный клей-компаунд (ТУ 2257-009-17411121-98)	То же	1	6 / -	-40...+200	155	0,5	0,02	$T, ^\circ\text{C}$ 25 200 $\tau_{сдв}, \text{ МПа}$ 20 1,5-2	Герметизация и склеивание различных металлов и неметаллических материалов, восстановление и ремонт технологического и вспомогательного оборудования в машиностроении, в газовом и коммунальном хозяйстве и др.	Устойчив к воздействию воды и влаги, растворов моющих средств, фосфатирующих составов, ряда растворителей (ацетон, бензин); может применяться по замасленной поверхности	72 / 108

317	Миг (ТУ 6-15-02-184-89)	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость желтого или темно-коричневого цвета	1	12 / -	-40...+40	20-24	24	Кратковременный прижим	$\tau_{сдв} = 4$ МПа (фанера березовая) $\tau_{сдв} = 0,5$ МПа (полистирол)	Склеивание дерева, металла, жесткого поливинилхлорида, полистирола, декоративно-слоистых пластиков, стекла, керамики, фарфора	-	11 / 11
318	МИК (ТУ 42-2-549-89)	Цианакрилатный; жидкость темно-зеленого цвета	1	3 / -	Температура тела человека	20-24	1-2 мин	Контактное	Определению не подлежит	Инъекционный клей; остановка гастроудоденальных кровотечений	Медицинский клей; возможность инъекционного введения в подслизистый слой с зоной распространения от 0,5 до 3 см	136 / 34
319	МК-6 (ТУ 64-3-138-77)	То же	1	3 / -	То же	20-24	1-2 мин	>>	$\tau_{сдв} = 5$ МПа (Д16)	Склеивание мягких тканей и герметизация анастомозов	Медицинский клей; повышенная эластичность клеевой пленки	136 / 34
320	МК-7М (ТУ 9398-683-05834388-96)	>>	1	3 / -	>>	20-24	1-2 мин	>>	$\tau_{сдв} = 10$ МПа (Д16)	То же	Медицинский клей; повышенный гемостатический эффект и гидролитическая устойчивость полимерной пленки	136 / 34
321	МК-8 (ТУ 9398-684-05834388-96)	>>	1	3 / -	>>	20-24	1-2 мин	>>	$\tau_{сдв} = 10$ МПа (Д16)	Герметизация раневых поверхностей при хирургических вмешательствах и эндоскопических манипуляциях	Медицинский клей; содержит добавки, способствующие лучшему растеканию на раневой поверхности	136 / 34
322	МК-9М (ТУ 9398-646-05834388-96)	Цианакрилатный; пастообразная светлая масса	2	- / до 10 мин	>>	20-24	1-2 мин	>>	Когезионная прочность образующегося конгломерата ≥ 20 МПа	Заполнение костных полостей, фиксация отломков и трансплантатов, пункционное введение в межпозвонковые диски при лечении остеохондрозов	Медицинский клей; содержит стимулятор регенерации, антисептик, соли кальция и рентгеноконтрастный препарат; не препятствует репаративной регенерации; подвергается полной биодеструкции	136 / 34
323	МК-10-0 (Карминоакрил) (ТУ 42-2-472-85)	Цианакрилатный; пастообразная масса	2	- / до 10 мин	>>	20-24	1-2 мин	>>	Определению не подлежит	Профилактика рецидивов злокачественных опухолей	Медицинский клей; содержит противоопухолевый антибиотик; пролонгирует действие цитостатика	136 / 34
324	МК-12-0 (ТУ 42-2-616-90)	То же	2	- / до 10 мин	>>	20-24	1-2 мин	>>	То же	Склеивание мягких тканей при удалении злокачественных опухолей в области пищевода, головы, шеи	Медицинский клей; содержит противоопухолевый препарат - проспидин; повышает эффективность препарата	136 / 34
325	МК-14И (ТУ 42-2-470-85)	>>	2	- / до 10 мин	>>	20-24	1-2 мин	>>	$\tau_{сдв} = 10$ МПа (Д16)	Склеивание мягких тканей организма, эндоскопическое лечение химических ожогов пищевода	Медицинский клей; содержит антибиотик широкого спектра действия; длительное антимикробное действие	136 / 34

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
326	ММА (ОСТ 3-6894-97)	Акриловый; прозрачная жидкость желтого цвета	2	- / 20 мин	-160...+150	18-26 65	24 5-6	Контактное	$\sigma_p = 2$ МПа	Склеивание оптических деталей, имеющих разность КТР не более $60 \cdot 10^{-7}$ град ⁻¹	Оптический клей; $n_D = 1,55$	21 / 21
327	Момент-1 (ТУ 6-15-01-156-77)	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость желтого или серого цвета	1	12 / -	-40...+40	20-24	15-20 мин	>>	$\tau_{сдв} = 2-4,5$ МПа (сталь)	Склеивание дерева, металлов, жесткого ПВХ, кожи, резины, декоративно-слоистых пластиков, стекла, керамики, фарфора	Сухой остаток 24 %	76 / 141
328	МПФ-1 (ТУ 6-17-757-85)	Модифицированный фенолоформальдегидный; прозрачная жидкость от желтого до светло-коричневого цвета	1	6 / -	-60...+60	155-165	1	0,1-0,5	$T, ^\circ\text{C}$ 20 $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 60 17,5 9,0 $T, ^\circ\text{C}$ 20 $\sigma_{отр}, \text{МПа}$ 60 32 14	Склеивание металлов (стали, алюминиевых сплавов) между собой и с пенопластами, стеклотекстолитами	Обладает высокими эластическими характеристиками	72 / 101, 107
329	МФ-2 (ЫУО.028.107 ТУ)	Эпоксикариловый; бесцветная жидкость	1	12 / -	-60...+125	УФ-отверждение; лампы ДРТ-1000, ЛУФ-1000; мощность 1 кВт, расстояние 300 мм			-	Оптика, оптоэлектроника, ВОЛС	Клей-герметик; $n_D = 1,45$	- / 75
330	МЦ МЦН (ТУ 6-15-266-74)	На основе метилцеллюлозы (МЦ) или ее смеси с наполнителем (МЦН); волокнистая масса белого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	18-25	3±0,1	Контактное	-	Наклеивание обоев на бумажной и тканевой основе на оштукатуренные бетонные, деревянные и другие неметаллические поверхности, склеивание бумаги с бумагой, картоном	Разрыв по волокнам материала обоев	76 / 89
331	Наиритовый обувной (ТУ 38.403828-96) (ТУ 2385-002-31854575-00)	На основе полихлоропрена; жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	6 / -	-40...+50	20-24	24	Прижим	$S_{рассл} = 2,8$ кН/м (резина-резина, кирза-кирза)	Производство и ремонт обуви	Вязкость 100-150 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	- / 5, 78
332	НК-1 (ЕТ 0.028.023 ТУ)	На основе акриловой смолы; пастообразная масса черного цвета	1	- / 5-24	-60...+80 (длительно) 100 (кратковременно)	20 затем 60 или 70 или 80	16 6 4 3	Контактное (толстый слой клея); 0,01-0,02 (тонкий слой клея)	$\sigma_{отр} = 8$ МПа	Крепление различных элементов приборов квантовой электроники, герметизация некоторых элементов и узлов, нанесение токопроводящих контактов	Электропроводящий клей; устойчив к действию влаги и циклическому воздействию различных температур, к вибрации и ударным нагрузкам	97 / 97

333	НК-2 (ШКФЛО-028.043 ТУ)	Эпоксидно-каучуковый; жидкость коричневого цвета	2	4 / 3	-60...+125	20 100	48 6	0,02-0,05	-	Склеивание металлов	Клей-герметик; может использоваться для приклейки ЧИПов к пластиковым картам	- / 75
334	НТ-150 НТ-150-1 НТ-150-2 (ТУ 38.105789-87)	Каучуко-смоляная композиция; жидкость	1	3 / -	-40...+60	15-30	24	Контактное	$\sigma_{отс} = 1,47$ кН/м (резина НО-68-Ст 3)	Монтажное крепление резины, содержащих 20-25 мас.ч. пластификатора, между собой и к металлу	-	69 / 121, 138
335	НТК	Эпоксидно-каучуковый; вязкая масса	2	6 / 1,5	-60...+150	20-24	10 мин	>>	-	Изготовление соединений в микроэлектронике, крепление кристаллов, монтаж радиоэлементной базы	Электропроводящий клей; отсутствует серебросодержащий наполнитель	131 / 94
336	ОК-50П (ОСТ 3-6894-97)	Эпоксидный; прозрачная жидкость желтого цвета	2	- / 0,5	-170...+130	18-26 60	24 2-3	>>	$\sigma_p = 9,8$ МПа	Склеивание линз, призм и других оптических деталей из силикатных стекол всех марок, предназначенных для работы в видимой области спектра. Склеивание деталей, консольно подвешенных, работающих на удар; деталей из силикатных стекол с различными покрытиями, стекол с металлами (за исключением олова, хрома, инвара)	Оптический клей; $n_D = 1,57-1,58$	21 / 21
337	ОК-72ФТ ₅ (ОСТ 3-6894-97)	То же	2	- / 0,5	-170...+140	18-26 65	24 5-7	>>	$\sigma_p = 8-9,5$ МПа	То же	Оптический клей; $n_D = 1,57-1,58$	21 / 21
338	ОК-72ФТ ₁₅ (ОСТ 3-6894-97)	>>	2	- / 0,5	-170...+140	18-26 65	24 5-7	>>	$\sigma_p = 10-13$ МПа	Склеивание тонких оптических деталей, волоконно-оптических деталей, оптических деталей из стекла с металлическими элементами конструкции. Герметизация клеевых швов	Оптический клей; $n_D = 1,56-1,58$	21 / 21
339	ОК-90П (ОСТ 3-6894-97)	Полиэфирный; прозрачная жидкость желтого цвета	3	- / 6	-120...+200	18-26	120	>>	$\sigma_p = 10$ МПа	Склеивание крупногабаритных оптических линз для работы в видимой области спектра, органического стекла с силикатным, латунных и дюралюминиевых коронок с рубином, пластин монокристаллического германия	Оптический клей; $n_D = 1,54$	21 / 21

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
340	ОК-Т1-Ф (ЕТ 0.023-001 ТУ)	Эпоксидный; прозрачная слабоокрашенная жидкость	2	- / 1-2	-196..+150	20-24 + 60	24 + 6	Контактное	$\sigma_{отр} = 12 \text{ МПа}$ (Ст 45)	Склеивание линз, призм и других оптических деталей из силикатных стекол всех марок, деталей с разницей КТР не более $3 \cdot 10^{-7}$ град ⁻¹ , деталей из флинтгов, различных кристаллов (полевого шпата и др.), стекол с различными металлами; герметизация зазоров между деталями; деталей со светоделительным покрытием на основе оксидов титана и кремния	Оптический клей; $n_D = 1,55$	97 / 97
341	ОК-Т3-Ф (ЕТ 0.028-007 ТУ)	То же	2	- / 1-2	-60..+150	20-24 + 60	24 + 6	>>	$\sigma_{отр} = 10 \text{ МПа}$ (Ст 45)	Склеивание линз, призм и других оптических деталей из силикатных стекол всех марок, стекол с различными металлами, контактных пластин через сапфировые изоляторы, приклеивание стекловолокна к пластине из арсенида галлия, герметизация фотодиодов и зазоров между деталями	Оптический клей; $n_D = 1,56$	97 / 97
342	ОК-Т4-Ф (ЕТ 0.028-009 ТУ)	>>	2	- / 1-2	-60..+160	20-24 + 60	24 + 6	>>	$\sigma_{отр} = 10 \text{ МПа}$ (Ст 45)	Склеивание линз, призм и других оптических деталей из силикатных стекол всех марок, стекол с различными металлами; склеивание кварца, ситалла, создание твердой иммерсионной среды между лазерным диодом из арсенида галлия и стекловолокном, создание защитного иммерсионного покрытия для матриц светодиодов	Оптический клей; $n_D = 1,56$	97 / 97

343	ОК-ТМ**	На основе эпоксидной и акриловой смол; прозрачная бесцветная жидкость	2	- / 0,5-1	-60...+80	20 + 60	24 + 6	>>	$\sigma_{отр} = 8 \text{ МПа}$	Сборка многослойных электрооптических систем	Оптический электропроводящий клей, не содержащий электропроводящих наполнителей; $n_D = 1,456$; $\rho_v = (1-3,5) \cdot 10^{-5} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	97 / 97
344	ОНИКС-Ц (ТУ 201-28-61-90)	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость желто-коричневого цвета	1	12 / -	-30...+45	18-25	2 мин	0,1-0,2	$S_{рассл} = 5-6 \text{ кН/м}$ (резина-кирза, через 24 ч)	Склеивание кожи, резин общего назначения, полиуретана, текстильных материалов при изготовлении и ремонте обуви	Малотоксичен; обладает повышенной прочностью по сравнению с другими обувными клеями	12 / 105
345	ОПАЛ-Ц (ТУ 201-28-09-96)	На основе блочного полистирола; прозрачная бесцветная жидкость	1	12 / -	-150...+60	20-24	16-18 с	0,03	$\sigma_{отр} = 14,3 \text{ МПа}$	Экспресс-ремонт прозрачных и цветных изделий из пластмасс	Оптически прозрачен; устойчив к УФ-воздействию	12 / 105
346	ОПН-1 (БГУО.028.063 ТУ)	Эпокси-аминоакрилатный; прозрачная бесцветная жидкость	2	4 / 2	-60...+125	20 80	48 10	Контактное	-	Оптика, оптоэлектроника, ВОЛС	Клей-герметик; $n_D = 1,54$	- / 75
347	ОПН-1т (БГУО.028.063 ТУ)	Эпоксидный; жидкость коричневого цвета	2	4 / 3	-60...+125	20 100	48 6	>>	-	Склеивание металлов, керамики, фарфора, фаянса, дерева, мрамора, строительных материалов, элементов радиоэлектроники	Клей-герметик; $\rho_v \geq 1 \cdot 10^{14} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	- / 75
348	ОПН-2 (БГУО.028.063 ТУ)	Эпоксидный; прозрачная бесцветная жидкость	2	4 / 4	-60...+125	20 80	48 10	>>	-	Оптика, оптоэлектроника, ВОЛС	Клей-герметик; $n_D = 1,54$	- / 75
349	Орион-64 Пласт (ТУ 2252-003-17411121-98)	На основе модифицированной эпоксикремнийорганической смолы СЭДМ-2; низковязкая прозрачная композиция желтого цвета	3	- / 1,5	-196...+60	20-24	48	0,02	$\tau_{сдв} = 16 \text{ МПа}$ (Ст 30ХГСА)	Использование в технологических охлаждаемых фотоприсемниках	Низковязкий криогенностойкий клей	72 / 108
350	ОС-52-01 (ТУ 84-725-78)	Органосиликатный; пастообразная масса зеленого цвета	1	12 / -	-60...+600	250-270	3	Контактное	$A_w > 25 \text{ Дж/м}^2$	Склеивание деталей из металлов, стекла, керамики, пластмасс	В отвержденном состоянии обладает высокими тепло- и электроизоляционными свойствами; $\rho_v = 1 \cdot 10^{14} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	36 / 26
351	ОС-52-02 (ТУ 84-725-78)	То же	1	12 / -	-60...+400	250-270	3	>>	$A_w > 25 \text{ Дж/м}^2$	Изготовление и установка проволочных тензорезисторов	$\rho_v = 1 \cdot 10^{15} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	36 / 26
352	ОС-52-07 ТУ 84-725-78	Органосиликатный; пастообразная масса желтого цвета	1	12 / -	-60...+300	250-270	3	>>	$A_w > 25 \text{ Дж/м}^2$	Получение вакуумплотных клеевых соединений	Обладает адгезией к металлам, стеклу, керамике и другим неметаллическим материалам	36 / 26

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
353	ОС-92-18 (ТУ 88-633-12205-16-01-88)	Органосиликатный; пастообразная масса серого цвета	1	12 / -	-60...+700	250-270	3	Контактнос	$A_{\text{н}} > 25 \text{ Дж/м}^2$	Изготовление и установка термостойких тензорезисторов	В отвержденном состоянии сочетает высокую термостойкость с электроизоляционными свойствами; $\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^{15} \text{ Ом}\cdot\text{м}$	36 / 26
354	Особый (ГОСТ 2199-78)	На основе натурального каучука; бесцветная или светло-желтая жидкость	1	6 / -	-50...+100	20-24	24	Прижим	$S_{\text{рассл}} = 1,5 \text{ кН/м}$ (ткань-ткань)	Склеивание тканей, кожи, картона, резины, склеивание поролона на неответственных участках	Повышенная клеящая способность	- / 78
355	Папа Карло (ГОСТ 2067-93)	Чешуйчатый костный клей; порошок светло-желтого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	Наносится в горячем виде при температуре 70 °С			$\tau_{\text{сдв}} = 8-10 \text{ МПа}$	Склеивание древесины и древесных материалов, картона, изготовление и восстановление столярных изделий	Клей столярный; перед применением замачивается в воде (1:1)	- / 5
356	ПВ-1 (ТУ 2385-001-12663183-93)	Водно-дисперсионный; жидкость белого цвета	1	12 / -	-30...+60	20-24	24	Прижим	$\tau_{\text{сдв}} = 6 \text{ МПа}$ (фанера)	Склеивание изделий из бетона, бумаги, ткани, дерева, картона, приклеивание обоев, облицовочных плиток к пористым поверхностям, бетону, дереву, штукатурке	-	86 / 86
357	ПВА ПВА-М ПВА-ЛП (ТУ 6-15-761-93)	На основе поливинилацетата; однородная масса белого цвета	1	Срок годности не ограничен / -	+5...+60	20-24	24	Проглаживание	$S_{\text{рассл}} \geq 2,2 \text{ кН/м}$ $\tau_{\text{сдв}} \geq 4,5 \text{ МПа}$	Склеивание изделий из дерева, фарфора, ткани, кожи, бумаги, картона, приклеивание фотографий, линолеума, облицовочной плитки	Вязкость $\geq 25 \text{ с}$ (по кружке МВС)	76 / 31, 33, 58, 77, 88, 128, 143
358	ПВА для бумаги и картона (ТУ 2241-020-45822449-2000)	То же	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	24	Прикатка	Выше прочности бумаги и картона	Склеивание бумаги, картона	-	- / 46
359	ПВА люкс (ТУ 2241-020-45822449-2000)	>>	1	12 / -	То же	20-24	24	>>	$S_{\text{рассл}} = 2,07 \text{ кН/м}$ (кожа) $S_{\text{рассл}} = 0,77 \text{ кН/м}$ (ткань)	Склеивание ткани, кожи, линолеума, древесины	-	- / 46

360	ПВА мебельный (ТУ 2385-009-44297874-99)	>>	1	12 / -	>>	20-24	24	>>	$\tau_{сдв} \geq 16$ МПа	Склеивание столярных изделий, шпунтовых соединений, рам, шпона, ДСП, ДВП, пенопласта, обивочных тканей с деревом	Стоек к колебаниям влажности воздуха, водостоек	- / 5
361	ПВА обойный (ТУ 113-00-5761673-131-93)	>>	1	12 / -	>>	20-24	24	Проглаживание	-	Приклеивание обоев	Разрыв по волокнам материала обоев	- / 31
362	ПВА профессиональный (ТУ 2385-001-02952923-2000)	>>	1	12 / -	>>	20-24	24	0,1	$\tau_{сдв} \geq 4$ МПа	Склеивание картона, стекла, фарфора, кожи, тканей, приклеивание линолеума, облицовочной плитки	-	- / 137
363	ПВА строительный (ТУ 2385-001-02952923-2000)	>>	1	12 / -	>>	20-24	24	0,1	$\tau_{сдв} \geq 2,5$ МПа	Склеивание бумаги, картона, в качестве связующего в цементные растворы	-	- / 137
364	ПВА универсальный (ТУ 2385-009-44297874-99) (ТУ 2241-020-45822449-2000)	>>	1	12 / -	>>	20-24	24	Прикатка	$S_{рассл} = 0,65$ кН/м (кожа)	Склеивание ткани, кожи, линолеума, древесины	-	- / 5, 46, 137
365	Пегас (ТУ 6-15-02-214-90)	На основе перхлорвиниловой смолы и камфоры; однородная вязкая масса	1	12 / -	-40...+40	20-24	24	Кратковременный прижим	$\tau_{сж} \geq 5$ МПа (фанера березовая)	Склеивание дерева, кожи, органического стекла, поливинилхлорида, полистирола, различных видов тканей, войлока, приклеивание отделочных и облицовочных материалов	-	76 / 76
366	ПК-80 (ТУ 6-02-5-88)	Акриловый анаэробный; жидкость от светло-желтого до коричневого цвета	1	12 / -	-60...+150	90-100	15-30 мин	Контактное	Определению не подлежит	Устранение микропор и микротрещин в сварных швах, околосшовной зоне, литье, прокате, штампованных и прессованных изделиях и других дефектов размером не более 0,1 мм; герметизация и стопорение резьб	Максимальный уплотняемый зазор 0,1 мм	71 / 71
367	ПКС-171 (ТУ 6-06-20-88)	Эпоксидно-полиамидный; пленка	1	12 / -	-60...+150 (длительно) 200 (кратковременно)	170	1	1	$T, ^\circ\text{C}$ 20 $\tau_{сдв}, \text{ МПа}$ 30 80 20	Склеивание металлов и неметаллических материалов; изготовление изделий методом самопропитки, эрозионностойких покрытий	Клеевые соединения отличаются высокими диэлектрическими и электроизоляционными свойствами, вибростойкостью, влаго-, тропикостойкостью, стойкостью к радиационному облучению	- / 107

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
368	Полигран-Стандарт Полигран-Специальный Полигран-Экстра Полигран-Экспресс (ТУ 2385/001/42245052/99)	На основе карбоксиметилцеллюлозы и ПВА; порошок от белого до светло-кремового цвета	1	Не ограничен / -	Внутри помещения	20-24	24	Прижим	-	Приклеивание обоев: Полигран-Стандарт для легких обоев; Полигран-Специальный для виниловых обоев; Полигран-Экстра и Полигран-Экспресс для всех типов обоев	Перед применением растворяют в воде; различаются временем между приготовлением и применением; разрыв по волокнам материала обоев	92 / 92
369	ПУ-2 ПУ-2А (НИ 1.2.339-87)	На основе полиуретана; пастообразная масса серого (ПУ-2) или белого (ПУ-2А) цвета	4 3	- / 3	-60...+80	20-24 100-110	24 4	0,2-0,3	T, °С τ _{сдв} , МПа 20 14 60 12 (Д16АТ анодир.)	Склеивание металлов (алюминиевых сплавов, сталей), неметаллических материалов (стеклопластиков, пенопластов), оргстекла марок СО-95, СО-120, СО-140, АО-120 и оргстекла тех же марок с лентами из капронового и лавсанового волокна	Клей ПУ-2 содержит наполнитель (портландцемент); клей ПУ-2А не содержит наполнитель	18 / 114
370	ПФП-ПГ (БГУО.037.129 ТУ)	Модифицированный эпоксидный; пленка светло-серого цвета	1	5 / -	-60...+250	150	8	0,1	τ _{сдв} ≥ 13 МПа	Склеивание элементов радиоэлектронной аппаратуры, стеклопластиков, металлов, стекла, пластмасс, керамики	Клей-герметик ρ _v =1·10 ¹⁴ Ом·м; толщина пленки 80-120 мкм	- / 75
371	ПФЭ-2/10 (ТУ 6-05-1740-75)	Модифицированный фенолоформальдегидный; прозрачная или полупрозрачная жидкость светло-желтого цвета	1	6 / -	-60...+60	155±5	1	0,2-0,3	σ _p = 10-14 МПа	Склеивание алюминиевых сплавов, стекла, дерева, бумаги, резины, химически обработанных пластмасс, для пропитки тканей	Можно использовать для нанесения защитных покрытий на указанные материалы, керамику и бетон; покрытия устойчивы к углеводородам, маслам, жирам, концентрированным кислотам	- / 101
372	ПЭК-74 (ТУ 2257-315-07500935-2000)	Эпоксидный; пастообразная масса желтого цвета	3	6 / 1	-150...+200	25±10	48	Контактное	σ _{отр} = 5,0 МПа (АМгб)	Крепление сотовых конструкций, склеивание деталей из металлов и неметаллов с большими знакопеременными зазорами, для электроизоляции и уплотнения бескорпусных электрических соединителей	Не вызывает коррозии алюминиевых сплавов	50 / 50

373	Радикал (ТУ 38.403836-96)	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость черного цвета	1	12 / -	-50...+80	Нанести один слой - сушка, второй слой - сушка до отлипа, затем реакция при 60-70 °С при прижиге			$S_{отс} = 6,5 \text{ кН/м}$ $\sigma_{отр} = 1,8 \text{ МПа}$	Склеивание дерева, металла, ПВХ, кожи, резины, пластиков, стекла, керамики в любом сочетании	Возможна эксплуатация на морозе, в пресной и соленой воде	5 / 5
374	Резиновый клей (ТУ 2385-004-05281725-97)	На основе бутилкаучука; однородная жидкость от светло-серого до светло-бежевого цвета	1	6 / -	-60...+60	18-25	24	Прикатка	$S_{рассл} = 2 \text{ кН/м}$ (бязь-бязь)	Склеивание резин общего назначения, кожи, текстильных материалов	Прочность клеевых соединений в два раза превосходит прочность, получаемую с применением традиционных резиновых клеев	- / 105
375	Ропид-5 (ТУ 210-196-90)	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость бело-желтого цвета	1	8 / -	-30...+45	18-25	2 мин	0,2-0,3	$S_{рассл} \geq 2 \text{ кН/м}$	Склеивание кожи, текстильных и других материалов при изготовлении и ремонте обуви	Требуется активация при 50-70 °С в течение 1-2 мин	12 / 105
376	РОСКЛ-2 (ТУ 6-15-1858-96)	На основе полихлоропрена; непрозрачная вязкая жидкость от светло-серого до темно-коричневого цвета	1	5 / -	-40...+50	20-24	24	0,3	$S_{рассл} \geq 2,8 \text{ кН/м}$ (резина)	Изготовление и ремонт обуви (типа Ропид)	Вязкость 100-250 с (ВЗ-246, диаметр сопла 4 мм)	76 / 78
377	РП РП 1М (ТУ 2385-004-05281725-97)	На основе бутилкаучука; однородная жидкость от светло-серого до светло-бежевого цвета	1	6 / -	-60...+60	18-25	10-30 мин	Контактное	$\sigma_{отр} = 0,4-0,6 \text{ МПа}$ (пенопласт)	Склеивание пенополистирольных плит, теплоизоляционных панелей в автофургонах, рефрижераторов, поролон	Обладает длительной (до 2 сут) остаточной липкостью, что позволяет корректировать конфигурацию клеевого соединения.	12 / 105
378	С-425	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость светло-желтого цвета	1	6 / -	-40...+50	20±5	24	>>	$S_{рассл} = 1,5 \text{ кН/м}$	Склеивание резин и резинотканевых материалов на основе нитрильных и хлоропреновых каучуков	-	-
379	Санга (ТУ 2385-019-02966758-2000)	Водно-дисперсионный; пастообразная масса белого или кремового цвета	1	12 / -	+15...+30	20±2	2	0,1	$\sigma_{отр} = 0,8 \text{ МПа}$	Приклеивание плитки и линолеума, паркета	Клеящая паста	70 / 137
380	СВ-5А (ТУ 38.105747-85)	На основе полихлоропрена; вязкая жидкость светло-желтого цвета	2	3 / -	-	20±5	24	-	$S_{рассл} = 2 \text{ кН/м}$ (полоски ткани)	Стыковка и ремонт транспортерных лент, склеивание вулканизированных резин и прорезиненных тканей	В качестве вулканизирующего агента применяется клей Лейконат или его аналог Десмодур	52 / 121
381	Сигма-1 Сигма-1Т (ТУ 2513-005-2968077-98)	На основе полихлоропрена; жидкость от белого до темно-серого цвета	2	12 / 2	-40...+100	Холодная или горячая вулканизация			$S_{рассл} = 0,98 \text{ кН/м}$ (полоски миткаля)	Стыковка многослойных резинотканевых конвейерных лент, ремонт конвейерных лент, склеивание резин и резинотканевых материалов	-	138 / 138

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
382	Сигма 1235 (ТУ 2513-004-29268077-97)	На основе полихлоропрена; жидкость от белого до темно-серого цвета	1	6 / -	-40...+50	Холодная вулканизация			$S_{рассл} = 2,0$ кН/м (полоски резины 56)	Для промазки задников в производстве спортивной обуви	-	138 / 138
383	Сигма 11611 (ТУ 2513-004-29268077-97)	То же	1	6 / -	-40...+50	То же			$S_{рассл} = 1,0$ кН/м (полоски резины 56)	Для вклеивания вкладных стелек в производстве спортивной обуви	-	138 / 138
384	СК-1 (ТУ 42-2-461-85)	Цианакрилатный; пастообразная светлая масса	2	- / до 10 мин	Температура тела человека	20-24	1-2 мин	Контактное	Определению не подлежит	Стоматологическая композиция; лечение воспалительных заболеваний пародонтоза	Медицинский клей; применяется амбулаторно в виде зубодесневой повязки; сокращает сроки лечения пародонтоза	136 / 34
385	СКМ (ТУ 2221-067-10687966-01)	На основе меламинокарбамидоформальдегидной смолы; однородная жидкость от белого до светло-желтого цвета	2	6 / 5-8	-30...+50	18-22	24	0,2-0,3	$\tau_{ск} = 6,5$ МПа (ель, сосна)	Склеивание древесины	Образует светлый водостойкий шов; тара - бочки	43 / 43
386	СКС (ТУ 6-15-1257-92)	На основе бутадиен-стирольного латекса; вязкая масса белого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	Клей нанести тонким слоем на бумагу или полотно обоев; через 1-2 мин бумагу соединить со склеиваемой поверхностью и слегка прижать			-	Склеивание бумаги с бумагой, фотобумагой, пленкой ПВХ, а также для наклеивания бумажных и моющихся обоев на бумажной основе на неокрашенные бетонные, оштукатуренные и деревянные поверхности.	Малоопасный материал, 4 класс опасности; разрыв по волокнам бумаги	76 / 103
387	СТЕК (ТУ 21-5744710-48-92)	На основе полиамидных термопластов; стержни диаметром 11 и 12 мм светло-желтого цвета	1	12 / -	До 80	160-180	30 с	-	$\tau_{сдв} = 4$ МПа	Склеивание поверхностей из дерева, ДСП, бетона, стекла, керамики, пластмассы и других материалов	Зарубежный аналог - стержни фирмы Henkel	95 / 95
388	Суперлат (ТУ 5575-002-45822449-98)	На основе латекса; однородная сметанообразная масса белого цвета	1	6 / -	Внутри помещения	20-24	24	0,2-0,4	$\tau_{сдв} = 0,15$ МПа (линолеум)	Приклеивание линолеума, обоев, ПВХ плитки	-	46 / 46

389	СУРЭЛ-3 (марки А и Б) (ТУ 38.303-04.1-01-92)	На основе полиуретана; прозрачная бесцветная жидкость	1	12 / -	-40...+100	20-24	24	Контактное	$S_{рассл} = 7,5 \text{ кН/м}$ (кирза)	Склеивание кожи, обуви и др.	Аналог клея Десмокол 400	109 / 109
390	СФЖ-309 (ГОСТ 20907)	На основе фенолоформальдегидной смолы; однородная жидкость красновато-коричневого цвета	2	20 сут / 2-5	-10...+40	18-22	24	-	-	Склеивание древесины	Тара - стальные бочки	- / 43
391	СФЖ-3016 (ГОСТ 20907)	То же	2	2 / 2-5	-30...+50	18-22	24	-	-	Склеивание древесины, щетины при изготовлении кистей	Тара - бочки; отвердитель - «контакт Петрова»	- / 43
392	Т-81 (Технологическая инструкция № 1044)	На основе эпоксикремнийорганической смолы Т-111; пастообразная масса коричневого цвета	3	- / 3	-60...+250	20-24 50	48 6	0,02	$T, ^\circ\text{C}$ 20 200 250 $\tau_{сдв}, \text{ МПа}$ 15-16 2,5-3,0 2,0-2,5 (Ст 30ХГСА)	Соединение инертных материалов (типа полиамида) между собой и с материалами с различным КТР	Сохраняет герметичность в исходном состоянии и после воздействия повышенных механических нагрузок, вибрации до 250 Гц и термоциклирования (-60 ... + 80 °С, 500 циклов)	72 / 108
393	Теплагер (ТУ 5770-096-00284718-94)	На основе термопластов; гранулы или брикеты желтого цвета	1	12 / -	До 70	160-180	30 с	-	$\sigma_p = 2,5 \text{ МПа}$	Склеивание металлов и полимерных материалов (полиэтилена, полипропилена и др.). Применяется в холодильном машиностроении	Клей-герметик; вязкость 3-6,5 Па·с (170 °С)	95 / 95
394	Теплак-2п (ТУ 5770-094-00284718-94)	На основе сополимера этилена с винилацетатом; гранулы от светло-желтого до светло-коричневого цвета	1	12 / -	До 68	160-180	9-12 с	-	$\sigma_p = 3 \text{ МПа}$	Склеивание бумаги, картона, тканей. Применяется в полиграфической промышленности	Вязкость 30-40 Па·с (160±2 °С)	95 / 82
395	Теплак-3 (ТУ 5770-80-00284718-93)	То же	1	12 / -	До 85	160-180	30 с	-	$\sigma_p = 3 \text{ МПа}$	Литейное производство	-	95 / 82
396	ТК-3П ТК-3П (бел. мод.) ТК-3П (черн. мод.) (ТУ 2454-026-00979893-2001)	>>	1	36 / -	До 62 До 70 До 85	160-180 160-180 160-180	7-10 с 9-11 с 9-12 с	- - -	$\sigma_{отс} = 300$ (ТК-3П), 500 (ТК-3П бел. мод.) и 600 Н/м (ТК-3П; черн. мод.)	ТК-3П: склеивание бумаги, картона, пластмасс, тканей; ТК-3П (бел. мод.): склеивание бумаги, картона, пластмасс, металлов, шпона, тканей; ТК-3П (черн. мод.): склеивание пластмасс, металлов, дерева, стекла, пластиков, резины, тканей	Вязкость при 160±2 °С: 4-6 (ТК-3П); 3,8-6,5 (ТК-3П; бел. мод.) и 10-14 Па·с (ТК-3П; черн. мод.)	- / 82

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
397	TK-200 (ТУ 6-01-1241-80)	Цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	6 / -	-60...+130 (длительно) 200 (кратковременно)	20-24	24	Контактное	$\sigma_{отр} = 30-36$ МПа $\tau_{сдв} = 14-16$ МПа	Склеивание деталей в приборостроении	Время схватывания при 20-25 °С 1 мин	71 / 71
398	TK-200С (ТУ 6-02-103-90)	Стабилизированный цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	3 / -	-60...+130 (длительно) 200 (кратковременно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 30-36$ МПа $\tau_{сдв} = 14-16$ МПа	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в оптике, приборостроении и др.	То же	71 / 71
399	TK-201 (ТУ 6-01-1241-80)	Цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	6 / -	-60...+130 (длительно) 200 (кратковременно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 30-35$ МПа $\tau_{сдв} = 17-19$ МПа	Склеивание деталей в приборостроении	Время схватывания при 20-25 °С 3 мин	71 / 71
400	TK-201С (ТУ 6-02-103-90)	Стабилизированный цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	1 / -	-60...+130 (длительно) 200 (кратковременно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 30-35$ МПа $\tau_{сдв} = 17-19$ МПа	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в оптике, приборостроении и др.	То же	71 / 71
401	TK-300 (ТУ 6-01-1241-80)	Цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	6 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратковременно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 25-30$ МПа $\tau_{сдв} = 13-17$ МПа	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры, подвергающейся воздействию повышенных температур	Время схватывания при 20-25 °С 1 мин	71 / 71
402	TK-300С (ТУ 6-02-103-90)	Стабилизированный цианакрилатный; бесцветная прозрачная жидкость	1	3 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратковременно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 25-30$ МПа $\tau_{сдв} = 13-17$ МПа	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в оптике, приборостроении и др.	То же	71 / 71
403	TK-300Т (ТУ 6-02-107-90)	Цианакрилатный; паста серого цвета	2	6 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратковременно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 10-12$ МПа $\tau_{сдв} = 5-7$ МПа	Крепление полупроводников, транзисторов, терморезисторов, термических цепей	Теплопроводный; время схватывания 5 мин	71 / 71
404	TK-300Э(Аg) (ТУ 6-02-107-90)	То же	2	6 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратковременно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 14-16$ МПа $\tau_{сдв} = 6-9$ МПа	Крепление электропроводящих материалов взамен пайки или наряду с ней	Электропроводящий; время схватывания 5 мин	71 / 71

405	TK-300Э(Ni) (ТУ 6-02-107-90)	>>	2	6 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратко- временно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 12-15 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 6-8 \text{ МПа}$	То же	То же	71 / 71
406	TK-301 (ТУ 6-01-1241-80)	Цианакрилат- ный; бесцвет- ная прозрачная жидкость	1	6 / -	-60...+200 (длительно) 300 (кратко- временно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 25-30 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 13-15 \text{ МПа}$	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппарату- ры, подвергающейся воздействию повы- шенных температур	Время схватывания при 20-25 °С 2 мин	71 / 71
407	TK-301С (ТУ 6-02-103-90)	Стабилизиро- ванный циан- акрилатный; бесцветная про- зрачная жид- кость	1	1 / -	-60...+200 (длительно) 300 (кратко- временно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 25-30 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 13-15 \text{ МПа}$	Крепление деталей из различных материалов при сборке узлов и элементов аппаратуры в оптике, приборо- строении и др.	То же	71 / 71
408	TK-301Г (ТУ 6-02-107-90)	Цианакрилат- ный; паста се- рого цвета	2	6 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратко- временно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 10-12 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 5-6 \text{ МПа}$	Крепление полупро- водников, транзисто- ров, терморезисторов, термических цепей	Теплопроводный; время схватывания 5 мин	71 / 71
409	TK-301Э(Ag) (ТУ 6-02-107-90)	То же	2	6 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратко- временно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 14-16 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 6-8 \text{ МПа}$	Крепление электро- проводящих матери- алов взамен пайки или наряду с ней	Электропроводя- щий; время схваты- вания 5 мин	71 / 71
410	TK-301Э(Ni) (ТУ 6-02-107-90)	>>	2	6 / -	-60...+250 (длительно) 300 (кратко- временно)	20-24	24	>>	$\sigma_{отр} = 12-14 \text{ МПа}$ $\tau_{сдв} = 6-7 \text{ МПа}$	То же	То же	71 / 71
411	ТКК-2 (ЫУО.028.113 ТУ)	Эпоксикрем- нийорганиче- ский; паста се- рого цвета	2	4 / 4	-60...+125	50 80	2 10	>>	$\tau_{сдв} = 6 \text{ МПа}$	Склеивание изделий, требующих отвода те- пла	Клей-герметик; $\lambda \geq 1,5 \text{ Вт/(м·К)}$	- / 75
412	ТОК-1 (ШКФЛО-028.002 ТУ)	Эпоксидный; паста серебри- сто-серого цве- та	1 2	2 / -	-60...+200 (длительно) 360 (кратко- временно)	100 200	3 1	>>	$\tau_{сдв} \geq 6 \text{ МПа}$	Посадка кристаллов в производстве полу- проводниковых при- боров, ИС и монтажа изделий пьезоэлектро- ники	Клей-герметик; $\rho_v \leq 5 \cdot 10^{14} \text{ Ом·м}$	- / 75
413	ТОК-2 (ШКФЛО-028.002 ТУ)	То же	1	2 / -	-60...+200 (длительно) 360 (кратко- временно)	200	1	>>	$\tau_{сдв} \geq 6 \text{ МПа}$	Посадка кристаллов в производстве полу- проводниковых при- боров, ИС и монтажа изделий пьезоэлектро- ники	Клей-герметик, $\rho_v \leq 5 \cdot 10^{14} \text{ Ом·м}$	- / 75
414	ТПК-2 (ТУ 1-595-24-393- 92)	На основе неор- ганического связующего; пастообразная масса белого цвета	2	1 (в закрытой емкости) / 15-20 мин (после нане- сения на по- верхность)	-60...+1000	17-30	120	0,05	$\sigma_{отр} = 1,5 \text{ МПа}$ (серый чугун СЧ 20)	Склеивание секций в конструкции отопи- тельных печей, залив- ка электроразъемов, заделка дефектов в чу- гунном литье	Не содержит орга- нических раствори- телей. Обеспечивает газонепроницае- мость клевого шва до 900 °С	114 / 114

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
415	ТПК-8 (ТУ 1-595-24-491-96)	На основе полиуретана; вязкая жидкость от желтого до светло-коричневого цвета	1	6 / -	-50...+70	23±5	72	Прикатка роликом	$\sigma_{отс} = 1,5$ кН/м (винилискожа Т-Д16 зашкуренный)	Склеивание декоративных облицовочных материалов, резин, резинотканевых материалов, натуральной и искусственной кожи между собой и с металлами, деревом и другими материалами	Обладает конфекционной липкостью. Обеспечивает приклеивание материалов на вертикальные поверхности	114 / 114
416	ТПК-250 (ЕТ 0.028.023 ТУ)	На основе эпоксититанкремнийорганической смолы; пастообразная масса черного цвета	2	- / 2-3	-70...+250	20 затем 150	16 5	Контактное (толстый слой клея) 0,01-0,02 (тонкий слой клея)	$\tau_{сдв} = 13$ МПа	Крепление металла с металлом или керамикой, различных элементов приборов квантовой электроники, герметизация некоторых элементов и узлов, а также нанесение токопроводящих контактов	Электропроводящий; дает возможность создания вакуумплотных швов; устойчив к действию влаги и циклическому воздействию различных температур, к вибрации и ударным нагрузкам	97 / 97
417	ТПК-Н2 (ЕТ 0.028.023 ТУ)	Эпоксидный; пастообразная масса черного цвета	2	- / 2	-60...+80 (длительно) 100 (кратковременно)	20 затем 60 или 70 или 80	16 6 4 3	Контактное (толстый слой клея) 0,01-0,02 (тонкий слой клея)	$\sigma_{отр} = 8$ МПа	Крепление различных элементов приборов квантовой электроники, герметизация некоторых элементов и узлов, а также нанесение токопроводящих контактов	Электропроводящий; устойчив к действию влаги и циклическому воздействию различных температур, к вибрации и ударным нагрузкам	97 / 97
418	ТПК-Э(н) (ТУ 2252-314-07500935-2000)	На основе модифицированной эпоксидной смолы; пастообразная масса черного цвета	3	6 / 1	-196...+200	25±10	72	0,05-0,1	$\tau_{сдв} = 3,0$ МПа (АМг6)	Склеивание алюминиевых сплавов типа АМг6, нержавеющей стали, углепластиков между собой и в различных сочетаниях	Обеспечивает получение электрического соединения, которое обладает переходным сопротивлением	50 / 50
419	ТФ-60 (ТУ 6-05-211-895-79)	На основе модифицированного полиэтилентерефталата; легкоподвижная масса желтого цвета	1	12 / -	До 100	145	30 с	-	-	Склеивание лавсановых пленок, лавсана с металлом, деревом, кожей, дублирование бумаги, картона, лавсановой пленки в полиграфии	Для склеенных между собой лавсановых пленок прочность клеевого шва составляет до 85 % прочности исходной пленки	72 / 72
420	ТФ-200 (Регламент по изготовлению)	На основе смолы ТФЭ-9; легкоподвижная масса коричневого цвета	3	- / 2	До 180	20-24	48	0,02	$\tau_{сдв} = 15-18$ МПа (Ст 30ХГСА)	Склеивание металлов и различных неметаллических материалов	Клей-компаунд	72 / 103

421	У-425-3 (ТУ 38.105214-87)	На основе полихлоропрена; однородная масса коричневого цвета	1 или 2	3 / -	-50...+120	15-30	48	Контактное	$S_{рассл} = 0,98$ кН/м (полоски миткаля)	Для горячей стыковки конвейерных лент	-	121 / 121, 138
422	УНИБЫТ (ТУ 2385-024-02966758-2001)	На основе латекса и жидкого стекла; вязкотекучая масса	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	24	Прижим	-	Склеивание бумаги, картона, гипсокартона, дерева	Шпатлевка клеевая; разрыв по волокнам бумаги, картона	70 / 70
423	Универсал (ТУ 38.403827-96)	На основе полихлоропрена; жидкость светло-коричневого цвета	1	12 / -	-50...+60	Нанести один слой - сушка, второй слой - сушка до отлипа, затем активация при 60-70 °С при прижиме			$\sigma_{отр} = 1,3$ МПа	Склеивание в различных сочетаниях дерева, металла, ПВХ, кожи, резины, пластиков, стекла, керамики	Вязкость 1,5 Па·с	- / 5
424	Унигерм-1 (ТУ 6-01-1211-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 5-12,5$ МПа	Контровка, герметизация резьбовых и гладких цилиндрических соединений, уплотнение беспрокладочных и прокладочных (комбинированных) соединений, работающих в жидких и газообразных средах, подвергающихся воздействию ударных нагрузок и вибрации	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,4 мм; отверждается в присутствии активатора	71 / 71
425	Унигерм-1К (ТУ 6-01-1211-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость желтого цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 6-13,5$ МПа	То же	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,25 мм; отверждается в присутствии активатора	71 / 71
426	Унигерм-2М (ТУ 6-02-61-89)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость зеленого цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	5-12	0,05	$\tau_{сдв} = 3-6$ МПа $\tau_p = 3,3-5,6$ МПа	Контровка и уплотнение резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Низкопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,15 мм; отверждается в присутствии активатора	71 / 71
427	Унигерм-2Н (ТУ 6-01-1211-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 1,5-4,5$ МПа	Контровка, герметизация резьбовых и гладких цилиндрических соединений, уплотнение беспрокладочных и прокладочных (комбинированных) соединений, работающих в жидких и газообразных средах, подвергающихся воздействию ударных нагрузок и вибрации	Низкопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,2 мм; отверждается в присутствии активатора	71 / 71

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
428	Унигерм-2С (ТУ 6-01-1211-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 1,5-4,5$ МПа	Контровка, герметизация резьбовых и гладких цилиндрических соединений, уплотнение беспрокладочных и прокладочных (комбинированных) соединений, работающих в жидких и газообразных средах, подвергающихся воздействию ударных нагрузок и вибрации	Низкопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,15 мм; отверждается в присутствии активатора	71 / 71
429	Унигерм-3 (ТУ 6-01-1211-79)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость красного цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 4-12$ МПа	То же	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,4 мм	71 / 71
430	Унигерм-6 (ТУ 6-01-12850-84)	То же	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 10-14$ МПа	Контровка и уплотнение резьбовых соединений, гладких и фланцевых соединений, контактирующих с различными жидкими и газообразными средами в широком диапазоне температур и давлений	Среднепрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,3 мм	71 / 71
431	Унигерм-7 (ТУ 6-01-1312-85)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость зеленого цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 20-25$ МПа	То же	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,15 мм	71 / 71
432	Унигерм-8 (ТУ 6-01-1326-86)	То же	1	12 / -	-60...+150	20-24	5-12	0,05	$\tau_{сдв} = 10-16$ МПа $\tau_p = 10-14$ МПа	>>	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,45 мм	71 / 71
433	Унигерм-9 (ТУ 6-01-1326-86)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость синего цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	5-12	0,05	$\tau_p = 10-16$ МПа	>>	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,3 мм	71 / 71

434	Унигерм-10**	То же	1	12 / -	-60...+150	20-24	5-12	0,05	$\tau_{сдв} = 10-16$ МПа $\tau_p = 12-16$ МПа	>>	То же	71 / 71
435	Унигерм-11 (ТУ 6-01-1309-85)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость зеленого цвета	1	12 / -	-60...+150	20-24	24	-	$\tau_p = 10-14$ МПа	>>	Высокопрочный герметик; максимальный уплотняемый зазор 0,2 мм	71 / 71
436	Унигерм-100 (ТУ 2257-285-00208947-98)	Акриловый анаэробный; прозрачная однородная жидкость	1	12 / -	-60...+250	20-24	24	-	-	Устранение пропусков пара, горячей воды и парового конденсата при температурах от 90 до 250 °С, ремонт действующих трубопроводов без их отключения	-	71 / 71
437	Уник (ТУ 5772-001-44470468-99)	На основе акрилатного латекса; однородная масса белого цвета	1	12 / -	-40...+70	5-40	24	Контактное	$\sigma_{отр} = 0,15$ МПа (бетон - дерево)	Приклеивание паркета, полимерных отделочных материалов, керамической плитки, покрытий полов вагонов и внутренних палуб судов	Мастика клеящая; рекомендуемая температура хранения и использования 5-40 °С; вязкость 22-32 с	113 / 113
438	Уникум (ТУ 2585-009-44297874-99)	На основе поливинилхлорида; однородная вязкая масса коричневого цвета	1	12 / -	-50...+80	20-24	24	Прижим	$S_{рассл} = 0,8$ кН/м (поплин) $\sigma_{отр} = 1,7$ МПа	Склеивание изделий из кожи, пластмасс (кроме полиэтилена), керамики, дерева и металлов	Вязкость 22 с (по кружке ВМС)	5,76 / 5,141
439	«УНИЛАКС» (ТУ 3-7509009.01-90)	На основе акрилатного латекса; масса белого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	-	Прикатка роликом	$\tau_{сдв} \geq 0,35$ МПа	Приклеивание ПВХ и облицовочных керамических плиток, пленочных отделочных материалов на бумажной, тканевой и нетканевой основах, линолеума к бетону, дереву, сухой штукатурке	Нетоксичен, неогнеопасен	- / 2
440	«Унилин» (ТУ 3-7509009-011-91)	На основе нитроцеллюлозы и бугадиеннитрильного каучука; масса светло-желтого	1	12 / -	То же	20-24	8-24	То же	$\tau_{сдв} \geq 0,6$ МПа	Приклеивание всех видов линолеума, плиток ПВХ, дерева, оргалита к бетону, дереву и другим поверхностям	Клеящая мастика; при загустевании разбавляют до нужной консистенции растворителем 646 или ацетоном	- / 2

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
441	УНИРЕМ (ТУ 2385-284-00208947-97)	Акриловый; пастообразная масса серого цвета	2	- / 0,5-1	-200...+150	20	48	0,05	$\sigma_{отр} = 25-35$ МПа	Для ремонта радиаторов автомобильных и отопительных, блоков цилиндров, трубопроводной арматуры и глушителей; для восстановления изношенных металлических деталей (шпоночных канавок, гнезд подшипников и др.), герметизации сварных швов и заделки трещин	Обеспечивает безопасный и быстрый ремонт, в том числе в полевых условиях. После отверждения может быть обработан абразивным и режущим инструментом	71 / 71
442	УР-К-201 (ТУ 2252-009-05761689-98)	На основе полиуретана; однородная жидкость темно-коричневого цвета	2	12 / 15 мин	-60...+100	20-24	72	Прикатка роликом	$\sigma_{отр} = 6$ МПа (Ст 12Х18Н10Т)	Склеивание бумажной фильтрующей шторы с оцинкованными металлическими крышками в производстве воздушных фильтров автомобилей	Вязкость 110 мПа·с	51 / 51
443	УР-МОНО (ТУ 201-951-1-96)	На основе полиуретана; бесцветная прозрачная жидкость	1	24 / -	-60...+60	20-24	24	То же	$S_{рассл} = 5$ кН/м (кожа)	Склеивание кожи, резин общего назначения, полиуретана, ПВХ, жестких пластиков, ДСП	Водо-, вибро-, морозостоек; малотоксичен	12 / 105
444	УФ-215 (ОСТ 3-6894-97)	На основе низкомолекулярного диметилсилоксанового каучука; прозрачный бесцветный раствор	2	- / 20-30 мин	-60...+200	18-26	24	Контактное	$\sigma_p = 2$ МПа	Склеивание деталей из кварца, флюорита, фторида лития и других материалов, прозрачных в УФ-области спектра	Оптический клей; $n_D = 1,4$	21 / 21
445	Феникс (ТУ 2385-007-4297874-99)	На основе бутадиен-нитрильного каучука и синтетических смол; однородная вязкая масса от светло-коричневого до темно-коричневого цвета	1	12 / -	-60...+100	20	5-6	Плотный прижим	$\tau_{сдв} \geq 1$ МПа	Склеивание изделий из дерева, металлов, резины, керамики, кожи и кожзаменителей, плотных тканей, поролон и пластмасс в любых сочетаниях	Не допускается для склеивания посуды, соприкасающейся с пищей	76 / 5, 141

446	ФР-12 (ТУ 2252-019-10687966-98)	На основе резорциноформальдегидной смолы; однородная масса темно-коричневого цвета	2	9 / 2-4	Как у склеиваемых материалов	20 55±5	24 3	0,2-0,3	$\tau_{ск} = 13$ МПа (дуб, бук, граб)	Склеивание древесины и других материалов	Поставляется комплектно	- / 43, 117
447	ФР-100 (ТУ 6-05-1638)	То же	2	- / 1,5	-40...+80	Не ниже 16	72	0,2-0,3	$\tau_{ск} = 13$ МПа (дуб, сосна) $\tau_{ск} = 6,5$ МПа (ель)	Склеивание древесины твердых и мягких пород, березовой и бакелизированной фанеры в различных сочетаниях, изготовление весел и силовых элементов деревянных конструкций	Разрешен МЗ РФ	98 / 98
448	ФРФ-50 (ТУ 2252-024-10687966-98)	>>	2	6 / 2-5	-30...+50	18-22	24	0,2-0,3	$\tau_{ск} = 6,5$ МПа (ель, сосна) $\tau_{ск} = 13$ МПа (дуб, бук, граб)	Склеивание древесины и других материалов	Клеевой шов водостоек	- / 43
449	ФРФ-50К (ТУ 6-05-2017-86)	>>	2	6 / 2-5	Как у склеиваемых материалов	18-22	24	0,2-0,29	$\tau_{ск} = 6,5$ МПа (ель, сосна) $\tau_{ск} = 13,5$ МПа (дуб, бук, граб)	Склеивание древесных материалов при комнатной температуре в производстве клееных деревянных конструкций	Поставляется комплектно	- / 117
450	ФТК-ВК (ОСТ 92-0948-74) (ОСТ 92-0949-74)	На основе модифицированной фенолформальдегидной смолы; густая масса черного цвета	4	6-12 / 48 (в герметично закрытой таре)	-50...+1200 (в окислительной среде) До 1500 (в защитной атмосфере)	120	4	0,1	$\sigma_{отр} = 10$ МПа (силицированный графит, углерод-углеродные материалы)	Склеивание графита, углерод-углеродных композиционных материалов, тугоплавких металлов, контровка резьбовых соединений из графита и углерод-углеродных материалов	-	50 / 50
451	ФТК-ХК (ОСТ 92-0948-74) (ОСТ 92-0949-74)	То же	4	6-12 / 48 (в герметично закрытой таре)	-50...+1000	120	4	0,1	$T, ^\circ\text{C}$ $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 20 10 1000 3 (Ст 12Х18Н9Т)	Склеивание металлов, в том числе нержавеющей сталей, теплозащитных материалов	-	50 / 50
452	ХВК-2а (ТУ 6-10-463-75)	На основе поливинилхлорида; жидкость светло-кремового цвета	1	6 / -	-60...+60	20±2	72	Проглаживание	$\sigma_{отс} = 441$ Н (ткань АОД - древесины)	Приклеивание хлопчатобумажной ткани к фанере, древесине и загрунтованным материалам	Содержание нелетучих веществ 25-30 %; вязкость 13-35 с (ВЗ-246)	- / 133
453	ХКС (ТУ 6-15-856-79)	На основе силиката натрия; вязкая жидкость от светлого до серого цвета	1	12 / -	-40...+40	20-24	48	Контактное	$\tau_{сдв} = 2$ МПа (дерево - дерево)	Склеивание бумаги, картона, дерева	-	76 / 61
454	Хлориновый клей (ТУ 6-40-0203995-12-88)	На основе поливинилхлорида; вязкая масса желтого цвета	1	12 / -	Внутри помещения	20-24	Минуты	>>	-	Склеивание облицовочной плитки, войлока, тканей, кожи, керамики, фарфора, фаянса, дерева	Содержание смолы 30±5 %	126 / 126

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
456	Целалит-3 (ООП 5.9068-90)	На основе дивинилхлорбутадиена	Многокомпонентный	- / 1,5	-40...+80	Не ниже 5	24	0,02-0,06	Разрушение по изоляции	Склеивание теплозвукоизоляционных пенопластов, приклеивание ткани к изоляционным пенопластам, выравнивание поверхности пенопластов	Разрешен МЗ РФ; обладает пониженной горючестью	98 / 98
457	ЦИА-ДЕНТ (ТУ 41-2-465-85)	Цианакрилатный; пастообразная светлая масса	2	- / до 10 мин	Внутри помещения	20-24	1-2	Контактное	Определению не подлежит	Временное покрытие стоматологического назначения	Медицинский клей; применяется в ортопедической и терапевтической стоматологии	136 / 34
458	Циакрин К-АБ (ТУ 6-09-14-2187-85)	Цианакрилатный бесцветная жидкость	1	6 / -	-196...+85	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-14$ МПа	Склеивание различных резин, в том числе фторированных	Время схватывания 10-60 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
459	Циакрин К-18 (ТУ 6-09-14-2187-85)	То же	1	6 / -	-269...+30	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-13$ МПа	То же	Время схватывания 20-60 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
460	Циакрин К-43 (ТУ 6-09-14-2187-85)	>>	1	6 / -	-196...+30	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	>>	Время схватывания 30-60 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
461	Циакрин К-75 (ТУ 6-09-14-2187-85)	>>	1	6 / -	-196...+65	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 10-12$ МПа	>>	Время схватывания 30-180 с; вязкость 10-15 мм ² /с	35 / -
462	Циакрин ПКБ (ТУ 6-09-14-2188-85)	>>	1	6 / -	-60...+120	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-12$ МПа	Склеивание металлов и неметаллических материалов	Время схватывания 10-30 с; вязкость 40-50 мм ² /с	35 / -
463	Циакрин СО-4 (ТУ 6-09-14-2096-81)	>>	1	6 / -	-60...+60	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-14$ МПа	Склеивание мягких тканей в медицине	Время схватывания 30-180 с; вязкость 10-20 мм ² /с	35 / -
464	Циакрин СО-58 (ТУ 6-09-14-2098-81)	>>	1	6 / -	-60...+80	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 12$ МПа	Склеивание различных материалов за исключением олефинов и фторопластов	Время схватывания 30-180 с; вязкость 10-20 мм ² /с	35 / -
465	Циакрин СО-9 (ТУ 6-09-14-2139-83)	>>	1	12 / -	-60...+100	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-14$ МПа	Склеивание металлов и неметаллических материалов	Время схватывания 10-50 с; вязкость 300-500 мм ² /с	35 / -
466	Циакрин СО-9м (ТУ 6-09-14-2097-81)	>>	1	6 / -	-60...+60	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-14$ МПа	Склеивание мягких тканей в медицине	Время схватывания 30-120 с; вязкость 10-20 мм ² /с	35 / -
467	Циакрин СО-9Т (ТУ 6-09-14-2139-83)	>>	1	12 / -	-60...+100	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 15$ МПа	Склеивание различных материалов, за исключением олефинов и фторопластов	Время схватывания 30-120 с; вязкость 100-400 мм ² /с	35 / -
468	Циакрин СР (ТУ 6-09-14-2187-85)	>>	1	6 / -	-60...+80	20	24	0,005	Выше прочности резины	Склеивание различных резин, в том числе фторированных	Время схватывания 30-90 с; вязкость 50-200 мм ² /с	35 / -

469	Циакрин СТ-1 (ТУ 6-09-14-2214-86)	>>	1	12 / -	-60...+150	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-14$ МПа	Для оптически прозрачных деталей; склеивание металлов, пластмасс, полупроводниковых кристаллов, стекла, резин общего назначения, керамики	Время схватывания 10-30 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
470	Циакрин СТ-1э (ТУ 6-09-14-2214-86)	>>	2	- / 2 (после совмещения компонентов)	-60...+150	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 10-16$ МПа	Склеивание черных и цветных металлов	Время схватывания 60-120 с; вязкость 300-400 мм ² /с. Электропроводящий	35 / -
471	Циакрин СТ-2 (ТУ 6-09-14-2214-86)	>>	1	6 / -	-196...+150	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-15$ МПа	Склеивание металлов, пластмасс, стекла, дерева, керамики, композиционных материалов, резин общего назначения	Время схватывания 10-30 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
472	Циакрин СТ-3 (ТУ 6-09-14-2187-85)	>>	1	6 / -	-60...+200	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 12-14$ МПа	Склеивание различных резин, в том числе фторированных	Время схватывания 30-90 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
473	Циакрин СТ-4 (ТУ 6-09-14-2187-85)	>>	1	6 / -	-60...+250	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-13$ МПа	То же	Время схватывания 10-60 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
474	Циакрин СТ-5 (ТУ 6-09-14-2187-85)	>>	1	6 / -	-196...+300	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-12$ МПа	>>	Время схватывания 30-60 с; вязкость 10-50 мм ² /с	35 / -
475	Циакрин ТХБЦ (ТУ 6-09-14-2239-87)	>>	1	6 / -	-60...+80	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 2-4$ МПа	Склеивание резин общего назначения	Время схватывания 60-120с; вязкость 50-100 мм ² /с	35 / -
476	Циакрин ЦРТ (ТУ 6-09-14-2258-87)	>>	1	6 / -	-60...+150	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 2-5$ МПа	Склеивание фторированных и фторсиликоновых резин	Время схватывания 60-120с; вязкость 100-300 мм ² /с	35 / -
477	Циакрин ЭО (ТУ 6-09-30-85)	>>	1	12 / -	-60...+80	20	24	0,005	$\tau_{сдв} = 11-12$ МПа	Склеивание различных материалов, за исключением олефинов и фторопластов	Время схватывания 3-30 с; вязкость 2-3 мм ² /с	35 / -
478	ЦМК-5 (ТУ 2252-316-07500935-2000)	Эпоксидный; пастообразная масса коричневого цвета	3	- / 4	-196...+200	25±10 80	120 4	0,03-0,05	T, °C $\tau_{сдв}$, МПа 20 25 250 1 (Ст 25)	Склеивание сталей, алюминиевых, магниевых, титановых сплавов (в том числе с лакокрасочными покрытиями), стекла, углепластиков, керамики, полиимидной пленки, пенопластов, полиамидов, датчиков давления	Высокая вибро-, ударопрочность	50 / 50

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
479	ЦМК-20 (ТУ 2252-316-07500935-2000)	На основе смеси кремнийорганических продуктов; пастообразная масса серого цвета	2	6 / 4 (в закрытой емкости)	-90...+300	25±10	72-120	Контактное	$\sigma_{отр} = 0,8$ МПа (АМг6)	Склеивание металлов, конструкционных стекло- и углепластиков с теплоустойчивыми листовыми теплозащитными материалами, деталей из силиконовой резины, прорезиненных тканей, теплоизоляционных материалов	Имеет достаточную липкость, что позволяет проводить отверждение при контактом давлении, устойчив к циклическим воздействиям температур, к вибрации	50 / 50
480	Шик-1 Шик-2 (ТУ 2385-001-31854575-00)	На основе полиуретана; вязкая прозрачная бесцветная жидкость	1 2	6 / -	-20...+50 (без отвердителя) -30...+100 (с отвердителем)	20-24	24	Прикатка роликом	$S_{рассл} = 3$ кН/м (кирза)	Склеивание тканей, пластика, кожи, резины, в производстве и реставрации обуви	Клей «Шик-2» обеспечивает повышенную прочность клеевого соединения даже без отвердителя	- / 78
481	ЭД-2 (ТУ 6-15-1070-82)	Эпоксидный; однородная вязкая масса желтого цвета	2	12 / 2	-60...+60	18-25	6-24	0,05	$\tau_{сдв} = 10,5$ МПа	Склеивание металла, керамики, стекла, древесины	-	11 / 11
482	ЭКАН-3 (ТУ АДИ 381-91)	Эпоксидно-каучуковый; однородная вязкая масса темно-фиолетового цвета	2	- / 1	-60...+150	20 20 + 60-80	24 24 + 3-4	Контактное	$T, ^\circ\text{C}$ 20 60 $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 13,7 4,9	Склеивание металлических и неметаллических материалов	$\epsilon_p = 40$ %	130 / 130
483	ЭКОХИМ (ТУ 2242-042-2228293-99)	На основе водной акриловой дисперсии; вязкая однородная жидкость белого цвета	1	6 / -	Внутри помещения	20-24	-	-	-	Приклеивание бумажных этикеток и ярлыков на полиэтиленовую тару	Обладает высокой адгезией к полиэтилену; pH 4-9	- / 134
484	Элад 511 (ТУ 2513-004-292668077-97)	На основе полихлоропрена; от бело-желтого до бело-серого цвета	1	6 / -	-40...+50	Холодная вулканизация			$S_{рассл} = 1,7$ кН/м (через 1 мин) и 2,7 кН/м (через 24 ч)	Для основного крепления подошв из резины и кожи к верху обуви из натуральной кожи и текстильных материалов (аналог клея «Наирит»)	Вязкость 90-120 с (ВЗ-246, диаметр сопла 6 мм)	138 / 138
485	Элад 512 (ТУ 2513-004-292668077-97)	То же	1	6 / -	-40...+50	То же			$S_{рассл} = 1,5$ кН/м (через 1 мин) и 2,4 кН/м (через 24 ч)	Ремонт и индивидуальный пошив обуви (аналог Рапид-5)	Вязкость 80-120 с (ВЗ-246, диаметр сопла 6 мм)	138 / 138

486	Элад 513 * (ТУ 2513-004-292668077-97)	>>	1	6 / -	-40...+50	>>		$S_{рассл} = 1,3 \text{ кН/м}$ (через 1 мин) и $2,5 \text{ кН/м}$ (через 24 ч)	Предварительное склеивание деталей обуви холодным способом и для вспомогательных операций	Вязкость 150-280 с (ВЗ-246, диаметр сопла 6 мм)	138 / 138	
487	Элад 522 (ТУ 2513-004-292668077-97)	>>	1	6 / -	-40...+50	Холодная вулканизация клеевых пленок в течение 10-30 мин		$S_{рассл} = 1,7 \text{ кН/м}$ (через 1 мин) и $3,5 \text{ кН/м}$ (через 24 ч)	Крепление подошв из резины, натуральной кожи, полиуретана, ПВХ, термоэластопласта к верху обуви из натуральных, синтетических и искусственных кож	Вязкость 140-180 с (ВЗ-246, диаметр сопла 6 мм)	138 / 138	
488	Эласт (ТУ 6-15-1571-87)	На основе бутадиен-нитрильного каучука; однородная вязкая масса от бело-желтого до бело-серого цвета	1	15 / -	-40...+40	20-24	10-15	Контактное	$\tau_{сдв} = 0,5 \text{ МПа}$	Приклеивание нитролинолеума, поливинилхлоридного линолеума, паркета, керамической и поливинилхлоридной плитки к различным поверхностям (бетону, дереву, оргалиту и т.д.)	Мастика клеящая; вязкость 50-150 с (ВЗ-1, диаметр сопла 5,4 мм)	76 / 76
489	Эластосил 137-83 (ТУ 6-02-1237-83)	На основе низкомолекулярного кремнийорганического каучука; пастообразная вязкотекучая масса белого цвета	1	6 / 1	-60...+250	17-35	120	0,03	$\tau_{сдв} = 1,5 \text{ МПа}$ (Д16АТ) $S_{рассл} = 20,1 \text{ Н/м}$ (резина)	Склеивание силиконовой резины	Работоспособность: 200 °С - 1000 ч 250 °С - 500 ч Поставляется в тубах	22 / 102
490	Эластосил 137-175М (ТУ 6-02-1319-85)	То же	1	6 / 1	-110...+300	17-35	120 2	0,03	$T, \text{ } ^\circ\text{C}$ 20 $\tau_{сдв}, \text{ МПа}$ 300 1,5 0,4 (Д16АТ)	Склеивание металлических и неметаллических материалов, в том числе теплоизоляционных	Вулканизуется при контакте с влагой воздуха с образованием резиноподобного материала; работоспособность: 300 °С - 5 ч; поставляется в тубах	22 / 22
491	Эластосил 137-180 (ТУ 6-02-1214-81)	На основе низкомолекулярного кремнийорганического каучука; прозрачная бесцветная масса	1	6 / 2	-90...+200	17-35	120	0,01	$\tau_{сдв} = 0,2 \text{ МПа}$ (Д16АТ)	Склеивание и герметизация оптических систем, заливка тензочувствительных элементов электронных приборов	Оптически прозрачный; поставляется в тубах	22 / 22
492	Эластосил 137-182 (ТУ 6-02-1-402-84)	На основе низкомолекулярного кремнийорганического каучука; пастообразная вязкотекучая масса серого цвета	1	6 / 1	-60...+200	17-35	120	0,03	$\tau_{сдв} = 0,3-0,35 \text{ МПа}$ (Д16АТ)	В качестве высокотеплопроводного электроизоляционного клея-герметика с повышенными прочностными показателями	$\lambda = 1,8-2,0 \text{ Вт/ (м}\cdot\text{К)}$; поставляется в тубах	22 / 22

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по технической документации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
493	Эластосил 137-352 (марки А и Б) (ТУ 6-02-1-037-91)	На основе низкомолекулярного кремнийорганического каучука; пастообразная вязкотекучая масса желтого (марка А) или черного (марка Б) цвета	1	6 / -	-60...+250	20±2	120	Контактное	$\tau_{сдв} \geq 1$ МПа (поликарбонат)	Склеивание, герметизация и изоляция металлических и неметаллических материалов, в том числе силиконовой резины, поликарбоната, стекла и т.д., в блок-фарах, кинескопах и др.	Через 24 ч набирает необходимую технологическую прочность; катализатор кислый; поставляется в тубах	22 / 22
494	Эластосил 137-444 (ТУ 6-02-1-800-94)	На основе низкомолекулярного кремнийорганического каучука; пастообразная вязкотекучая масса желтого цвета	1	6 / -	-60...+250	20±2	120	>>	$\tau_{сдв} \geq 1$ МПа (поликарбонат)	То же	Через 24 ч набирает необходимую технологическую прочность; катализатор нейтральный; поставляется в тубах	22 / 22
495	ЭМПК (ТУ 201-28-16-96)	Эпоксидный; вязкая масса от желтого до коричневого цвета	2	- / 20 мин	-60...+200	18-25	1-3	0,05	$\sigma_{отр} = 28,9$ МПа $\tau_{сдв} = 12,4$ МПа	Склеивание металлов и неметаллических материалов	-	12 / 105
496	ЭП ЭП-1 ЭП-3 (ТУ 201-951-2-96)	На основе картофельного крахмала и целевых добавок; вязкая масса белого цвета	1	6 / -	-25...+45	18-25	3 мин	-	Выше прочности бумаги	Приклеивание бумажных этикеток на стеклянную (ЭП-3) и пластиковую (ЭП-1) тару, склеивание картона, бумаги, изготовление упаковки для пищевых продуктов	Экологически чистые; могут наноситься как вручную, так и на этикеточных машинах	
497	ЭПК (ООП 5.9068-90)	Эпоксиднополиамидный; вязкая масса от темно-серого до коричневого цвета	2	- / 4	-60...+60 (длительно) 80 (кратковременно)	15-35	72	0,005-0,04	$\tau_{сдв} = 14$ МПа $\sigma_{отр} = 20$ МПа (Ст 3)	Склеивание металлов, слоистого пластика с ТИМ, жестких плиточных ТИМ между собой и с металлами	Разрешен МЗ РФ	98 / 98

498	ЭПК-1 (ОСТ 92-0948-74)	То же	4	6-12 / 5	-253...+200	15-35	24-30 2-3	0,08-0,1	T, °C 20 200 205 (Ст 25)	$\tau_{сдв}$, МПа 20 1,8 0,5	Склеивание сталей, алюминисвых, магниевых, титановых сплавов (в том числе с лакокрасочными покрытиями), стекла, углепластиков; химически обработанных фторопласта, полиэтилена и полипропилена; графита, керамики, фторопласта пористого, пенопластов, полиамидов, датчиков давления	Грибостоек, не вызывает коррозии металлов	50 / 50
499	Эпокси-классик (ТУ 2252-002-44297874)	Эпоксидный; вязкая масса от серого до коричневого цвета	2	- / 40 мин	-60...+160	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 15$ МПа		Склеивание металлов, керамики, стекла, фарфора, дерева, пластмассы, заделка трещин, царапин, сколов на горизонтальных и вертикальных поверхностях	Клей-шпатлевка; тиксотропные свойства, низкая текучесть	5 / 5
500	Эпокси-обувной (ТУ 2252-002-44297874)	Эпоксидный; вязкая масса от бесцветного до желтого цвета	2	- / 1	-60...+100	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 10$ МПа		Склеивание металлов, кожи, полимерных материалов, резины, ремонт обуви из натуральной кожи, кожзамениителя, резины, кожволон в любом сочетании	Высокие эластичность и ударпрочность	5 / 5
501	Эпокси-пластилин («Унипласт») (ТУ 2252-002-44297874)	Эпоксидный; вязкая масса от коричневого до серебристого цвета	2	- / 1,5	-60...+100	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 10$ МПа		Ремонт и реставрация деталей из металла, гранита, бетона, камня, пластиков	Клей-герметик; тиксотропные свойства, адгезия к мокрой и замасленной поверхностям	5 / 5
502	Эпокси-просвет (ТУ 2252-002-44297874)	Эпоксидный; вязкая бесцветная масса	2	- / 2	-60...+100	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 25$ МПа		Склеивание стекла, оптических фильтров, прозрачных пластмасс, ремонт ювелирных изделий, нанесение тонких прозрачных водостойких покрытий на стекло, металлы, дерево	Оптически прозрачный клей	5 / 5

№ п/п	Клей (ГОСТ, ОСТ, ТУ, ПИ)	Химическая природа; внешний вид	Число поставляемых компонентов	Срок хранения, мес./жизнеспособность, ч	Интервал рабочих температур, °С	Технология склеивания			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик / поставщик
						температура, °С	время, ч	давление, МПа				
503	Эпокси-титан (ТУ 2252-002-44297874)	Эпоксидный; вязкая масса от серого до коричневого цвета	2	- / 0,5	До 130	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 30$ МПа	Склеивание металлов, стекла, керамики, камня, бетона, пластмасс, дерева, ювелирных изделий, заделка трещин, отверстий в металлических трубопроводах, радиаторах, кронштейнах, соединение деталей, подверженных вибрации и деформации на изгиб, ударным нагрузкам	Высокая прочность и эластичность	5 / 5
504	Эпокси-универсал (ТУ 2252-002-44297874)	Эпоксидный; вязкая масса от бесцветного до желтого цвета	2	- / 50 мин	До 100	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 25$ МПа	Склеивание металлов, кожи, резины, дерева, фарфора, стекла, пластмасс	-	5 / 5
505	Эпокси-эксклюзив (ТУ 2252-002-44297874)	То же	2	- / 1,5	До 130	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 38$ МПа	Высокопрочное крепление разнородных материалов, черных и цветных металлов	Клеевой шов характеризуется высокой прочностью, ударо- и вибростойкостью	5 / 5
506	Эпокси-экспресс (ТУ 2252-002-44297874)	>>	2	- / 20 мин	-60...+130	20	24	0,01	$\tau_{сдв} \geq 10$ МПа	Склеивание металлов, кожи, резины, дерева, фарфора, стекла, пластмасс при необходимости быстрого формирования клеевого шва	Быстрая фиксация, эластичность, ударопрочность	5 / 5
507	Эпоксил Т (теплопроводный) и Э (электропроводный) клей-герметик (РВИЦ 460007.044 ТУ)	Эпоксисилоксановый	2	12 / 6	-70...+200	20-24 60	24 0,5	Контактное	$T, ^\circ\text{C}$ 20 $\tau_{сдв}, \text{МПа}$ 200 3,5 1,5 (сталь 3)	Крепление и герметизация навесных ЭРЭ, микросхем, микросборок к печатным платам, крепление металлических и неметаллических поверхностей	Отсутствие усадки при отверждении, работоспособность в открытом и закрытом объемах	131 / 94
508	ЭРК-1 (ТУ 201-28-18-96)	Эпоксидный; пруток серебристого цвета	1	24 / -	-196...+120	180	2 мин	0,01	$\sigma_{отр} = 43$ МПа	Экспресс-ремонт испарителей бытовых холодильников, заделка микротрещин и вырывов металла на трубопроводах	Масло-, бензо-, вибро- и термостоек, разрешен контакт с пищевыми продуктами	12 / 105

509	ЭТАЛ-45 (ТУ 2257-003-40035020-96)	Эпоксидный; однородная жидкость от светло- до темно-коричневого цвета	2	6 / 1	-60...+120	4-6 10-12 20	60 24 3-4	Контактное	$\sigma_p = 70$ МПа $\sigma_{изг} = 120$ МПа	Изготовление антикоррозионных покрытий бетонных и металлических поверхностей, герметизация и изоляция изделий в электротехнической промышленности методом заливки и пропитки	Клей-компаунд; водопоглощение 0,03 %	140 / 140
510	ЭТАЛ-47 (ТУ 2257-047-18826195-00)	То же	2	12 / 10 мин	-60...+120	20	20 мин	>>	$\sigma_p = 80$ МПа $\sigma_{изг} = 130$ МПа	Склеивание полярных поверхностей (металлы, стекло, бетон, керамика), заливка, изготовление покрытий	Клей-компаунд	140 / 140
511	ЭТАЛ-153 (ТУ 2257-153-18826195-99)	>>	2	6 / 1	-60...+110	4-6 10-12 20	60 24 3-4	>>	$\sigma_p = 70$ МПа $\sigma_{изг} = 120$ МПа	Изготовление антикоррозионных покрытий бетонных и металлических поверхностей, герметизация и изоляция изделий в электротехнической промышленности	Клей-компаунд; водопоглощение 0,03 %	140 / 140
512	ЭТАЛ-370 (ТУ 2257-007-40035020-97)	>>	2	12 / -	-60...+130	180	4 мин	>>	$\sigma_p = 150$ МПа $\sigma_{изг} = 140$ МПа	Склеивание полярных материалов, нанесение антикоррозионных покрытий, заливка, пропитка и капсулирование электротехнических изделий	Клей-компаунд; вязкость смоляной части 30 с при 90 °С (ВЗ-4, диаметр сопла 4 мм)	140 / 140
513	ЭТАЛ-370Т (ТУ 2257-007-40035020-97)	>>	2	12 / -	-60...+200	180	4 мин	>>	$\sigma_p = 170$ МПа $\sigma_{изг} = 140$ МПа	То же	Клей-компаунд; вязкость смоляной части 35 с при 90 °С (ВЗ-4, диаметр сопла 4 мм)	140 / 140
514	ЭТАЛ-1450 (ТУ 2257-006-40035020-97)	>>	2	12 / 1	-60...+160	20-24	24	>>	$\sigma_p = 150$ МПа $\sigma_{изг} = 140$ МПа	Склеивание на холоду стеклопластиковых труб, транспортирующих горячую воду, склеивание металлов, бетона, нанесение антикоррозионных покрытий	Клей-компаунд; вязкость смоляной части 30 с при 60 °С (ВЗ-4, диаметр сопла 4 мм)	140 / 140
515	Янтарный-1 Янтарный-2 (ТУ 6-15-02-234-91)	Эпоксидный; вязкая жидкость от светло- до темно-желтого цвета	2	24 / 1,5-2	-60...+60	18-25	24	0,05	$\tau_{сдв} = 10$ МПа (Янтарный-1) $\tau_{сдв} = 14$ МПа (Янтарный-2)	Склеивание керамики, фарфора, фаянса, изделий хозяйственного назначения и спортивного инвентаря, ремонт и защита от коррозии кузова автомобиля	-	76 / 76

* В настоящее время клей не выпускается и внесен в таблицу для сравнения с клеем ВС-10Т, который во многих случаях может его заменить.

** При подготовке справочника ТУ находились в стадии разработки.

Таблица 2.2. Клеи для склеивания металлов и различных неметаллических материалов

Наименование материалов	Стали	Алюминий и его сплавы	Титан и его сплавы	Медь и ее сплавы	Стеклопластики	Пластмассы	Керамика, стекло	Стекловолокнистая теплоизоляция	Дерево	Кожа, ткань
Стали	5-8, 44, 45, 47, 48, 65, 75, 76, 78-80, 82, 88, 90, 91, 94, 96, 98-100, 108, 109, 122, 131, 134, 135, 156-160, 170, 184, 190-192, 197, 198, 259, 289, 295, 328, 347, 350, 418, 451, 478, 498	87, 92, 156, 157, 190, 328, 369, 418	87, 88, 289, 369	75, 192	49, 50, 102, 135, 156, 202-204, 295, 328	75, 76, 78, 134, 256, 477	46, 186-188, 196, 256	90, 97, 102, 155, 154, 201	75, 256, 369	13, 22, 28, 72, 75, 169, 256
Алюминий и его сплавы		5-8, 25, 44, 45, 47, 48, 82, 87-89, 91, 92, 94, 103-106, 110-121, 123, 131, 132, 137-140, 156, 158-160, 190-192, 197, 198, 295, 328, 347, 371, 418	87, 88, 94, 369	192	49, 50, 87, 124, 156, 202-204, 295, 328	256, 477	46, 186-188, 256	91, 94, 201	256, 369	13, 22, 28, 72, 75, 256
Титан и его сплавы			65, 82, 87-91, 94, 96, 98-100, 122, 134, 135, 192, 197, 198, 259, 280, 289, 295, 350, 450, 478, 498	369	49, 50, 102, 135, 202-204, 295	256	186-188, 256	90, 94, 97, 102, 154, 155	256, 369	75, 256
Медь и ее сплавы				45, 75, 76, 158, 191, 192, 347, 505	202-204	75, 76, 190, 256	75, 256	91	75, 256, 369	28, 75, 256
Стеклопластики					49, 50, 65, 87, 88, 99, 100, 135, 156, 158-160, 190, 191, 202-204, 259, 370	369, 477	49, 50	201	369	371
Пластмассы						5-8, 44, 47, 48, 72, 73, 78, 79, 82, 91, 94, 98, 206, 242, 256, 284, 286, 307, 327, 350, 371, 387, 392, 393, 423, 438, 501, 504, 506	256, 423	-	73, 74, 164, 244, 256, 299	4, 28, 256

Керамика, стекло							1, 2, 5-8, 25, 29, 44, 45, 47, 48, 65, 72, 95, 98-100, 107, 158-160, 162, 170, 173, 180, 181, 191, 192, 196, 256, 259-261, 280, 284, 326, 327, 329, 336-343, 346-348, 350, 362, 365, 369, 371, 387, 423, 438, 444, 445, 478, 498-504, 506, 515	-	173, 256, 445	173, 256, 445
Стекло- волокну- стая теп- лоизоля- ция							12, 13, 17, 19, 96, 97, 101, 133, 136, 191, 201, 497	201	-	
Дерево								5-8, 72, 84, 173, 185, 195, 199, 244, 246, 253, 256, 282, 286, 293, 298, 307, 317, 327, 347, 355-357, 359, 360, 364, 365, 371, 385, 387, 390, 391, 423, 438, 443, 445- 449, 453, 454, 504, 506, 510	4, 13, 22, 74, 185, 244, 298, 356, 357, 359, 452	
Кожа, ткань									4, 22, 72, 253, 256, 273, 286, 307, 311, 354, 356, 359, 362, 364, 365, 375, 389, 394, 396, 438, 452, 454, 480, 500, 506	

Примечание. Приведены номера клеев из табл. 2.1.

Таблица 2.3. Клеевые препреги и их свойства*

Марка (ТУ)	Внешний вид	Состав	Срок хранения, мес.	Интервал рабочих температур, °С	Режим формования			Показатели прочности по техдокументации	Назначение	Дополнительные сведения	Разработчик/поставщик
					температура, °С	время, ч	давление, МПа				
КМКПи-2.150.ПИ.70 (ТУ 1-595-24-485-96)	Полиамидная пленка ПМ-А, обработанная разрядом плазмы, с нанесенным клесм	Пленка ПМ-А (ТУ 6-19-121-85) с нанесенным клесм	3	-130...+150	175	3	0,08-0,1	$T, ^\circ\text{C}$ 20 150 $\tau_{\text{сдв}}, \text{МПа}$ 24,5 14,7	Для изготовления сотовых конструкций специального назначения	Масса клеевого препрега 180-200 г	18 / 18
КМКС-1.80 (ТУ 1-595-24-452-94)	Стеклоткань с равномерно нанесенным клесм (эпоксидным высокопрочным)	Стеклоткань Т-10-80 или Т-25(ВМ)78, пропитанная эпоксидным высокопрочным клесм	1	-60...+80	125	3	0,08-0,5	$\tau_{\text{сдв}} = 17,7 \text{ МПа}$ (20 и 80 °С) (Д16АТ, анодир. в хромовой кислоте)	Для изготовления деталей конструкционного назначения, в том числе сотовых конструкций из стеклопластика	Выпускается 4 типа клеевых препрегов; КМКС-1.80.Т10.37, КМКС-1.80.Т10.55, КМКС-1.80.Т25(ВМ)37, КМКС-1.80.Т25(ВМ)55, различающихся типом стеклоткани (Т-10-80, Т25(ВМ) 78) и наносом связующего, % (последняя цифра в маркировке)	18 / 18
КМКС-2.120 (ТУ 1-595-24-488-96)	То же	Стеклоткань Т-10-80, Т-25(ВМ)78 или Т-60(ВМП)-14, пропитанная эпоксидным высокопрочным клесм	3	-130...+120 (длительно) 150 (кратковременно)	175	3	0,08-0,5	$\tau_{\text{сдв}} = 17,7 \text{ МПа}$ (20 и 80 °С) (Д16АТ, анодир. в хромовой кислоте)	То же	Выпускается 6 типов клеевых препрегов; КМКС-2.120.Т10.37, КМКС-2.120.Т10.55, КМКС-2.120.Т25(ВМ)37, КМКС-2.120.Т25(ВМ)55, КМКС-2.120.Т60(ВМП)37, КМКС-2.120.Т60(ВМП)55, различающихся типом стеклоткани (Т-10-80, Т25(ВМ) 78, Т-60(ВМП)-14) и наносом связующего, % (последняя цифра в маркировке)	18 / 18
КМКУ-1.80 (ТУ 1-595-14-658-01)	Угольная лента с равномерно нанесенным клесм (эпоксидным высокопрочным)	Угольная лента ЭЛУР-0,8 + клеевая матрица Угольная лента ЛУП-0,1 + клеевая матрица Угольная лента ЭЛУР-0,1 + клеевая матрица	1	-60...+80 (длительно)	125	3	0,08-0,5	$\tau_{\text{сдв}} = 17,7 \text{ МПа}$ (20 и 80 °С) (Д16АТ, анодир. в хромовой кислоте)	Для изготовления сотовых конструкций с обшивками из углепластиков	Выпускается 6 типов клеевых препрегов; КМКУ-1.80.Э08.45, КМКУ-1.80.Э08.65, КМКУ-1.80.ЛУП01.45, КМКУ-1.80.ЛУП019.65, КМКУ-1.80.Э01.45, КМКУ-1.80.Э01.65, различающихся типом угольной ткани и наносом связующего, % (последняя цифра в маркировке)	18 / 18
КМКУ-2.120 (ТУ 1-595-24-484-96)	То же	Угольная лента ЭЛУР-0,8, ЛУП-0,1 или ЭЛУР-0,1 + клеевая матрица	3	-130...+120 (длительно) 150 (кратковременно)	175	3	0,08-0,5	$\tau_{\text{сдв}} = 17,7 \text{ МПа}$ (20 и 80 °С) (Д16АТ, анодир. в хромовой кислоте)	То же	Выпускается 6 типов клеевых препрегов; КМКУ-2.120.Э08.45, КМКУ-2.120.Э08.65, КМКУ-2.120.ЛУП01.45, КМКУ-2.120.ЛУП019.65, КМКУ-2.120.Э01.45, КМКУ-2.120.Э01.65, различающихся типом угольной ткани и наносом связующего, % (последняя цифра в маркировке)	18 / 18

* Материал подготовлен Л.И. Аниховской и Л.А. Дементьевой.

Таблица 2.4. Липкие ленты и их свойства*

№ п/п	Липкая лента (ГОСТ, ТУ)	Основные технические характеристики		Назначение	Поставщик
1	Бинт липкий проницаемый (ТУ 64-2-502-90)	Основа Клей Антиадгезионное покрытие Прочность при отслаивании под углом 180°, Н/м Гарантийный срок хранения, г	Нетканый материал Акриловый Бумага 130 3	Используется для фиксации повязок и покрытий в медицине. Имеется токсикологическое разрешение	63
2	Бумага тонированная синтетическая «ГАММА» (ТУ 6-00-05704467-05-93)	Рулонный и форматный материал Масса 1 м ² клеевого слоя, г для типа S Прочность при отслаивании, кН/м для типа S	14±4 22±3 ≥ 0,2 ≥ 0,25	Матовый пленочный материал; применяется для декоративно-оформительских работ, в качестве основы для изготовления этикеточной и другой печатной продукции	27
3	Герметизирующая полимерная лента «ГЕПОЛЕНТ»**, марок Д, Т, АМ, Ф	Д: односторонняя лента, дублированная стеклотканью Клей Ширина, мм Толщина, мм Т: двухсторонняя лента Ширина, мм Толщина, мм АМ: двухсторонняя липкая лента Размеры ленты Ф: односторонняя лента, дублированная алюминиевой фольгой Ширина, мм Толщина, мм	На основе бутилкаучука 60; 120; 180; 200 1,5-3,0 30-150 1,5-3,0 По требованию заказчика; может также выпускаться в виде жгутов диаметром 4 мм или пластин ≤ 150 ≤ 3	Д: Герметизация стыков в полносборном гражданском и промышленном строительстве Т: Герметизация швов, стыков, трещин, жестяных и шиферных кровель, стальных корпусов контейнеров, приклеивание рулонных материалов, обеспечение водонепроницаемости трубопроводов АМ: Герметизация и уплотнение склеенных внахлест металлических элементов в металлообрабатывающей промышленности, защита от коррозии и уплотнение крыльев, кабин и кузова автомобилей. Используется также как антивибрационная прокладка в оборудовании Ф: Герметизация швов, трещин металлических и шиферных кровель, металлических сооружений, систем вентиляции и кондиционирования воздуха	19
4	Диазопленка с липким клеевым слоем «Диамонт» (ТУ 6-00-04602150-17-95)	Представляет собой полиэтилентерефталатную подложку с нанесенным на нее с одной стороны адгезионным подслоем и УФ-чувствительным слоем, а с другой – с клеевым несохнущим покрытием, защищенным полиэтилентерефталатной пленкой с антиадгезионным слоем Толщина светочувствительного слоя, мкм Светочувствительность, см ² /Дж Разрешающая способность, мм ⁻¹ Максимальная оптическая плотность изображения за синим светофильтром, Б	≥ 3,0±0,5 ≥ 4±1 ≥ 200 ≥ 3,5	Изготовление методом контактного копирования промежуточных оригиналов с высокой копировальной плотностью, для монтажа издательских оригиналов, изготовление липких аппликаций в картографии и полиграфии	10
5	Изолента черная двухсторонняя резиноканевая (ТУ 38-105-2000-91)	Основа Длина, м Ширина, см	Прорезиненная хлопчатобумажная ткань 70 2		
6	Ламинаты бумажные (ТУ 9571-061-04696843-99)	Рулонный и форматный материал Масса 1 м ² бумаги, г Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, кН/м Плоскостность, мм	80; 100 ≥ 15 ≥ 0,3 ≤ 20	Для полиграфических работ	27
7	Лента алюминиевая монтажная самоклеящаяся «ЛАМС» (ТУ 2245-074-04696843-01)	Ширина, мм Длина, м Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, кН/м Липкость, с Условная прочность при растяжении, МПа	50-100 50; 100 23±5 ≥ 0,5 ≥ 130 ≥ 20	Склеивание стыков теплоизоляционных плит из фольгированных материалов, приклеивание изолирующих материалов к металлическим или пластмассовым поверхностям	27

№ п/п	Липкая лента (ГОСТ, ТУ)	Основные технические характеристики		Назначение	Поставщик
8	Лента алюминиевая самоклеящаяся (ТУ 1811-054-04696843-98)	Ширина, мм Длина, м Толщина алюминиевой фольги, мкм Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, кН/м Липкость, с	50; 70; 100 50; 100 30; 60 23±5 ≥ 0,5 ≥ 130	Соединение полотен отражающей изоляции, изоляция шовных соединений отопительных, санитарных, кондиционирующих, вентиляционных систем и установок	27
9	Лента бумажная с клеевым слоем ЛКБ, ЛКБ-Э (ТУ 2379-004023332905-00)	Ширина мм Масса 1 м ² клеевого слоя, г ЛКБ ЛКБ-Э Прочность при отслаивания клеевого слоя от металлической поверхности, Н/см ЛКБ ЛКБ-Э	19-600 15-30 15-30 ≥ 3,0 ≥ 2,5	Вспомогательный материал при герметизации стыков в различных конструкциях, изделиях, склеивание различных поверхностей, изготовление этикеток флексографским, офсетным способами или методом шелкографии	44
10	Лента для разделения полупроводниковых пластин на кристаллы «Лента-Спутник» (тип ЛС-А11, ЛС-А2, ЛС-А3) (ТУ 6365-001-002051133-97)	Пленка из пластифицированного поливинилхлорида с односторонним липким покрытием, защищенным съемной полиэтилентерефталатной пленкой с антиадгезионным слоем Ширина, мм Длина, мм Толщина, мкм Прочность при отслаивании под углом 180° от стеклянной или кремниевой подложки, Н/см тип ЛС-А1 тип ЛС-А2 тип ЛС-А3 Гарантийный срок хранения, мес.	 165-285 50-70 120±10 39,2-147,1 147,1-294,2 294,2-588,4 6	В качестве носителя полупроводниковых пластин при их механической и химической обработке	104
11	Лента защитная клеевая (ТУ 2245-049-04696843-97)	Ширина, мм Длина, м Прочность при отслаивании, кН/м	15-1200 100; 200 0,080±30	Временное предохранение различных поверхностей от повреждений при транспортировке и монтаже	27
12	Лента изоляционная прорезиненная черного цвета Лента изоляционная прорезиненная цветная (ГОСТ 2162-78) 2 пол (для промышленного потребления); 2 шол (для широкого потребления)	Разрывная нагрузка, кН/м Скорость расклеивания ленты (липкость) на 10 мм ширины до и после старения, мм/мин Выдерживаемое электрическое напряжение, В Интервал температур эксплуатации в условиях неагрессивных сред, °С	≥ 6,0 ≤ 100 ≥ 100 -30...+30	Электроизоляция	121
13	Лента клеевая лавсановая (ЛКЛ) (ТУ 6-00-04696843-01-95)	Ширина, мм. Длина, м. Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, Н/м Условная прочность при растяжении, МПа	50-475 100; 150; 200 ≥ 17 ≥ 260 ≥ 80	Применяется в производстве холодильных камер, в быту	27
14	Лента липкая бумажная двусторонняя ЛЛБД (ТУ 13-002810022-133-96)	Ширина, мм Клей Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от металлической подложки, Н/м исходная после термостарения Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от антиадгезионной поверхности бумаги или пленки, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	20-300 Акриловый ≥ 300 ≥ 500 ≤ 20 6	Склеивание стыков и устранение неплотностей в различных изделиях, изготовление самоприклеивающихся изделий; монтажная лента и др.	93

15	Лента липкая бумажная односторонняя ЛЛБО (ТУ 13-002810022-133-96)	Клей Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от металлической подложки, Н/м исходная после термостарения Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от антиадгезионной поверхности бумаги или пленки, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Акриловый ≥ 300 ≥ 500 ≤ 20 6	То же	93
16	Лента липкая герметизирующая «Герсален» (ТУ 21-5744710-22-90)	Клей Ширина, мм Толщина, мм Температура эксплуатации, °С Водопоглощение, % Прочность связи, МПа с бетоном с металлом Гарантийный срок хранения, мес.	На основе бутилкаучука 90; 180; 320 1,5 -60...+80 ≤ 1 0,012 0,012 12	Герметизация вертикальных стыков между панелями зданий, мест примыкания элементов кровли, гидроизоляция трубопроводов и воздухопроводов	95
17	Лента липкая двусторонняя ЛЛД (ТУ 13-002810022-133-96)	Клей Ширина, мм Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от металлической подложки, Н/м исходная после термостарения Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от антиадгезионной поверхности бумаги или пленки, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Акриловый 20-300 ≥ 300 ≥ 500 ≤ 20 6	Склеивание стыков и устранение неплотностей в различных изделиях, изготовление самоприклеивающихся изделий; монтажная лента и др.	93
18	Лента липкая двусторонняя ЛЛД-П (ТУ 29-01-84-84)	Клей Основа Толщина, мм Ширина, мм Прочность при сдвиге, МПа Гарантийный срок хранения, мес.	На основе НК Полиэтилентерефталат 80; 90; 100; 110; 120 560 0,21 12	Крепление форм высокой печати (клише), склеивание бумаги при работе на резальных машинах, герметизация высокотемпературных испарителей холодильников	62
19	Лента липкая двусторонняя ПЛЗ (БУО.037.052 ТУ)	Основа Толщина, мм Ширина, мм Прочность при отслаивании, кН/м Гарантийный срок хранения, мес.	Полиэтилентерефталат 0,33±0,06 67±0,3 0,3 6	Монтаж печатной платы клавишного устройства микрокалькуляторов, в производстве аккумуляторов солнечных батарей, колпачковых переключателей и др.	75
20	Лента липкая для герметизации воздушно-цинковых элементов (ТУ 6-49-04719662-125-94)	Клей Основа Ширина, мм Толщина, мкм. Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от стальной подложки, Н/м Диаметр ролика, мм	На основе полиуретана Полиэтилентерефталат 20±1; 50±1 100±10 ≥ 250 190±5	Герметизация воздушно-заборных отверстий воздушно-цинковых элементов в период хранения	64
21	Лента липкая для обувной промышленности (ТУ 17-1308-75)	Клей Основа Ширина, мм Прочность при расслаивании, кН/м Гарантийный срок хранения, мес.	На основе НК Бязь 16; 30 0,36 3	Разглаживание и укрепление заднего и боковых швов заготовок верха обуви; в швейной промышленности	37
22	Лента липкая ДН (ТУ 6-49-23-90)	Основа Ширина, мм Масса 1 м ² ленты, г Наружный диаметр рулона, мм Прочность при отслаивании клеевого соединения от металлической пластины, Н/м	Нетканый материал 50±1 150±10 100-400 ≥ 350	Крепление ковров, декоративно-отделочных материалов, этикеток, табличек, индикаций, букв и т. д. в интерьере спецзданий авиационной промышленности	64

№ п/п	Липкая лента (ГОСТ, ТУ)	Основные технические характеристики		Назначение	Поставщик
23	Лента липкая изоляционная типа 70 для автомобилей ВАЗ (ТУ 6-05-1274-77)	Клей Основа Толщина, мм Ширина, мм Условное напряжение при растяжении, МПа Относительное удлинение при разрыве, % Гарантийный срок хранения, мес.	На основе полихлоропрена Поливинилхлорид 0,2±0,05 7±1; 15±1; 18±1; 19±1; 30±1; 51±1 ≥ 20 ≥ 212 12	Изоляция проводов электроаппаратуры автомобилей ВАЗ, сборка проводов в пучки и крепление проводов	127
24	Лента липкая пленочная двусторонняя ЛЛПД (ТУ 13-002810022-133-96)	Клей Ширина, мм Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от металлической подложки, Н/м: исходная после термостарения Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от антиадгезионной поверхности бумаги или пленки, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Акриловый 20-300 ≥ 300 ≥ 500 ≤ 20 6	Склеивание стыков и устранение неплотностей в различных изделиях, изготовление самоприклеивающихся изделий; монтажная лента и др.	93
25	Лента липкая пленочная односторонняя ЛЛПО (ТУ 13-002810022-133-96)	Клей Ширина, мм Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от металлической подложки, Н/м: исходная после термостарения Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от антиадгезионной поверхности бумаги или пленки, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Акриловый 20-300 ≥ 300 ≥ 500 ≤ 20 6	То же	93
26	Лента липкая полиэтиленовая ПЭ-А (ТУ 2429-028-04619972-97)	Ширина, мм Длина ленты, м Толщина пленки основы, мм Толщина клеевого слоя, мм Интервал температур эксплуатации, °С	15±2; 20±2; 30±2; 40±3 – 300±3 ≥ 50 0,08 0,015-0,030 -35...+30	Для покрытия чистых, ровных поверхностей и изделий технического назначения, для окантовки тары из различных материалов, для бытовых целей	8
27	Лента липкая ППЛ-1, ППЛ-2 ТУ 2379-001-23332905-00	Основа-подложка Толщина пленки основы, мм Толщина клеевого слоя, мм Прочность при отслаивании клеевого слоя липкой ленты от стальной подложки, Н/м ППЛ-1 ППЛ-2	Полиэтиленовая пленка 0,03-1,12 0,005-0,030 80-200 200-450	Вспомогательный материал для герметизации стыков в каркасах любых конструкций для последующего их уплотнения специальными материалами; склеивание любых материалов	44
28	Лента липкая электроизоляционная бытового назначения (ТУ 6-19-37-269-82)	Клей Основа подложки Толщина, мм Ширина, мм Липкость, с Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м Гарантийный срок хранения, мес.	На основе бутадиен- нитрильного каучука Поливинилхлорид 0,2±0,05 15±2, 20±2 ≥ 15 ≥ 1·10 ⁸ 12	Ремонт бытовых приборов	127

29	Лента липкая электроизоляционная с пониженной воспламеняемостью ЛЭПВ-20 (ШКФЛО.037.036 ТУ)	Основа Ширина бобины, мм Диаметр бобины, мм Прочность при отслаивании, Н/м Воспламеняемость, с Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м Интервал температур эксплуатации, °С Гарантийный срок хранения, мес.	Полиэтилентерефталат 10-280 105 20 ≤ 20 ≥ 1·10 ¹⁵ -60...+130 6	Пленочный изоляционный материал; применяется при изготовлении радиоэлектронных компонентов: трансформаторов, дросселей, конденсаторов и др.	75
30	Лента поливинилхлоридная липкая (ТУ 6-19-103-78)	Клей Основа Толщина, мм Ширина, мм Условная прочность при растяжении, МПа Липкость, с Относительное удлинение при разрыве, % Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м Интервал температур эксплуатации, °С Гарантийный срок хранения, мес.	На основе поливинилхлоридной смолы Поливинилхлорид 0,4±0,05 450±10 ≥ 13 ≥ 20 ≥ 190 ≥ 1·10 ⁹ -30...+40 24	Обмотка магистральных газонефтепроводов для защиты от почвенной коррозии	127
31	Лента поливинилхлоридная электроизоляционная (ГОСТ 16214-70)	Клей Основа Толщина, мм Условное напряжение при растяжении, МПа Липкость, с Относительное удлинение при разрыве, % Интервал температур эксплуатации, °С Гарантийный срок хранения, мес.	На основе поливинилхлоридной смолы Поливинилхлорид 0,2±0,05; 0,3±0,05; 0,4±0,05; 0,45±0,05 ≥ 14 ≥ 40-50 ≥ 190 -50...+50 12	Ремонт и сращивание кабелей с неметаллическими оболочками	127
32	Лента полиэтиленовая с липким слоем (ГОСТ 20477-86)	Клей Основа Толщина, мм Ширина, мм Длина, м Условное напряжение при растяжении, МПа в поперечном направлении в продольном направлении Липкость, с Диапазон рабочих температур, °С Гарантийный срок хранения, мес.	На основе полиизобутилена Полиэтилен 0,08 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100 ≥ 30 12,7 14 ≥ 500 30 -40...+50 12	Покрывание чистых ровных поверхностей изделий технического назначения, склеивание полиэтиленовых пленок	8, 125
33	Лента полиэтиленовая клеевая (ЛПК) (ТУ 2245-047-04696843-97)	Ширина, мм Длина, м Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, Н/м	19-100 50, 100 20±4 ≥ 200	Окантовка тары из различных материалов	27
34	Лента склеивающая двухсторонняя ЛСД (ТУ 2379-012-00205156-95)	Клей Основа Толщина, мм Ширина, мм Липкость, с Гарантийный срок хранения, мес.	На основе НК Полиэтилентерефталат 0,081±0,006 19±1; 38±1; 76±1; 95±1; 600±5 70-105 6	Склеивание различных полимерных пленочных материалов и приклеивание пленочного материала к гладкой поверхности изделия	44

№ п/п	Липкая лента (ГОСТ, ТУ)	Основные технические характеристики		Назначение	Поставщик
35	Лента склеивающая ЛТ (ТУ 6-17-626-79)	Клей Основа Толщина, мм Ширина, мм Прочность при сдвиге, МПа Гарантийный срок хранения, мес.	На основе НК Полиэтилентерефталат 0,03-0,05 19; 38; 50; 57; 76; 95 ≥ 0,65 12	Склеивание различных полимерных пленочных материалов, фотобумаги, бумаги	44
36	Лента электроизоляционная липкая ЛЭЛ (ТУ 2379-046-04696843-97)	Ширина, мм Длина, м Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, Н/м Условная прочность при растяжении, МПа Электрическая прочность ленты при переменном напряжении, частоте 50 Гц, В/м	12, 40 50 35±5 ≥ 600 ≥ 80 ≥ 170·10 ⁶	Изоляция обмоток электрических машин и аппаратов	27
37	Лента электроизоляционная термостойкая ЛЭТСАР (К, Б) (ТУ 38.103171-80)	Ширина, мм Условная прочность при растяжении, МПа Относительное удлинение при разрыве, % Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м Электрическая прочность, кВ/мм Гарантийный срок хранения, мес. Интервал рабочих температур, °С К Б	26-48 4,9 350 1·10 ¹⁶ 20 8 0...+250 (длительно) 300 (кратковременно) 0...+200 (длительно) 250 (кратковременно)	Электроизоляционный материал для электротехнической промышленности	38
38	Ленты и пленки липкие бытового назначения из полимерных материалов (ДО, ДТТ, К, М) (ОСТ 6-19-416-80)	Клей Липкость, с Гарантийный срок хранения, мес. ДО: Основа Толщина, мм Ширина, мм ДТТ: Основа Толщина, мм Ширина, мм Основа Толщина, мм Ширина, мм Основа Толщина, мм Ширина, мм	На основе натурального или синтетического каучука ≥ 35 12 Полиэтилентерефталат 0,03-0,05 150±10 Полиэтилентерефталат 0,03-0,05 (15±2); (20±2); (30±2); (40±2); (60±2) Полиэтилен 0,08-0,10 150±10 Поливинилхлорид 0,13-0,15 150±1	ДО: отделка облицовочной плитки, шкафов, спортивных изделий, машин, оформление интерьеров ДТТ: приклеивание этикеток к стеклянным и пластмассовым изделиям, мелкий ремонт изделий из полиэтилена К: защита и ремонт книг, чертежей, карт, кальки и т. д. М: склеивание магнитофонных лент	62

		К: Основа Толщина, мм Ширина, мм Основа Толщина, мм Ширина, мм М: Основа Толщина, мм Ширина, мм	Поливинилхлорид 0,085 200±10; 240±10; 300±10; 320±10; 400±10; 600±10 Полиэтилентерефталат 0,03-0,05 30±2 Полиэтилентерефталат 0,03-0,05 30±2		
39	Ленты липкие маркировочные (ТУ 6-05-1240-81)	Клей Основа Толщина, мм Ширина, мм Липкость, с Интервал температур эксплуатации, °С Температура хрупкости, °С Гарантийный срок хранения, мес.	На основе поливинилхлоридной смола Поливинилхлорид 0,16±0,03 12±1 ≥ 16 -25...+50 ≤ -25 12	Маркировка и заделка концов монтажных проводов и жил кабелей в электро- и радиотехнической аппаратуре	127
40	Ленты полимерные с клеевым слоем (ТУ 2255-066-00203536-2000)	Основа Ширина, мм Толщина пленки-основы, мкм Прочность при отслаивании, Н/м	Полиэтилентерефталат (ПЭТ), полиимид ПМ или ПМ-17У, металлизированные пленки ПМ-17У-ОА (ДА), ПЭТ-ОА (ДА) 5-600 12-100 ≥ 0,2	Склеивание стыковых соединений при монтаже и ремонте экранно-вакуумной тепловой изоляции	64
41	Липкая лента «Изотал» (ТУ 21-29-150-89)	Основа Ширина, мм Толщина, мм Прочность при отслаивании, кН/м от бетона от металла Гарантийный срок хранения, мес.	Нетканый материал 50, 80, 150 0,7 0,1 0,1 6	Крепление различных видов линолеума и плиток из ПВХ	95
42	Липкая лента «Липлен» (ТУ 5770-83-00284817-93)	Клей Ширина, мм Толщина, мм Температура эксплуатации, °С Водопоглощение, % Прочность связи с поверхностью, МПа бетона металла силикатного стекла полимерных материалов Гарантийный срок хранения, мес.	На основе синтетического каучука 10-180 1,5 -45...+140 ≤ 1,0 0,08 0,08 0,05 0,05 12	Крепление рулонных кровельных материалов, приклеивание и изоляция стыков теплоизоляционных материалов (пенополистирола, пенополиуретана, пенополиэтилена)	95
43	Материал «Линотерм» (ТУ 2245-045-04696843-97)	Ширина, мм Длина, м Толщина, мм Прочность при отслаивании, Н/м Условная прочность при разрыве, МПа Относительное удлинение при растяжении, %	10-1200 5, 10, 30 2+10 ≥ 300 ≥ 0,2 ≥ 50	Утепление окон, дверей, изоляция трубопроводов, кондиционеров, салонов транспортных средств	27

№ п/п	Липкая лента (ГОСТ, ТУ)	Основные технические характеристики		Назначение	Поставщик
44	Материал липкий пленочный МЛПД-П (ТУ 2255-017-00205133-00)	Основа Толщина, мкм Прочность при отслаивании, Н/м Коэффициент светопропускания, %	Полиэтилентерефталат 80±10 20±10 ≤ 10	Прозрачный материал для изъятия копий следов, выявленных дактилопорошками.	10
45	Материал липкий пленочный МЛПД-Ч (ТУ 2255-017-00205133-00)	Основа Толщина, мкм Прочность при отслаивании, Н/м Коэффициент светопропускания, %	Полиэтилентерефталат 120±10 20±10 ≤ 85±5	Материал черного цвета для изъятия копий следов, выявленных дактилопорошками.	10
46	Материал пароизоляционный клеевой МПК (ТУ 2245-053-04696843-98)	Ширина, мм Длина, м Толщина, мкм Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, Н/м	600 100 150 30±5 ≥ 500	Теплоизоляция помещений	27
47	Материал полимерный с липким слоем ЛИМ (ТУ 6-00-04696843-10-94)	Рулонный и форматный материал Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, Н/м	20±4 ≥ 250	Изготовление этикеточной и другой печатной продукции	27
48	Материал рулонный пленочный для липких ковриков (ТУ 6-49-0203534-74-91)	Основа Толщина основы, мм Толщина основы с клеем, мкм Длина пленки в рулоне, м Прочность при отслаивании, Н/м Условная прочность при растяжении, МПа Относительное удлинение при разрыве, %	Полиэтилен 0,08 100±25 ≥ 120 ≤ 10 ≥ 12 ≥ 200	Для липких ковриков, используемых для облицовки пола шлюзовых камер «чистых помещений»	64
49	Пленка для лазерных принтеров с липким слоем МАП-Л (ТУ 23780-13271746-03-98)	Основа Оптическая плотность изображения, Б Линейная усадка после печати в принтере, % Микрошероховатость, м	Полиэтилентерефталат ≥ 1,4 ≤ 0,2 ≤ (0,6±0,3)·10 ⁻⁶	Для печати на лазерных принтерах различных типов и последующего изготовления липких аппликаций в картографии и полиграфии при монтаже издательских оригиналов	10
50	Пленка липкая двухсторонняя ЛДК (БГУО.037.116 ТУ)	Основа Длина, м Ширина, мм Ширина клеевого покрытия, мм Толщина липкой ленты без защитной пленки, мм Прочность при отслаивании, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Полиэтилентерефталат 0,3-1,2 230±10 210±5 0,15±0,03 400 6	Склеивание пленочных и листовых элементов из пластмасс (кроме кремнийорганических и фторопластовых), металлов, стекла, керамики	75
51	Пленка липкая двухсторонняя ПЛД (ТУ 2379-023-04696843-96)	Рулонный и форматный материал Толщина основы, мкм Масса 1 м ² клеевого слоя, г Прочность при отслаивании, Н/м	25+125 ≥ 25 ≥ 200	Склеивание двух поверхностей при монтаже различных изделий	27
52	Пленка липкая конструкционная для плоских мембранных панелей и переключателей марок ДКЛП (двухсторонняя), ОКЛП (односторонняя) (ТУ 6-49-0203534-66-91)	Клей Основа Ширина, мм Толщина (без защитной бумаги), мкм ДКЛП ОКЛП Прочность при отслаивании, Н/м Условная прочность при растяжении, МПа Относительное удлинение при разрыве, % Гарантийный срок хранения, мес.	На основе полиуретана Полиэтилентерефталат 580±5 150±15; 340±35 95±15; 295±35 ≥ 400 ≥ 130 ≥ 70 6	Склеивание слоев плоской мембранной панели и переключателей	64

53	Пленка фторопластовая липкая нефтестойкая (ТУ 6-05-2004-86)	Клей Основа Ширина, мм Длина, м Диапазон рабочих температур, °С ГИПК-22-17 ГИПК-22-44 Прочность при отслаивании от пластины из нержавеющей стали, Н/м	На основе ГИПК-22-17, ГИПК-22-44 Электроизоляционная фторопластовая пленка марки Ф-4ЭО-ЭА/1 или Ф-4ЭО-ХА 18±2 ≥ 5 ≤ 120 ≤ 200 ≥ 245	Изоляция мест соединения кабелей установок погружных электронасосов при ремонте и сращивании кабелей	47
54	Пленки операционные липкие ЭМА (ТУ 64-2-344-84)	Клей Основа Прочность при отслаивании под углом 180°, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Акриловый Полиэтилен 60 36	Стерильные изделия одноразового использования в хирургии для предотвращения вторичного инфицирования ран.	63
55	Повязка самофиксирующаяся однократного применения (ТУ 63-2-534-95)	Клей Основа Прочность при отслаивании под углом 180°, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Акриловый Нетканый материал 120 22	Закрытие послеоперационных ран и швов	63
56	Пленка теплоотражающая парозащитная «Тепар» (ТУ 2255-059-04696843-99)	Ширина, мм Длина, м Толщина, мкм Масса 1 м ² клевого слоя, г Прочность при отслаивании, Н/м	550, 660 100 150 30±5 ≥ 500	Склеивание пенополистирольных панелей в гражданском и промышленном строительстве	27
57	Салфетка бумажно-полиэтиленовая с липким квадратом (офтальмохирургическая) (ТУ 64-2-533-95)	Клей Основа Прочность при отслаивании под углом 180°, Н/м Гарантийный срок хранения, мес.	Акриловый Бумага с полиэтиленовым покрытием 12 6	Используется в офтальмохирургии	63
58	Утеплитель «Пенофол», «Пенофол 2000» тип С (ТУ 2244-056-04696843-98)	Ширина, мм Длина, м Толщина, м Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) Прочность при отслаивании, Н/м	580-1200 5, 10, 30 3+10 0,037+0,050 ≥ 300	Утепление стен, подвалов, мансард; теплоизоляция труб и кондиционеров	27

* В подготовке материала табл. 2.4. принимала участие Т.А. Иваненко.

** При подготовке справочника ТУ находились в стадии разработки.

Примечание. Приведены номера поставщиков из таблицы в главе 6.

Глава 3. ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОД СКЛЕИВАНИЕ

Подготовка поверхности под склеивание – это любой химический, электрохимический или механический процесс, который изменяет поверхность субстрата, делая ее более активной при контакте с клеем.

Эффективность применения клеев в значительной степени зависит от способа подготовки поверхности склеиваемых материалов, что в свою очередь определяется характером этой поверхности. Плохая подготовка поверхности под склеивание приводит к пониженной адгезии, а в некоторых случаях и к разрушению клеевого соединения. Даже незначительное отклонение от параметров технологического процесса подготовки поверхностей под склеивание может повлечь за собой снижение адгезионных свойств клея. Выбранный способ подготовки поверхности должен обеспечивать не только максимально возможную прочность клеевых соединений непосредственно после склеивания, но и их устойчивость в условиях эксплуатации.

Цель процесса подготовки поверхности – удаление всех загрязнений и получение равномерной по всей площади шероховатости. Важным параметром, определяющим качество клеевых соединений, является смачиваемость субстрата клеем. Если клей не смачивает поверхность субстрата, то даже при тщательном соблюдении всех остальных параметров процесса склеивания невозможно получить клеевые соединения с оптимальными свойствами. При идеальной подготовке поверхности разрушение клеевых соединений происходит по слою клея или склеиваемому материалу (когезионное разрушение), а не по границе раздела клей–субстрат.

К сожалению, отсутствуют теоретические представления, которые объясняют все многообразие процессов, протекающих при подготовке поверхностей под склеивание, а также влияние этих процессов на образование адгезионного контакта между клеем и субстратом. Поэтому выбор оптимального способа подготовки поверхностей проводится экспериментальным путем с учетом природы склеиваемых материалов и клея, условий эксплуатации клеевых соединений и возможности осуществления того или иного способа в условиях серийного производства. Так, широко применяемые для подготовки поверхности металлов под склеивание анодирование, оксидирование и другие электрохимические способы совершенно не пригодны для таких материалов, как декоративные пленки, дерево, пластики и др. Одним из эффективнейших способов подготовки поверхностей алюминиевых сплавов является анодное оксидирование, поскольку одновременно оно может быть использовано для защиты сплавов от коррозии. Однако некоторые эпоксидные клеи не имеют адгезии к таким поверхностям или срывают анодную пленку, поэтому использование хрупкого эпоксидного клея при таком способе подготовки поверхности не рекомендуется.

Вполне очевидно также, что способы подготовки поверхности металлов как правило не могут быть использованы для неметаллических материалов.

Важным фактором при выборе способа подготовки поверхности является возможность обеспечить работоспособность и долговечность клеевых соединений. Разные способы подготовки поверхностей под склеивание, обеспечивая одинаковую прочность клеевых соединений непосредственно после склеивания, могут по-разному сказываться на эксплуатационной надежности клееных конструкций. Химически обработанные поверхности обладают высокой активностью и могут легко поглощать содержащиеся в воздухе влагу и загрязняющие примеси, что ухудшает качество склеивания. В связи с этим временной промежуток между операциями подготовки поверхности и склеивания должен быть минимальным, что не всегда осуществимо. Для его увеличения применяют специальные адгезионные грунты.

Подготовка поверхности под склеивание является одним из основных факторов, от которых зависит работоспособность конструкций, и к ней следует относиться очень внимательно.

При хорошей подготовке поверхности обеспечиваются:

- 1) необходимая прочность клеевых соединений непосредственно после склеивания;
- 2) высокая долговечность клеевых соединений, т.е. сохранение исходных свойств или их незначительное снижение в течение всего срока эксплуатации;
- 3) сохранение свойств субстратов при их обработке под склеивание;
- 4) возможность применения в конкретных производственных условиях.

Подготовка поверхностей под склеивание состоит из двух этапов:

- 1) очистка и обезжиривание поверхностей, подлежащих склеиванию;
- 2) обработка поверхностей.

3.1. Очистка и обезжиривание поверхностей, подлежащих склеиванию

Цель этой операции – удаление со склеиваемых поверхностей различных загрязнений, вызывающих снижение прочности клеевых соединений. Уровень снижения прочности зависит от природы вещества, загрязняющего поверхность, его концентрации на поверхности, а также от состава склеиваемого материала и применяемого клея.

Максимально допустимая концентрация загрязнений, не сказывающаяся на адгезии, составляет от 0,01 до 1 мг на 1,5 см² площади поверхности.

Для обезжиривания поверхностей, подлежащих склеиванию, применяют органические растворители, водные моющие средства, щелочные препараты и специальные щелочные составы.

В качестве растворителей для обезжиривания металлических поверхностей обычно используют бензин и ацетон, для обезжиривания поверхностей полимерных материалов и резин – тетрахлорэтилен, трихлорэтилен и изопропиловый спирт при условии, что эти материалы не растворяются в выбранном растворителе.

При применении растворителей методом протирки поверхности можно добиться только неполной очистки, так как загрязнения лишь перемещаются по обработанной поверхности.

Органические растворители нельзя применять:

1) для удаления загрязнений, содержащих мыла, шлифовальную пасту, пыль и т.п., так как они растворяют только жир, а неорганические остатки не удаляются полностью с поверхности металла;

2) для обезжиривания влажных поверхностей, так как они не смешиваются с водой и на увлажненных участках не проникают к поверхности металла.

Поверхности большей части пластиков абсорбируют растворители, поэтому после обезжиривания поверхности следует дать достаточную открытую выдержку до полного удаления растворителя или провести ускоренную сушку, иначе возможно образование пористого клеевого шва.

Органические растворители легко воспламеняются. С целью снижения пожароопасности в их состав вводят антистатические присадки, например Сигбол (ТУ 38.101741—78), который вводят в растворитель в количестве 0,002 % (мас.).

Обезжиривание металлических поверхностей (за исключением титановых сплавов) предпочтительнее проводить в парах растворителей, например трихлорэтилена или тетрахлорэтилена. Из-за разности температур паров растворителя и металла пары растворителя конденсируются на металлических деталях, растворяя загрязнения. Многие установки для обезжиривания в парах снабжены приспособлением для обрызгивания деталей чистым растворителем. В парах трихлорэтилена обезжиривают сталь, вольфрамовые, магниевые и молибденовые сплавы, в парах тетрахлорэтилена – алюминий, алюминиевые, вольфрамовые, магниевые и молибденовые сплавы. Продолжительность обработки 0,5–5 мин.

Для обезжиривания металлических поверхностей можно использовать водные моющие средства. Весьма эффективным является моющий раствор ТМС-31 (ТУ 38.40740–71), который представляет собой водный раствор смеси поверхностно-активных веществ, моноэтаноламидов, олеиновой кислоты, этилового спирта и триэтаноламина (тригидроксиэтиламина).

В качестве моющего раствора также можно использовать состав, содержащий фосфат натрия (16 г/л) и эмульгатор Синтамид-5 (2 г/л), который может быть утилизирован путем биологического разложения.

Обезжиривание водными растворами моющих средств проводят по следующей технологии: промывка окутыванием в водный раствор моющего средства при температуре 70–80 °С в течение 3–15 мин; последовательная промывка в горячей (60–70 °С) и холодной (15–20 °С) проточной воде. Для предотвращения коррозии металлические поверхности после промывки в воде обрабатывают холодным водным 0,5 %-м раствором дихромата калия и сушат при температуре 110–120 °С. Такая обработка поверхности рекомендуется для стали, медных, титановых, алюминиевых и магниевых сплавов.

Сочетание водных моющих растворов и ультразвука позволяет повысить качество обезжиривания. Для этих целей можно использовать ультразвуковые установки типа УЗУ-0,25 с выходной акустической мощностью 230 Вт и частотой 18 кГц и установки типа ОД, производительностью 30–48 м²/ч. Интенсивность ультразвуковых колебаний $(1-3) \cdot 10^{-4}$ Вт/м².

Для обезжиривания поверхностей можно использовать щелочные препараты. Такие составы обычно состоят из соли щелочного металла, моющего и поверхностно-активного вещества. Для повышения эффективности очистки составы обычно подогревают.

После обезжиривания проводят промывку проточной водой с температурой 15–60 °С до нейтральной реакции промывной воды. Для промывки следует использовать деминерализованную воду. Для большинства металлов поверхности затем обрабатывают ингибитором коррозии (водный 0,5 %-й раствор дихромата калия) при 20–25 °С в течение 30 с, после чего сушат при температуре 15–30 °С путем обдува сжатым воздухом или в сушильных шкафах до полного удаления жидкой фазы со склеиваемых поверхностей.

Весьма эффективным способом удаления загрязнений со склеиваемой поверхности является аргоноплазменная обработка. Ее проводят с использованием установки мощностью 20 Вт при скорости струи 50 см³/мин в течение 10–60 мин. Газоплазменная обработка повышает адгезию клеевой композиции к обработанной поверхности. При этом объемные свойства субстратов не ухудшаются, поскольку воздействию подвергается лишь поверхностный слой глубиной не более 10 мкм. Такая обработка улучшает смачиваемость поверхности, контактный угол смачивания водой снижается до 0°. Выбор газа и продолжительности обработки плазмой зависит от типа склеиваемой поверхности и загрязнений.

Основные наиболее широко применяемые способы очистки поверхности приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Способы обезжиривания поверхностей под склеивание.

Состав и режим обработки	Для каких материалов рекомендовано	Дополнительные сведения
Обработка нефрасом или ацетоном, сушка при 15–35 °С в течение 10–15 мин, затем обработка ацетоном и сушка при той же температуре в течение 5 мин	Алюминий и его сплавы, стали, сополимеры формальдегида	Протирка тампоном вручную
Обработка ацетоном (два раза)	Ленты из высокомолекулярного полиэтилена	Протирка тампоном после активации поверхности ленты
Обработка бензином или ацетоном и сушка	Фторопласт-4	РТМ 27.69-893–81.
Обработка смесью спирт–хладон (1:3)	Алюминий и его сплавы, титановые сплавы, бериллий и его сплавы, медь и ее сплавы, магниевый сплав МА-1, сплав САС-1, ковар, стали, керамика и силикатное стекло	В установке УПИ-902 (1–5 мин) или вручную; предпочтительно под герметичное склеивание
Обработка смесью спирт–бензин (1:1)	Алюминий и его сплавы, титановые сплавы, бериллий и его сплавы, медь и ее сплавы, магниевый сплав МА-1, сплав САС-1, ковар, стали, керамика и силикатное стекло	Протирка тампоном вручную; для деталей с небольшими габаритами при повышенных требованиях к чистоте поверхности
Обработка в парах трихлорэтилена при 60±10 °С в течение 3–5 мин 1–3 мин	Сталь Фенопласты, аминопласты, амидо-пласты	В установках типа КР-1М; для стабилизации ТХЭ необходимо вводить уротропин (0,01 г/л)
Обработка в 5 %-м растворе технического этилового спирта в хладоне-113 40±10 °С, 3–5 мин 25±10 °С, 1–3 мин 25±10 °С, 3–5 мин	Сталь, алюминий, медь, титан и их сплавы То же Акрилопласты	В установках типа КР-1М В установках типа УЗУ-0,25 В установках типа КР-1М
Обработка водным раствором моющего средства, например ТМС-31 (50–80 г/л) 35±10 °С, 10–15 мин 70±10 °С, 3–5 мин	Неметаллические материалы Сталь, алюминий, медь, титан и их сплавы	При использовании водных моющих средств применять пеногаситель в соответствии с рекомендациями разработчика процесса
Промывка в горячей проточной воде (80±10 °С) и сушка в термошкафу при 90±10 °С		
Обработка щелочными препаратами МЛ-51 или МЛ-52: 10–35 г/л, 60–80 °С; 5–10 мин МС-6: 5–15 г/л, 50–70 °С, 1–5 мин МС-8: 15–30 г/л, 50–80 °С; 5–20 мин Промывка в проточной воде (15–60 °С) до нейтральной реакции промывной воды и сушка обдуванием при 15–30 °С или в сушильном шкафу при 110 °С	Сталь, титановые и алюминиевые сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 60–70 °С в течение 1–3 мин водным составом (г/л): Синтанол ДС-10 0,5–3 Моноэтаноламин 10 Промывка в проточной воде (15–60 °С) до нейтральной реакции промывной воды и сушка обдуванием при 15–30 °С или в сушильном шкафу при 110 °С	Алюминий, медь и их сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 60–70 °С в течение 5–15 мин водным раствором (г/л): Карбонат натрия 20–40 Гидроксид натрия 8–10 Фосфат натрия 20–40 Силикат натрия или синтанол ДС-10 1–3 Промывка в проточной воде (15–60 °С) до нейтральной реакции промывной воды и сушка обдуванием при 15–30 °С или в сушильном шкафу при 110 °С	Сталь, титановые и алюминиевые сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 60–70 °С в течение 5–10 мин водным раствором (г/л): Карбонат натрия 15–35 Фосфат натрия 15–35 Силикат натрия или синтанол ДС-10 3–4 Промывка в проточной воде (15–60 °С) до нейтральной реакции промывной воды и сушка обдуванием при 15–30 °С или в сушильном шкафу при 110 °С	Алюминий, медь и их сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79

Обработка при 40–70 °С в течение 3–5 мин водным раствором (г/л): Фосфат натрия 20–50 Гидроксид натрия 8–12 Силикат натрия 25–30 Промывка в проточной воде (15–50 °С) до нейтральной реакции промывной воды	Алюминий и его сплавы (под анодирование)	ПИ 1.2.296–86 Общая щелочность раствора 1,6–2,5 %
Обработка при 40–70 °С в течение 3–5 мин водным раствором (г/л): Фосфат натрия 50–70 Силикат натрия 25–35 Жидкое мыло 3–5 Промывка в проточной воде (15–50 °С) до нейтральной реакции промывной воды	То же	То же
Обработка при 60–90 °С в течение 3–5 мин водным раствором (г/л): Карбонат натрия 20–40 Фосфат натрия 20–40 Силикат натрия 20–30 Промывка в проточной воде (15–60 °С) до нейтральной реакции промывной воды и сушка обдуванием при 15–30 °С или в сушильном шкафу при 110 °С	Магниевые сплавы	ОСТ В3-4338–79
Обработка при 60–80 °С в течение 1–7 мин водным раствором (г/л): Силикат натрия 20–30 Гидроксид натрия 10–12 Фосфат натрия 20–40 Промывка в проточной воде (40–60 °С) до нейтральной реакции промывной воды и сушка обдуванием при 15–30 °С или в сушильном шкафу при 60 °С	Полиэтилен, полипропилен, фторопласт, резина	ОСТ В3-4338–79
Обработка в трихлорэтилене, при 85–90 °С 30 мин 0,5–5 мин	Вольфрам и его сплавы Сталь, магниевые и молибденовые сплавы	ПИ 1.2.218–82 ОСТ В3-4338–79
Обработка в тетрахлорэтилене при 120–125 °С 30 мин 0,5–5 мин	Вольфрам и его сплавы Алюминий, алюминиевые, магниевые и молибденовые сплавы	ПИ 1.2.218–82 ОСТ В3-4338–79
Обработка при 70±10 °С в течение 1–7 мин водным раствором (г/л): Фосфат натрия 20–30 Силикат натрия 25–35 Гидроксид натрия 10–12 ОП-10 2–3 Промывка в проточной воде до нейтральной реакции промывной воды и сушка в сушильном шкафу при 95±5 °С в течение 30–40 мин	Фторопласт	Применяется перед обработкой поверхности фторопласта комплексами

3.2. Обработка поверхностей

Для обработки поверхности используют физические (механические), химические и физико-химические способы. Следует отметить, что наиболее высокую прочность клеевых соединений удастся получить после химической обработки поверхности. Пескоструйная обработка поверхности дает клеевые соединения с низкой стойкостью к комбинированному действию повышенных температур и влажности. Для повышения противокоррозионной стойкости на склеиваемые поверхности целесообразно наносить защитные покрытия (хроматные покрытия, анодные пленки и др.). Склеивание деталей со свежеподготовленными поверхностями как правило повышает прочность и долговечность клеевых соединений.

К физическим (механическим) способам обработки поверхности под склеивание относятся абразивная обработка струйными методами и зачистка поверхностей шлифовальными шкурками. Эти способы применяют для подготовки поверхности металлов, стеклопластиков, композиционных материалов, керамики и резин. Абразивную обработку струйными методами используют для деталей толщиной не менее 3 мм с использованием электрокорунда, кварцевого песка или карбида кремния. При толщине деталей менее 3 мм применяют зачистку шлифовальными шкурками.

При абразивной обработке материалов важную роль играют форма и размеры частиц абразивного материала (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Размеры частиц абразивных материалов, используемых для дробеструйной обработки различных материалов

Металл	Способ обработки	Размер частиц абразивного материала, мкм
Медь	Сухое обдувание	80–100
Алюминиевые сплавы	Влажное обдувание	140–325
Нержавеющая сталь	Влажное обдувание	140–325

Параметры процесса струйной обработки приведены ниже:

Давление сжатого воздуха, МПа	0,3–0,5
Диаметр сопла, мм	8–12
Угол наклона сопла к обрабатываемой поверхности, град	45–65
Расстояние сопла от поверхности, мм	80–200

Гидропескоструйную обработку проводят под давлением 0,3–1 МПа суспензией следующего состава (г/л):

Карбонат натрия	4–6
Нитрит натрия	18–20
Абразивный материал	200–500

После гидропескоструйной обработки поверхность металлических деталей промывают при 60–80 °С в течение 2–3 мин антикоррозионным составом, содержащим (г/л):

Нитрит натрия	100–150
Карбонат натрия	10

При зачистке поверхности наждачной бумагой используют бумагу № 12-25. При склеивании стеклопластиков обработка поверхности механическим путем (зашкуривание или зачистка) обеспечивает разрушение клеевого соединения по субстрату. Для зачистки поверхности можно использовать приспособления типа полотеров. Пыль, образующуюся при такой зачистке, удаляют с помощью пылесосов. К механическим способам подготовки поверхности относятся и фрезерование. Его используют для подготовки поверхности древесины непосредственно перед склеиванием.

К увеличению прочности адгезионного соединения приводит использование механо-химического способа, т.е. проведение механической обработки в среде некоторых реагентов (например, мономера, растворителя, используемого в составе клея, клея и др.). Этот способ применяется для обработки поверхности полимерных материалов. Обработка способствует улучшению смачивания полимера клеем и повышению прочности клеевых соединений. Продолжительность обработки составляет 5 мин при частоте возвратно-поступательного движения наждачной бумаги 100 мин⁻¹. При механической обработке полиэтилена высокого давления по слою нанесенного на него эпоксидного клея на поверхности зарегистрировано наличие химически связанного слоя клея, который не удаляется при промывке растворителем.

Возможна замена механической (пескоструйной) обработки поверхности более прогрессивным способом – обработкой ионами аргона. Применение этого способа для обработки поверхности коррозионностойкой стали позволило повысить прочность клеевых соединений (при склеивании эпоксидным клеем) в три раза. Другим преимуществом этого способа является то, что качество поверхности не снижается при длительном сроке хранения – склеивание может быть выполнено через несколько часов или месяцев после подготовки поверхности без снижения прочности клеевого соединения.

К химическим (электрохимическим) способам подготовки поверхности относятся травление и анодное оксидирование. При химических способах подготовки поверхности изменяются ее химические и физические свойства, повышается адгезионная способность. Для каждого металла нужны специфические методы химической обработки. При взаимодействии с химическим реагентом на поверхности металла происходит образование оксида или стравливание металла, возможно также одновременное протекание этих процессов.

Травление применяют для подготовки поверхностей металлов, резин и трудносклеиваемых материалов. Для подготовки поверхности металлов используют растворы, в состав которых входят серная, азотная, хлороводородная (соляная) и фосфорная кислоты.

Весьма часто для подготовки поверхности алюминиевых сплавов используют раствор следующего состава (мас.ч.):

H ₂ SO ₄ (конц.)	22,5
Na ₂ Cr ₂ O ₇	7,5
H ₂ O	70,0

После травления обязательна промывка деталей проточной холодной водой до нейтральной реакции промывной воды. Сушку деталей после промывки производят в помещении обдувкой сжатым воздухом, нагретым до 50 °С для алюминиевых сплавов и до 110 °С для других металлов.

После травления поверхности детали можно хранить до склеивания от 4 ч до 10–14 сут. При более длительном хранении подготовленных к склеиванию деталей прочность клеевых соединений снижается. Особенно резко снижается прочность при расслаивании: после хранения подготовленной поверхности до 30 сут этот показатель может снизиться до 80 %. При хранении деталей их следует обернуть подпергаментной или крафт-бумагой для защиты от загрязнений.

Для подготовки поверхности резин используют H_2SO_4 с концентрацией 80–93 %. Продолжительность выдержки при обработке поверхности зависит от типа резин и концентрации серной кислоты. Так, например, при обработке поверхности резин на основе натурального каучука 93 %-й H_2SO_4 выдержка составляет 2–3 мин, при концентрации кислоты 80 % – 5–10 мин. При обработке поверхности резин на основе синтетических каучуков используют концентрированную азотную кислоту, при этом продолжительность выдержки составляет 4–8 мин.

Используя кислоту и тонкоизмельченный порошок диоксида кремния (аэросил), готовят тиксотропную пасту. Пасту наносят на склеиваемую поверхность и оставляют на 10–20 мин, затем смывают водой.

Обработка поверхности резин кислотами наиболее эффективна для толстостенных изделий, так как при такой обработке прочность резин снижается на 20–30 %, поверхность становится жесткой, ухудшается товарный вид резин. Данный способ совершенно не пригоден для обработки тонких резинотехнических изделий.

Более прогрессивным является бромирование поверхности резин ионным способом, который отличается простотой применения, не требует сложного аппаратного оформления и практически не влияет на прочность резин.

Поверхность металлов под склеивание можно готовить фосфатированием - обработкой растворами однозамещенных солей фосфорной кислоты. Наиболее высокие прочности клеевых соединений при склеивании эпоксидным клеем обеспечиваются при фосфатировании 15 %-м раствором фосфорной кислоты в течение 50 мин при 23–25 °С.

Одним из наиболее широко используемых способов подготовки поверхности под склеивание конструктивными клеями является анодное оксидирование. Анодная пленка наряду с высокими адгезионными свойствами обладает хорошими защитными свойствами. При анодном оксидировании детали погружают в электролит и соединяют с положительным полюсом источника тока. Во время прохождения тока через электролит на аноде выделяется активный кислород, который взаимодействует с алюминием, образуя анодную пленку. С увеличением толщины анодной пленки ее защитные свойства возрастают, но прочность уменьшается.

Применяются три способа анодного оксидирования деталей: сернокислотный, хромовокислотный и фосфорнокислотный.

Наиболее хорошими защитными свойствами обладает анодная пленка, образующаяся при сернокислотном способе. Однако она является самой хрупкой и непрочной; прочность клеевых соединений при сдвиге составляет около 20 МПа. Кроме того, при такой подготовке поверхности наблюдается пониженная водостойкость клеевых соединений с адгезионным характером разрушения, так как имеет место проникновение влаги по анодной пленке. Состав, в котором производится анодирование, необходимо охлаждать до 10–15 °С, что также вызывает дополнительные трудности. Сернокислотное анодирование может быть рекомендовано только как метод подготовки поверхности под склеивание нежесткими клеями (например, фенолокаучуковыми).

Анодное оксидирование в хромовой кислоте обеспечивает более высокие прочности клеевых соединений. Анодная пленка является более плотной и более активной, но имеет худшие защитные свойства, чем пленка, образующаяся при сернокислотном анодировании. Недостатком этого способа анодирования является дефицитность и высокая токсичность электролита.

Для алюминиевых сплавов наиболее прогрессивным является анодирование в фосфорной кислоте. Этот способ имеет следующие преимущества перед другими: незначительное изменение прочности клеевых соединений при колебаниях напряжения, температуры ванны и продолжительности анодирования, а также более высокую прочность клеевых соединений. Клеевые соединения обладают наиболее высокой водостойкостью и несколько лучшими прочностными характеристиками при циклическом погружении клеевых соединений в соленую воду. Склеивание следует проводить непосредственно после анодирования (не позднее, чем через 3 сут).

Наиболее широко применяемые составы и способы подготовки поверхностей под склеивание приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Способы подготовки поверхностей под склеивание

Способ и режим обработки	Для каких материалов рекомендовано	Дополнительные сведения
Обработка шлифовальной шкуркой на тканевой основе № 40 или 50 вручную или при помощи шлифовальной машинки	Алюминиевые сплавы, чугун, сополимеры формальдегида	Шероховатость поверхности R_z 10–20 мкм. Зачистка изношенной или загрязненной шкуркой запрещается
Обработка шлифовальной шкуркой на бумажной или тканевой основе № 14–16	Органическое стекло	Обработка до удаления глянца
Обработка шлифовальной шкуркой на бумажной или тканевой основе № 16–25 до равномерной шероховатости	Конструкционные стали, титановые сплавы, полимерные композиционные материалы (стекло-, угле- и органопластики)	–
Обработка струйным методом с использованием электрокорунда или карбида кремния: Давление сжатого воздуха, МПа 0,3–0,5 Диаметр сопла, мм 8–12 Угол наклона сопла к обрабатываемой поверхности, град. 45–65	Углеродистые стали, коррозионностойкие стали (с последующим пассивированием)	ОСТ В 3-4338-79 ПИ 1.2.218-82 Для деталей толщиной не менее 3 мм
Обработка струйным методом с использованием электрокорунда или карбида кремния: Давление сжатого воздуха, МПа 0,4–0,6 Диаметр сопла, мм 8–12 Угол наклона сопла к обрабатываемой поверхности, град. 45–65	Титановые сплавы	ПИ 1.2.218-82
Обработка струйным методом с использованием электрокорунда или карбида кремния: Давление сжатого воздуха, МПа 0,2–0,3 Диаметр сопла, мм 8–12 Угол наклона сопла к обрабатываемой поверхности, град. 45–65	Алюминиевые сплавы за исключением сплава В96ц3	ПИ 1.2.218-82
Обработка струйным методом с использованием электрокорунда или карбида кремния: Давление сжатого воздуха, МПа 0,2–0,25 Диаметр сопла, мм 8–12 Угол наклона сопла к обрабатываемой поверхности, град. 45–65	Вольфрам	ПИ 1.2.218-82
Гидропескоструйная обработка под давлением 0,3–1 МПа суспензией состава (г/л): Карбонат натрия 4–6 Нитрит натрия 18–20 Абразивный материал 200–500 Затем антикоррозионная промывка при 60–80 °С в течение 2–3 мин составом, содержащим 100–150 г/л нитрита натрия и 10 г/л карбоната натрия	Углеродистые стали, титановые сплавы, коррозионностойкие стали	ОСТ В 3-4338-79 ПИ 1.2.218-82
Обработка в смеси (мас.ч.): Вода 39 Фосфорная кислота (85 %-я) 35 Ацетон 25 Эмульгатор ОП-7 или ОП-10 1 Состав готов к употреблению через 3 ч после приготовления	Металлы (стали)	ТУ 84-725-78 Подготовка поверхностей под склеивание органосиликатными клеями
Обработка при 80–100 °С в течение 3–5 мин в растворе состава (мас.ч.): Серная кислота концентрированная 50 Дихромат натрия 30 Вода дистиллированная 170 Промывка теплой проточной водой, сушка при температуре не выше 60 °С	Алюминиевые сплавы	После травления детали можно хранить до склеивания от 4 ч до 10–14 сут
Обработка при 60–65 °С в течение 10 мин в растворе состава (мас.ч.): Серная кислота концентрированная 22,5 Дихромат натрия 7,5 Вода дистиллированная 70,0 Промывка теплой проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка при 100–110 °С в течение 15–20 мин	То же	Время разрыва между операциями травления и нанесения клея должно быть не более 2 ч

Обработка при 45–80 °С в водном растворе NaOH (50–150 г/л). Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Алюминий и его сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79 Для обработки высококремнистых сплавов в состав вводят 40–50 г/л фторида натрия
Обработка при 45–60 °С в водном растворе NaOH (40–60 г/л) в течение 2 мин. Промывка проточной водой (не ниже 20 °С) до нейтральной реакции промывной воды	То же	ПИ 1.2А-494–98
Обработка при 40–55 °С в течение 2 мин в водном растворе состава (г/л): Карбонат натрия 12–15 Гидроксид натрия 10–15 Нитрит натрия 5–10 Промывка проточной водой (не ниже 20 °С) до нейтральной реакции промывной воды	>>	ПИ 1.2А-494–98
Обработка при 40–55 °С в течение 2 мин в водном растворе состава (г/л): Карбонат натрия 20–30 Гидроксид натрия 20–50 Промывка проточной водой (не ниже 20 °С) до нейтральной реакции промывной воды	>>	ПИ 1.2А-494–98
Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л): Фосфорная кислота 80–100 Натрий кремнефтористый 4–6 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	>>	ОСТ ВЗ-4338–79 Для деталей с точечной контактной сваркой и негерметизированным швом
Обработка при 60–80 °С в водном растворе серной кислоты (240–260 г/л). Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	>>	ОСТ ВЗ-4338–79 Для деталей с допусками 6, 7, 8, 9, 10 квалитетов (2-й и 3-й классы точности)
Обработка при 60–80 °С в течение 10 мин в растворе состава (мас.ч.): Серная кислота концентрированная 50,0 Дихромат натрия 22,4 Вода дистиллированная 150,0 Промывка проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка при 100–110 °С в течение 15–20 мин	Сталь 08КП	ТУ 6-05-1888-80 (на клеи БФР-2К и БФР-4К)
Обработка при 15–50 °С в водном растворе состава (г/л): Хлороводородная кислота 150–350 Уротропин 40–50 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Углеродистые и низколегированные стали	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 80–90 °С в водном растворе состава (г/л): Хромовый ангидрид 200–250 Фосфорная кислота 50–60 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	То же	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л): Серная кислота 175–200 Хлороводородная кислота 80–100 Уротропин 40–50 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	>>	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка в течение 10 мин в водном растворе состава (г/л): Фосфорная кислота 30 Азотная кислота 10 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Углеродистые стали	Обеспечивает наиболее высокую прочность соединений, выполненных анаэробными герметиками, при аксиальном сдвиге

Способ и режим обработки	Для каких материалов рекомендовано	Дополнительные сведения
Обработка при 15–30 °С водным составом (г/л): Серная кислота 80–100 Азотная кислота 120–140 Фтороводородная кислота 40–50 Сульфоуголь 1,0–1,6 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Углеродистые, низколегированные и коррозионностойкие стали	ОСТ ВЗ-4338–79 Рекомендуется для термообработанных деталей сложных профилей
Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л): Азотная кислота 350–400 Фтороводородная кислота 15–25 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Коррозионностойкие стали	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 50–60 °С в водном растворе состава (г/л): Серная кислота 150–200 Хлорид натрия 80–100 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	То же	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 15–30 °С в водном растворе серной кислоты (150–200 г/л), промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	>>	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 20 °С в течение 5–10 мин в растворе состава (% (об.)): Хлороводородная кислота 50 Вода 45 Азотная кислота 5 FeCl ₃ ·H ₂ O, г/л 90–150	>>	ПИ 1.2.178–81
Обработка при 45–60 °С в течение 3–5 мин в растворе состава (% (об.)): Хлороводородная кислота 5,0 Вода 92,5 Азотная кислота 2,5 FeCl ₃ ·H ₂ O, г/л 90–150	>>	ПИ 1.2.178–81
Обработка при 15–35 °С в водном растворе состава (г/л): Азотная кислота 20–30 Фтороводородная кислота 70–100 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Титан и его сплавы	ПИ 1.2.218–82 ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 15–35 °С в водном растворе состава (г/л): Хлороводородная кислота 120–140 Фторид натрия 45–50 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	То же	ПИ 1.2.218–82 ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 15–35 °С в водном растворе состава (г/л): Азотная кислота 225–230 Хлороводородная кислота 365–375 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Вольфрам и его сплавы	ПИ 1.2.218–82 ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 40–50 °С в водном растворе состава (г/л): Серная кислота 150–200 Дихромат калия 10–12 Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Медь и ее сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79

<p>Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Азотная кислота 700–770</p> <p>Серная кислота 920–1000</p> <p>Хлорид натрия 5–10</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	Медь и ее сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79
<p>Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Фосфорная кислота 830–850</p> <p>Уксусная кислота 260–265</p> <p>Пероксид водорода 90–110</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	То же	ОСТ ВЗ-4338–79
<p>Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Фосфорная кислота 935–950</p> <p>Азотная кислота 280–290</p> <p>Уксусная кислота 250–260</p> <p>Тиомочевина 0,2–0,3</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	>>	ОСТ ВЗ-4338–79
<p>Обработка при 15–35 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Азотная кислота 65–75</p> <p>Хлороводородная кислота 580–620</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	Молибденовые сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79
<p>Обработка при 15–35 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Азотная кислота 65–75</p> <p>Хлороводородная кислота 595–720</p> <p>Хромовый ангидрид 45–55</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	То же	ОСТ ВЗ-4338–79
<p>Обработка при 15–35 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Азотная кислота 580–720</p> <p>Фосфорная кислота 740–780</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	>>	ОСТ ВЗ-4338–79
<p>Обработка при 15–35 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Азотная кислота 200–240</p> <p>Фтороводородная кислота 45–55</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	>>	ОСТ ВЗ-4338–79
<p>Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Фосфорная кислота 37–42</p> <p>Хромовый ангидрид 15–25</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	Магниевые сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79 Для деталей, изготовленных методом литья под давлением с целью удаления литейной корки
<p>Обработка при 15–30 °С в водном растворе состава (г/л):</p> <p>Нитрит натрия 15–35</p> <p>Хромовый ангидрид 150–200</p> <p>Промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С</p>	То же	ОСТ ВЗ-4338–79 Для деталей, изготовленных методом литья под давлением с целью удаления литейной корки

Способ и режим обработки	Для каких материалов рекомендовано	Дополнительные сведения
Обработка при 15–30 °С в водном растворе хромового ангидрида (150–200 г/л), промывка холодной проточной водой до нейтральной реакции промывной воды, сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильном шкафу при температуре не более 110 °С	Магниевые сплавы	ОСТ ВЗ-4338–79 Для деталей, изготовленных методом литья под давлением с целью удаления литейной корки
Обработка ацетатом калия при 37,5±10 °С, охлаждение на воздухе до 20–30 °С и промывка в проточной воде до полного удаления ацетата калия	Фторопласт-4	РТМ 27.69-893–81 Обработку проводить в ванне из нержавеющей стали
Обработка при 20 °С в течение 5–40 с в комплексе состава (г/л тетрагидрофурана): Нафталин 128 Натрий металлический 46 Промывка в ацетоне, потом в проточной воде в течение 5–7 мин и сушка при 15–30 °С в течение 10–12 ч или при 90–100 °С в течение 30–45 мин	То же	РТМ 27.69-893–81
Обработка при 105–110°С в течение 3–4 мин в смеси состава (г): Серная кислота 900 Дихромат натрия 100 Промывка проточной водой с температурой 40–60 °С до нейтральной реакции промывной воды и сушка обдувкой чистым сжатым воздухом при 15–35 °С или в сушильных камерах при температуре не более 60 °С	Полистирол	ОСТ ВЗ-4338–79
Обработка при 20 °С в течение 48 ч или при 60 °С в течение 2–5 мин в растворе состава (мас.ч.): Серная кислота (98 %-я) 1000 Дихромат калия 40 Вода дистиллированная 100 Затем выдержка в течение нескольких минут в ванне с водой, потом промывка в проточной воде в течение 15–20 мин до полного удаления хромовой смеси и сушка на воздухе в течение 10–20 ч или при 50–60 °С в течение 2 ч	Полиэтилен, полипропилен	РТМ 27.69-893–81 Допускается вместо дихромата калия использовать дихромат натрия. Смесь готовят при 25±10 °С
Обработка поверхности пастами состава (мас.ч.): Хромовая смесь 910 Аэросил 175 90 или Хромовая смесь 960 Аэросил 300 40 или Хромовая смесь 850 Техуглерод У-333 150	То же	Используется для местной обработки поверхности. Срок хранения готовой пасты 6 мес.
Обработка при 50±5 °С в течение 2 мин в смеси состава (мас.ч.): Фосфорная кислота (85 %-я) 99–100 Метиловый фиолетовый 0,9–1,1 Промывка в проточной воде и сушка при 100±5 °С в течение 20 мин	Сополимеры формальдегида	При качественной обработке вода должна хорошо смачивать поверхность и растекаться
Анодное окисление сернокислотное: Электролит (хромовая кислота), г/л 180–200 Анодная плотность тока, А/дм ² 0,8–1,5 Температура электролита, °С 13–25 Количество пропущенного электричества, А·мин/дм ² 20 Продолжительность анодного окисления в зависимости от плотности тока, мин 15–25 Напряжение на шинах ванны, В 13–24	Алюминиевые сплавы	ПИ 1.2А-494–98 Промывку деталей проводить обессоленной (или дистиллированной) водой с последующей сушкой
Анодное окисление хромовокислотное: Электролит (серная кислота), г/л 50–55 Анодная плотность тока, А/дм ² 0,3–1,6 Температура электролита, °С 39±2 Продолжительность процесса, мин 60 Напряжение на шинах ванны, В 0–40	То же	ПИ 1.2.296–86 ПИ 1.2А-494–98 Промывку деталей проводить обессоленной (или дистиллированной) водой с последующей сушкой
Анодное окисление фосфорнокислотное	>>	ПИ 1.2А-494–98 Промывку деталей проводить обессоленной (или дистиллированной) водой с последующей сушкой

Обработка поверхности составом (г/л тетрагидрофурана): Нафталин 128 Натрий металлический 46	Фторопласт	Обработанные детали промывают погружением в ацетон и затем тщательно промывают водой в течение 5–7 мин
Обработка поверхности составом (г/л тетрагидрофурана): Антрацен 178 Натрий металлический 92	>>	То же
Обработка поверхности пастой состава (г/л тетрагидрофурана): Нафталин 512 Натрий металлический 92 Парафин 40	>>	Пасту выдерживают на поверхности в течение 5–7 мин
Обработка поверхности пастой состава (г/л тетрагидрофурана): Антрацен 356 Натрий металлический 92 Парафин 40	>>	То же
Кадмирование	Конструкционные стали	–
Цинкование	То же	–
Обработка тлеющим разрядом в вакууме (остаточное давление 13–27 Па), напряжение 1100 В: сила тока 0,29–0,39 А, продолжительность 20–30 с сила тока 0,29–0,30 А, продолжительность 25–30 с	Ленты из высокомолекулярного полиэтилена Ленты из наполненного фторопласта	Способность к склеиванию сохраняется не менее года То же
Ионный способ обработки поверхности резин раствором состава (мас.ч.): 7 %-й водный раствор бромида калия и бромата калия (4:1) 10 Серная кислота (70 %-я) 4 20–60 мин 30–60 мин 10–40 мин 60–120 мин Промывка при 25±10 °С в течение 30–90 с водным раствором состава (г/л): Гидроксид натрия 3–5 Сульфат натрия 3–5 Промывка в проточной воде при 25±10 °С в течение 30–90 с до удаления запаха галогена, сушка при 25±10 °С в течение не менее 48 ч или при 65±5 °С в течение 2–2,5 ч	СКИ-3, НК СКИ-3+СКД, СКН-40 СКБ, СКС-30 СКН-18 + наирит	Промывку проводят в ванне с барботирующим устройством
Нанесение грунтовки ЭП-0235 (желтой); расход 150–200 г/м ² ; сушка грунтовки 1 ч при 120 °С	Алюминиевые сплавы, анодированные в хромовой кислоте	ТУ 1-595-24-501-97 Под склеивание конструктивными клеями; увеличивает промежуток времени между анодированием и склеиванием до 30 сут

3.2.1. Адгезионные грунты и системы модификации поверхности

Хранение анодированных деталей в течение 30 сут после анодного окисления в хромовой кислоте в условиях, полностью исключая возможность загрязнений покрытия, не приводит к ухудшению адгезионных свойств поверхности. Однако в условиях серийного производства изделий в процессе выполнения технологических операций происходит загрязнение поверхностей, подлежащих склеиванию. Вследствие этого прочность клеевых соединений при сдвиге снижается на 15–20 %, прочность при неравномерном отрыве – в два раза.

Сохранению активности склеиваемой поверхности способствует применение адгезионных грунтов. Они выполняют в клеевом соединении ряд функций.

1. Защита подготовленных под склеивание поверхностей при промежуточной обработке, транспортировке и хранении деталей; увеличение промежутка времени между операциями подготовки поверхности и склеивания; увеличение числа деталей, проходящих одновременную подготовку поверхности; предохранение подготовленной поверхности от загрязнения при проведении межоперационных мероприятий.

2. Улучшение смачиваемости клеем субстрата (из-за низкой вязкости грунта или путем введения в грунт специальных компонентов, улучшающих смачивающую способность).

3. Ингибирование коррозии субстратов. Это достигается путем введения в состав грунтов ингибиторов хроматного типа, а также ингибирующих добавок, образующих с субстратом хелатные соединения.

4. Создание промежуточного слоя, препятствующего нежелательному взаимодействию клея с субстратом. Для применения в авиационной промышленности рекомендован адгезионный грунт ЭП-0234, представляю-

щий собой 3 %-й раствор эпоксидной смолы с ингибитором коррозии и отвердителем в смеси ацетона и спирта. Грунт наносят окунанием, кистью, пульверизатором; расход ~ 70 г/м². Грунт наносят через 30 мин после анодного окисления. Сушку проводят при 120 °С в течение 30 мин. Грунт не снижает прочность клеевых соединений и позволяет увеличить временной промежуток между анодированием и склеиванием до 30 сут. Он используется под высокопрочные пленочные клеи.

Для улучшения адгезии используют аппреты, праймеры. К ним относятся вещества, содержащие функциональные группы двух типов, один из которых может взаимодействовать с клеем, второй – с субстратом. Путем подбора соответствующих функциональных групп удается обеспечить адгезию к самым различным поверхностям. Аппреты используют в виде сильноразбавленных растворов (до 1 %-го); после нанесения их на субстрат удаляют растворитель и затем проводят процесс склеивания. Применение таких веществ позволяет улучшить адгезию при воздействии не только влаги, но и повышенной температуры. Особенно эффективно их применение для нержавеющей стали и титановых сплавов.

Для улучшения адгезии эпоксидных клеев к титановому сплаву его поверхность обрабатывают γ -аминопропилтриэтоксисиланом. Прочность клеевых соединений при этом повышается на ~ 20 %, а после кипячения в воде в течение 24 ч – на 64 %.

Использование праймеров под клей-герметики на основе кремнийорганических каучуков позволяет повысить адгезию этих клеев к большинству субстратов. Без праймеров прочность клеевого соединения незначительна, что делает невозможным применение этих материалов в качестве клеев. Для подобного рода материалов применение праймеров позволяет получить клеевые соединения с прочностью до 3–5 МПа при 100 %-м когезионном разрушении.

Применение аминоэтоксисиланов и подобных им соединений позволяет обеспечить адгезию клеев-герметиков к полиимидной пленке; без них склеить ее не удастся. Для склеивания полиимидной пленки может быть использован подслоу П-11.

3.2.2. Подготовка поверхности трудносклеиваемых материалов

Наиболее трудносклеиваемыми материалами являются полиэтилен и фторопласт. Простейшим способом подготовки поверхности таких материалов к склеиванию является дублирование их со стеклотканью, стекловолокном или с другими видами материалов. Дублирование можно проводить в прессах, на каландрах или проглажи-

Поверхность полиэтилена можно активировать в ванне следующего состава (мас. ч.):

Серная кислота	95,0
Дихромат натрия	4,6
Дистиллированная вода	7,2

ванием обычным утюгом при определенной температуре. Для улучшения способности к склеиванию деталей из фторопласта-4 при их изготовлении в участки, подлежащие склеиванию, вводят наполнители – оксид железа, кварцевую муку, цемент, порошки металлов.

Склеивание инертных материалов возможно после специальной обработки поверхности, например в натрий-нафталиновом комплексе. Так, прочность клеевых соединений, выполненных эпоксидно-полиамидным клеем, для необработанного фторопласта составляет 0,61 МПа, в то время как после обработки в натрий-нафталиновом комплексе она достигает 8,22 МПа. Можно также использовать обработку в дисперсиях натрия в жидком аммиаке, в натрий-антраценовом комплексе или в расплавленном ацетате калия.

Поверхность полиэтилентерефталатной пленки перед склеиванием можно обработать 30 %-м раствором NaOH при 80 °С в течение 3 мин; при этом прочность клеевых соединений, выполненных эпоксидно-полиамидным клеем, увеличивается с 0,4 (для необработанной пленки) до 2,7 мН/м.

Адгезионные свойства пентапласта можно повысить обработкой его поверхности окислительной пастой на основе хромовой смеси с последующим нанесением подслоя из γ -аминопропилтриэтоксисилана. Хромовую смесь готовят растворением в 1 л воды 40 г дихромата калия и 100 г серной кислоты (плотность 1820 кг/м³). Пасту получают перемешиванием 91 мас.ч. хромовой смеси с 9 мас.ч. аэросила 175.

Выдержка в ванне составляет 1–2 с при 120 °С. Недостатком такой подготовки поверхности является охрупчивание пленок.

Прочные клеевые соединения полимеров с низкими адгезионными характеристиками (например, полиолефинов и фторопластов) можно получить с помощью простого и доступного способа, условно называемого механохимическим способом склеивания.

Для обработки поверхности полиэтилена под склеивание можно использовать обработку в течение 10 с пламенем пропановой горелки с избыточной подачей воздуха до легкого помутнения поверхности. Прочность клеевых соединений обработанного таким образом полиэтилена возрастает примерно в два раза по сравнению с образцами, поверхность которых была обработана в концентрированной H₂SO₄ с добавкой 5 мас.ч. дихромата калия.

Для подготовки поверхностей полиэтиленовых, фторопластовых и полиэтилентерефталатных пленок можно использовать их обработку коронным разрядом. Обработку проводят в высокочастотном устройстве при частоте тока 20 кГц. Напряжение тока при обработке, а также расстояние между электродами влияют на адгезионную

прочность; при этом с увеличением напряжения эффективность обработки повышается тем сильнее, чем меньше расстояние между электродами. Режимы обработки зависят от свойств пленки.

Склеивание следует проводить непосредственно после обработки коронным разрядом. Если этого сделать не удастся, то перед склеиванием следует провести повторную активацию при невысоком постоянном напряжении (достаточно 7–8 кВ).

Для придания поверхности полиолефинов улучшенных гидрофильных и адгезионных свойств их подвергают воздействию электромагнитных волн высокой частоты (13,56 МГц) в атмосфере O_2 при давлении 133,3–666,6 Па (плазменная обработка). Адгезионные свойства зависят от продолжительности обработки, промежутка времени между обработкой и склеиванием и от частоты трения поверхности при обработке плазмой. Например, после обработки поверхности полиэтилена в атмосфере O_2 при давлении 133,3 Па электромагнитными волнами с частотой 13,56 МГц и мощностью 50 Вт в течение 10 мин прочность склеивания эпоксидным клеем увеличивается с 2 до 14 МПа.

Для фторопластовой пленки, обработанной различными способами, в условиях искусственного тропического климата с интенсивным УФ-облучением лучшую стойкость имеют клеевые соединения пленки, поверхность которой обработана ацетатом калия или тлеющим разрядом.

Адгезионные свойства полиэтилена, фторопласта и полиэтилентерефталатных пленок можно также повысить путем электронного воздействия и УФ-облучения. При УФ-облучении полиэтилена продолжительность обработки составляет 8–10 мин. Электронное воздействие на фторопласт проводят в течение 30 с при давлении 6,7 Па; при этом прочность клеевых соединений при склеивании эпоксидно-полиамидным клеем составляет 8 МПа (для необработанной поверхности 0,61 МПа).

Адгезионную прочность инертных материалов, например полиэтилена и пентапласта, можно повысить путем металлизации поверхности или введения в состав таких материалов соединений, имеющих одновременно как эпоксидные, так и другие кислородсодержащие группы; при этом стойкость полиэтилена к термоокислительной деструкции не ухудшается.

3.2.3. Защитные удаляемые слои

В качестве способа подготовки поверхности стеклотекстолитов и композиционных материалов используют защитные слои, которые помещают на поверхность в процессе их формования и удаляют перед склеиванием, так называемые удаляемые защитные слои. В качестве таких слоев используют стеклоткани и другие ткани (например, полиамидные), которые предварительно обрабатывают специальными покрытиями для облегчения удаления их со склеиваемой поверхности. Если материалы защитного слоя и покрытия для него выбраны правильно, при удалении защитного слоя на поверхности не имеются вырывы волокон, а также остатки защитного слоя.

Для получения шероховатой поверхности проводят прессование; при этом рисунок структуры стеклоткани, применяемой в качестве промежуточного удаляемого слоя, «отпечатывается» на поверхности.

Глава 4. ТЕХНОЛОГИЯ СКЛЕИВАНИЯ

4.1. Приготовление клеев

Для склеивания различных материалов предпочтительно использовать клеи, изготовленные в условиях специализированного производства. Однако это не всегда возможно из-за ограниченной жизнеспособности клеев. Многие клеи, например эпоксидные, полиуретановые, полиэфирные и др., необходимо готовить непосредственно перед применением. От способа приготовления клеев в значительной степени зависит качество клеевого соединения, поэтому при приготовлении клеев необходимо тщательно соблюдать все требования технической документации. Необходимо также:

- 1) тщательно соблюдать рекомендованное соотношение компонентов, это особенно важно для отвердителей и катализаторов;
- 2) убедиться, что температура компонентов соответствует температуре помещения, поскольку на охлажденные материалы может конденсироваться влага, что ухудшает свойства клея;
- 3) для приготовления клеев, имеющих небольшую жизнеспособность, целесообразно использовать емкости с двойными стенками, между которыми заливают охлаждающий агент;
- 4) для приготовления клеев, содержащих большое количество растворителей, целесообразно использовать закрывающиеся емкости.

Для приготовления клеев можно использовать настольные смесители различной емкости (0,3; 0,6 и 1,5 л). Так, производительность смесителя емкостью 0,6 л составляет 1 кг/ч, потребляемая мощность 0,28 кВт.

Применение механизированного перемешивания клеев позволяет повысить прочность клеевых соединений на ~10 % по сравнению с ручным перемешиванием. Весьма эффективно использование для приготовления клеев, особенно содержащих наполнитель, ультразвукового диспергатора УЗДН-1; при этом прочность клеевых соединений повышается на ~20 % по сравнению с ручным перемешиванием.

4.2. Нанесение клеев

При нанесении клеев на поверхности, подлежащие склеиванию, очень важно получить слой клея равномерной и строго определенной толщины. Это связано с тем, что свойства полимера вблизи границы раздела фаз полимер-твердое тело отличаются от свойств полимера в объеме. По мере удаления от поверхности подложки степень упорядочения упаковки макромолекул монотонно убывает.

Толщина слоя клея должна составлять 0,1–0,2 мм.

Для нанесения клеев используют различные способы. Выбор способа нанесения определяется вязкостью клея, конфигурацией и размерами склеиваемых поверхностей, возможностью использования оборудования для нанесения. Пастообразные клеи чаще всего наносят с помощью шпателей и раклей. Для нанесения низковязких клеев применяют кисти; при этом лучшие результаты получают при использовании мягких кистей или щеток. В случае низковязких клеев можно также применять валики. Часто используют дырчатые валики; при этом масса клея, нанесенного на поверхность, зависит от размеров ячеек валика, вязкости клея и его концентрации. Иногда клеи наносят с помощью обратного валика. Данный способ наиболее приемлем при нанесении клея на плоские листовые материалы и пленки, имеющие большую ширину, и обеспечивает максимальную производительность и равномерную толщину клея.

Для нанесения низковязких анаэробных и цианакрилатных клеев ФГУП «НИИ полимеров им. В.А. Каргина» рекомендует использовать микродозаторы МКГ-1 и МКГ-2. Принцип действия таких дозаторов времяимпульсный. Капилляр – полиэтиленовый, система управления – пневматическая. Параметры дозаторов приведены в разд. 4.4.

Использование дозаторов позволяет значительно экономить дорогостоящие клеи и повысить качество склеивания.

Для нанесения более вязких клеев (например, эпоксидных) предложены пневмоэлектрические дозаторы, изготавливаемые ЦНИИТОЧМАШ. Они предназначены для точного и многократного нанесения доз (капель) клеев и могут быть использованы для эксплуатации в промышленных и лабораторных помещениях с умеренным климатом, в микроэлектронике, радиотехнике, точном машиностроении и других отраслях.

Для нанесения клеев по заданному рисунку используют шелковые трафареты. При нанесении клеев-расплавов используют сопловые головки, валки и ножевые устройства.

Одним из распространенных способов нанесения клеев на склеиваемые поверхности является погружение деталей в клей или распыление клея. При использовании последнего способа необходимо учитывать возможность вредного воздействия на организм человека тумана, образующегося при распылении клеев, и оборудовать рабочее место соответствующей вентиляционной системой. Распылением наносят клеи, имеющие вязкость по ВЗ-1 не выше 30 с и не образующие при нанесении нитевидные хлопья. При распылении значительно уменьшается коэффициент использования клея – обычно 40–50 % клея не попадает на склеиваемую поверхность.

Метод безвоздушного нанесения клея лишен недостатков, присущих способу распыления клея сжатым воздухом.

Для улучшения качества нанесения и уменьшения расхода клея применяют распыление в электростатическом поле. Способ основан на переносе под действием постоянного электрического поля отрицательно заряженных частиц клея на поверхность, заряженную положительно. Заряженные частицы клея равномерно осаждаются на поверхности детали и хорошо смачивают ее. Этот метод позволяет автоматизировать процесс и снизить потери

клея до 5–10 %. Метод используется для нанесения фенолокаучуковых клеев с применением механизированной установки УНК-6.

При нанесении пленочных клеев их следует «прикатать» к поверхности. При нанесении клеев, содержащих большое количество растворителя, на поверхности, контакт которых с этим растворителем ухудшает их свойства, используют метод отпечатка. Клей предварительно наносят на пленки полиэтилена или фторопласта и выдерживают для удаления большей части растворителя, после чего прикладывают к склеиваемой поверхности пленки с предварительно нанесенным клеем. При таком способе нанесения необходимо следить за равномерностью переноса клея и учитывать жизнеспособность клея.

Порошкообразные клеи наносят методом напрессовки в специальных пресс-формах. Использование этого метода повышает прочностные характеристики клеевых соединений на 80–110 % и улучшает санитарные условия труда; процесс может быть автоматизирован.

При нанесении клея на поверхности возможно образование клеевого шва с воздушными включениями. Для удаления пузырьков воздуха из слоя клея после его нанесения целесообразно использовать ультразвуковую обработку. Для этих целей можно рекомендовать ультразвуковой генератор УЗГ-5-1,6/22 в сочетании с магнитострикционным преобразователем ПМС-15А-18,3.

После операции нанесения клея для многих клеев требуется открытая выдержка. Ее используют для удаления из клея растворителя и в некоторых случаях для снижения текучести клея. Температура, при которой проводится открытая выдержка, зависит от использованного в клее растворителя. Так, например, для феноло-каучуковых клеев, в которых в качестве растворителя использованы бутилацетат или этилацетат, открытую выдержку проводят при комнатной температуре в течение 20–30 мин с последующим нагревом при 60–65 °С в течение 1,5 ч.

При использовании жидких эпоксидных клеев, отверждающихся при повышенной температуре, возможно вытекание части клея при склеивании и образование соединения с пониженной прочностью. Непродолжительный прогрев таких клеев после нанесения на поверхности (например, при 80 °С в течение 0,5 ч) способствует повышению механической прочности соединений, в некоторых случаях до 70 %. Температура открытой выдержки в данном случае должна быть тщательно подобрана.

4.3. Отверждение клеев

Важными факторами при отверждении клеев являются температура и давление. Температура отверждения клеев может быть от комнатной до 315 °С.

В процессе отверждения при повышенной температуре очень важно, чтобы нагрев был равномерным по всей склеиваемой поверхности; в противном случае могут возникнуть локальные внутренние напряжения. После процесса отверждения охлаждать клеевые соединения следует медленно.

В качестве нагревательных приборов можно использовать печи (термостаты), нагревательные прессы, ИК-лампы, неизолированные нагреватели и др. К тепловым способам относятся также резисторный и индукционный нагрев; можно также применять ультрафиолетовое, электронное, лазерное, плазменное и рентгеновское облучение, обработку ультразвуком, токами высокой частоты, нагрев с помощью микроволн. При применении электронного и УФ-облучения эффективно используется соответственно 5 и 10 % энергии, в то время как при нагревании в печи – только 1 % энергии.

Отверждение клеев в поле токов высокой частоты обеспечивает ускорение процесса. Для нагрева используют электрическое поле напряженностью 150–500 В/см при частоте 20–27 МГц. После обработки в течение 30–90 с повышается температура стеклования и прочностные характеристики по сравнению с аналогичными характеристиками, полученными, например, после отверждения эпоксидных клеев при комнатной температуре в течение 24 ч и последующей обработки при 60–80 °С в течение 24–32 ч. По данным рентгенографии термообработка в поле токов высокой частоты приводит к возрастанию степени упорядоченности надмолекулярной структуры полимера. Продолжительность отверждения сокращается во много раз.

Клей ВК-9, отверждаемый при комнатной температуре в течение 24 ч с образованием 82,3 % нерастворимых продуктов, в поле токов высокой частоты отверждается в течение 106 с с образованием 96,8 % нерастворимых продуктов.

Для отверждения некоторых клеев, при создании которых используют акриловые мономеры, применяют УФ-облучение. Для генерирования радикалов под действием УФ-облучения в клеи вводят различные добавки, например карбонильные соединения, органические соединения, содержащие серу, и др.

Отверждение под действием УФ-облучения проводят при более низких температурах, чем при термическом отверждении. Это снимает ряд проблем, связанных с термической чувствительностью некоторых склеиваемых материалов.

Радиационное отверждение клеев по сравнению с другими способами имеет ряд преимуществ: возможность быстрого отверждения при комнатной температуре под давлением; использование однокомпонентных клеев и неограниченное увеличение срока жизни неотвержденного клея; отсутствие термических напряжений, часто возникающих в конструкциях при склеивании при высоких температурах; меньший расход энергии, вызванный отсутствием термостатов и автоклавов; большая монолитность слоя клея из-за отсутствия отвердителей и катализаторов. Радиационное отверждение используют для клеев, содержащих соединения с двойными связями.

При отверждении клеев можно использовать постоянное магнитное поле; при этом в зависимости от химической природы клея и типа склеиваемых поверхностей прочность клеевых соединений повышается на 35–40 %, а в ряде случаев в 1,5–2,8 раза. На повышение адгезионной прочности оказывают влияние напряженность поля и продолжительность обработки.

Для ремонта сотовых конструкций из алюминиевых сплавов и полимерных композиционных материалов В.С. Виленцом разработана переносная установка модели УРП-2М (ОСА-3М), применение которой позволяет обеспечить необходимые температуру, время и давление при склеивании.

Давление склеивания. Давление при склеивании определяется типом используемого клея, размером склеиваемых поверхностей и качеством их подгонки и выполняет ряд функций:

- 1) фиксирует относительное положение склеиваемых поверхностей;
- 2) улучшает смачивающую способность и, как следствие, способствует более полному заполнению клеем микронеровностей поверхности;
- 3) препятствует выделению летучих продуктов, образующихся в процессе отверждения клея, и, тем самым, образованию пористого, непрочного клеевого шва.

Как правило для жидкотекучих клеев, при отверждении которых происходит полимеризация компонентов, давление требуется незначительное (только для фиксации склеиваемых поверхностей). Так, например, при отверждении пастообразных эпоксидных клеев достаточно давления 0,01 МПа. При использовании пленочных клеев с пониженной текучестью требуется давление 0,3–1,4 МПа, поскольку это повышает текучесть клея, способствует улучшению смачивания клеем субстрата и обеспечению требуемой прочности клеевых соединений.

Для того чтобы исключить возможность образования пористого клеевого шва при использовании клеев, отверждающихся с выделением газообразных продуктов, может потребоваться давление до 2 МПа.

Избыточное давление может повлечь за собой вытекание клея и образование «голодного» клеевого соединения.

Существует ряд клеев, при склеивании которыми давление не требуется. К ним относятся липкие клеи, при использовании которых контакт и фиксация склеиваемых поверхностей осуществляются путем прикатки роликом. Иногда в клеи специально вводят соединения, придающие им липкость, для фиксации поверхностей даже в вертикальном положении. Это приемлемо только в тех случаях, когда от клеевого соединения не требуется высокая прочность, например при приклеивании декоративно-отделочных и теплоизоляционных материалов.

Для создания давления в процессе формирования клеевого соединения может быть использовано различное оборудование. Чаще всего применяют различные грузы, струбины, гидравлические прессы, гидравлические и вакуумные мешки, автоклавы. Необходимо помнить, что прессы можно использовать только для плоских поверхностей. Склеивание при пониженном давлении может привести к образованию пористого клеевого шва. При склеивании в автоклавах возможно искажение формы склеиваемого изделия. Общим требованием к оборудованию является равномерность передаваемого давления.

Характеристики некоторого оборудования, используемого в технологии склеивания, приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Характеристики некоторого оборудования, используемого в технологии склеивания

Наименование оборудования	Технические характеристики	Изготовитель*	
Гомогенизатор кулачковый ГК 30/60 (предназначен для получения высоковязких клеев)	Полный объем гомогенизатора, см ³	131	
	камера 1		38±2
	камера 2		76±4
	Рабочий объем гомогенизатора, см ³		
	камера 1		30±5
	камера 2		60±5
	Частота вращения, мин ⁻¹		
	левый кулачок		40±400
	правый кулачок		27±270
	Отношение частот вращения левого и правого кулачков		1,5:1
Мощность электродвигателя, кВт	0,5–1,7		
Габаритные размеры, мм	900×270×330		
Дозатор-смеситель ДС-2К-ЭК	Вязкость клея, с	70	
	Объем блок-баллона, см ³	60	
	Время готовности к работе после сборки и заполнения наконечника, мин, ≤ 3		
	Габаритные размеры, мм	350×53×125	
	Масса, кг	0,3	
Лабораторный смеситель ЛМ-1	Вязкость перемешиваемых композиций, Па·с	1–900	
	Рабочий объем, л	1,2	
	Мощность электродвигателя, кВт	0,27	
	Частота вращения мешалки, с ⁻¹	2,1; 2,5; 3,3; 4,8; 5,3; 6,6	
	Остаточное давление при перемешивании, кПа	1,33	
	Типы мешалок	Якорная, винтовая, ленточная, лопастная	
	Габаритные размеры, мм	556×475×765	
	Масса, кг	85	
Лампа кварцевая галогенная КТ-220-500 (применяется для отверждения клеев)	Время освещения, мин	5–10	
	Расстояние, мм	100±5	

Смеситель СМ	Вместимость, м ³ Частота вращения, с ⁻¹ первый ротор второй ротор	До 2 0,32 0,58	60
Микродозатор импульсный МКГ-1	Доза, см ³ Погрешность дозирования, % Вместимость емкости с продуктом, см ³ Вязкость дозируемой жидкости, Па·с Давление воздуха на дозирование, МПа Давление воздуха питания в системе управления, МПа Габаритные размеры, мм Масса, кг	≥ 0,001 5,0 ≤ 500,0 ≤ 1,0 ≤ 1,0 0,14±0,01 300×200×170 1,5	71
Микродозатор импульсный МКГ-2	Доза, см ³ Погрешность дозирования, % Вместимость емкости с продуктом, см ³ Вязкость дозируемой жидкости, Па·с Давление воздуха на дозирование, МПа Давление воздуха питания в системе управления, МПа Габаритные размеры, мм Масса, кг	≤ 0,01 5,0 ≤ 500,0 ≤ 1,0 ≤ 1,0 0,14±0,01 300×200×170 1,5	71
Дозатор пневмоэлектрический Тип 1. Дозатор пневмоэлектрический с неградуированной шкалой задатчика выдержки времени Тип 2. Дозатор пневмоэлектрический с градуированной цифровой шкалой задатчика выдержки времени с интервалом 0,05 с	Предельная вязкость применяемых материалов по ВЗ-4, с Давление подаваемого воздуха, МПа Диапазон регулирования выдержки времени, с Диапазон регулирования рабочего давления стабилизатором, МПа Вместимость шприца, см ³ Внутренний диаметр иглы сменной посадки, мм Режим работы Потребляемая мощность, Вт Род тока Управление Масса, кг	1500 0,35–0,8 0,05–1,0 0,02–0,3 20 0,6; 0,8; 1,0 Импульсный 20 Переменный (220 В, 50 Гц) От педали ≤ 11	132
Пневматический пистолет для нанесения клея-расплава (ППР)	Потребляемая мощность, кВт Давление сжатого воздуха, МПа Напряжение, В Подача сжатого воздуха, см ³ /с Рабочая температура, °С Расход клея (сопло Ø 3 мм), г/мин Диаметр цилиндра, мм Ход штока, мм Диаметр штока, мм Габаритные размеры, мм Масса, кг	≤ 0,3 0,2–0,6 ≤ 110 900 150–200 30 58 66 22 ≤ 330×70×300 ≤ 2,2	–
Установка ультрафиолетового отверждения «Фотоника» ТУ 6-23-23-90	Число ламп ДРТ-1000, шт. Скорость перемещения конвейера, м/мин Расстояние от оси ламп до плоскости конвейера, мм Потребляемая мощность, кВт Габаритные размеры, мм Масса, кг	2 0,2–10,0 100–200 ≤ 2,6 ≤ 1000×450×760 ≤ 100	68
Полуавтомат для склейки цилиндрических обечаек из нитроцеллюлозной пленки	Диаметр склеиваемой трубки, мм Ширина заготовки пленки, мм Скорость движения трубки, м/мин Мощность, кВт Габаритные размеры, мм Масса, кг	≤ 17,4 65 3 0,8 900×600×1430 650	–
Установка ультрафиолетового отверждения «Фотон-1» ТУ 6-23-7-89	Диапазон регулирования скорости транспортера, м/мин Высота транспортера, мм Размер обрабатываемых изделий, мм Температура в зоне облучения на поверхности окрашенных изделий, °С Потребляемая мощность установки при напряжении 380±15 В, частоте тока 50 Гц, кВт Габаритные размеры блока ультрафиолетового отверждения, мм Габаритные размеры шкафа электрического, мм Масса, кг	(1±0,05)–(20±0,1) 980±10 ≤ 500×500×35 60±5 ≤ 20 ≤ 2600×1430×1350 ≤ 7750×400×1800 ≤ 500	68
УРП-2М	Блок контроля и регулирования температуры: Питающее напряжение переменного тока, В Максимальная температура нагрева зоны ремонта, °С Блок контроля и регулирования давления: Давление питающей сети, МПа Максимальное избыточное давление в рабочей зоне, МПа Габаритные размеры прибора, мм Масса, кг	36, 115, 220 200 0,45–0,6 0,01–0,15 474×250×364 18,5	–

* Приведенные ниже номера соответствуют номерам таблицы в главе 6.

Глава 5. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ КЛЕЕВ И КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Определение различных характеристик клеев проводят в процессе создания клеев, при подготовке технической документации на них и постановке продукции на производство.

Основные показатели качества клеев и клеевых соединений приведены в отраслевом стандарте ОСТ 6-05-489-86 «Система показателей качества продукции. Клеи полимерные на основе полимеризационных и поликонденсационных смол. Номенклатура показателей». Однако в этом стандарте отсутствуют показатели, характеризующие качество полимерных клеев на основе кремнийорганических смол и резиновых клеев. В настоящем справочнике учтены основные показатели качества практически всех применяемых в настоящее время клеев.

В некоторых отраслях промышленности разработаны нормативные документы, определяющие порядок и объем проведения испытаний при проведении входного контроля клеев, а также после окончания гарантийного срока хранения. Так, в авиационной промышленности действует ОСТ 1 90339-83 «Отраслевая система управления качеством продукции. Входной контроль неметаллических материалов. Общие положения». Этот стандарт распространяется на клеи, используемые для изделий основного производства, и рекомендует объем испытаний при входном контроле для различных клеев, которые разделены на следующие группы:

- жидкие клеи, готовые к применению;
- жидкие клеи, изготавливаемые непосредственно перед применением;
- пленочные клеи;
- вспенивающиеся жидкие клеи;
- вспенивающиеся пленочные клеи;
- клеи-герметики;
- анаэробные клеи;
- резиновые клеи.

В большинстве случаев при испытании клеев и клеевых соединений оформляется протокол испытаний. Запись в протоколе испытаний должна полностью отражать условия испытания и содержать такие сведения, как дата испытания, наименование клея, вид испытания, характеристика каждого образца и полученные результаты при испытании, среднее значение испытываемой характеристики, заключение о соответствии клея или клеевого соединения действующей документации или предъявляемым требованиям.

Особым видом являются арбитражные испытания. Их проводят в тех случаях, когда клей, отвечающий требованиям действующей технической документации по паспорту поставщика, не проходит входной контроль у потребителя. Арбитражные испытания проводит компетентная в данном вопросе организация, которая определяется по согласованию сторон.

5.1. Испытания клеев

Испытанию подвергают как неотвержденные клеи (непосредственно после приготовления, в процессе хранения или перед применением), так и отвержденные (с целью получения сведений о свойствах клеевых пленок). Форма и размеры образцов отвержденных клеев зависят от свойств и назначения клея и должны соответствовать технической документации на метод испытания. Для получения достоверных результатов испытания при изготовлении образцов необходимо обеспечить режим отверждения, рекомендуемый для данного клея.

При проведении входного контроля клеи следует испытывать в соответствии с техническими условиями, инструкцией или технологической рекомендацией. Наиболее часто определяемыми характеристиками являются внешний вид, вязкость, жизнеспособность, содержание летучих продуктов и некоторые другие. Основные методы испытания клеев приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1 Основные показатели, определяющие качество клеев

Показатель, размерность	Обозначение показателя	Нормативный документ
Внешний вид и цвет	—	—
Вязкость, с; Па·с; м ² ·с	η	ГОСТ 8420-74. Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости ГОСТ 2199-78. Клей резиновый. Технические условия ГОСТ 25271-93. Пластмассы. Смолы жидкие, эмульсии или дисперсии. Определение кажущейся вязкости по Брукфильду ГОСТ 33-82. Метод определения кинематической и расчет динамической вязкости ИСО 2555-89 ГОСТ 18992-80. Дисперсия поливинилацетальная гомополимерная грубодисперсная. ОСТ 1 90114-73. Клеи резиновые. Методы испытаний. Определение вязкости
Показатель текучести расплава, г/10 мин	ПТР	ГОСТ 11645-73. Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава термопластов
Текучесть пленочных клеев, мм	h	ТУ 6-41-1499-89. Пленки клеевые
Содержание летучих и нелетучих веществ, %	X	ГОСТ 17537-72. Материалы лакокрасочные. Методы определения содержания летучих и нелетучих твердых и пленкообразующих веществ

Показатель, размерность	Обозначение показателя	Нормативный документ
Содержание воды, % (мас.)	X	ГОСТ 11736-78. Пластмассы. Метод определения содержания воды
Жизнеспособность, ч	-	ОСТ 1 90329-82. Клеи. Методы определения жизнеспособности клеев
Плотность, кг/м ³	ρ	ГОСТ 15139-69. Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)
Время «схватывания», с	-	ТУ 6-02-108-90. Клеи цианакрилатные марок БК-200, БК-201, БК-300, БК-301
Относительное удлинение при растяжении клеевой пленки, %	ϵ_p	ГОСТ 270-75. Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Метод испытания на растяжение
Изгиб клеевой пленки после отверждения, мм	-	ГОСТ 6806-73. Материалы лакокрасочные. Метод определения эластичности пленки при изгибе
Ударная вязкость клея, кДж/м ²	a_u, a_k	ГОСТ 9626-90. Древесина слоистая клееная. Метод определения ударной вязкости при изгибе ГОСТ 4647-80. Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи
Модуль нормальной упругости клея, МПа	$E_{кл}$	ГОСТ 26454-85. Клеи. Метод определения нормальной упругости клея в клеевом соединении ОСТ 1 90245-76. Клеи. Метод определения нормальной упругости клея в клеевом соединении
Модуль сдвига клея, МПа	$G_{кл}$	ГОСТ 25717-83. Клеи. Методы определения модуля сдвига клея в клеевом соединении ОСТ 1 90244-76. Клеи. Методы определения модуля сдвига клея в клеевом соединении
Твердость отвержденного клея, усл. ед.; МПа	H	ГОСТ 24621-91. Пластмассы. Метод определения твердости по Шору ИСО 868-85 ГОСТ 9627.1-75. Древесина слоистая клееная. Метод определения твердости
Внутренние напряжения клевого слоя, МПа	σ_v	ОСТ 6-10-402-76. Лаки и краски. Метод определения внутренних напряжений в лакокрасочных покрытиях
Коррозионная активность	-	ГОСТ 9.902-81. ЕСЗКС. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на коррозионную агрессивность
Теплопроводность клевого шва, Вт/(м·К)	λ	ГОСТ 23630.2-79. Пластмассы. Метод определения теплопроводности
Коэффициент линейного теплового расширения, К ⁻¹	α	ГОСТ 15173-70. Пластмассы. Метод определения среднего коэффициента линейного расширения РТМ 1.2.082-86. Метод определения среднего коэффициента линейного расширения неметаллических материалов в диапазоне температур -190...+700 °С
Усадка, %	MS	ГОСТ 18616-80. Пластмассы. Метод определения усадки
Водопоглощение, %	X	ГОСТ 4650-80. Пластмассы. Методы определения водопоглощения
Влагопоглощение, %	W	ГОСТ 21513-76. Материалы лакокрасочные. Методы определения влагопоглощаемости пленок
Стойкость к различным агрессивным средам, %	-	ГОСТ 12020-72. Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м	ρ_v	ГОСТ 6581-75. Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний ГОСТ 20214-74. Пластмассы электропроводящие. Метод определения удельного объемного электрического сопротивления при постоянном напряжении ГОСТ 6433.2-71. Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрических сопротивлений при постоянном напряжении
Электрическая прочность, кВ/м	$E_{пр}$	ГОСТ 6433.3-71. Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частота 50 Гц) и постоянном напряжении. ГОСТ 6581-75. Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний
Диэлектрическая проницаемость, Ф/м	ϵ	ГОСТ 22372-77. Материалы диэлектрические. Методы определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне частот от 100 до 5·10 ⁶ Гц ГОСТ 6433.4-71. Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости при частоте 50 Гц ГОСТ 6581-75. Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний

Показатель, размерность	Обозначение показателя	Нормативный документ
Тангенс угла диэлектрических потерь	$\operatorname{tg} \delta$	ГОСТ 6581-75. Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний ГОСТ 6433.4-71. Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости при частоте 50 Гц ГОСТ 22372-77. Материалы диэлектрические. Методы определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне частот от 100 до $5 \cdot 10^6$ Гц
Спектральный коэффициент пропускания склеивающего слоя, %	—	ГОСТ 14887-80. Клеи оптические. Виды и основные параметры
Коэффициент интегрального светопропускания	—	ГОСТ 15875-70. Пластмассы. Методы определения коэффициента интегрального светопропускания
Показатель преломления	n_D^{20}	РВИЦ 25201.000.102. Определение показателя преломления отвержденного клея
Горючесть длина прогорания, мм время остаточного горения, с	l —	ГОСТ 12.1.044-89. ССТБ. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения ИСО 4589-84 ОСТ 1 90094-79. Полимерные материалы. Метод определения горючести декоративно-отделочных и конструкционных полимерных материалов

Внешний вид и цвет. Характеризуют агрегатное состояние клея. Испытываемый клей наливают в цилиндр из бесцветного стекла вместимостью 100 мл и рассматривают в проходящем свете. Можно также использовать чистую сухую стеклянную палочку, которую необходимо погрузить в пробу клея и поднять на высоту 10–20 см над емкостью с клеем; стекающая струя клея должна быть без сгустков и посторонних включений. Цвет клея определяют визуально, при этом клей должен быть однородным. Как правило в технической документации на клеи приведен метод испытания внешнего вида.

Вязкость (ГОСТ 8420-74). Для определения вязкости клеев часто используют вискозиметры ВЗ-1 (при вязкости 10–150 с), ВЗ-4 (при вязкости 20–150 с) или ВЗ-246 (при вязкости 12–300 с). В вискозиметр, представляющий собой емкость с отверстием в нижней части, заливают клей, помещают его в сосуд с водой и доводят температуру клея до $20 \pm 0,5$ °С. Время истечения (в с) 50 см^3 клея характеризует условную вязкость клея.

Для определения вязкости клеев используют также воронку НИИЛК (при вязкости не менее 10 сПа·с). В этом случае вязкость характеризуется временем (в с) истечения из воронки 100 см^3 клея. В случае вязких клеев (расплавы, суспензии и эмульсии) возможно также использование ротационных вискозиметров. При этом абсолютная вязкость должна составлять 0,5–1,0 Па·с. Использование таких вискозиметров позволяет определять вязкость при температурах $-70 \dots +180$ °С.

Для определения вязкости дисперсий используют стандартную кружку ВМС, представляющую собой изготовленный из латуни или нержавеющей стали цилиндр диаметром 69,8 мм, на дне которого имеется отверстие диаметром 9,5 мм, а на боковой стенке – два отверстия диаметром 4,2 мм каждое на расстоянии 31,7 мм друг от друга (по вертикали). Нижнее отверстие расположено на расстоянии 25,4 мм от дна. Вязкость характеризуется временем (в с), за которое клей перемещается от верхнего отверстия до нижнего.

Для определения вязкости резиновых клеев (ГОСТ 2199-78) используют вискозиметр Хетчинсона, который представляет собой полый латунный стержень диаметром 5 мм и длиной 220 мм, на котором укреплен полый поплавочный диаметр 51 мм. В цилиндр диаметром 100 мм заливают клей, после чего в него погружают вискозиметр так, чтобы поплавок оказался на поверхности клея. За вязкость принимают время (в с), за которое стержень погрузится в клей на 50 мм. Для расчета вязкости при различных температурах используется номограмма.

Возможно также использование вискозиметров ФЭ-36 (ГОСТ 2699-69), Оствальда (ТУ 6-05-1368-70), Брукфильда (ГОСТ 25271-93), Реотест.

Показатель текучести расплава (ГОСТ 11645-73). Характеризует вязкость термопластичных клеев при температуре выше температуры текучести и выражается количеством материала (в виде гранул), экструдированного из прибора в течение 10 мин при определенной температуре и нагрузке.

Показатель текучести расплава (ПТР, г/10 мин) рассчитывают по формуле:

$$\text{ПТР} = 600G/\tau$$

где G – масса прутка, г; τ – время между двумя последовательными срезами прутков, с.

Текучесть пленочных клеев (ТУ 6-41-1499-89). Из пленок, наклеенных на предварительно обезжиренную металлическую пластину из сплава Д16АТ или Д19АТ, вырезают образцы размером 10×10 мм. Нижний край образца фиксируют посредством нанесения риски. Пластины с образцами ставят вертикально (образцы должны располагаться от нижнего края пластины на расстоянии не менее 60 мм) в сушильный шкаф. Температурный режим выдержки образцов соответствует режиму отверждения данной марки клея. Затем пластину с образцами извлекают из шкафа и измеряют линейкой длину потека каждого образца (от нижнего края образца до конца потека).

Содержание летучих и нелетучих веществ (ГОСТ 17537–72). Навеску материала нагревают при определенной температуре в течение заданного промежутка времени или до достижения постоянной массы и по разности результатов взвешивания до и после нагревания определяют содержание летучих и нелетучих веществ.

Масса навески, температура и время выдержки при нагревании взятой для исследования пробы указываются в нормативно-технической документации на материал. Если таких указаний нет, пробы массой 1,8–2,2 г выдерживают в течение 3 ч при температуре 105 ± 2 °С.

Содержание (X , % (мас.)) и нелетучих (X_1 , % (мас.)) веществ вычисляют по формулам:

$$X = 100(m_1 - m_2)/m_1$$

$$X_1 = 100m_2/m_1$$

где m_1 – масса испытуемого материала до нагревания, г; m_2 – масса испытуемого материала после нагревания, г.

Для пастообразных (не содержащих растворитель) и для пленочных клеев навеску клея выдерживают по режиму отверждения, а затем снова взвешивают. Содержание летучих веществ (X , % (мас.)) вычисляют по формуле:

$$X = 100(a - b)/b$$

где a – масса клея до отверждения, г; b – масса клея после отверждения, г.

Для определения содержания летучих веществ в пленочных клеях вырезают образцы размером 50×50 мм на расстоянии не ближе, чем 10 см от края.

Аналогично определяют содержание летучих веществ, которые остаются при сушке пленочного клея в процессе его получения. В этом случае термообработку образцов проводят при температуре, регламентированной техническими условиями на клей. Метод используют для клеев, полученных из растворов.

Содержание воды (ГОСТ 11736–78) определяют путем электрометрического титрования реактивом Фишера после растворения или экстракции воды растворителем. Стандарт не распространяется на полиамидные и карбамидные клеи.

Масса навески испытуемого материала, взвешиваемая с точностью 0,0002 г, составляет от 1 до 10 г.

Содержание воды, определенное с предварительной экстракцией (X_1 , % (мас.)), вычисляют по формуле:

$$X_1 = 100T(mV/m_1 - mV_1/m_2)/m_3$$

где m – масса растворителя, взятого для экстракции, г; m_1 – масса растворителя после экстракции, взятого для титрования, г; m_2 – масса растворителя до экстракции, взятого для титрования, г; m_3 – масса навески анализируемого материала, г; V – объем реактива Фишера, израсходованного на титрование массы m_1 , см³; V_1 – объем реактива Фишера, израсходованного на титрование массы m_2 , см³; T – водный эквивалент реактива Фишера, г/см³, рассчитываемый по формуле:

$$T = m_4/V$$

где m_4 – масса воды, г; V – объем реактива Фишера, израсходованного на титрование, см³.

Содержание воды, определенное с предварительным растворением (X_2 , % (мас.)), вычисляют по формуле:

$$X_2 = 100T[mV/m_1 - (m - m_3)V_1/m_2]/m_3$$

где m – общая масса растворителя и анализируемого материала, г; m_1 – масса раствора анализируемого материала, взятого для титрования, г; m_2 – масса растворителя, взятого для титрования, г; m_3 – масса навески анализируемого материала, г; V – объем реактива Фишера, израсходованного на титрование массы m_1 , см³; V_1 – объем реактива Фишера, израсходованного на титрование массы m_2 , см³; T – водный эквивалент реактива Фишера, г/см³.

Содержание воды по экспресс-методу (X_3 , % (мас.)) вычисляют по формуле:

$$X_3 = 100TV/m$$

где m – масса навески анализируемого материала, г; V – объем реактива Фишера, израсходованного на титрование анализируемого материала, см³; T – водный эквивалент реактива Фишера, г/см³.

Жизнеспособность выражают временем, в течение которого клей пригоден для нанесения на склеиваемые поверхности и обеспечивает прочность клеевых соединений, соответствующую требованиям нормативно-технической документации на клей. Метод обычно используют для определения жизнеспособности клеев, которые готовят непосредственно перед применением. О жизнеспособности клеев, поступающих к потребителю в готовом виде, судят по их вязкости. В этом случае жизнеспособностью клея считают срок хранения, в течение которого клей сохраняет вязкость, соответствующую требованиям технических условий.

Концентрация клея (содержание сухого остатка). Концентрацию клея определяют путем сушки навески клея (обычно 1–2 г) до постоянной массы. Первоначально клей сушат при 105 °С в течение 2 ч и производят первое взвешивание. Последующие взвешивания повторяют через каждые 30 мин до тех пор, пока различие в массе между предыдущим и последующим взвешиванием не будет превышать 0,001 г. Концентрацию (A , %) клея вычисляют по формуле:

$$A = 100B/C$$

где B – масса клея после сушки, г; C – навеска исходного клея, г.

При использовании для сушки инфракрасной лампы первое взвешивание проводят через 5 мин, последующие – через 3–5 мин.

Аналогично определяют концентрацию компонентов клея.

Плотность (ГОСТ 15139–69). Для определения плотности используют образцы клеев в виде листов, пластин, отливок, гранул или порошков. ГОСТом установлены пять методов определения плотности:

- обмер и взвешивание (по объему и массе);
- гидростатическое взвешивание;
- пикнометрический;
- флотационный (изменение плотности рабочей жидкости);
- метод градиентной колонки.

Стандарт не распространяется на пористые материалы.

Образцы должны быть гладкими, без пустот и трещин для уменьшения возможности включения воздушных пузырьков. При определении плотности образцов заданную температуру поддерживают с точностью до 0,1 °С, число образцов должно быть не менее трех.

Для определения плотности применяют жидкости, хорошо смачивающие испытываемый образец; они не должны его растворять, пропитывать или вступать с ним в реакцию, а также не должны улетучиваться во время анализа.

Обмер и взвешивание. Плотность вещества вычисляют по отношению массы образца к его объему, определяемым непосредственным взвешиванием и обмером. Для образцов неправильной или трудноизмеримой формы допускается определять объем другими методами, например по вытесненному объему жидкости.

Объем образца должен быть не менее 1 см³, масса – не более 180 г.

Плотность (ρ , кг/м³) рассчитывают по формуле:

$$\rho = m/V$$

где m – масса образца, кг; V – объем образца при температуре измерения, м³.

Гидростатическое взвешивание. Сравнивают массы одинаковых объемов испытуемого вещества и жидкости известной плотности, называемой рабочей жидкостью.

Для испытания применяют образцы массой 0,2–0,5 г (точность взвешивания 0,0002 г).

Сначала определяют массу образца (m_1), затем погружают образец в рабочую жидкость и определяют массу образца с подвеской (m_2) в жидкости. Если образец легче рабочей жидкости, то к нему подвешивают дополнительный груз, обеспечивающий погружение образца в жидкость. Массу подвески с грузом (m_3) определяют отдельно. Массу жидкости известной плотности (m_j , кг), объем которой равен объему образца, вычисляют по формуле:

$$m_j = m_1 - (m_2 - m_3)$$

где m_1 – масса образца в воздухе, кг; m_2 – масса образца с подвеской в жидкости, кг; m_3 – масса подвески (на которой крепят образец в жидкости) с грузом, если он применялся, кг.

Плотность испытуемого образца (ρ , кг/м³) вычисляют по формуле:

$$\rho = \rho_j m_j / m_1$$

где ρ_j – плотность рабочей жидкости, кг/м³.

Пикнометрический метод. Сравнивают массы одинаковых объемов испытуемого вещества и жидкости известной плотности.

Плотность образца (ρ , кг/м³) вычисляют по формуле:

$$\rho = (m_2 - m_1) / [V - (m_3 - m_2) / \rho_j]$$

где m_1 – масса сухого пикнометра, кг; m_2 – масса пикнометра с образцом, кг; m_3 – масса пикнометра с рабочей жидкостью, кг; ρ_j – плотность рабочей жидкости, кг/м³; V – объем пикнометра.

Флотационный метод. Сравнивают плотность образца с плотностью рабочей жидкости в момент перехода образца во взвешенное состояние.

Метод градиентной колонки. Сравнивают глубины погружения испытуемого образца и эталонов плотности в градиентной колонке – цилиндре или трубке с раствором.

Время «схватывания» (ТУ 6-02-108-90) определяют на образцах стали 12×18Н10Т, Ст 20 или Ст 40, подготовленных и склеенных в соответствии с данным ТУ. Через определенные интервалы времени верхний образец плавно вращают рукой относительно нижнего образца и фиксируют время, при котором смещения не происходит.

Относительное удлинение при растяжении отвержденной клеевой пленки (ГОСТ 270-75 (для эластичных клеев) и ГОСТ 11262-80 (для конструкционных клеев)). Образцы растягивают с постоянной скоростью и измеряют удлинение в момент разрыва. Образцы для испытания должны иметь форму двусторонней лопатки, тип и размеры которой указываются в нормативно-технической документации на материал. Для эластичных и конструкционных материалов размеры образцов приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Размеры образцов

Показатель	Эластичный материал	Конструкционный материал
Длина, мм	35–115	115–250
Ширина рабочей части, мм	2–6	6–10
Толщина, мм	1–2	2–4
Длина рабочей части, мм	12–60	33–60

Перед испытанием на узкую часть образца наносят параллельные метки для измерения удлинения. Метки не должны ухудшать качество образцов или способствовать разрыву образцов в местах их нанесения.

Испытания проводят при температуре 23 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 50 ± 5 %. Образец в форме лопатки закрепляют в захватах машины по установочным меткам так, чтобы ось образца совпадала с направлением растяжения. Скорость движения зажимов испытательной машины соответствует скорости, предусмотренной в нормативно-технической документации на данный материал.

Относительное удлинение при растяжении (ϵ_p , %) вычисляют по формуле:

$$\epsilon_p = 100 \Delta l_p / l_0$$

где Δl_p – изменение длины образца в момент разрыва, мм; l_0 – начальная длина образца, мм.

Изгиб клеевой пленки после отверждения (ГОСТ 6806-73). Определяют минимальный диаметр металлического цилиндрического стержня, при изгибании на котором металлической пластинки, покрытой клеевой пленкой, не происходит разрушение или отслаивание клеевой пленки.

Образцы для испытаний представляют собой пластинки прямоугольной формы длиной 100–150 мм и шириной 20–50 мм, изготовленные из черной полированной жести толщиной 0,25–0,32 мм или из алюминиевых листов или лент толщиной 0,25–0,30 мм с нанесенной на них клеевой пленкой. Способ нанесения клея, толщина клеевого слоя, число слоев, условия и продолжительность отверждения и выдержки пленки перед испытанием должны быть указаны в нормативно-технической документации на материал.

Устройство для определения эластичности клеевой пленки при изгибе представляет собой панель, на которой расположены 12 стальных хромированных стержней разного диаметра (от 1 до 20 мм, иногда до 55 мм).

Испытания проводят при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 65 ± 5 %. Пластинку накладывают на стержень наибольшего диаметра (20 мм) клеевой пленкой наружу и, плотно прижимая ее к стержню, плавно изгибают в течение 1–2 с на 180° вокруг стержня. Затем клеевую пленку в месте изгиба рассматривают в лупу. Если трещины и отслаивание отсутствуют, то изгибают пластину в другом месте, на стержне меньшего диаметра. И так до тех пор, пока не будут обнаружены указанные выше дефекты.

Ударная вязкость отвержденного клея (ГОСТ 9626-90). Метод распространяется на такие клеевые материалы, как фанера, фанерные и столярные плиты, древесные слоистые пластики, и устанавливает определение ударной вязкости при изгибе с использованием маятникового копра.

Образцы изготавливают в форме бруска квадратного сечения:

- высота h (размер образца по направлению действия ударного усилия);
- ширина b (размер образца в направлении, перпендикулярном направлению действия ударного усилия, равный высоте h);
- длина $l = 15h$.

Расстояние между опорами принимают равным $12h$.

Изготавливают образцы древесного слоистого пластика с размерами $15 \times 15 \times 225$ мм. Допускается испытывать образцы, изготовленные в форме прямоугольного бруска, с различными по высоте и ширине размерами, при условии, что высота образца меньше его ширины. При толщине материала менее 10 мм испытания на ударную вязкость не проводят.

Испытания проводят на маятниковых копрах с запасом энергии 50 Дж (допускается проводить испытания при запасе энергии маятника до 100 Дж). Образец располагают на опорах таким образом, чтобы удар был направлен по центру образца перпендикулярно или параллельно слоям в зависимости от требований, предъявляемых к клеивому соединению.

Ударную вязкость (A_w , Дж/м²) вычисляют по формуле:

$$A_w = L/(bh)$$

где L – работа, затраченная на излом образца, Дж; b – ширина образца, м; h – высота образца, м.

При определении ударной вязкости по методу Шарпи (ГОСТ 4647–80) образец (с надрезом и без надреза), лежащий на двух опорах, разрушается при ударе маятника, причем место удара находится посередине между опорами и непосредственно напротив надреза у образцов с надрезом.

Типы образца и надреза предусмотрены в нормативно-технической документации на материал.

Для испытания используют маятниковый копер жесткой конструкции (с запасом энергии до 50 Дж); энергию удара, затраченную на разрушение образца, определяют как разность между первоначальным запасом потенциальной энергии маятника и энергией, оставшейся у маятника после разрушения испытуемого образца.

Ударную вязкость образца без надреза (a_n , Дж/м²) вычисляют по формуле:

$$a_n = A_n/(bs)$$

где A_n – энергия удара, затраченная на разрушение образца без надреза, Дж; b – ширина образца по его середине, м; s – толщина образца по его середине, м.

Ударную вязкость образца с надрезом (a_k , Дж/м²) вычисляют по формуле:

$$a_k = A_k/(bs_k)$$

где A_k – энергия удара, затраченная на разрушение образца с надрезом, Дж; b – ширина образца по его середине, м; s_k – толщина образца под надрезом, м.

Модуль нормальной упругости клея (ГОСТ 26454–85). Испытания проводят на многослойных клееных образцах в условиях нормальной (23 °С), пониженной (до –150 °С) и повышенной (до 400 °С) температур.

Наряду с модулем нормальной упругости определяют условный предел пропорциональности при отрыве и относительное удлинение.

Для испытаний применяют многослойный клееный металлический образец (две бобышки, крепежные приспособления с отверстием, между которыми вклеены шайбы), состоящий из отдельных дисков диаметром 20 мм и высотой 2 мм; высота клееного образца ~70 мм; диски готовят из стали 30ХГСА.

Склеенный образец подвергают растяжению при постоянной скорости движения подвижного захвата машины, выбранной так, чтобы время от начала испытания до разрушения образца составляло от 0,5 до 1,5 мин.

Предварительно замеряют высоту пакета заготовок без клея (H_m) в трех местах с точностью 0,01 мм. Высоту клееного образца (H) также замеряют с точностью 0,01 мм. Вычисляют толщину клея:

$$H_{кл} = H - H_m$$

Среднюю толщину клеевого шва определяют по формуле:

$$h_{кл} = H_{кл} / [2(k + 1)]$$

где k – число пластин в образце.

Модуль сдвига клея (ГОСТ 25717–83) определяют двумя методами.

По методу А определяют модуль сдвига клея многослойных клееных металлических образцов в условиях нормальной (23 °С), пониженной (до –150 °С) и повышенной (до 400 °С) температур.

По методу Б определяют модуль сдвига клея однослойных клееных металлических образцов размером 20×105 мм при нормальной температуре.

Наряду с модулем сдвига определяют условный предел пропорциональности при сдвиге, относительный сдвиг, предел прочности при сдвиге, относительный сдвиг при разрушении.

При испытании по методу А модуль сдвига в клеевом соединении ($G_{кл}$, МПа) рассчитывают по формуле:

$$G_{кл} = \Delta P H_{кл} / \{ 2l_0 B - [\Delta l - \Delta P/B(h/(l_0 G_m) + (L - 2l_0)/(2H_1 E_m))] \}$$

где ΔP – приращение нагрузки P на линейном участке диаграммы нагрузка–деформация, Н; Δl – приращение деформации образца, соответствующее приращению нагрузки ΔP , мм; $H_{кл}$ – суммарная толщина клеевых слоев образца, мм; h – средняя толщина блока металлических пластинок, мм; H_1 – суммарная толщина боковых пластинок, мм; B – ширина образца, мм; L – высота образца, мм; l_0 – высота пластинок (длина клеевого слоя), мм; G_m – модуль сдвига склеиваемого материала при температуре испытания, МПа; E_m – модуль нормальной упругости склеиваемого материала при температуре испытания, МПа.

При испытании по методу Б модуль сдвига вычисляют по формуле:

$$G_{\text{кл}} = \Delta P H_{\text{кл}} / \{ B l_0 - [\Delta l - (\Delta P (l_{\text{ас}} - H_{\text{кл}}) / (B l_0 G_{\text{м}}))] \}$$

где ΔP – приращение нагрузки P на линейном участке диаграммы нагрузка—деформация, Н; Δl – приращение деформации образца, соответствующее приращению нагрузки ΔP , мм; $H_{\text{кл}}$ – толщина клеевого слоя, мм; l_0 – длина клеевого слоя, мм; B – ширина образца, мм; $l_{\text{ас}}$ – расстояние между базовыми точками, мм; $G_{\text{м}}$ – модуль сдвига склеиваемого материала при температуре испытания, МПа.

Твердость по Шору (ГОСТ 24621–81) определяют двумя методами (А и Д). Измеряют (в условных единицах) глубину вдавливания индентора в виде конусной иглы под действием заданной нагрузки.

Образцы должны быть плоскопараллельными толщиной не менее 5 мм (для метода А) и не менее 3 мм (для метода Д) и иметь ровную поверхность без раковин, вздутий, трещин и вмятин. Поверхность образца в месте контакта с опорной поверхностью прибора должна быть ровной на площади радиусом не менее 6 мм от центра индентора.

Образец помещают на твердую ровную горизонтальную поверхность. Твердомер устанавливают на образец вертикально так, чтобы вершина индентора находилась на расстоянии не менее 12 мм от любого края образца, и плавно, без ударов и толчков, прижимают его до плотного соприкосновения опорной поверхности с поверхностью образца. Отсчет показаний прибора проводят спустя 15 ± 1 с после прижатия опорной поверхности прибора к поверхности образца. Допускается проводить отсчет в течение 1 с после прижатия опорной поверхности к поверхности образца. Число измерений на одном образце должно быть не менее трех.

Твердость по Шору (H , усл. ед.) определяют по делениям шкалы прибора и выражают в виде: $H_A/45/15$ или $H_D/60/1$ (где 45 и 60 – показания шкалы прибора; 15 и 1 – время (в с) от момента контакта опорной поверхности прибора с поверхностью образца до момента снятия показания шкалы).

Твердость (ГОСТ 9627.1–75). Определяют глубину вдавливания шарика в поверхность образца при определенной нагрузке.

При приложении нагрузки параллельно слоям шпона толщина образца должна быть равна толщине материала, но не менее 10 мм для древесного слоистого пластика и не менее 20 мм для фанерных плит; ширина не менее 25 мм; длина не менее 40 мм.

При приложении нагрузки перпендикулярно слоям шпона толщина образца должна быть равна толщине материала, но не менее 5 мм, ширина не менее 25 мм, длина не менее 45 мм.

Твердость определяют в точке пересечения диагоналей поверхности образца.

Нагрузка, приложенная к шарикам, должна составить 490, 1225 и 2450 Н для материалов с твердостью ≤ 98 , 98–196 и ≥ 196 МПа, соответственно.

Твердость (H , МПа) вычисляют с погрешностью не более 10 МПа по формуле:

$$H = P / (\pi dh)$$

где P – нагрузка, приложенная к шарикам, Н; d – диаметр шарика, м; h – глубина отпечатка шарика, м.

Внутренние напряжения клеевого слоя (ОСТ 6-10-402–76). Определяют консольным методом, основанным на измерении отклонения свободного конца консольно закрепленной упругой подложки из стали 12Х18Н9Т, которое происходит из-за усадки образцов.

Поверхность подложки обезжиривают тетрагидрофураном. После фиксирования начального положения образцов в держателях на очищенные поверхности с помощью кисти наносят равномерный слой клея толщиной около 100 мкм. Отверждение клея проводят по режиму, установленному в нормативно-технической документации на материал. По мере отверждения клеевой пленки в ней возникает упругая сила (P), равная внутреннему напряжению ($\sigma_{\text{в}}$). Под действием этой силы на конце пластины возникает изгибающий момент, который вызывает отклонение свободного конца образца.

Испытания проводят через 3 сут после отверждения клея. После замера отклонения свободного конца образца (h) при помощи окуляр-микрометра образец снимают с держателей и с помощью прибора ИЗВ-1 измеряют толщину клеевой пленки.

Внутренние напряжения ($\sigma_{\text{в}}$, МПа) с точностью до 1 % рассчитывают по формуле:

$$\sigma_{\text{в}} = E h t^3 / [3 l^2 (t + \Delta t) \Delta t]$$

где E – модуль упругости подложки при растяжении (для стали 12Х18Н9 $E = 2 \cdot 10^5$ МПа); l – длина консоли образца, м; t – толщина стальной подложки, м; Δt – толщина клеевой пленки, м.

Коррозионная активность клея (ГОСТ 9.902–81). Определяется несколькими методами.

Метод I – определяют концентрацию хлорид-ионов, сульфат-ионов и рН водной вытяжки клея. Метод применим для определения коррозионной активности клея по отношению к металлам (кроме титана и его сплавов, высоколегированных коррозионностойких сталей и благородных металлов).

Навеску отвержденного клея массой 100 г (из 10-ти мест каждой партии материала) измельчают и из измельченной пробы берут шесть навесок массой 15 г каждая: три – для определения содержания хлорид-ионов и сульфат-ионов и три – для определения рН водной вытяжки клея. Для испытания используют дистиллированную воду с рН 6,5–6,8.

Клей считают коррозионно-активным при содержании хлорид-ионов в водной вытяжке более 0,02 % (мас.) и (или) массовой доле сульфат-ионов более 0,05 % (мас.) и (или) pH менее 6,0 или более 8,5.

Метод II – сравнивают коррозионное разрушение металла, нагреваемого в герметичном объеме до максимальной температуры эксплуатации в присутствии клея, с коррозионным разрушением металла, подвергнутого такой же обработке без клея.

Испытания проводят на плоских металлических образцах с размерами 50×100 мм и толщиной 1–3 мм.

Предназначенный для работы в замкнутом объеме клей считается коррозионно-активным, если в присутствии клея коррозия металла больше, чем без клея.

Метод III – попеременное воздействие на образцы конденсационной влаги и высушивание. Метод применим для испытания клеев, предназначенных для эксплуатации в условиях воздействия конденсационной влаги.

Испытания проводят циклами. Один цикл испытаний включает последовательную выдержку образцов с клеем и без него при 5 ± 2 °C в течение 30 мин, при 22 ± 3 °C и относительной влажности воздуха не менее 60 % в течение 1 ч и при 55 ± 2 °C в течение 1 ч. Испытания проводят в тропической камере или последовательно в трех термостатах (180 циклов).

Клей не считается коррозионно-активным по отношению к данному металлу, если на металлических образцах с клеем нет коррозии.

Метод IV – попеременное воздействие на образцы повышенной относительной влажности воздуха и повышенной температуры. Метод применяется для клеев, предназначенных для эксплуатации в условиях относительной влажности воздуха до 95 ± 3 %.

Испытания проводят циклами. Один цикл испытаний включает выдержку в течение 6,5 сут при температуре от 15 до 30 °C и $\phi = 95 \pm 3$ % и при обычной влажности в течение 0,5 сут при предполагаемой максимальной температуре эксплуатации.

Выводы о коррозионной активности клея делают на основании сравнения коррозионного разрушения металлического образца, контактировавшего с клеем, с коррозионным разрушением образца без клея, испытанных в одинаковых условиях.

Теплопроводность клеевого шва (ГОСТ 23630.2–79) – для материалов с теплопроводностью от 0,1 до 5 Вт/(м·К) в интервале температур $-100 \dots +400$ °C.

Измеряют тепловое сопротивление образца при монотонном режиме нагрева при заданных температурах испытания.

Образец для испытания представляет собой диск диаметром 15 мм и высотой от 0,5 до 5 мм. Высоту образца выбирают, исходя из ожидаемого значения теплопроводности.

Теплопроводность (λ , Вт/(м·К)) вычисляют по формуле:

$$\lambda = (1 - \sigma_{\beta})h/P_0$$

где h – высота образца, м; P_0 – тепловое сопротивление образца, $\text{м}^2\text{К/Вт}$; σ_{β} – поправка на тепловое расширение образца, рассчитываемое по формуле:

$$\sigma_{\beta} = \beta \Delta t$$

где β – справочное значение коэффициента линейного теплового расширения, К^{-1} ; Δt – температурный интервал испытаний, К.

Коэффициент линейного теплового расширения (ГОСТ 15137–70 или РТМ 1.2.082–86). Определяют приращение длины образца исследуемого материала, вызванное повышением температуры в заданном интервале. Выбор интервала температур определяется значением коэффициента линейного теплового расширения исследуемого материала, погрешностью его определения или особыми требованиями, предусмотренными в стандартах и технических условиях на материал.

Образец представляет собой цилиндр диаметром 10 мм или параллелепипед 7×7 длиной 50–125 мм (ГОСТ 15137–70), или прямоугольную пластину размерами 65×10 мм с толщиной 0,1–2,0 мм (РТМ 1.2.082–86). Поверхности образцов должны быть ровными, не иметь трещин и других дефектов.

Средний коэффициент линейного теплового расширения ($\alpha_{\text{ср}}$, К^{-1}) вычисляют по формуле:

$$\alpha_{\text{ср}} = \Delta l / (l_0 \Delta T)$$

где Δl – приращение длины образца, мм; l_0 – начальная длина образца, мм; ΔT – приращение температуры от T_1 до T_2 ($T_2 - T_1$), К.

Усадка (ГОСТ 18616–80). Определяют разность размеров холодной формы и отформованных и охлажденных в ней образцов, выраженную в процентах от размеров формы (усадку), и разность размеров отформованных и охлажденных образцов, выраженную в процентах от первоначальных размеров образцов (дополнительную усадку).

Отбор проб, тип образца и режим отверждения должны соответствовать нормативно-технической документации на материал.

Усадку (MS, %) вычисляют по формуле:

$$MS = 100(L_0 - L_1)/L_0$$

где L_0 – размер формы, мм; L_1 – размер образца, мм.

Дополнительную усадку (PS, %) вычисляют по формуле:

$$PS = 100(L_1 - L_2)/L_1$$

где L_1 – размер образца перед термообработкой, мм; L_2 – размер образца после термообработки, мм.

Для клеев, не содержащих растворитель, усадку определяют путем измерения плотностей неотвержденного и отвержденного клея. Усадку (X , %) рассчитывают по формуле:

$$X = 100(1 - \rho/\rho_0)$$

где ρ_0 – плотность исходного клея, кг/м³; ρ – плотность отвержденного клея, кг/м³.

Водопоглощение (ГОСТ 4650–80). Стандарт устанавливает методы определения водопоглощения в холодной и кипящей воде (методы А и С); он не распространяется на пленочные материалы, а также на материалы с теплостойкостью ниже 100 °С.

Определяют массу воды, поглощенной образцом в течение точно установленного времени при определенной температуре.

Для испытания используют образцы в форме диска диаметром 50 ± 1 мм и толщиной $3 \pm 0,2$ мм. Образцы из листового материала вырезают в форме квадрата со стороной 50 ± 1 мм, и толщиной, равной толщине материала. Для испытания применяют не менее трех образцов.

Перед испытанием образцы сушат при 50 ± 2 °С в вакуумном сушильном шкафу в течение 24 ± 1 ч до постоянной массы, а затем охлаждают в эксикаторе над оксидом фосфора (V) при 23 ± 2 °С. После охлаждения образцы вынимают из эксикатора и взвешивают.

Метод А (водопоглощение в холодной воде): образцы погружают в дистиллированную воду и выдерживают при 23 ± 2 °С в течение 24 ± 1 ч. После этого образцы вынимают из воды, вытирают чистой сухой тканью или фильтровальной бумагой и не более чем через 1 мин взвешивают.

Метод С (водопоглощение в кипящей воде): образцы погружают в кипящую дистиллированную воду и выдерживают в течение 30 ± 1 мин. После этого образцы извлекают из кипящей воды и охлаждают в дистиллированной воде при температуре 23 ± 2 °С в течение 15 ± 1 мин. Затем вытирают сухой тканью или фильтровальной бумагой и взвешивают.

Массу воды (Δm , мг), поглощенную образцом, вычисляют по формуле:

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

где m_1 – масса образца перед погружением в воду, мг; m_2 – масса образца после извлечения из воды, мг.

Массу воды, поглощенной единицей поверхности образца (X , мг/см²), вычисляют по формуле:

$$X = \Delta m/S$$

где S – поверхность образца, см².

Содержание воды, поглощенной образцом (X_1 , %), вычисляют по формуле:

$$X_1 = 100(m_2 - m_1)/m_1$$

Влагопоглощение (ГОСТ 21513–76). Определяют количество воды, сорбированной единицей массы клеевой пленки при температуре испытания. Вязкость клея, метод нанесения, режим отверждения, толщина и время выдержки перед испытанием должны соответствовать нормативно-технической документации на материал.

При определении влагопоглощения клеевой пленки на металлических пластинках размером 50×50 мм и толщиной $0,25$ – $0,30$ мм пластинки с пленкой предварительно взвешивают с точностью до $0,0001$ г и свободно подвешивают на расстоянии 10 мм друг от друга на крючках из медной проволоки в ванночке, наполненной дистиллированной водой с температурой 20 ± 2 °С. Пластинки должны быть полностью погружены в воду. Через 24 ч пластинки вынимают из воды, осушают фильтровальной бумагой, помещают в предварительно взвешенный с точностью $0,0001$ г стаканчик и взвешивают. Влагопоглощение (W_{II} , %) вычисляют по формуле:

$$W_{II} = 100(m_2 - m_1)/(m_1 - m_0)$$

где m_0 – масса чистой пластинки, г; m_1 – масса пластинки с клеевой пленкой до испытания, г; m_2 – масса пластинки с клеевой пленкой после испытания, определяемая разностью массы пластинки со стаканчиком и массы стаканчика, г.

Для определение влагопоглощения свободной пленки в эксикаторе используют пленки массой не более $0,2$ г. Пленку помещают в предварительно взвешенный с точностью до $0,0001$ г стаканчик и взвешивают. Затем пленку вынимают из стаканчика и свободно подвешивают на медный или стеклянный крючок в эксикаторе, где поддерживается относительная влажность 95 ± 2 %. Испытания проводят при 20 ± 2 °С. Через 24 ч пленку вынимают из

эксикатора, помещают в стаканчик и взвешивают с точностью до 0,0001 г. Влагопоглощение ($W_{\text{вл}}$, %) вычисляют по формуле:

$$W_{\text{вл}} = 100(m_3 - m_2)/(m_2 - m_1)$$

где m_1 – масса пустого стаканчика, г; m_2 – масса стаканчика с клеевой пленкой до испытания, г; m_3 – масса стаканчика с клеевой пленкой после испытания, г.

Стойкость к различным агрессивным средам (ГОСТ 12020–72). Определяют изменение массы и линейных размеров образца после выдержки в течение определенного периода времени в различных реагентах.

Образцы изготавливают в форме диска диаметром 50 ± 1 мм и толщиной $3 \pm 0,2$ мм или квадрата со стороной 50 ± 1 мм и толщиной $3 \pm 0,2$ мм (или равной толщине пленочного материала). Образцы помещают в сосуд с реагентом, нагретым до температуры испытания. Промежуточные измерения массы образцов проводят через 12, 24, 36, 48, 72, 96 и 120 ч и затем каждые 5 сут. Максимальная продолжительность испытания не должна превышать 550 сут.

Изменения массы образца (Δm , %) после каждого периода испытания вычисляют по формуле:

$$\Delta m = 100(m_1 - m)/m$$

где m – масса испытуемого образца до его первого погружения в реагент, г; m_1 – масса испытуемого образца после его выдержки в реагенте, г.

Изменение линейных размеров (Δl , %) после каждого периода испытания вычисляют по формуле:

$$\Delta l = 100(l_1 - l)/l$$

где l – линейный размер образца до первого погружения в реагент, мм; l_1 – линейный размер образца после его выдержки в реагенте, мм.

Удельное объемное электрическое сопротивление, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, электрическая прочность. Определяют при частоте 50 Гц.

Если нет особых указаний, то испытания проводят при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха 65 ± 15 %.

Удельное объемное электрическое сопротивление (ρ_v , Ом·м) (ГОСТ 6581–75) рассчитывают по формуле

$$\rho_v = RC_v / \epsilon_0 = 11,3 RC_v$$

или

$$\rho_v = RC_0 / \epsilon_0 = 11,3 RC_0$$

где R – измеренное сопротивление, Ом; ϵ_0 – абсолютная диэлектрическая проницаемость для вакуума (0,886 нФ/м); C_v – электрическая емкость электрода в воздухе, нФ; C_0 – «постоянная» электрода, нФ, определенная по формуле:

$$C_0 = (C_k - C_b) / (\epsilon_k - 1)$$

где C_k – электрическая емкость калибровочной жидкости, нФ; ϵ_k – диэлектрическая проницаемость калибровочной жидкости, нФ/м.

Определение удельного объемного электрического сопротивления при его значении менее 10^4 Ом·м проводят по ГОСТ 20214–74. Измеряют падение напряжения на определенном участке образца при прохождении постоянного тока с помощью прибора с высоким входным сопротивлением (электрометра). Испытания проводят при 15 – 35 °С и относительной влажности воздуха 45 – 75 %.

Образцы для испытаний представляют собой пленки размером $100 \times 10 \times 2$ мм. Их готовят двумя способами:

1) вырезают из пленок, полученных при нанесении клея на материал с антиадгезионным покрытием, отверждении и удалении с этого материала;

2) нанесением клея на пленки из диэлектрика с удельным объемным электрическим сопротивлением более 10^{11} Ом·м.

Определение тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg} \delta$) (ГОСТ 6581–75) и диэлектрической проницаемости (ϵ , Ф/м) (ГОСТ 22372–77) проводят с применением моста переменного тока или любого другого прибора, обеспечивающего измерение $\text{tg} \delta$. Диэлектрическую проницаемость рассчитывают по формулам:

$$\text{при } \text{tg} \delta \leq 0,1 \quad \epsilon = C_x / C_b \text{ или } \epsilon = (C_x - C_{\text{II}}) / C_0$$

$$\text{при } \text{tg} \delta > 0,1 \quad \epsilon = (C_x / C_b) [1 / (1 + \text{tg}^2 \delta)] \text{ или } \epsilon = [(C_x - C_{\text{II}}) / C_0] [1 / (1 + \text{tg}^2 \delta)]$$

где C_x – электрическая емкость электрода, заполненного испытуемой жидкостью, пФ; C_b – электрическая емкость электрода, заполненного воздухом, пФ; C_0 – «постоянная» электрода, пФ; C_{II} – поправочная (паразитная) электрическая емкость, пФ, рассчитанная по формуле:

$$C_{\text{II}} = C_b - C_0$$

Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне частот от 100 до $5 \cdot 10^6$ Гц проводят по ГОСТ 22372–77. Испытания проводят в интервале температур $-60 \dots +250$ °С.

Образцы для испытаний должны быть изготовлены в виде круглых или квадратных пластин, имеющих диаметр или ширину от 2,5 до 15 см, толщину не менее 0,015 см. Измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь проводят на одном и том же образце.

Электрическая прочность (ГОСТ 6433.3–71). Образцы представляют собой диски диаметром 25–150 мм и толщиной 1,5–4 мм; диаметр электродов 25 мм.

Для испытания используют высоковольтный трансформатор ($U \approx 50$ кВ, $I \approx 40$ мА, $P \approx 2$ кВт).

Электрическую прочность ($E_{\text{пр}}$, кВ/м) рассчитывают по формуле:

$$E_{\text{пр}} = U_{\text{пр}} / \delta$$

где $U_{\text{пр}}$ – напряжение пробоя, кВ; δ – толщина образца, м.

Коэффициент интегрального светопропускания (ГОСТ 15875–70). Распространяется на оптически прозрачные клеи и устанавливает методы измерения коэффициента интегрального светопропускания, представляющего собой отношение всего светового потока, прошедшего через образец, независимо от его пространственного распределения, к потоку, падающему на образец.

Для испытания используют плоские прямоугольные образцы отвержденного клея размерами от 50×50 до 110×150 мм или плоские круглые образцы диаметром не менее 50 мм. Измерения проводят при помощи фотометра.

На коэффициент интегрального светопропускания влияют потери света за счет отражения от поверхностей образца, которые не характеризуют качества испытуемого материала.

Потери на отражение (R , %) вычисляют по формуле:

$$R \approx (n - 1)^2 (T + 100) / (n + 1)^2$$

где n – показатель преломления испытуемого материала; T – коэффициент интегрального светопропускания образца.

Коэффициент интегрального светопропускания (T_0) с учетом потерь на отражение вычисляют по формуле:

$$T_0 = T / (1 - R / 100)$$

Показатель преломления (ГОСТ 3516–74). Распространяется на оптически прозрачные клеи, и устанавливает метод измерения показателя преломления с погрешностью $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ и дисперсией, не превышающей $\pm 2 \cdot 10^{-5}$, в видимой области спектра.

Метод основан на явлении полного внутреннего отражения при прохождении луча света из среды с большим показателем преломления в среду с меньшим показателем.

Испытуемый образец должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда с размерами 20×20×10 мм. Отклонения размеров не должны превышать ± 1 мм.

Для определения показателя преломления измеряют предельный угол i выхода светового луча из оптической системы.

Показатель преломления испытуемого образца n_λ для светового луча с длиной волны λ вычисляют по формуле:

$$n_\lambda = \sqrt{N_\lambda^2 - \sin^2 i}$$

где N_λ – показатель преломления измерительной призмы для луча с длиной волны λ ; i – предельный угол выхода луча.

Горючесть (ОСТ 1 90094–79). Метод заключается в воздействии пламени горелки (максимальная температура 840 °С) на образец, установлении продолжительности (времени) горения и тления образца после удаления источника зажигания, определении потери массы образца, максимальной длины обугленного участка, максимальной высоты пламени по образцу в процессе воздействия пламени горелки, времени, необходимого для воспламенения образца и скорости распространения пламени по образцу. Образцы изготавливают в виде клеевых соединений двух полос стеклоткани СТ-24П с размерами 290×70 мм, склеенных испытуемым клеем. Испытание образцов проводят в вертикальном положении, время эксперимента 12 с.

По степени горючести клеи классифицируют следующим образом.

Группа 1 – *трудногорючие*. К этой группе относят материалы, у которых после удаления источника пламени не наблюдается остаточное горение и тление, а средняя длина прогоревшей части составляет менее 170 мм.

Группа 2 – *самозатухающие*. После удаления источника пламени остаточное горение длится не более 15 с, средняя длина прогоревшей части составляет менее 170 мм.

Группа 3 – *медленногорючие*. При испытании в горизонтальном положении скорость распространения пламени не более 60 мм/мин.

Группа 4 – *сгорающие*. К этой группе относятся материалы, не удовлетворяющие вышеуказанным требованиям.

5.2. Испытания клеевых соединений

Целью испытаний является:

- выбор рецептуры клея для конкретного назначения и его паспортизация;
- оценка технологических вариантов склеивания и установление оптимального режима склеивания;
- контроль соответствия качества клеевой композиции требованиям нормативно-технической документации;
- определение характеристик деформативности клеевого шва для расчета прочности клеевых соединений в изделиях;
- экспериментальное исследование влияния конструкции клеевого соединения на прочность;
- исследование влияния длительного механического нагружения для установления эксплуатационной надежности клеевых соединений с учетом влияния факторов внешней среды;
- контроль качества клеевых соединений в изделиях (неразрушающие методы контроля).

Образцы для испытания клеевых соединений можно специально изготавливать или вырезать из готовой продукции (например, при испытании клееной древесины).

При изготовлении образцов клеевых соединений следует помнить, что на их свойства существенно влияют качество используемого клея и тщательность соблюдения технологии склеивания. В связи с этим клей должен быть приготовлен из качественных компонентов в пределах срока их хранения. Рецепт клея и тщательность перемешивания должны быть строго выдержаны. Клей должен быть однородным, без сгустков и посторонних включений.

Образцы для изготовления клеевых соединений должны быть подготовлены надлежащим образом. Используемые для склеивания материалы должны соответствовать предъявляемым к ним требованиям. Поверхности образцов должны быть подогнаны друг к другу; зазубрины, острые кромки, заусенцы и царапины не допускаются. Образцы должны иметь форму, размеры, кривизну и параллельность в соответствии с установленными допусками.

При определении прочности клеевых соединений материалов, для которых характерна анизотропия свойств (композиционные материалы, стеклопластики, органопластики и др.), образцы следует изготавливать вдоль главных осей анизотропии. Допускается изготавливать образцы, вырезанные под углом к направлению главных осей анизотропии, если это предусмотрено нормативно-технической документацией на клей; при этом следует указывать расположение волокон наполнителя, направление раскатки материала или другие характерные показатели. Как правило можно использовать образцы таких материалов, в которых плоскость склеивания перпендикулярна плоскости ориентации наполнителя или направлению раскатки. Такие образцы обозначают индексом 90, а образцы, в которых плоскость склеивания параллельна, обозначают индексом 0.

Для ряда неметаллических материалов должны быть выдержаны оговоренные требования – время с момента изготовления образцов до их склеивания, условия их хранения, в некоторых случаях содержание влаги.

Поверхности образцов под склеивание следует готовить в соответствии с действующей нормативно-технической документацией. Должны быть выдержаны такие параметры технологического процесса склеивания, как расход и равномерность нанесения клея, время открытой выдержки, температура, давление и продолжительность отверждения, скорость нагревания и охлаждения, влажность помещения, в котором проводится склеивание. Технология склеивания образцов должна соответствовать нормативно-технической документации. После распрессовки образцов клеевые подтеки на них следует осторожно зачистить.

Клеевой шов после отверждения должен быть сплошным и однородным. Трещины, пузыри, отслоения, зазоры по торцам клеевого соединения не допускаются.

Для большинства методов испытания с целью получения достоверных результатов регламентировано число образцов. При склеивании металлов и неметаллических материалов со стабильными свойствами число образцов для каждой температуры испытания должно быть равным пяти. При получении неудовлетворительных результатов испытания, например при входном и выходном контроле, при повторных испытаниях это число удваивается. При испытаниях на длительную прочность и выносливость число образцов может составить 10 и более. При склеивании материалов, свойства которых имеют существенный разброс, для определения прочности клеевых соединений как правило испытывают не менее 15 образцов.

После изготовления клеевые соединения до испытания должны быть выдержаны определенное время. Образцы клеевых соединений металлов и различных неметаллических материалов (кроме древесины) при склеивании клееми холодного отверждения испытывают непосредственно после окончания отверждения.

При склеивании клееми горячего отверждения образцы клеевых соединений испытывают не ранее чем через 12 ч после окончания отверждения.

Образцы, изготовленные с применением термопластичных и гигроскопичных клеев, следует хранить в специальных условиях, оговоренных нормативно-технической документацией на клей.

Образцы клеевых соединений древесины после склеивания при комнатной температуре до испытания выдерживают при температуре 18 ± 5 °С и относительной влажности 65 ± 10 % не менее трех суток (в зависимости от типа клеевого соединения). После склеивания при повышенной температуре их выдерживают до испытания не менее 24 ч.

Важным фактором для получения достоверных результатов испытаний, является применяемое оборудование. Оборудование, используемое для проведения механических испытаний, должно соответствовать требованиям, предусмотренным в нормативно-технической документации на методы испытания. Аппаратура должна иметь минимальную инерционность при установленных режимах испытаний, так как инерционность влияет на достоверность фиксации измеряемой величины. Измерительную шкалу прибора выбирают таким образом, чтобы обеспечить точность измерения, предусмотренную стандартом. Образцы в захватах устанавливаются так, чтобы при испытании исключить движение образца относительно захвата в месте крепления, не вызвать его разрушения в этом месте и обеспечить направление действия силы, предусмотренное в стандарте. Необходимо, чтобы нагрузка, при которой происходит разрушение образцов, находилась в пределах точности показаний испытательной машины.

Скорость нагружения образцов – второй важный фактор, который следует выдерживать при проведении испытаний. Так, для определения статических характеристик клеевых соединений металлов используются машины, обес-

печивающие измерение нагрузки с точностью до 1 % и регулирование скорости перемещения нагружающего зажима машины в диапазоне от 1 до 250 мм/мин.

Третий фактор – температура в клеевом шве при испытании. Испытания при повышенных или низких температурах проводят на машинах, оборудованных камерами для создания нужной температуры. Нагревательная (или охлаждающая) камера испытательной машины должна обеспечивать возможность поддержания нужной температуры с заданной точностью равномерно по всему объему. Замер температуры должен проводиться таким образом, чтобы была полная уверенность, что нужная температура фиксируется в клеевом шве. Испытание следует проводить только после определенной выдержки образцов в камере испытательной машины, гарантирующей полное и равномерное достижение температуры по всей площади клеевого соединения.

Заключительной стадией испытаний является обработка результатов. При числовом выражении рассчитывают среднее значение определяемого показателя как среднее арифметическое из результатов, полученных для всех образцов, или как среднее логарифмическое (в соответствии с требованиями стандарта на метод испытания). Иногда результаты механических испытаний выражают графически, например при испытаниях на выносливость или длительную прочность.

В ряде случаев документацией предусматривается статистическая обработка результатов испытаний. В этом случае могут определяться такие показатели, как среднее квадратичное отклонение (характеризующее рассеяние экспериментальных данных) и вариационный коэффициент. В соответствии с ГОСТ 14359–69 стандартное отклонение отдельных значений (S) вычисляют по формуле:

$$S = \sqrt{(\sum x_i^2 - Nx_{cp}^2)/(N-1)} = \sqrt{\sum (x_i - x_{cp})^2/(N-1)}$$

где x_i – отдельное значение определяемого показателя; x_{cp} – среднее значение определяемого показателя; N – число отдельных значений определяемых показателей, входящих в расчет.

Стандартное отклонение среднего значения (S_{cp}) вычисляют по формуле:

$$S_{cp} = S/\sqrt{N}$$

Границы доверительного интервала $2\Delta x$, в которые заключено значение показателя x , определяют по формулам: для нижней границы

$$2\Delta x = x_{cp} - \Delta x$$

для верхней границы

$$2\Delta x = x_{cp} + \Delta x$$

где Δx – вероятное отклонение искомого показателя x от полученного среднего значения x_{cp}

$$\Delta x = tS/\sqrt{N} = tS_{cp}$$

где t – критерий точности.

Критерий точности t зависит от числа измерений и выбранной вероятности нахождения рассчитанных среднеарифметических значений внутри доверительного интервала. Как правило используют вероятность, равную 0,95, при которой этот критерий имеет значения, приведенные в табл. 5.3.

Таблица 5.3 Зависимость критерия точности t от числа измерений

Число образцов K	t	Число образцов K	t
2	12,71	16	2,13
3	4,30	18	2,11
4	3,18	20	2,09
5	2,78	25	2,06
6	2,57	30	2,04
7	2,45	35	2,03
8	2,37	40	2,02
9	2,30	50	2,01
10	2,26	60	2,00
12	2,20	120	1,98
14	2,18		

Коэффициент вариации среднего значения (V , %) вычисляют по формуле:

$$V = 100S_{cp}/x_{cp}$$

Относительную ошибку (ξ , %) вычисляют по формуле:

$$\xi = 100\Delta x/x$$

Основные методы испытания клеевых соединений приведены в табл. 5.4. Некоторые методы испытаний описаны ниже.

Таблица 5.4. Основные сведения по методам испытания прочностных характеристик клеевых соединений.

Показатель, размерность	Обозначение показателя	Нормативный документ
Прочность при сдвиге, МПа	$\tau_{сдв}$	ГОСТ 14759–69. Клеевые соединения металлов. Метод определения прочности при сдвиге
		ГОСТ 410–77. Определение прочности связи резины с металлом при сдвиге
		РТМ 1.2.119–88. Клеи. Метод определения прочности при сдвиге клеевого соединения полимерного материала с металлом
		РТМ 1.2.126–88. Клеи. Метод определения прочности при сдвиге клеевых соединений листовых неметаллических материалов
		РТМ 1.2.075–86. Метод определения прочности при сдвиге клеевого соединения сотоваркаса материалов типа ТЗ СПК
		ОСТ 3-4588–80. Материалы теплозащитные. Методы определения прочности сцепления теплозащитных материалов при сдвиге
		ОСТ 1 90331–82. Клеи. Метод определения прочности при сдвиге клеевых соединений пленочных и эластичных декоративных материалов.
		ОСТ 1 90071–72. Клеи. Метод определения прочности при сдвиге клеевого соединения сотового заполнителя с обшивкой
		Методика НИИАТМ № 37.053.077–90. Методика изготовления и испытания клеесварных, клеевых и сварных соединений металлов на сдвиг
	τ_p	Методика НИИАТМ № 37.053.038–84. Клеи и герметики анаэробные. Метод определения прочности при аксиальном сдвиге
	$\tau_{тр}$	ОСТ 1 90358–84. Клеи. Метод определения прочности вспененных клеевых соединений металлов при осевом сдвиге образцов типа «труба в трубе»
Прочность при равномерном отрыве, МПа	$\sigma_{отр}$	ГОСТ 14760–69. Клеевые соединения металлов. Метод определения прочности при отрыве
		ГОСТ 209–75. Резина и клей. Методы определения прочности связи резины с металлом при отрыве
		ОСТ 3-4587–80. Материалы теплозащитные. Методы определения предела прочности сцепления теплозащитных материалов при отрыве
		ОСТ 1 90069–71. Клеи. Метод определения прочности при отрыве сотового заполнителя с обшивкой
	σ_v	РТМ 1.2.048–84. Метод определения прочности при равномерном отрыве клеевого соединения «фетр-металл» в высоковольтном термоуплотнении
Прочность при неравномерном отрыве, кН/м	$S_{отр}$	ГОСТ 15867–79. Детали и изделия из древесины и древесных материалов. Методы определения прочности клеевых соединений на неравномерный отрыв облицовочных материалов
		ОСТ 1 90016–71. Клеи. Метод определения прочности при неравномерном отрыве
Прочность клеевых соединений болт–гайка	$M_{отв}$	Методика НИИАТМ №37.053.053–86. Методика определения прочности клеевых соединений «болт – гайка»
Прочность при расслаивании, кН/м	σ_p	ГОСТ 6768–75. Резина и прорезиненная ткань. Метод определения прочности связи между слоями при расслаивании
		ОСТ 1 90152–74. Клеи резиновые. Методы испытаний. Определение прочности связи при расслаивании тканевых полосок
	$S_{рассл}$	ОСТ 1 90332–82. Клеи. Метод определения прочности при расслаивании пленочных и эластичных декоративных материалов
	P_p	ОСТ 1 90153–74. Клеи. Метод определения прочности склеивания сотового заполнителя при расслаивании.
Прочность при отслаивании, кН/м	$\sigma_{отс}$	ГОСТ 411–77 Резина и клей. Методы определения прочности связи с металлом при отслаивании
		ОСТ 1 90315–83. Клеи. Метод определения прочности при отслаивании клеевых соединений пленочных и эластичных декоративных материалов
	$P_{отс}$	ОСТ 1 90196–75. Клеи. Метод испытания на прочность при отслаивании клеевого соединения сотового заполнителя с обшивкой
Прочность при скалывании, МПа	$\tau_{ск}$	ГОСТ 15613.1–84. Древесина клееная массивная. Методы определения предела прочности клеевых соединений при скалывании вдоль волокон
		ГОСТ 9624–73. Древесина слоистая клееная. Метод определения предела прочности при скалывании
Герметичность клеевого соединения	–	ОСТ 1 90340–83. Клеи. Метод испытания клеевого соединения на герметичность
Трещиностойкость, мН/м	$G_{1с}$	РТМ 1.2.092–86. Метод испытания клеевых соединений металлов на трещиностойкость под действием отрывающих моментов

Прочность при сдвиге клеевых соединений рассчитывают по формуле:

$$\tau_{\text{сдв}} = P/S$$

где $\tau_{\text{сдв}}$ – прочность при сдвиге, МПа; P – разрушающая нагрузка, МН; S – площадь склеивания, м².

Прочность при сдвиге клеевых соединений металлов (ГОСТ 14759–69). Размер образцов 2×20×60 мм; длина нахлестки 15 мм; площадь склеивания 3 см²; смещение образцов по ширине не более 0,5 мм. Склеенные образцы выдерживают до испытания не менее 12 ч. Точность метода – до 1 %.

Испытания проводят при температурах от –196 до 1200 °С. Отклонение не должно превышать значений, указанных в табл. 5.5.

Таблица 5.5. Допускаемые отклонения температуры

Интервал температур, °С	Отклонение температуры, °С
–196–200	± 2
200–600	± 3
600–900	± 4
900–1200	± 6

В качестве термопар (замер температуры по ГОСТ 6616–61) используют: медь–константан или хромель–копель (–196... +400 °С), хромель–алюмель (400–1100 °С), платино–платинорадиевый (1100–1200 °С).

При испытании ось образца должна совпадать с осью приложения нагрузки. Скорость движения зажима машины 10 мм/мин (допускается до 20 мм/мин), продолжительность нагрева (охлаждения) в воздухе 30–45 мин, в жидком агенте 10–15 мин.

Прочность при сдвиге клеевого соединения полимерного материала с металлом (РТМ 1.2.119–88). Определение статической прочности клеевого соединения проводят в условиях нормальной (23±2 °С), пониженной (до –150 °С) и повышенной (до 300 °С) температур.

Как и при определении прочности клеевых соединений металлов определяют разрушающую силу при растяжении образца, склеенного внахлестку.

Образец состоит из двух полос (одна вырезана из полимерного материала с размерами 20×85 мм, вторая – из металла с размерами 2×20×60 мм); допускается применение образцов длиной до 200 мм и образцов с отверстиями. Отверстие, если оно необходимо, располагается в центре металлической пластины, центр отверстия – на расстоянии 15 мм от края металла. Полимерный материал наклеивается таким образом, чтобы сдвигающее усилие было направлено по утку наполнителя.

Скорость движения активного захвата машины 10–20 мм/мин; расстояние между захватами 50±5 мм.

Металлический образец допускается закреплять через отверстие при помощи шпилек (в верхнем захвате), при этом полимерный материал захватывается нижним зажимом на расстоянии 20±5 мм от клеевого слоя.

Прочность при сдвиге клеевых соединений листовых неметаллических материалов (РТМ 1.2.126–88). Образец для испытаний состоит из двух полос листового неметаллического материала, склеенных внахлестку. Размеры образца для испытаний приведены в табл. 5.6.

Таблица 5.6. Типы и размеры образцов для определения прочности при сдвиге клеевого соединения листовых неметаллических материалов

Тип образца		Размеры, мм		
		L	l	l_1
1	а	105 ± 0,5	60 ± 0,3	-
	б	155 ± 0,5	85 ± 0,3	-
	в	195 ± 0,5	105 ± 0,3	-
2	а	105 ± 0,5	60 ± 0,3	30 ± 5
	б	155 ± 0,5	85 ± 0,3	55 ± 5
	в	195 ± 0,5	105 ± 0,3	75 ± 5

Образцы типов 1а и 2а (см. табл. 5.6.) предназначены для испытаний при нормальной и повышенной температурах, образцы типов 1б, 1в, 2б, 2в – для испытаний при пониженных температурах.

Допускается применять образцы с отверстиями; расстояние между центрами отверстий должно быть не менее 70 мм.

В случае анизотропных материалов полосы (заготовки) для образцов вырезают в направлении главных осей анизотропии (рекомендуется в направлении наибольшей прочности материалов).

Прочность при сдвиге клеевого соединения сотокаркаса (РТМ 1.2.075–86). Образец для испытаний состоит из двух полос, вырезанных из сотокаркаса и склеенных внахлестку. Размеры полос – 80×10 мм. Размер нахлестки 15±0,5 мм.

Испытания проводят при температуре от –150 до 200 °С при скорости нагружающего зажима машины 10–20 мм/мин. При испытании образцов при повышенной (пониженной) температуре их выдержка должна

проводиться внутри нагревательной (холодильной) камеры, находящейся на испытательной машине, в течение 30 ± 5 мин.

Прочность при сдвиге клеевых соединений пленочных и эластичных декоративных материалов (ОСТ 1 90331–82). Склеивают две полосы материала, каждая из которых имеет размеры 80×20 мм, с нахлесткой 15 мм. Допускается применять образцы шириной $25 \pm 0,5$ мм. Продолжительность выдержки образца при заданной температуре 10 ± 5 мин. Метод предусматривает испытания при температурах от -150 до 400 °С. Скорость движения подвижного зажима машины 50 ± 10 мм/мин. Расстояние между зажимами 50 ± 5 мм.

Если при испытании разрушение происходит по материалу, то констатируют, что $\tau_{\text{сдв.ист}} > \tau_{\text{сдв.}}'$.

Прочность сцепления теплозащитных материалов (ТЗМ) при сдвиге (ОСТ 34588–80). Стандарт распространяется на отвержденные ТЗМ и устанавливает методы определения предела прочности сцепления ТЗМ с конструкционным материалом при нормальной, повышенной и пониженной температурах, а также прочности сцепления между слоями ТЗМ (в том случае, если прочность ТЗМ ниже прочности адгезионного слоя).

Образец для испытаний состоит из двух металлических пластин размером $70 \times 20 \times (3-5)$ мм, между которыми клеен ТЗМ в месте нахлестки, размер которой составляет 15 мм.

Прочность при сдвиге сотового заполнителя с обшивкой (ОСТ 1 90071–72). Образец представляет собой две металлические пластинки, между которыми клеен сотовый заполнитель.

Прочность при сдвиге клееварных соединений металлов (методика НИИАТМ № 37.053.077–90). Образец для испытаний представляет собой две пластины листового металла размерами $100 \times 100 \times 0,8$ мм, соединенных внахлест с помощью клея с последующей сваркой. Длина нахлестки 15 мм; толщина клеевого слоя 1–2 мм.

Сварка образцов (ГОСТ 15878–79-А-Кт) производится по неотвержденному клеевому слою в течение 1 ч после нанесения клея; диаметр сварной точки 5 мм.

Время и температура отверждения клеевого слоя должны соответствовать нормативно-технической документации на клей.

Прочность клеевого соединения определяют на разрывной машине, позволяющей проводить испытания на растяжение и измерять нагрузку с точностью до 1 %. Скорость перемещения нижнего захвата разрывной машины должна быть 10 мм/мин.

Прочность при аксиальном сдвиге (методика НИИАТМ № 37.053.038–84). Распространяется на клеи и анаэробные герметики и устанавливает метод определения показателя при аксиальном сдвиге при распрессовке склеенного цилиндрического соединения в зависимости от размера зазора и времени отверждения клея или герметика.

Образцами для испытаний являются соединения вал–втулка, склеенные по цилиндрическим поверхностям испытываемым клеем или анаэробным герметиком. Внешний диаметр втулки 25 мм, внутренний диаметр 12 мм, высота втулки 9,6 мм; диаметр вала 11,70; 11,80; 11,85; 11,90 или 11,95 мм, длина вала 25 мм. Клей наносят на внутреннюю поверхность втулки, распределяя его равномерно по всей поверхности, и на поверхность вала на длину около 10 мм ближе к одному из концов вала. Устанавливают вал участком с нанесенным клеем или герметиком в отверстие втулки и проворачивают его в каждую сторону на 180° для равномерного распределения клеевого материала по склеиваемым поверхностям.

Испытания проводят на разрывной машине, обеспечивающей измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % и позволяющей проводить испытания на сжатие (осевой сдвиг) при скоростях сближения опорных площадок $2 \pm 0,1$ мм/мин. Отмечают максимальную нагрузку при осевом перемещении вала относительно втулки до полного разрушения соединения вал–втулка.

Прочность при аксиальном сдвиге (τ_p , МПа) при распрессовке цилиндрического соединения вал–втулка вычисляют по формуле:

$$\tau_p = P/S$$

где P – максимальная нагрузка при сдвиге, Н; $S = \pi Dh$ – поверхность клеевого слоя на валу, m^2 ; h – высота втулки, м; D – диаметр вала.

Прочность вспененных клеевых соединений при осевом сдвиге на образцах типа «труба в трубе» (ОСТ 1 90352–84). Интервал температур испытания $-150 \dots +400$ °С.

Метод основан на определении разрушающей силы при статическом нагружении образца сжимающими усилиями, вызывающими сдвиг внутренней трубы относительно внешней трубы в направлении оси образца.

Образец для испытания состоит из двух отрезков круглых металлических труб разного диаметра и одинаковой высоты, расположенных соосно один внутри другого, пространство между которыми заполнено испытываемым вспененным клеем.

Прочность при сдвиге образцов типа «труба в трубе» ($\tau_{\text{тр}}$, МПа) вычисляют по формуле:

$$\tau_{\text{тр}} = P_{\text{макс}}/F$$

где $P_{\text{макс}}$ – максимальная разрушающая сила, Н; F – площадь сдвига, m^2 , вычисленная с точностью $\pm 10^{-6} m^2$ по формуле:

$$F = \pi D_1 h$$

где D_1 – наружный диаметр внутренней трубы, м; h – высота образца, м.

Прочность при сдвиге при трении. Образцы шпилька–гайка из материала 1Х16Н4Б (ЭП-56) или 12Х18Н10Т. Ключи для измерения момента сопротивления при отвинчивании с ценой деления не более 1 Н·м.

Образцы тщательно обезжиривают бензином и ацетоном. Испытуемый клей-герметик через капельницу наносят на 3–6 витков резьбы шпильки так, чтобы полностью заполнить профиль (впадины) резьбы. Гайку заворачивают медленно, колебательным движением вперед–назад (для обеспечения равномерного распределения клея-герметика между шпилькой и гайкой) на 10–15 мм резьбы шпильки и на выступающую часть резьбы наносят тот же герметик. Медленно отвинчивают гайку до конца шпильки и снова заворачивают так, чтобы резьба выступала на 3–5 мм. Собранные образцы выдерживают при 20–30 °С до полного отверждения.

Определяют момент сопротивления отвинчиванию как среднеарифметическое значение моментов отвинчивания (M_p), измеренных при повороте гайки на 90°, 180°, 270° и 360°.

Прочность на сдвиг при трении (τ_p , МПа) рассчитывают по формуле:

$$\tau_p = M_p / (\pi d^2 l)$$

где M_p – среднее арифметическое значение сопротивления отвинчиванию, Н·м; d – средний диаметр резьбы, м; l – длина контактируемых соединений (высота гайки), м.

Прочность при равномерном отрыве. *Прочность при отрыве клеевых соединений металлов* (ГОСТ 14760–69). Определяют разрушающую силу при растяжении образца усилиями, приложенными перпендикулярно плоскости склеивания.

Образцы для испытаний имеют форму грибков (диаметр склеиваемой поверхности 25 мм, длина заготовки образца 20–25 мм). Образцы до испытаний выдерживают 12 ч в условиях помещения. Продолжительность нагрева (охлаждения) образцов на воздухе 45–60 мин, в жидком хладагенте 15–20 мин.

Испытания проводят при температурах от –196 до 1200 °С; точность испытания до 1 %.

Расчет прочности при равномерном отрыве ($\sigma_{отр}$, МПа) проводят по формуле:

$$\sigma_{отр} = P/F$$

где P – максимальная нагрузка, МН; F – площадь образца, м².

Прочность склеивания теплозащитных материалов (ТЗМ) с металлами при равномерном отрыве (ОСТ 3-4587–80). Образцы представляют собой грибки или цилиндры. Диаметр склеиваемой поверхности 25 или 35 мм; толщина вклеиваемого ТЗМ 1–10 мм.

Прочность при отрыве клеевого соединения сотового заполнителя с обшивкой (ОСТ 1 90069–71). Используют образцы-грибки, между которыми вклеен сотовый заполнитель. Диаметр склеиваемой поверхности 50 мм. Параметры испытания те же, что и при испытании на равномерный отрыв по ГОСТ 14759–69.

Температура испытания от –196 до 1200 °С; точность испытаний до 1 %.

Образцы до испытания выдерживают 12 ч в условиях помещения. Продолжительность нагрева (охлаждения) на воздухе 45–60 мин, в жидком хладагенте 15–20 мин.

Прочность при равномерном отрыве клеевого соединения фетр–металл в высоковорсовом термоуплотнении (РТМ 1.2.048–84). Образец фетра вклеивают между металлическими образцами, имеющими размеры 50×50×4 мм. Температура испытания от –130 до 300 °С. Скорость движения нагружающего зажима машины 5±0,5 мм/мин; точность метода до 1 %.

Прочность (σ_v , МПа) вычисляют по формуле:

$$\sigma_v = P_{разр} / S$$

где $P_{разр}$ – разрушающая сила, Н; $S = ab$ – площадь склеивания, м², вычисленная с точностью до 0,001 м²; a – длина площади склеивания, м; b – ширина площади склеивания, м.

Прочность при неравномерном отрыве (ОСТ 1 90016–71). Определяют разрушающую силу при растяжении стандартного образца клеевого соединения в условиях неравномерного распределения напряжений по площади склеивания.

Основной метод предназначен для получения сопоставимых результатов для клеев различных марок при температурах –196...+600 °С. Испытуемый образец представляет собой относительно толстую бобышку, которую приклеивают к середине тонкой металлической полосы, жестко закрепленной на двух опорах.

Образцы готовят из следующих элементов: бобышки размером 40×25×10 мм и пластины размером 280×30×1 мм.

Образец закрепляют на разрывной машине в специальном приспособлении. Передвижные опоры приспособления сдвигают симметрично на расстояние 200 мм, концы полосы жестко закрепляют винтами. Бобышку крепят в подвижном захвате, который перемещают со скоростью 10 мм/мин.

Прочность при неравномерном отрыве ($S_{отр}$, МН/м) определяют по формуле:

$$S_{отр} = P/b$$

где P – максимальная нагрузка, МН; b – ширина образца в месте разрушения клеевого соединения, м.

Дополнительный метод. Конструкция образца может изменяться: могут изменяться размеры образца, расстояние между зажимами, может быть вклеен сотовый наполнитель. Скорость движения активного захвата машины 10–20 мм/мин.

Прочность клеевых соединений болт–гайка (методика НИИАТМ № 37.053.053–86). Определяют усилие отвинчивания соединения болт–гайка и подсчитывают первоначальный момент отвинчивания и максимальный момент отвинчивания при перемещении гайки на 360°.

Для проведения испытаний применяют образцы клеевых соединений болт–гайка: на середину резьбовой части болта наносят несколько капель анаэробного клея, а затем наворачивают гайку. Время отверждения клея выбирают в соответствии с техническими условиями на клей.

Подготовленный для испытания образец устанавливают в специальное приспособление, которое закреплено в зажимах разрывной машины, обеспечивающей измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % и постоянную скорость раздвижения зажимов. Образец нагружают до поворота гайки на 360°.

Прочность соединения болт–гайка определяется моментом отвинчивания, который необходим для начального и полного отвинчивания клеевого соединения на 360°.

Момент отвинчивания ($M_{отв}$, Н·м) рассчитывают по формуле:

$$M_{отв} = 0,023Q$$

где Q – нагрузка, Н; 0,023 – коэффициент.

Прочность при расслаивании (отслаивании). Испытания проводят при таком положении образца, когда две его части находятся относительно друг друга под углом 90° (как правило при отслаивании) или 180° (как правило при расслаивании). Эти показатели характеризуют эластические свойства клеев.

Прочность клеевого соединения (σ , кН/м) вычисляется по формуле:

$$\sigma = P_{cp} / b$$

где P_{cp} – среднеарифметическая нагрузка (для пяти образцов), кН; b – ширина образца, м.

Прочность связи между слоями резины с другими материалами при расслаивании (ГОСТ 6768–75). Образцы для склеивания должны иметь форму прямоугольных полосок шириной 25 мм и длиной 100–150 мм, толщиной не более 12 мм. Для исключения растяжения резины при определении прочности связи между слоями резины при расслаивании с обеих сторон образцов должны быть привулканизованы слои ткани.

При отслоении резины от ткани к поверхности резины должен быть привулканизован слой ткани. Направление основы ткани должно совпадать с направлением каландрования резины.

Образцы изготавливают не ранее, чем через 16 ч после вулканизации. Их вырезают так, чтобы большая ось образца совпадала с направлением каландрования резины и основы ткани. С одной стороны образца две полоски не должны быть склеены на 30–50 мм по длине для удобства закрепления их в зажимах машины. Время между вулканизацией и испытанием не должно превышать 30 сут.

Заготовленные образцы выдерживают до испытания не менее 24 ч при 23 ± 2 °С и относительной влажности 50–70 %.

Испытания проводят на разрывной машине, номинальное значение шкалы которой не должно превышать измеряемую нагрузку при расслаивании более чем в пять раз. Скорость движения нижнего зажима при испытании должна быть 100 ± 10 мм/мин. Расслоение проводят на участке длиной не менее 100 мм, а для образцов готовых изделий – не менее 60 мм.

Прочность связи при расслаивании склеенных тканевых полосок (ОСТ 1 90152–74). Образцы для испытаний представляют собой тканевые полоски размером 240×50 мм, склеенные с помощью испытуемого клея. Образцы готовят так, чтобы концы полосок с одной стороны на расстоянии 60–70 мм были не склеены (клей не наносят на эту поверхность). После склеивания до момента испытания образцы выдерживают при комнатной температуре не менее 24 ч.

Расслаивание склеенных полосок ткани проводят под углом 180°. Число испытуемых образцов должно быть не менее трех. Испытания проводят на разрывных машинах со скоростью движения подвижного зажима 200 ± 20 мм/мин.

Прочность при расслаивании клеевых соединений пленочных и эластичных декоративных материалов (ОСТ 1 90332–82). Испытания проводят при нормальной, пониженной и повышенной температурах (от –150 до 400 °С).

Две полоски материала размером $(135 \pm 15) \times 25$ мм склеивают между собой таким образом, чтобы длина несклеенного участка составляла 50 ± 10 мм.

Расслаивание проводят под углом 180°; скорость движения подвижного зажима машины 100 ± 20 мм/мин.

Прочность склеивания сотового наполнителя при расслаивании (ОСТ 1 90153–74)*. Метод применяют для испытания клеев, используемых для склеивания сотового наполнителя. Растягивающие усилия прикладывают к двум отдельным полоскам субстратов, склеенных между собой на $\frac{3}{4}$ их длины. Несклеенные концы полос отгибают под углом 90° к плоскости клеевого шва и при испытании они находятся под углом 180° друг к другу.

* За рубежом этот метод носит название «испытание на отдир образцов Т-образной формы».

Образец имеет размеры 30×130 мм, участок склеивания 100 мм. Скорость расслаивания 10–500 мм/мин, но наиболее часто используют скорость 20–25 мм/мин.

Прочность связи резины с металлом при отслаивании (ГОСТ 411–77). Образец для испытания представляет собой металлическую пластину размером 110×25×4 мм и приклеенную к ней полоску резины размером 160×25×4 или 110×25×6 мм. Один конец полоски резины (50 мм) остается свободным и не соприкасается с металлической поверхностью. Свободный конец резиновой полоски во избежание привулканизации отделяют от металла любым изоляционным материалом.

Можно склеивать как вулканизированные, так и невулканизированные резины.

При проведении испытаний резиновую полоску отслаивают от металлической пластины под углом 90° или 180°. При этом скорость движения нижнего зажима составляет 50±5 или 100±10 мм/мин на участке 9–10 см.

Прочность связи резины с металлом при отслаивании ($\sigma_{отс}$, кН/м) вычисляют по формуле:

$$\sigma_{отс} = (P_{k1} + P_{k2} + P_{k3} + \dots + P_{kn}) / (bn)$$

где $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kn}$ – средняя нагрузка, при которой происходит расслаивание каждого образца в отдельности, кН; b – ширина образца резины, м; n – число испытанных образцов.

Прочность при отслаивании клеевых соединений пленочных и эластичных декоративных материалов (ОСТ 1 90315–83). Сущность метода заключается в измерении силы, вызывающей отслаивание под углом 180° полоски пленочного или эластичного декоративного материала от поверхности жесткой подложки.

Образец для испытаний представляет собой полоску пленочного или эластичного материала размером 250×25 мм, приклеенную к жесткой подложке на длину 75±5 мм. Жесткая подложка имеет размеры (125±1)×25×(1,5–4) мм.

Испытания проводят при температуре –150...+400 °С. Скорость движения подвижного захвата машины при испытании 100±20 мм/мин.

Прочность при отслаивании клеевого соединения сотового заполнителя с обшивкой (ОСТ 1 90190–75). Этот метод называется также испытанием на отдир с помощью барабана. Толщина металлических обшивок 0,6 мм, ширина 76 мм, высота образца 200 мм (высота склеенной части 150 мм). Устройство для испытаний состоит из барабана с ребордами, нагружающих ремней и тросов, зажимов для крепления образца и разрывной машины. Скорость нагружения 25–50 мм/мин.

При испытании определяют средний крутящий момент отдира, представляющий собой результирующий вектор напряжений, разрушающих клеевое соединение, и усилий, вызывающих изгиб эластичного субстрата.

Прочность при скалывании применительно к слоистой клееной древесине определяют по ГОСТ 9624–72.

Прочность при скалывании ($\tau_{ск}$, МПа) вычисляют по формуле:

$$\tau_{ск} = P_{\max} / (bl)$$

где P_{\max} – максимальная нагрузка, МН; b – ширина образца, м; l – длина скалываемой плоскости, м.

Герметичность клеевого соединения (ОСТ 1 90340–83). Образцы с клеевым соединением погружают в воду, с помощью сжатого воздуха создают заданное избыточное давление, которое поддерживают в течение определенного времени, и устанавливают отсутствие или наличие утечки воздуха из образца (потерю герметичности).

Образец, предназначенный для испытания, склеивают из трех металлических деталей:

- 1) верхней пластины, имеющей отверстие с резьбой под штуцер;
- 2) рамки, четыре стороны которой имеют разную ширину (6, 8, 10 и 15 мм);
- 3) нижней пластины.

Склеенный образец подсоединяют через штуцер к системе со сжатым воздухом и помещают в воду на глубину 25–35 см. Образец выдерживают при заданном давлении в течение 5 мин. Потерю герметичности определяют визуально по появлению пузырьков воздуха на торцах образца и по снижению показаний манометра. Отмечают давление (P_0) и максимальную ширину клеевого шва (b), при которых наблюдается потеря герметичности.

Испытания проводят при ступенчатом изменении давления (0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 и 1,6 МПа и т.д.). Длительность перехода от одной ступени к другой не более 15–20 с.

Трещиностойкость клеевых соединений металлов (РТМ 1.2.092–86).

Сущность метода: под действием увеличивающихся во времени моментов пластины образца расходятся, создавая в начале клеевого шва отрывное напряжение, а при достижении моментами критического значения в клее развивается трещина.

Критерием оценки трещиностойкости является критическая скорость освобождения энергии G_{1c} , т.е. удельная энергия, освобождаемая при продвижении трещины на единицу длины клеевого шва.

G_{1c} (в Н/м) определяют по формуле:

$$G_{1c} = M_c^2 / (bEJ)$$

где b – ширина пластины, м; M_c – критическое значение моментов; E – модуль упругости, МПа; $J = bh^3/12$ – момент инерции пластины, 10⁻¹² м⁴.

5.3. Долговечность клеевых соединений

Для определения долговечности клеевых соединений могут быть использованы образцы, описание которых приведено в разд. 5.2. Долговечность может определяться при воздействии различных факторов (температуры, влажности, нагрузки и др.) как по отдельности, так и их сочетания; при этом для клеев различных типов неблагоприятными могут оказаться разные факторы. При определении долговечности необходимо учитывать, каким воздействиям будет подвергаться клеевое соединение в реальных условиях эксплуатации. Выбор типа образцов, склеиваемых материалов и методов испытаний должен обеспечивать имитацию тех условий, воздействию которых будет подвергаться клеевое соединение во время эксплуатации изделий. Результаты, полученные при испытаниях лабораторных образцов, не позволяют полностью предсказать поведение клеевых соединений в реальных изделиях, поскольку на долговечность влияют тип субстрата, размеры клеевых соединений, их конструктивные особенности и другие факторы. Необходимо учитывать, что при одновременном воздействии на клеевые соединения нескольких факторов как правило они не просто суммируются, но и усиливают друг друга. В табл. 5.7. приведены основные сведения по методам испытаний клеевых соединений при воздействии отдельных факторов, которые при испытаниях часто являются основной составляющей длительного воздействия окружающей среды.

Таблица 5.7. Основные сведения по методам испытания клеевых соединений, определяющих их долговечность

Показатель, размерность	Нормативный документ	Сущность метода
Длительная прочность при сдвиге, ч	ОСТ 1 90092-73. Клеи. Метод определения длительной прочности на сдвиг при растяжении	Образец клеевого соединения доводится до разрушения под действием постоянной статической сдвиговой нагрузки при заданной температуре
Длительная прочность при равномерном отрыве, ч	ОСТ 1 90274-78. Клеи. Метод определения длительной прочности при равномерном отрыве	Образец клеевого соединения доводится до разрушения под действием постоянной статической нагрузки, действующей перпендикулярно плоскости склеивания, при заданной температуре
Выносливость при сдвиге, циклы	ОСТ 1 90112-73. Клеи. Метод определения предела выносливости при сдвиге	Образец клеевого соединения доводится до разрушения при воздействии заданной нагрузки, меняющейся во времени по закону, близкому к синусоидальному, с частотой циклов $\gamma = 25-30$ Гц и коэффициентом асимметрии цикла $r = \tau_{\text{мин}} / \tau_{\text{макс}} = 0,1$
Длительная трещиностойкость, ч	РТМ 1.2.091-86. Метод испытания клеевых соединений металлов на длительную трещиностойкость в рабочей среде под действием отрывающих моментов	Образец клеевого соединения подвергают длительному статическому воздействию моментов. При этом склеенные элементы расходятся. В клее возникают отрывные напряжения, которые вызывают в течение определенного времени рост трещины в клеевом шве
Стойкость к термическому старению, ч	ОСТ 1 09236-76. Клеи. Метод определения стойкости к термическому старению	Образцы клеевых соединений в ненагруженном состоянии подвергают воздействию повышенной температуры в заданном режиме и оценивают изменение показателя одного или нескольких свойств в течение времени действия повышенных температур
Стойкость к циклическому воздействию температур, циклы	Методика № 37.053.078-90 НИИ-АТМ. Методика испытания клеевых соединений на циклическое воздействие температур	Образец клеевого соединения подвергают циклическому воздействию температур и оценивают изменение показателя одного или нескольких свойств в течение времени циклического воздействия
Стойкость к светотепловому старению, ч	Методика № 37.053.081-90 НИИ-АТМ. Клеевые соединения металл-стекло	Образец клеевого соединения выдерживают под воздействием искусственных климатических факторов (светового излучения, температуры, влажности, дождевания) и оценивают изменение прочности
Водостойкость, сут	ГОСТ 17005-82. Древесина клеевая. Метод определения водостойкости клеевых соединений	Образец клеевого соединения выдерживают в воде в течение заданного времени и оценивают изменение показателя одного или нескольких свойств
	ГОСТ 10315-75. Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения влагостойкости и водостойкости	
Стойкость к различным агрессивным средам, %	ГОСТ 12020-72. Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред	Образец клеевого соединения в ненапряженном состоянии выдерживают в течение определенного периода времени в реагентах: жидких химических веществах, растворах твердых химических веществ и технических жидких средах (топливо, масла и т.п.) и оценивают изменение показателя одного или нескольких свойств
	ГОСТ 9.043-75. ЕСЗКС. Клеи. Методы испытания клеевых соединений резины с металлом на стойкость к воздействию жидких агрессивных сред	

Показатель, размерность	Нормативный документ	Сущность метода
Атмосферостойкость, %	ГОСТ 9.708–83. ЕСЗКС. Пластмасы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов	Образец клеевого соединения в ненапряженном состоянии подвергают воздействию естественных климатических факторов на климатических станциях (метод 1) или искусственно созданных климатических факторов (метод 2) и определяют стойкость к указанным воздействиям по изменению одного или нескольких показателей свойств
	ГОСТ 19100–73. Древесина клееная. Метод испытания клеевых соединений на атмосферостойкость	
	ГОСТ 9.707–81. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение	Образец клеевого соединения в ненапряженном состоянии подвергают термовлажностному старению и прогнозируют изменение свойств при климатическом старении в условиях хранения
Грибоустойчивость	ГОСТ 9.049–91. ЕСЗКС. Материалы полимерные. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов	Зараженный спорами плесневых грибов отвержденный клей выдерживают в условиях, оптимальных для их развития, после чего оценивают его грибоустойчивость

Длительная прочность при сдвиге (ОСТ 1 90092–73). Определяют длительную прочность при сдвиге образцов клеевых соединений металлов, изготовленных в соответствии с ГОСТ 14759–69, при нормальной и повышенной (до 900 °С) температурах.

Склеенные образцы до испытания выдерживают не менее 12 ч. Продолжительность нагревания образцов до приложения нагрузки составляет 30 мин. Нагрузку прикладывают плавно в течение не более 5 с.

Напряжение следует давать в интервале $(0,4–0,8)\tau_{сдв}$. Можно выбирать различную продолжительность испытания с учетом условий работы.

В результате испытания устанавливают зависимость между напряжением сдвига и временем до разрушения образца, которую рекомендуется изображать в полулогарифмической системе координат $\lg t - t$ (где τ – напряжение сдвига, МПа; t – время до разрушения образца, ч). По зависимости $\lg t - t$ определяют условный предел длительной прочности t . Для обозначения полученного показателя используют два числовых индекса: верхний индекс – температура испытаний, °С; нижний индекс – продолжительность испытания образца, ч. Например, t_{500}^{100} – условный предел длительной прочности за 500 ч при 100 °С.

Длительная прочность при равномерном отрыве (ОСТ 1 90274–78). Определяют длительную прочность при равномерном растяжении образцов клеевых соединений металлов до отрыва при нормальной и повышенных температурах. Форма и размеры образцов аналогичны используемым для проведения испытаний по ГОСТ 14760–69.

Рекомендуется определять условные пределы длительной прочности при испытании в течение до 500 ч (база испытаний). Обработку результатов испытаний проводят так же, как при определении длительной прочности при сдвиге по ОСТ 1 90092–73.

Выносливость при сдвиге (ОСТ 1 90112–73). Для испытаний применяют образцы клеевых соединений в соответствии с ГОСТ 14759–69.

Машина должна длительно производить циклическое нагружение образца на пульсирующее растяжение ($r \sim 0,1$) с частотой порядка 0,1–30 Гц в режиме заданной нагрузки.

Длительная трещиностойкость (РТМ 1.2.091–86). Критериями оценки длительной трещиностойкости являются:

- 1) $\tau_{с1}$ – время до страгивания трещины, т.е. время накопления скрытых трещин;
- 2) средняя скорость роста трещины в клеевом шве по всей длине разрушения клеевого шва;
- 3) предел допускаемой скорости освобождения энергии G_{ISCC} , при котором за базовый промежуток времени экспозиции (500, 1000 ч и т.д.) в рабочей среде под нагрузкой трещина в клеевом шве не развивается.

Стойкость к термическому старению (ОСТ 1 90236–76). ОСТ регламентирует испытания на стойкость к старению под действием тепла в воздушной среде в лабораторных условиях на образцах клеевых соединений из различных материалов.

Изменение прочности клеевых соединений при воздействии температуры может быть вызвано несколькими причинами:

- дополнительным отверждением клея в процессе длительной выдержки при умеренных температурах;
- окислением или термической деструкцией клея;
- дополнительными напряжениями, возникающими в клеевом соединении при нагревании из-за различия коэффициентов термического расширения клея и склеиваемых материалов.

Температура и продолжительность выдержки образцов определяются составленной предварительно программой испытаний и зависят от типа клея, его назначения, исходных характеристик. Термопару помещают в зону расположения образца. По окончании срока выдержки в термостате образцы вынимают, охлаждают до комнатной температуры и испытывают с целью определения изменения показателей, предусмотренных программой.

Стойкость к циклическому воздействию температур (методика НИИАТМ № 37.053.78–90). Определяют способность клеевых соединений выдерживать циклическое изменение температуры окружающей среды и сохранять заданный уровень контролируемых показателей.

Форма и размеры образцов для испытаний, а также число образцов для одного периода испытаний должны соответствовать требованиям стандарта на метод определения показателя.

Цикл испытаний на воздействие температур состоит из двух частей. В первой части цикла испытания образцы подвергаются воздействию низкой температуры в камере холода. Во второй части цикла испытаний образцы подвергают воздействию повышенной температуры в камере тепла. Время переноса образцов из одной камеры в другую не должно превышать 5–10 мин.

Оценку стойкости клеевых соединений к циклическому воздействию температур проводят по изменению контролируемых показателей.

Изменение свойств клеевого соединения при испытаниях по каждому показателю определяют по изменению коэффициента сохранения свойств (K), вычисляемого с точностью до 0,1 по формуле:

$$K = A_1/A$$

где A – значение показателя в исходном состоянии; A_1 – значение показателя после заданной продолжительности испытаний.

Стойкость к светотепловому старению (методика НИИАТМ № 37.053.081–90). Оценивают качество клеевых соединений металл–стекло по изменению прочности при сдвиге или отрыве после светотеплового старения.

Образец для определения прочности при сдвиге изготавливают в виде стеклянной пластины размером 15×20 мм, приклеенной изучаемым клеем к концу стальной пластины размером 20×60 мм. Образец для определения прочности при отрыве изготавливают в виде стеклянной пластины размером 25×25 мм, приклеенной изучаемым клеем к металлическому диску диаметром 25 мм. Отверждение клея проводят по оптимальному для данного материала режиму.

Испытания на светотепловое старение проводят при температуре воздуха в рабочей камере 55 ± 3 °С, относительной влажности 80–85 %, источник излучения – ксеноновая лампа ДКсТВ-6000, интенсивность УФ-излучения не менее 68 Вт/м², направление светового потока под углом 90° и 45°.

Испытания проводят по двум вариантам – без орошения образцов или с орошением по циклу: 102 мин «сухого» облучения и 18 мин орошения.

Испытания проводят по режиму «недельный с отдыхом»: по 16 ч в течение 5 сут, после чего «отдых» в течение 2 сут при комнатной температуре и обычной влажности.

После завершения цикла испытаний на стеклянную пластину образца, предназначенного для определения прочности при сдвиге, наклеивают стальную пластину (размером 20×60 мм) внахлест по отношению к первой стальной пластине. На стеклянную пластину образца, предназначенного для определения прочности при отрыве, наклеивают аналогичный первому металлический диск. В обоих случаях используют клей, обеспечивающий более высокую прочность соединений по сравнению с изучаемым. Отверждение клея проводят по оптимальному для данного материала режиму.

Изготовленные образцы испытывают на прочность при сдвиге (ГОСТ 14759–69) или на прочность при отрыве (ГОСТ 209–75).

В ходе испытаний каждого образца фиксируют максимальную нагрузку, при которой происходит разрушение образцов.

Коэффициенты сохранения свойств (K_1 и K_2 , %) после светотеплового старения вычисляют по формулам:

$$K_1 = 100\tau_t/\tau_0$$

$$K_2 = 100\sigma_t/\sigma_0$$

где τ_0 , τ_t – прочность при сдвиге в исходном состоянии и после светотеплового старения; σ_0 , σ_t – прочность при отрыве в исходном состоянии и после светотеплового старения.

Водостойкость (ГОСТ 17005–82). Определяют относительную прочность клеевых соединений древесины хвойных пород на скалывание вдоль волокон по ГОСТ 15613.1–84. Для выдержки клеевых соединений в воде используют емкости из нержавеющей металла или стекла и электронагревательные приборы, обеспечивающие постоянную температуру воды 20 ± 2 или 100 °С.

Образцы клеевых соединений готовят из единой заготовки, общее число образцов должно быть не менее восьми. Образцы помещают в емкость с водой таким образом, чтобы они не соприкасались между собой и со стенками сосуда и были покрыты водой на 2–3 см. Выдержку в воде с температурой 20 ± 2 °С проводят в течение 48 ч, кипячение в воде – в течение 3 ч. После выдержки образцов при комнатной температуре их извлекают из воды, вытирают чистой сухой тряпкой или фильтровальной бумагой. Одну часть образцов подвергают обмеру и испытанию в мокром виде, а вторую часть высушивают при нормальном температурно-влажностном режиме до достижения влажности контрольных образцов, затем подвергают обмеру и испытывают.

Испытания образцов проводят следующим образом. Вначале испытывают клеевые соединения контрольных образцов (без выдержки во влажных условиях) и определяют их влажность. Затем испытывают мокрые и высушенные после выдержки во влажных условиях образцы.

Относительную прочность клеевых соединений мокрых (A_1) и высушенных (A_2) после выдержки во влажных условиях при нормальной температуре, а также охлажденных мокрых (A_3) и высушенных (A_4) после кипячения рассчитывают по формулам (с точностью до 1 %):

$$A_1 = 100M_{\text{ср,в}}/M_{\text{ср}}$$

$$A_2 = 100M_{\text{ср,вс}}/M_{\text{ср}}$$

$$A_3 = 100M_{\text{ср,к}}/M_{\text{ср}}$$

$$A_4 = 100M_{\text{ср,кк}}/M_{\text{ср}}$$

где $M_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое результатов испытаний контрольных образцов; $M_{\text{ср,в}}$ – среднее арифметическое результатов испытаний мокрых образцов после выдержки в воде при нормальной температуре; $M_{\text{ср,вс}}$ – среднее арифметическое результатов испытаний высушенных после выдержки в воде образцов; $M_{\text{ср,к}}$ – среднее арифметическое результатов испытаний мокрых, охлажденных после кипячения, образцов; $M_{\text{ср,кк}}$ – среднее арифметическое результатов испытаний высушенных после кипячения образцов.

В зависимости от водостойкости клеевые соединения подразделяют на три группы: малую, среднюю и повышенную. Группу водостойкости клеевых соединений определяют в зависимости от их относительной прочности (табл. 5.8).

Если относительная прочность клеевых соединений мокрых или высушенных образцов ниже значения, указанного в табл. 5.8 для малой водостойкости, дальнейшие испытания образцов не проводятся. Если относительная прочность клеевых соединений выше указанных в табл. 5.8 значений для малой водостойкости, то проводят также испытания образцов после кипячения.

Таблица 5.8. Классификация водостойкости клеевых соединений клееной древесины в зависимости от относительной прочности

Группа водостойкости	Относительная прочность клеевых соединений, %			
	после выдержки в воде при комнатной температуре		после кипячения в воде	
	мокрых	высушенных	мокрых	высушенных
Малая	≤ 60	≤ 70	–	–
Средняя	> 60	> 70	≤ 60	≤ 90
Повышенная	> 60	> 90	> 60	> 90

Стойкость к различным агрессивным средам. Стойкость пластмасс к действию различных химических сред (ГОСТ 12020–72). Образцы клеевых соединений выдерживают в течение определенного периода времени в реакентах – жидких химических веществах, растворах химических веществ и технических жидких средах (топливо, масла и т.п.) и оценивают изменение показателя одного или нескольких свойств по методикам, изложенным в соответствующих стандартах на методы испытаний.

Изменение механических показателей после каждого периода испытаний образцов (ΔG , %) вычисляют по формуле:

$$\Delta G = 100(G_1 - G)/G$$

где G – среднеарифметическое значение определяемого показателя до первого погружения образца в химический реагент; G_1 – среднеарифметическое значение определяемого показателя испытуемого образца после его выдержки в химическом реагенте.

Предварительную оценку стойкости к действию химического реагента производят в соответствии с табл. 5.9.

Таблица 5.9. Оценка стойкости клея к действию химического реагента

Тип клея	Оценка стойкости	Изменение прочностных и деформационных свойств, %
Термопластичный	Хорошая	0–10
	Удовлетворительная	>10–15
	Плохая	>15
Терморезактивный	Хорошая	0–15
	Удовлетворительная	>15–25
	Плохая	>25

Стойкость клеевых соединений резины с металлом к воздействию жидких агрессивных сред (ГОСТ 9.043–75). Форма и размеры образцов должны соответствовать требованиям ГОСТ 411–77. Температура среды (20, 23, 50, 70 и 95 °С) устанавливается в зависимости от максимально допустимой рабочей температуры клея; нагрузка 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 кг.

Метод А – определяют скорость отслаивания резины от металла под действием постоянной отслаивающей нагрузки при заданной температуре среды.

Общая продолжительность испытаний не должна превышать 4 ч. Скорость отслаивания резины от металла (v , м/мин) определяют по формуле:

$$v = l/t$$

где l – длина участка, на котором произошло отслаивание резины от металла, м; t – время, в течение которого произошло отслаивание резины от металла, мин.

Метод Б – определяют коэффициент прочности связи резины с металлом после воздействия на клеевое соединение среды при заданных температуре и продолжительности.

Продолжительность испытаний образцов в среде 24, 75, 168 ч и более. Коэффициент изменения прочности связи резины с металлом (K) после воздействия среды определяют по формуле:

$$K = \sigma_2/\sigma_1$$

где σ_1 – среднеарифметическое значение прочности связи резины с металлом до воздействия среды; σ_2 – среднеарифметическое значение прочности связи резины с металлом после воздействия среды.

Атмосферостойкость. Старение при воздействии естественных и искусственных факторов (ГОСТ 9.708–83).

Метод 1. Образцы в ненапряженном состоянии подвергают воздействию естественных климатических факторов на климатических станциях в течение заданного времени и определяют стойкость к указанному воздействию по изменению одного или нескольких показателей свойств. Показатель для испытаний выбирают исходя из стандарта или технических условий на материал. Образцы (форма и размеры) должны соответствовать требованиям стандарта.

Число образцов (N) для испытаний определяют по формуле:

$$N = N_0 + nK_1d + N_k$$

где N_0 – число образцов для определения значения показателя до испытаний (устанавливают в соответствии со стандартом на метод испытания); n – число образцов для определения значения показателя после одного периода испытаний ($5 \leq n \leq 25$); K_1 – число периодов испытаний; d – число климатических районов, в которых проводят испытания; $N_k = nK_1$ – число контрольных образцов.

При использовании неразрушающего метода определения показателя число образцов (N) для испытаний вычисляют по формуле:

$$N = nd + N_k$$

Испытания проводят на климатических станциях, оборудованных стендами с изменяемым углом наклона к горизонту, или кассетами, или другими приспособлениями для закрепления образцов.

Приспособления для закрепления образцов не должны подвергаться коррозии и биоповреждениям в заданном климатическом районе и оказывать влияние на результат испытаний.

Стенды на станциях располагают таким образом, чтобы рабочая поверхность образца была ориентирована на юг под заданным углом наклона к линии горизонта. Угол наклона выбирают в зависимости от географической широты места расположения станции:

Географическая широта, град.	Угол наклона, град.
0–10	5
10–20	15
20–30	25
30–40	35
40–50	45

В технически обоснованных случаях допускается размещать образцы под углом 10° или 90° . В светлое время суток на стенд не должна падать тень, а также не должно быть воздействия искусственного источника света в темноте.

Перед испытаниями образцы закрепляют в кассете или другом приспособлении и маркируют, не повреждая рабочей части образца.

При проведении испытаний фиксируют следующие значения климатических факторов для каждого месяца испытаний:

- среднюю суточную относительную влажность (%) и температуру ($^\circ\text{C}$);
- среднюю максимальную и среднюю минимальную влажность (%) и температуру ($^\circ\text{C}$);
- продолжительность солнечного сияния (ч) и среднее значение продолжительности солнечного сияния за месяц (ч);
- количество атмосферных осадков (мм).

В качестве дополнительных данных определяют содержание в воздухе SO_2 , NO_2 , CO_2 и NH_3 . Испытания проводят в соответствии с принятой программой испытаний в представленных пунктах климатических районов по ГОСТ 16350–80. Испытания начинают весной, предпочтительно в марте, если нет других указаний в программе

испытаний. Контроль показателя в процессе испытаний проводят через 1, 3, 6, 9 и 12 мес., в дальнейшем – не реже одного раза в год, если нет других указаний в программе испытаний.

Контрольные образцы в течение всей продолжительности испытаний хранят в темном помещении при 23 ± 2 °С и относительной влажности 50 ± 5 %.

За результат испытаний принимают среднеарифметическое значение показателя, вычисленное из результатов испытаний n образцов в соответствии со стандартом на метод определения показателя.

Коэффициенты сохранения свойств (K_t и K'_t , %) вычисляют по формулам:

$$K_t = 100P_t/P_0$$

$$K'_t = 100P_t/P'_t$$

где P_t – значение показателя после испытаний к моменту времени t ; P'_t – значение показателя контрольного образца после испытаний к моменту времени t ; P_0 – значение показателя до испытаний.

Метод 2. Образцы подвергают воздействию искусственно созданных климатических факторов в аппарате искусственной погоды. Число образцов (N) для испытаний при использовании разрушающего метода определяют по формуле:

$$N = N_0 + nKg$$

где N_0 – число образцов для определения значения показателя до испытаний; n – число образцов для определения значения показателя после одного периода испытаний ($5 \leq n \leq 25$); K_t – число периодов испытаний; g – число режимов испытаний.

Испытания проводят в аппарате искусственной погоды с ксеноновыми излучателями, позволяющем поддерживать температуру с точностью ± 2 °С, относительную влажность ± 5 %, поверхностную плотность энергии интегрального излучения светового потока 1 кВт/м^2 .

Образцы для проведения испытаний закрепляют в специальной кассете или барабане, которые изготовлены из материалов, не оказывающих влияние на результат испытаний. Испытания проводят непрерывно.

Вычисляют среднеарифметическое значение показателя по результатам испытаний n образцов в соответствии со стандартом на метод определения показателя.

Коэффициент сохранения свойств (K_t , %) вычисляют по формуле:

$$K_t = 100P_t/P_0$$

где P_t – значение показателя после испытаний к моменту времени t ; P_0 – значение показателя до испытаний.

Ускоренные испытания на климатическое старение (ГОСТ 9.707–81). Испытывают клеевые соединения в ненапряженном состоянии и прогнозируют изменение свойств при термовлажностном климатическом старении в условиях хранения.

Факторами климатического старения являются: температура (положительная, отрицательная, ее сезонные и суточные циклические изменения) и влажность воздуха.

Метод 1. Проводят ускоренные испытания клеевых соединений на стойкость к старению при воздействии повышенной температуры и влажности. Устанавливают характер кинетической зависимости изменения показателя прочности, строят кривую прогноза и определяют по этой кривой значения показателя после заданной продолжительности хранения или устанавливают допустимый срок хранения по заданной прочности.

Температура, при которой выдерживают клеевые соединения, не должна превышать максимально допустимую температуру для испытываемого клея.

Клеевые соединения выдерживают при четырех различных температурах с интервалом $10\text{--}20$ °С (в зависимости от чувствительности клея к воздействию температуры), делают съемы через различные промежутки времени. По кинетической зависимости изменения прочности от продолжительности выдержки рассчитывают энергию активации на основе уравнения Аррениуса. Затем рассчитывают режимы ускоренных испытаний, выдерживают образцы по этим режимам и получают данные продолжительности хранения (эксплуатации) в реальных условиях.

Метод 2. Ускоренные испытания образцов клеевых соединений проводят циклами, последовательно имитирующими воздействия повышенной температуры и влажности воздуха, пониженной температуры, перепадов температуры (за год, несколько лет или за всю продолжительность хранения) и определяют свойства материала образца при указанных воздействиях по одному или нескольким показателям.

Метод 3 (метод аналогий). Проводят ускоренные испытания исследуемого клея и клея-аналога на стойкость к воздействию климатических факторов и сравнивают стойкость клеевых соединений к указанному воздействию.

Атмосферостойкость клеевых соединений клееной древесины (ГОСТ 19100–73). В качестве критерия атмосферостойкости используют следующие показатели:

— изменение механической прочности образцов (прочность при скалывании вдоль волокон), характер разрушения;

— изменение внешнего вида образцов (растрескивание, коробление, изменение цвета);

— изменение линейных размеров образцов в момент съема со стенда.

Относительную прочность клеевых соединений (A , %) с точностью до 1 % рассчитывают по формуле:

$$A = 100M_{\text{ср,а}}/M_{\text{ср,к}}$$

где $M_{\text{ср,а}}$ – среднеарифметическое значение прочности образцов после атмосферных воздействий; $M_{\text{ср,к}}$ – среднеарифметическое значение прочности контрольных образцов, выдерживавшихся в отапливаемом помещении.

Грибоустойчивость – стойкость клеев и клеевых соединений к воздействию плесневых грибов (ГОСТ 9.049–75).

Метод А устанавливает возможность поражения материала грибами. Для испытаний используют пластины отвержденного материала размером 50×50 или 30×30 мм, толщиной 1±0,2 или 2±0,3 мм.

Образцы, предварительно очищенные от внешних загрязнений, размещают в специальном приспособлении под углом 60°±15°. Расстояние между образцами должно быть не менее 20 мм. Приспособление с образцами переносят в бокс. На поверхность образцов с помощью пульверизатора равномерно наносят водную суспензию спор грибов, не допуская слияния капель, и выдерживают в боксе при 25±10 °С и относительной влажности воздуха ~80 % до высыхания капель, но не более 1 ч.

Испытания на грибоустойчивость проводят в эксикаторе (камере) при 29±2 °С и относительной влажности воздуха более 90 % в течение 56 сут. Через каждые 7 сут крышку эксикатора приоткрывают на 3 мин для притока воздуха.

По окончании испытаний образцы извлекают из эксикатора (камеры), осматривают невооруженным глазом в рассеянном свете и при увеличении 56–60 раз. Грибоустойчивость оценивают по шестибальной шкале (ГОСТ 9.048–75):

- балл 0 – при осмотре под микроскопом рост плесневых грибов не виден;
- балл 1 – при осмотре под микроскопом видны споры и незначительно развитый мицелий в виде неветвящихся гиф;
- балл 2 – при осмотре под микроскопом виден мицелий в виде ветвящихся гиф, возможно споромножение;
- балл 3 – при осмотре невооруженным глазом рост грибов почти не виден, но отчетливо заметен под микроскопом;
- балл 4 – при осмотре невооруженным глазом отчетливо виден рост грибов, покрывающих менее 25 % испытываемой поверхности;
- балл 5 – при осмотре невооруженным глазом отчетливо виден рост грибов, покрывающих более 25 % испытываемой поверхности.

Метод Б устанавливает наличие у материала фунгицидных свойств и влияние загрязнений на его грибоустойчивость. Используются образцы, аналогичные используемым по методу А.

Испытывают одну из характеристик клея в исходном виде и после испытания на грибоустойчивость. Продолжительность испытаний 28 сут, после чего проводят визуальный осмотр образцов. Если по истечении 28 сут на поверхности образца обнаружен рост грибов, оцениваемый баллом 3, продолжительность испытаний увеличивают до 84 сут. Материал обладает фунгицидными свойствами, если вокруг образца на питательной среде наблюдается ингибиторная зона (зона отсутствия роста грибов) или если на поверхности и краях образца наблюдается рост грибов, оцениваемый баллами 0 и 1.

Материал пригоден к эксплуатации, если при испытании значения характерных показателей не выходят за пределы, установленные в нормативно-технической документации, и наличие плесневых грибов не влияет на работоспособность изделия в целом или на его товарный вид.

5.4. Неразрушающий контроль качества клеевых соединений

Для неразрушающего контроля многослойных клееных конструкций (в том числе и сотовых) разработаны и применяются в основном низкочастотные акустические и рентгенографические методы. К их числу относятся как специальные акустические методы, реализуемые с использованием сухого точечного контакта между рабочим органом преобразователя дефектоскопа и контролируемым изделием, так и акустические методы, обычно применяемые для контроля металлических деталей. Последние реализуются при смачивании поверхности изделия контактной жидкостью или с использованием эластичной контактной среды. Применение методов, не требующих погружения изделий в жидкость или смачивания их поверхности, наиболее эффективно при проверке качества склейки изделий из гигроскопичных материалов, не допускающих контакта с жидкостью.

В ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ разработаны методики неразрушающего контроля различных многослойных клееных конструкций. При производстве сотовых клееных конструкций из алюминиевых сплавов могут возникать следующие дефекты:

- некачественное обезжиривание обшивки, фольги и элементов каркаса;
- непрочности между обшивкой и торцами сотового блока;
- непрочности между обшивкой и элементами каркаса;
- непрочности между каркасом и клеевой вспенивающейся композицией.

Для контроля качества обезжиривания обшивок, фольги и элементов каркаса применяется люминесцентный метод. Метод основан на возбуждении ультрафиолетовым излучением люминесценции остатков масла и ее регистрации визуальным или фотоэлектрическим методом. Контроль качества обезжиривания обшивок и фольги производится на установках УЛКО-2 и УЛКО-3, контроль качества обезжиривания элементов каркаса осуще-

ствляется с использованием ультрафиолетовых осветителей типа ПУЛК-2, КД-31Л и др. (ОСТ 1 41204-92. Контроль качества обезжиривания металлических поверхностей).

Для выявления непрочности между обшивкой и торцами сотового блока используются акустические импедансный или теневой методы. Выявление непрочности между каркасом и клеевой вспенивающейся композицией осуществляется ультразвуковым реверберационным методом (являющимся вариантом эхо-импульсного метода), а между обшивкой и каркасом – ультразвуковым резонансным методом.

Контроль качества соединения неметаллического покрытия (например, теплозащитного) с высоким затуханием упругих колебаний в нем и металлическим или неметаллическим каркасом обычно проводится акустическим методом свободных колебаний или велосимметрическим методом в одностороннем или двустороннем вариантах.

Зоны нарушения соединения между элементами конструкций (преимущественно тонких металлических) эффективно обнаруживаются акустико-топографическим или акустико-тепловым методами. В отдельных случаях возможен предварительный контроль тепловым методом с целью выявления аномальных зон и получения интегральной картины дефектности клеевого соединения конструкции с последующим уточнением границ дефектов акустическими методами.

Методы и средства неразрушающего контроля многослойных клеевых конструкций, области их применения и методические нормативно-технические документы приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.10. Акустические и рентгенографические методы и средства неразрушающего контроля клеевых конструкций

Метод неразрушающего контроля	Область применения	Прибор для неразрушающего контроля	Документация ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по неразрушающему контролю
Импедансный	Выявление непрочности между обшивками и элементами жесткости или легким наполнителем (сотами)	ИД-91 М АД-42 ИМ АИД-1М	ПИ 1.2.А.522-99
Теневой	Контроль сотовых конструкций с толстыми (свыше 7 мм) обшивками из полимерных композиционных материалов и сотоми из полиамидной бумаги	УД2-16 УД2Н-П УД4-Т	ТР 1.2. 660-86
Реверберационный	Обнаружение дефектов соединений между металлическим слоем и неметаллом или легким наполнителем (между каркасом и клеевой вспенивающейся композицией)	УД 2-12 УД 2В - П УД4-Т	ТР 1.2. 137-79
Резонансный	Выявление дефектов соединений между элементами многослойных конструкций, в особенности в тех случаях, когда толщина обшивки, со стороны которой проводится контроль, равна или больше толщины каркаса. Оценка прочности клеевых соединений	АД-21Р «Фенол-2»	ТР 1.2. 936-79
Свободных колебаний	Контроль качества соединения неметаллического слоя с высоким затуханием упругих колебаний в нем (резиноподобные материалы, различные теплозащитные покрытия и т.п.) и металлического или неметаллического каркаса.	АД-60С АД-50 У АД-64М	ПИ 1.2.А.215-99
Велосимметрический	Контроль соединений между неметаллическими и металлическими слоями конструкции при одностороннем или двустороннем доступе к ней	АД-10У УВФД-1	ПИ 956-76
Рентгенографический	Контроль расслоений и деформации сотового наполнителя, непрочности в клеевых соединениях теплозащитных материалов	РАП-904 РАП-150/300	ПИ 1.2.404-88 РТМ 1.2.167-2000

5.5. Прогнозирование сроков службы клеевых соединений

Прогнозирование возможных сроков службы клеевых соединений осуществляют одним или несколькими методами.

1. Определение ориентировочного минимального срока службы клеевых соединений и последующее поэтапное продление его на основе опыта эксплуатации изделий.

2. Определение срока службы клеевых соединений по аналогии с клеевыми соединениями (в однотипных условиях), для которых накоплен достаточный опыт эксплуатации.

3. Установление срока службы клеевых соединений путем экстраполяции результатов кратковременных испытаний при расчетных параметрах условий службы.

4. Установление срока службы клеевых соединений на основе результатов ускоренных испытаний при форсированных режимах.

5. Установление срока службы клеевых соединений путем использования эффективной энергии активации процесса старения.

Выбор того или иного метода прогнозирования сроков службы зависит от времени, на которое должен быть выдан прогноз, требуемой точности прогноза и от имеющейся информации о данном материале и его аналогах, от возможности в лабораторных условиях имитировать или интенсифицировать параметры условий службы и от других факторов.

Хайсол (Hysol)[®]

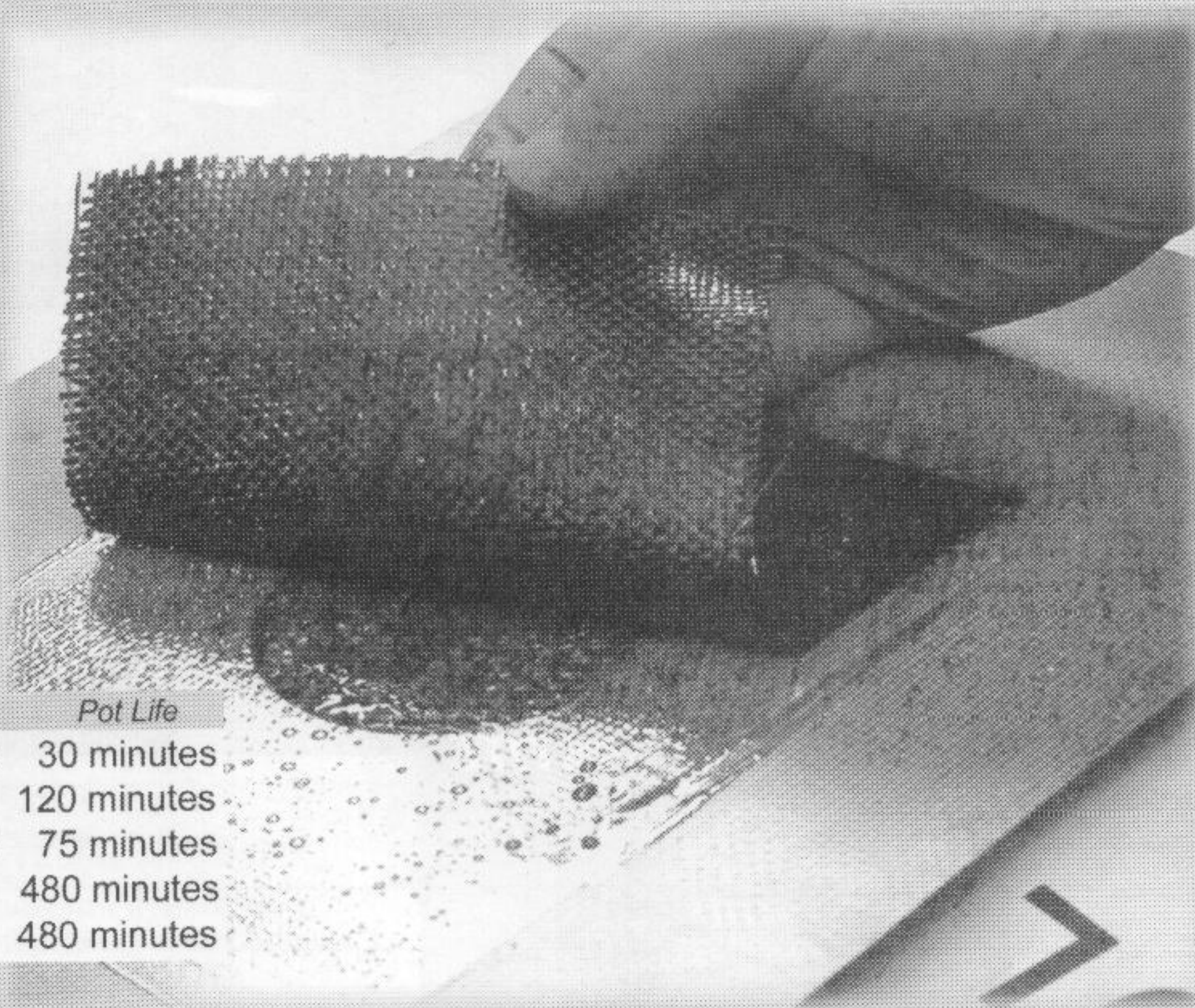
Связующие для «мокрой выкладки»

Двухкомпонентные эпоксидные смолы для «мокрой выкладки» обладают низкой вязкостью и великолепными прочностными характеристиками. Низкая текучесть делает их идеальным материалом для ремонта, как для введения под давлением, так и при нанесении на поверхность.

Идеально подходят
для ремонта

Низкая вязкость

Высокая прочность



	<i>Cure Temp.</i>	<i>Pot Life</i>
Hysol EA 956	25°C or 93°C	30 minutes
Hysol EA 9390	93°C	120 minutes
Hysol EA 9396	25°C or 66°C	75 minutes
Hysol EA 9396/C-2	93°C	480 minutes
Hysol EA 9150 Resin	121°C	480 minutes

LOCTITE
Loctite Aerospace

Дополнительную информацию по клеям группы «Хайсол» и другим материалам Локтайт Аэроспэйс можно получить по тел. (925) 458-8000 (Калифорния, США); 0534-36-4064 (г. Тулуза, Франция) или в России (095) 742-5232 (Москва); также в интернете по адресу www.loctiteaero.com и электронной почте: info@hysol.ru

A **Henkel** Company

Фрикот®

Антиадгезионные мастики

Разделительная смазка Фрикот применяются всеми мировыми авиастроительными фирмами. После нанесения на поверхность формы, Фрикот образует микрослой, который, благодаря химической реакции, остается на поверхности формы, но абсолютно нейтрален к детали и устойчив к высоким температурам.

Отсутствие брака
Удобство применения
Не накапливается
на форме
Максимальное число
деталей с одного
применения



LOCTITE
Loctite Aerospace

Дополнительную информацию по клеям группы «Хайсол» и другим материалам Локтайт Аэроспэйс можно получить по тел. (925) 458-8000 (Калифорния, США); 0534-36-4064 (г. Тулуза, Франция) или в России (095) 742-5232 (Москва); также в интернете по адресу www.loctiteaero.com и электронной почте: info@hysol.ru

Глава 6. РАЗРАБОТЧИКИ И ПОСТАВЩИКИ КЛЕЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ

№№ п/п	Предприятие, адрес	Разработчик или поставщик
1	«Адгезив», НПФ 600016, г. Владимир, ул. Фрунзе, 77 Тел.: (0922) 23-47-47, 32-27-43	Разработчик и поставщик полиуретановых и полиэфирных клеев марки АДВ
2	«Алексинский химический комбинат», ПО 301340, Тульская обл., г. Алексин, пл. Победы, 21 Тел.: (08753) 32-9-84, 30-2-97	Поставщик клеев на основе каучуков, БФ-2, БФ-4, БФ-6
3	Ангарский завод бытовой химии 665830, Иркутская обл., г. Ангарск Тел.: (39518) 7-52-04, 7-51-81, 7-89-33	Поставщик клея синтетического для обоев, клея силикатного конторского
4	«Анилин», ОАО 355044, г. Ставрополь, пр. Кулакова, 14 Тел.: (8652) 6-07-56, 6-08-66	Поставщик клеев
5	«Анлес» 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, 2 Тел.: (812) 542-62-73	Поставщик клеев 88 СА, 88 М, УНИКУМ, КОРАЛЛ, КЕДР и др.
6	Бакарицкий завод бытовой химии 163035, г. Архангельск, ул. Химпромкомбинат, 1 Тел.: (81820) 5-10-77	Поставщик клеев для обоев и картона, клея конторского
7	«Балаковорезинотехника», ОАО 413800, Саратовская обл., г. Балаково-16 Тел.: (84570) 2-13-89, 2-01-97	Поставщик резиновых клеев
8	Балашихинский опытный химический завод, АОЗТ 143900, Московская обл., г. Балашиха-9, ул. Звездная, 17 Тел.: (095) 523-01-72	Поставщик липких полиэтиленовых лент
9	Барнаульский завод резиновых технических изделий, ОАО 656048, г. Барнаул, пр. Космонавтов, 12 Тел.: (3852) 76-34-75	Поставщик клеев из латексов, клея 88-Н, жидкого резинового клея
10	«БИТ», ЗАО 152025, Ярославская обл., г. Переславль-Залесский-5, а/я 71 Тел.: (08535) 2-07-19, 2-22-00	Поставщик липких лент
11	«БытХим-2», ОАО 117813, г. Москва, ул. Вавилова, 28 Тел.: (095) 135-63-63	Разработчик бытовых клеев
12	«Вега», ООО НПП 129323, г. Москва, Лазоревый пр-д, 1 Тел.: (095) 186-03-49	Разработчик клеев 88 КР, УР-МОНО, Крол, Ропид-5, 75М, ЭМПК, РП, УМ-1 и клеящего карандаша ЭРК-1
13	Всероссийский научно-исследовательский институт синтетического волокна с экспериментальным заводом, ФГУП 170032, г. Тверь-32, Московское ш., 57 Тел.: (0822) 49-24-72	Разработчик и поставщик клеев-расплавов марок К, М и П
14	Волжский завод резиновых технических изделий 404103, Волгоградская обл., г. Волжский Тел.: (8443) 22-70-62	Поставщик клея жидкого резинового
15	Волховский химический завод, ОАО 187400, Ленинградская обл., г. Волхов-2, Волховский пр., 17 Тел.: (81263) 2-59-41	Поставщик клея Ново-Люкс (для обоев)
16	«Воронежсинтезкаучук», ОАО 394029, г. Воронеж, Ленинский просп., 2 Тел.: (0732) 44-69-24, 44-23-53, 49-23-31	Поставщик резиновых клеев
17	Воскресенский завод пластмассовых изделий, АОЗТ 140200, Московская обл., г. Воскресенск, ул. Советская, 2 Тел.: (09644) 2-02-08	Поставщик клея Бустилат
18	«Всероссийский институт авиационных материалов», ФГУП ГИЦ РФ 105005, г. Москва, ул. Радио, 17 Тел.: (095) 263-87-79	Разработчик клеев марок ВК, ВКВ, ВКП, ВКР, клеевых препрегов
19	«Гипол», НПП 143054, Московская обл., пос. Хлюпино, Одинцовский р-н Тел.: (095) 746-00-01	Разработчик и поставщик герметизирующей полимерной ленты «ГЕПО-ЛЕНТ»
20	«Гириконд», АО 194223, г. Санкт-Петербург, ул. Курчатова, 10 Тел.: (812) 552-58-18	Разработчик и поставщик электропроводящих клеев марок К, КН
21	«Государственный оптический институт им. С.Н. Вавилова», ФГУП 199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 12 Тел.: (812) 328-00-82, доб. 448	Разработчик и поставщик оптических клеев

№№ п/п	Предприятие, адрес	Разработчик или поставщик
22	«Государственный институт химии и технологии элементоорганических соединений» (ГНИИХТЭОС), ГНЦ РФ 111123, г. Москва, ш. Энтузиастов, 38 Тел.: (095) 273-79-13	Разработчик и поставщик клеев-герметиков марки Эластосил
23	Екатеринбургский завод эбонитовых изделий 620023, г. Екатеринбург, ул. Жуковского, 1 Тел.: (3432) 25-02-82	Поставщик резиновых клеев марок А и Б
24	«Жилевский завод пластмасс», АО 142822, Московская обл., Ступинский район, п/о Ситне-Щелканово Тел.: (095) 546-38-33	Поставщик клеев ВК-2, ВК-15
25	Завод бытовой химии ТПО местной промышленности 302026, г. Орел, ул. Чапаева, 7 Тел.: (08600) 6-64-55	Поставщик клеев для обоев и картона
26	Завод им. Морозова, ФГУП 188679, Ленинградская обл., Всевожский район, пос. им. Морозова Тел.: (81270) 3-51-64, 3-51-03, 3-51-51	Поставщик органосиликатных клеев
27	Завод информационных технологий «ЛИТ», ЗАО 152025, Ярославская обл., г. Переславль-Залесский Тел.: (08535) 2-29-68	Поставщик липких лент
28	Завод кровельных и полимерных материалов «Филикровля» 121874, г. Москва, Кутузовский проезд, 16 Тел.: (095) 142-41-67	Разработчик и поставщик уплотнительного жгута Герлен УТ
29	Завод резинотехнических изделий 143957, Московская обл., Балашихинский р-н, п/о Лукино Тел.: (095) 523-03-74, 523-11-78	Поставщик резиновых клеев
30	Завод резинопластмассовых изделий, ОАО 305018, г. Курск, просп. Кулакова, 2 Тел.: (0712) 57-05-10	Поставщик резиновых клеев марок А и Б
31	«Завод Спектр», ЗАО 357522, Ставропольский край, г. Пятигорск, Черкесское ш., 4 Тел.: (87933) 7-82-65	Поставщик поливинилацетатных клеев
32	Завод строительных красок и мастик «СКИМ» 113105, г. Москва, Варшавское шоссе, 37-а Тел.: (095) 111-20-47	Поставщик клея АДМ-К
33	Загорский лакокрасочный завод 141300, Московская обл., г. Сергиев Посад, Московское ш., 22/9 Тел.: (9654) 4-40-58, 4-15-34	Поставщик поливинилацетатного клея ПВА
34	«Инполимед», ООО 103473, г. Москва, Самотечная ул., 7/5 Тел.: (095) 381-03-06	Поставщик медицинских клеев
35	Институт неорганических и элементоорганических соединений им. С.Н. Вавилова РАН (ИНЭОС) 117813, г. Москва, ул. Вавилова, 28 Тел.: (095) 135-92-85	Разработчик цианакрилатных клеев марки Циакрин
36	Институт химии силикатов РАН 199155, г. Санкт-Петербург, ул. Одоевского, 24/2 Тел.: (812) 328-48-02	Разработчик органосиликатных клеев
37	«Искожтверь», ОАО 170000, г. Тверь, ул. Индустриальная, 13 Тел.: (0822) 33-01-60	Поставщик клеев-расплавов
38	Казанское НПО «Завод синтетического каучука им. С. М. Кирова» 420054, Татарстан, г. Казань, ул. Лебедева, 1 Тел.: (8432) 37-04-97	Поставщик клеев на основе каучуков, липких лент ЛЭТСАР
39	«Калининский завод резиновых изделий», АО 412450, Саратовская обл., г. Калининск Тел.: (74549) 2-17-55, 2-17-14	Поставщик клея Бустилат
40	Каменский химический комбинат 346300, Ростовская обл., г. Каменск-Шахтинский, ул. Индустриальная, 8 Тел.: (986365) 5-01-04	Поставщик клея Бустилат-М
41	«Камышловский клеевой завод», АО 623530, Екатеринбургская обл., г. Камышлов, ул. Первомайская, 16 Тел.: (34357) 2-41-50, 2-36-29	Поставщик клеев и герметиков
42	«Карболит», ОАО 142603, Московская обл., г. Орехово-Зуево, ул. Дзержинского, 84 Тел.: (0241) 2-21-27	Поставщик клеев БФР-2К, БФР-4К, ВС-10Т

№№ п/п	Предприятие, адрес	Разработчик или поставщик
43	«Карбохим», НПФ 606002, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Лермонтова, 20 Тел.: (8313) 59-23-13, 22-25-42, 59-27-46	Разработчик и поставщик клеев
44	«Карпол», ОАО 420095, Татарстан, г. Казань, ул. Восстания, 100 Тел.: (8432) 42-28-16	Поставщик липких лент ЛТ и ЛСД
45	«Кварт» Камско-Волжское ОАО резинотехники 420054, Татарстан, ул. Техническая, 25 Тел.: (8432) 78-48-31	Поставщик резиновых клеев марок 51-К-1С, 88-Н, клея жидкого резинового
46	«Квил», завод лакокрасочных материалов 308600, г. Белгород, ул. Чернышевского, 17-а Тел.: (0722) 31-02-51.	Поставщик клеев «Суперлат», ПВА
47	Кирово-Чепецкий химический комбинат им. Б. П. Константинова 613020, Кировская обл., г. Кирово-Чепецк, пер. Пожарный, 7 Тел.: (83361) 9-42-93	Изготовитель липких фторопластовых пленок
48	Клеевой завод 652586, Кемеровская обл., г. Ленинск-Кузнецкий, ст. Еголово Тел.: (38456) 2-04-00	Поставщик клеев на основе поликондесационных смол, на основе природных химических модифицированных смол
49	«КНИИМ», ФГУП 141292, Московская обл., г. Красноармейск, пр. Испытателей, 8 Тел.: (095) 584-16-92	Разработчик и поставщик клея БСТ-1
50	«Композит», ОАО 141070, Московская обл., г. Королев, ул. Пионерская, 4 Тел.: (095) 513-22-96	Разработчик и поставщик конструкционных и термостойких клеев
51	«Корунд», ОАО 606003, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. 1-го Мая, 1 Тел.: (8313) 59-67-49, 59-66-71	Поставщик клея УР-К-201
52	«Красный треугольник», ОАО 198020, г. Санкт-Петербург, Обводный канал, 136 Тел.: (812) 251-52-83	Поставщик резиновых клеев
53	Креолиновый завод 601550, Владимирская обл., г. Гусь-Хрустальный, ул. Химзаводская, 2 Тел.: (09241) 2-18-33	Поставщик клеев на основе карбамидных смол
54	Курский завод резиновых и пластмассовых изделий, ОАО 305018, г. Курск, ул. Кулакова, 2 Тел.: (0712) 57-05-10, 57-16-14	Поставщик клеев резиновых марок А и Б
55	«Курскрезинотехника», ЗАО 305012, г. Курск, пр. Ленинского Комсомола, 2 Тел.: (0712) 57-03-38, 58-18-68	Поставщик жидкого резинового клея, клея для крепления резин
56	«Курскхимволокно», АО ОТ 305026, г. Курск Тел.: (0712) 4-73-07	Поставщик клея-расплава КР-16-20, клеев ТФ-82, ТФ-37, Тамалит
57	«Лакокраска», АО ОТ 603600, г. Нижний Новгород, ш. Жиркомбината, 22 Тел.: (8312) 44-40-14	Поставщик клеев
58	«Лакокраска», НП ЗАО 410019, г. Саратов, 2-й Пугачевский пос., 3-я линия, 65-Д Тел.: (84512) 64-24-42, 69-27-40	Поставщик клеев: полихлоропренового, БНК, НК, ПВА
59	«Лакокраска», ОАО 150044, г. Ярославль, Полушкина Роща, 16 Тел.: (0852) 27-06-44	Поставщик клея марки Каскорит
60	«Ленхиммаш», ОАО 193167, г. Санкт-Петербург, ул. Ал. Невского, 9 Тел.: (812) 274-25-72, 274-59-07	Проектирование и изготовление оборудования для приготовления и нанесения клеев
61	«Ленбытхим», ОАО 191040, г. Санкт-Петербург, ул. Черняховского, 71 Тел.: (812) 164-11-18, 164-04-29	Поставщик клея ХКС (водный раствор силиката натрия)
62	«Лесогорский завод искусственного волокна», АО ОТ 188960, Ленинградская обл., пос. Лесогорский-1, Леншоссе, 23 Тел.: (81278) 7-74-39, 4-73-33, 4-76-26	Поставщик липких лент
63	«Медполимер», ФГУП 117246, г. Москва, Научный пр., 10 Тел.: (095) 120-51-82	Разработчик и поставщик изделий с липким слоем медицинского назначения

№№ п/п	Предприятие, адрес	Разработчик или поставщик
64	«МИПП – НПО «Пластик», ОАО 121059, г. Москва, Бережковская наб., 20 Тел.: (095) 240-59-95, 240-91-77	Разработчик и поставщик клея из непластифицированного поливинилхлорида и липких лент
65	«Можайский завод бытовой химии», АООТ 143200, Московская обл., г. Можайск, ул. Красных Партизан, 4 Тел.: (09638) 2-49-15	Поставщик клеев для обоев
66	Московское ПО «Красный богатырь» 107564, г. Москва, ул. Краснобогатырская, 2 Тел.: (095) 168-17-28	Поставщик жидкого резинового клея и других клеев для крепления резины
67	«НАТЭП», ООО 129226, г. Москва, ул. Сельскохозяйственная, 12А Тел.: (095) 477-85-22	Поставщик клея ЭК-4
68	«Научно-исследовательский институт лакокрасочных покрытий», ОАО, с опытным машиностроительным заводом «Виктория» 141350, Московская обл., г. Хотьково Тел.: (095) 584-55-03, 584-55-22	Изготовитель установки «Фотон-1» и «Фотоника» для ультрафиолетового отверждения
69	«Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий» (НИИЭМИ), ОАО 119992, г. Москва, Малая Трубецкая ул., 28 Тел.: (095) 242-98-58	Разработчик резиновых клеев. Поставщик клеев и герметиков
70	«НИИМестпром», ОАО 603167, г. Нижний Новгород, ул. Маршала Казакова, 3 Тел.: (8312) 41-07-76	Разработчик и поставщик клеев УНИБЫТ, Санга
71	«НИИ Полимеров» им. В.А. Каргина, ФГУП 606000, Нижегородская обл., г. Дзержинск Тел.: (8313) 25-51-43, 25-53-73, 25-73-63	Разработчик и поставщик акриловых клеев, в том числе анаэробных, марок Анатерм, Унигерм, ДН, цианакрилатных КМ и ТК
72	«НИИ Пластмасс», ОАО 111024, г. Москва, Перовский пр., 35 Тел.: (095) 273-85-00	Разработчик и поставщик клеев на основе эпоксикремнийорганических смол, клеев-расплавов и др.
73	НИИР, ФГУП 107061, г. Москва, ул. Краснобогатырская, 42 Тел.: (095) 161-03-67, 161-03-42	Разработчик и поставщик латексных клеев
74	«НИИХИМПОЛИМЕР», ОАО 392680, г. Тамбов, ул. Монтажников, 3 Тел.: (0752) 56-18-06, 56-18-00, 79-53-76	Поставщик адгезива АК
75	НИИЭМ, ФГУП 136201, г. Владикавказ, ул. Николаева, 4 Тел.: (8672) 74-80-13	Разработчик и поставщик клеев-герметиков и липких лент для электронной техники
76	«НИЦБытхим», ОАО 109088, г. Москва, ул. Угрешская, 14 Тел.: (095) 277-62-48	Разработчик бытовых клеев
77	«Новбытхим», ЗАО 196105, г. Санкт-Петербург, пр. Гагарина, 2 Тел.: (812) 329-36-97	Поставщик бытовых клеев БФ, Квинтол, Монолит, ПВА, Уран
78	«НПФ СКШ», ООО 103104, г. Москва, Сытинский тупик, 3 Тел.: (095) 200-44-01, 209-96-65	Поставщик клеев 88 НП, 88 СА, Роскл-2, Наиритового обувного, Шик-1, Шик-2, Особый, 4508, 2572, клея резинового марок А и Б
79	«Омис», ОАО 644035, г. Омск Тел.: (3812) 69-29-45, 69-29-70	Поставщик клеев-расплавов для мебельной и полиграфической промышленности
80	«Омскхимпром», ОАО 644035, г. Омск Тел.: (3812) 65-98-88	Поставщик клеев-расплавов для мебельной и полиграфической промышленности
81	«Оргсинтез», АООТ 603603, г. Нижний Новгород, Московское шоссе, 83-а Тел.: (8312) 44-35-65	Поставщик клея-расплава Крус-2, клеев-паст на основе канифоли
82	«Оргхим», ОАО 606800, Нижегородская область, г. Урень, ул. Ленина, 29 Тел.: (83154) 2-12-46	Поставщик клеев-расплавов
83	«Оренбургский завод резиновых технических изделий», АООТ 460023, г. Оренбург, ул. Инструментальная, 5 Тел.: (3532) 44-15-19, 44-12-30	Поставщик резиновых клеев

№№ п/п	Предприятие, адрес	Разработчик или поставщик
84	Орловский завод бытовой химии 302026, г. Орел, ул. Чапаева, 7 Тел.: (08600) 6-64-55	Изготовитель клеев для обоев и картона
85	«Пальма», ООО 117246, г. Москва, Научный пр., 10 Тел.: (095) 120-51-82	Разработчик и поставщик изделий с липким слоем медицинского назначения
86	«Первенец», ООО 150040, г. Ярославль, пр. Октября, 78 Тел.: (0852) 27-51-97	Разработчик и поставщик клея ПВ-1
87	«Пигмент», ОАО НПФ 193091, г. Санкт-Петербург, Октябрьская наб., 38 Тел.: (812) 588-33-32	Поставщик поливинилацетатного клея ПВА-М
88	«Пигмент», ОАО 392681, г. Тамбов, ул. Монтажников, 1 Тел.: (0752) 22-10-02	Поставщик клеев Акрилат и ПВА
89	«Пластик», ОАО 606000, Нижегородская обл., г. Дзержинск Тел.: (8313) 55-24-44	Поставщик липких лент и пленочных клеев.
90	«Пластмасса», АО 617100, Пермская обл., г. Верещагино, ул. Ленина, 46 Тел.: (34254) 2-23-79	Поставщик клеев и герметиков, резинового клея
91	«Победа рабочих», ОАО 150002, г. Ярославль, ул. Большая Федоровская, 96 Тел.: (0852) 27-81-09, 49-29-65	Поставщик клея ЛК-1
92	«Полигран-Сервис», ООО 140056, Московская обл., г. Дзержинский, а/я 246 Тел.: (095) 551-65-82	Поставщик клеев для обоев
93	«Полимербумага», НПО 141260, Московская обл., Пушкинский район, пос. Правдинский, ул. Ленина, 15/1 Тел.: (095) 993-36-23, (253) 1-75-11	Разработчик и поставщик клеев-расплавов и липких лент
94	«Полимерные композиции», ООО 109369, г. Москва, ул. Перерва, 40 Тел.: (095) 348-77-56	Поставщик клеев для электронной промышленности
95	«Полимерстройматериалы», ОАО 117419, г. Москва, 2-ой Верхний Михайловский пр., 9 Тел.: (095) 531-70-30, 531-75-11, 531-70-35	Разработчик и поставщик клеев и липких лент для строительства и других отраслей народного хозяйства
96	«Полицелл», ЗАО 600016, г. Владимир, ул. Фрунзе, 77 Тел.: (09222) 27-62-33	Поставщик обойных клеев на основе карбоксиметилцеллюлозы
97	«Полюс», ФГУП НИИ 117342, г. Москва, ул. Введенского, 3 Тел.: (095) 333-02-00	Разработчик и поставщик оптических клеев марок ОК-Т1-Ф, ОК-Т3-Ф, ДЭДАФ, электропроводящих клеев марок ТПК-250, ТПК-Н2, НК-2
98	«Прометей», «ЦНИИ конструкционных материалов», ФГУП 193015, г. Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49 Тел.: (812) 274-37-96	Разработчик и поставщик клеев для судостроения
99	«Резинотехника», Саранский завод ОАО 430015, Республика Мордовия, г. Саранск Тел.: (8342) 55-84-14	Поставщик резиновых клеев марок 2572, 4Нбув, 4010, 4508, 88 СА, 78-БЦСП
100	«Рогнеда», НПП 111524, г. Москва, ул. Электродная, 10 Тел.: (095) 176-37-14, 176-75-46, 176-30-21, 368-73-41	Разработчик и поставщик клеев Мастер, Поролон-2 (88-П2), Наирит-1 (88-П1), 88-Luxe
101	«Рошальский химический комбинат им. А. А. Косякова», ПО 140730, Московская обл., Шатурский р-н, г. Рошаль, ул. Косякова, 18 Тел.: (245) 5-10-82	Поставщик клеев МПФ-1, ПФЭ-2/10
102	«Силан», АО 399820, Липецкая обл., г. Данков, ул. Зайцева, 14 Тел.: (07465) 2-12-73	Поставщик клеев-герметиков марки Эластосил
103	«СК Премьер», АО 150040, г. Ярославль, пр. Октября, 78 Тел.: (0852) 23-12-07	Поставщик водно-эмульсионных и каучуковых клеев
104	«Славич», ОАО 152140, Ярославская обл., г. Переславль-Залесский, пл. Менделеева, 2 Тел.: (08535) 9-95-63	Поставщик липких лент

№№ п/п	Предприятие, адрес	Разработчик или поставщик
105	«Снежинка», ОАО 129323, г. Москва, Лазоревый пр-д, 1 Тел.: 180-91-74, 180-91-54	Поставщик клеев 88 КР, УР-МОНО, Крол, Ропид-5, 75М, ЭМПК, РП, УМ-1 и клеящего карандаша ЭРК-1
106	«Средне-Волжский завод химикатов», ОАО 446102, Самарская обл., г. Чапаевск, ул. Орджоникидзе, 1 Тел.: (84639) 2-47-99	Поставщик клеев ГИПК-133, ГИПК-42
107	«Старт», ОАО 420032, г. Казань, ул. 1 Мая, 14 Тел.: (8432) 42-56-32	Поставщик пленочных клеев А-17, ПКС-171, МФП-1, ВК-3, ВК-32-200, ВК-25, ВК-13
108	«Суперпласт», ОАО 111024, г. Москва, Перовский пр., 35 Тел.: (095) 273-85-01	Поставщик клеев на основе эпоксикремнийорганических смол
109	«СУРЭЛ», ТОО 198020, г. Санкт-Петербург, ул. Бумажная, 7 Тел.: (812) 186-96-26	Поставщик клея СУРЭЛ-3
110	«Тамбовский завод асбестовых и резиновых изделий», ОАО 392683, г. Тамбов, Моршанское шоссе, 19-а Тел.: (0752) 33-45-16, 33-53-63	Поставщик клеев и герметиков
111	«Термопласт», НПП 426011, г. Ижевск, а/я 4013 Тел.: (3412) 43-04-45, 31-40-53	Разработчик и изготовитель дозатора пневматического
112	«Технология», ОНПО 449020, Калужская обл., г. Обнинск Тел.: (095) 255-22-25	Поставщик эпоксидных пленочных клеев
113	«Техпласт ПСМ», ООО 117419, г. Москва, 2-й Верхний Михайловский пр., 9 Тел.: (095) 955-73-36	Разработчик и поставщик латексных клеев
114	«Техполиком», ООО 107005, г. Москва, ул. Радио, 17 Тел.: (095) 263-87-79	Разработчик клеев марки ТПК. Поставщик клеев марок ВК
115	«Томскнефтехим», ОАО 634067, г. Томск-67, Томский р-н, Северный Промузел Тел.: (3822) 21-41-35	Поставщик клеев-расплавов КНИЦ-13, КНИЦ-17, КНИЦ-18
116	«Трубоизоляция», АООТ 446201, Самарская обл., г. Новокуйбышевск Тел.: (84635) 5-85-51	Поставщик липкой ленты ПВХ
117	«Тюменский завод пластмасс», ТОО 625620, г. Тюмень, ул. Первомайская, 52 Тел.: (3452) 24-58-87	Поставщик клеев ФР-12, КФ-Ж, ФРП-50К
118	«Уфимский завод эластомерных материалов, изделий и конструкций (УЗЭМИК)», ОАО 450006, Башкортостан, г. Уфа, ул. Пархоменко, 156 Тел.: (3472) 24-92-89, 24-92-80	Поставщик резиновых клеев марок А, Б
119	«Унитехформ», ЗАО 105058, г. Москва, ул. Ибрагимова, 31 Тел. факс: (095) 964-12-56	Разработчик и поставщик клеев-компаундов марки «ДЕСАН»
120	«Уралпластик», АООТ 620219, г. Екатеринбург, ул. Космонавтов, 1-й км Тел.: (3432) 39-96-14	Поставщик клеев ПВА, ВАК-С2П, ВАК-С2Э
121	Уральский завод резинотехнических изделий 620085, г. Екатеринбург, ул. Титова, 11 Тел.: (3432) 25-14-61	Поставщик резиновых клеев
122	Уралэластотехника 620085, г. Екатеринбург, ул. Монтерская, 7 Тел.: (3432) 25-64-03	Поставщик электроизоляционной липкой резинотканевой ленты
123	«УРЕТОЛ», ТОО 117419, г. Москва, 2-й Верхний Михайловский пр., 9 Тел.: (095) 955-73-45, 955-75-48	Разработчик и поставщик клея-герметика «Аэропласт»
124	«Усольский клеевой завод», АООТ 665470, Иркутская обл., г. Усолье-Сибирское, ул. Крупской, 3 Тел.: (39543) 3-38-11	Поставщик клеев на основе полимеризационных и поликонденсационных смол
125	«Формпласт», АООТ 306410, Курская обл., г. Щигры, ул. Крупской, 3 Тел.: (07145) 4-04-07	Поставщик полиэтиленовой липкой ленты

№№ п/п	Предприятие, адрес	Разработчик или поставщик
126	«Химволокно», ОАО 142204, Московская обл., г. Серпухов, ул. Химиков, 1 Тел.: (095) 72-27-78	Поставщик клея «Хлориновый»
127	«Химпласт», ОАО 630007, г. Новосибирск-7, ул. Фабричная, 10 Тел.: (3832) 22-78-32, 29-88-71	Поставщик липкой ленты ПВХ, фторопластовой ленты
128	«Химпром», ОАО 4000057, г. Волгоград, ул. Промысловая, 23 Тел.: (8442) 45-85-01	Поставщик клея ПВА
129	Центральный научно-исследовательский институт кожевенно-обувной промышленности (ЦНИИКП) 113184, г. Москва, Пятницкая ул., 74 Тел.: (095) 953-38-38	Разработчик клеев для обуви
130	Центральный научно-исследовательский институт материалов (ЦНИИМ) 191014, г. Санкт-Петербург, ул. Парадная, 8 Тел.: (812) 278-91-14, 278-93-92.	Разработчик и поставщик клеев марок КДС, КВС, НТК, КГ, ШС, ВТК-1Х
131	ЦКБ Радиоматериалов 111250, г. Москва, Красноказарменный пр., 14-а Тел.: (095) 361-45-37	Изготовитель гомогенизатора кулачкового ГК 30/60
132	«ЦНИИТОЧМАШ-1», ФГУП НПЦ 142181, Московская обл., г. Климовск, ул. Заводская, 2 Тел.: (095) 996-73-59	Проектирование и изготовление оборудования для нанесения клеев
133	Челябинский лакокрасочный завод «Челак» 454106, Челябинск, Свердловское ш., 1 Тел.: (3512) 35-14-62	Поставщик шпатлевок, перхлорвиниловых клеев, клея АК-20
134	Шебекинский химкомбинат 309250, Белгородская обл., г. Шебекино, Ржевское ш., 18 Тел.: (07248) 3-15-39	Поставщик клея Экохим
135	Шинный завод 610004, г. Вятка, ул. Энергетическая, 15 Тел.: 3-29-65, 3-54-44. 3-26-44	Поставщик резиновых клеев марок А и Б
136	«Экран», НПФ 103473, г. Москва, Самотечная ул., 7/5 Тел.: (095) 381-03-06	Разработчик медицинских клеев
137	«Эксперимент», ОАО 111020, г. Москва, ул. Сторожевая, 4 Тел.: (095) 361-22-10	Поставщик клеев Бустилат-М, Декон, поливинилацетатного и др.
138	«Элад-Гермес», ООО 119868, г. Москва, ул. Малая Трубецкая, д. 28 Тел.: (095) 242-96-82	Поставщик резиновых клеев
139	«Эмпилс», ОАО 344700, г. Ростов-на-Дону, пр. Микояна, 60 Тел.: (8632) 55-56-00	Поставщик мочевино- и меламиноформальдегидных шпатлевок, полиизобутиленовых клеев
140	«Эпитал», ЗАО НПЦ 109383, г. Москва, ул. Шоссейная, 10 Тел.: (095) 357-35-70, 357-46-81	Разработчик и поставщик клеев-компаундов марки Этал
141	«Эра», ОАО 187020, Ленинградская обл., г. Тосно, Московское шоссе, 1 Тел.: (81261) 2-23-54	Поставщик клеев «Момент-1», «Уникум», «Феникс»
142	«Ярославрезинотехника», ОАО 125029, г. Ярославль, ул. Советская, 1 Тел.: (0852) 38-21-95, 25-35-34	Поставщик резиновых клеев 88 СА, 88 НП, 4508, 4Нбув, ВКР-17. Разработчик и поставщик резиновых клеев 2572, 3125, 3126
143	Ярославский химический завод «Луч» 150029, г. Ярославль, ул. Декабристов, 7 Тел.: (0852) 21-80-53	Поставщик клея ПВА-М
144	«Ярославский шинный завод», ОАО 150040, г. Ярославль, ул. Советская, 81 Тел.: (0852) 27-17-01, 30-54-33	Поставщик клеев резиновых марок А и Б
145	«Ярсинтез», ОАО НИИ 150040, г. Ярославль, пр. Октября, 88 Тел.: (0852) 27-55-94	Разработчик и поставщик клея К-Э-НФ, поставщик клея 51-К-10В

Глава 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Техника безопасности при производстве и применении клеев – это комплекс организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих несчастные случаи на производстве и заболевания работников от воздействия на их организм токсичных продуктов.

Клеи содержат токсичные и пожароопасные соединения. Токсичность клеев определяется токсичностью входящих в их состав компонентов (смола, отвердителей, растворителей и др.). Поэтому при работе с клеями и их компонентами должна соблюдаться высокая культура труда и строго выполняться правила техники безопасности.

Предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны являются такие концентрации, которые при ежедневной работе в пределах рабочей смены в течение всего рабочего стажа не вызывают у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, непосредственно в процессе работы или в установленные сроки. Превышение ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны не допускается.

По степени опасности воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса:

- вещества чрезвычайно опасные;
- вещества высокоопасные;
- вещества умеренно опасные;
- вещества малоопасные.

ПДК и классы опасности наиболее часто встречающихся при работе с клеями вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1. Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Ацетон	200	4	Пары
Бензин	100	4	>>
Бензол	5	2	>>
Бутилацетат	200	4	>>
Винилацетат	10	3	>>
Гексаметилендиамин	1	2	>>
Дибутилфталат	0,5	2	Пары+аэрозоль
Диметиланилин	0,2	3	Пары
Диэтилентриамин	1	2	>>
Дифенилолпропан (ди(гидроксифенил)пропан)	5	3	Аэрозоль
Малеиновый ангидрид	1	2	Пары+аэрозоль
Метилметакрилат	10	3	Пары
Метилэтилкетон	200	4	>>
Стирол	5	3	>>
Толуилендиизоцианат	0,05	1	>>
Толуол	50	3	>>
Трихлорэтилен	10	3	>>
Фенол	0,5	2	>>
Формальдегид (формалин)	0,5	2	Аэрозоль
Фосфорная кислота	1	2	>>
Фталевый ангидрид	1	2	Пары+аэрозоль
Эпихлоргидрин	1	2	Пары
Этилацетат	200	4	>>

Эпоксидные смолы содержат в своем составе эпихлоргидрин и толуол, которые при температуре 60 °С и выше выделяются в рабочую зону и отрицательно влияют на здоровье людей, действуя на нервную систему и печень. Эпоксидные смолы могут также вызвать заболевания кожи (дерматит, экзема) как при непосредственном контакте с ними, так и при действии низких концентраций паров указанных продуктов. ПДК эпихлоргидрина составляет 1 мг/м³.

Отвердители эпоксидных смол также являются токсичными веществами. Несоблюдение правил техники безопасности при работе с ними может повлечь за собой изменение состава крови работающих, снижение кровяного давления, угнетение центральной нервной системы, нарушение дыхания и другие нарушения в организме.

Гексаметилендиамин относится к высокотоксичным продуктам: при концентрации паров 0,1–0,01 мг/л он вызывает изменение в составе крови и снижение кровяного давления; при попадании в глаза вызывает серьезные заболевания.

Диамет Х (3,3'-дихлор-4,4'-диаминодифенилметан) является токсичным веществом. ПДК в воздухе рабочих помещений составляет 0,7 мг/м³. Этот диамин проявляет канцерогенные свойства. Он оказывает вредное действие на слизистые оболочки, кожные покровы, органы дыхания и относится к горючим продуктам. Меры защиты: респиратор, резиновые перчатки.

m-Фенилендиамин оказывает вредное действие на слизистые оболочки, кожные покровы и органы дыхания, является сенсибилизатором, слабо кумулирует. При остром отравлении возникают вялость, ослабление реакции на раздражение, резкая одышка, параличи. При работе с ним следует надевать защитные очки, резиновые перчатки, респираторы.

Полиэтиленполиамин в больших дозах приводит к нарушению дыхания, угнетению центральной нервной системы; при длительном действии на кожу он способен вызвать поражения типа язвенного дерматита. Попадание полиэтилениамина в глаза вызывает продолжительный конъюнктивит. Значительно менее токсичны кубовые остатки от производства гексаметилендиамина и сложные амины.

Пары ангидридов вызывают раздражение слизистой оболочки дыхательных путей и глаз, удушье, хрипы в легких.

Фенолоформальдегидные смолы токсичны в основном из-за содержания в них свободных фенола и формальдегида, которые вызывают заболевание органов дыхания, нервной системы и появление дерматитов. Модифицированные фенолоформальдегидные клеи (фенолокаучуковые, фенолополивинилацетальные и др.) значительно менее токсичны.

Полиуретановые клеи токсичны из-за наличия в их составе изоцианатов, наиболее токсичным из которых является толуилендиизоцианат (ТДИ). Он относится к высокоопасным веществам (1-й класс опасности), вызывает острое и хроническое отравление, нарушение процессов обмена в организме. Изоцианаты могут вызвать головную боль, повышенную раздражительность, колющие боли в области сердца. При вдыхании вызывают раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, а в тяжелых случаях астмоподобные заболевания с дальнейшим хроническим поражением легких. ТДИ обладает прижигающим и раздражающим действием на кожный покров, нарушает некоторые обменные процессы. В воздухе рабочей зоны ПДК ТДИ должна быть не более 0,05 мг/м³. При поражении парами толуилендиизоцианата надо немедленно удалить пострадавшего из зоны загрязнения. Изоцианаты удаляют с кожи тампоном из ваты, смоченным ацетоном или этилацетатом, после чего следует вымыть руки теплой водой с мылом.

Цианакрилатные клеи вызывают раздражение слизистой оболочки носа и глаз, а при попадании на кожу – неприятное жжение. При работе с этими клеями следует пользоваться защитными очками и перчатками.

Клеи на основе производных акриловой кислоты являются слаботоксичными. Они не относятся к взрывоопасным, самовоспламеняющимся и летучим веществам. В случае попадания акриловых клеев на кожу рук их следует снять ватным тампоном, смоченным этиловым или изопропиловым спиртом, и промыть руки водой с мылом.

Анаэробные составы малотоксичны, относятся к 4 классу малоопасных соединений (ГОСТ 12.1.007–76). Они не вызывают острого ингаляционного отравления даже в условиях воздействия их в насыщенных концентрациях при 22–24 °С. Не обладают выраженным кумулятивным эффектом и не вызывают местного раздражения кожных покровов, однако при повторном контакте возможно появление дерматита. Для предохранения кожных покровов работу следует проводить в защитных перчатках и халате из хлопчатобумажной ткани при включенной приточно-вытяжной вентиляции.

Каучуки, используемые при получении резиновых клеев и для модификации ряда клеев, нелетучи в условиях хранения и переработки и не оказывают вредного воздействия на организм человека. Некоторые каучуки могут оказывать слабое раздражающее действие на кожу и обладают незначительной сенсибилизацией, поэтому следует избегать их прямого контакта с кожей. При попадании жидких каучуков на поверхность кожи рекомендуется смыть их подогретым (до ~50 °С) моющим раствором, содержащим 10 % ОП-7 или ОП-10, 6 % пасты триалон, 1% карбоната натрия и 83 % воды. Токсичность резиновых клеев обусловлена главным образом входящими в их состав растворителями.

Токсичность фосфатных клеев определяется наличием в их составе фосфорной кислоты, поэтому при работе с ними следует соблюдать те же предосторожности, что и при работе с кислотами.

К веществам, токсичность которых необходимо учитывать при работе с клеями, относятся антипирены – борат цинка, хлорпарафины и триоксид сурьмы. Токсичность бората цинка обусловлена присутствием оксида цинка, который может вызвать профессиональное заболевание – цинковую лихорадку, а также борного ангидрида, оказывающего раздражающее действие на поврежденную кожу и слизистые оболочки. ПДК оксида цинка в рабочей зоне производственных помещений 6 мг/м³, борного ангидрида 5 мг/м³. При работе с боратом цинка необходимо пользоваться индивидуальными средствами защиты органов дыхания, следить за постоянной работой вентиляционных установок, соблюдать правила личной гигиены, принимать душ по окончании работы.

Хлорпарафины – трудногорючие нетоксичные вещества. Однако из-за наличия в некоторых из них ССl₄ (до 2 %) при их переработке в условиях повышенных температур (200 °С) необходимо соблюдать меры защиты органов дыхания.

Триоксид сурьмы (Sb₂O₃) является токсичным веществом. Туман, образуемый парами Sb₂O₃, и его взвешенная пыль устойчиво держатся в воздухе. Попадание в желудок вызывает металлический вкус во рту, слюнотечение, тошноту, рвоту, боли в желудке. Возможны аллергические заболевания кожи. ПДК (в пересчете на Sb) 1 мг/м³. Средства индивидуальной защиты – респираторы, защитные очки, рукавицы или перчатки из плотной ткани.

В состав некоторых клеев входят наполнители, например асбест, нитрид бора, алюминиевый порошок, карбид кремния и др. При длительном контакте с ними возможны острые и хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей, хронический бронхит и другие заболевания.

Работа с клеями связана с использованием растворителей – ацетона, бензина, метилэтилкетона и др.

Учитывая, что большинство компонентов клеев и сами клеи являются токсичными продуктами, при работе с ними следует соблюдать специальные меры по технике безопасности и охране труда. Помещения, где проводятся работы, должны соответствовать требованиям «Санитарных норм проектирования промышленных предприя-

тий» (СИ 245–71). Все работы, связанные с приготовлением и применением клеев, должны проводиться в специально отведенных для этого чистых и светлых помещениях с хорошей приточно-вытяжной вентиляцией (скорость движения воздуха в открытых створках вытяжных шкафов должна быть не менее 0,7 м/с, объем подаваемого воздуха должен составлять 90 % от объема удаляемого) для удаления летучих продуктов, выделяющихся из клея на всех стадиях его применения. Запах клея, чувствующийся в процессе его приготовления, нанесения и отверждения, и выделение токсичных веществ могут препятствовать применению материала в крупномасштабном производстве. Помещение, в котором проводятся работы с клеями, должно соответствовать требованиям категории А: освещение, электропроводка, электромоторы должны быть выполнены во взрывобезопасном исполнении В-1-а.

Столы для склеивания должны быть оборудованы местным освещением и бортовыми отсосами. Для отвода летучих веществ, выделяющихся при отверждении клеев, над дверцами термостатов необходимо устанавливать зонтовые отсосы. Стол, на котором проводят работу, необходимо покрывать плотной бумагой или пленкой. После работы загрязненную бумагу следует выбрасывать в металлические емкости с крышками и в конце дня их опорожнять.

В рабочем помещении необходимо иметь шкаф для химикатов. Не рекомендуется хранить большие количества клеев, смол, отвердителей и растворителей. Держать их следует в плотно закрывающейся таре под вытяжкой.

Помещение и технологическое оборудование должны быть обеспечены общеобменной и местной вентиляцией в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021–75. «ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования».

При работе с электрооборудованием следует соблюдать правила «Технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные Госэнергонадзором.

Приготовление и нанесение клея, зачистку клеевых потеков, мытье посуды следует проводить при наличии индивидуальных средств защиты (очков, респираторов, халатов, фартуков, резиновых или полиэтиленовых перчаток на тканевой основе и др.) и спецодежды. При попадании клеев на кожу их следует удалить тампоном (ватным или марлевым), смоченным в растворителе (ацетоне, спирте), затем тщательно промыть это место теплой водой с мылом. При попадании клея на лицо его удаляют тампоном, смоченным глицерином, и также промывают это место водой с мылом.

При попадании на пол токсичного клея его необходимо засыпать опилками или тряпками, собрать их совком, вынести из помещения, залить 5–10 %-м раствором аммиака и смыть водой. При попадании клея в глаза необходимо промыть их обильной струей воды.

Запрещается хранить клеящие вещества рядом с пищевыми продуктами. Помещения для работы с клеями должны быть снабжены холодной и горячей водой. В рабочем помещении необходимо иметь металлическую емкость с крышкой для слива загрязненных растворителей, остатков клеев, которую в конце дня опорожняют. Использованный для мытья посуды и других целей обтирочный материал также следует собирать в закрытые металлические емкости и утилизировать в конце рабочего дня. Категорически запрещается курение и прием пищи на участке склеивания.

Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005–75. «ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» и ГОСТ 12.1.007–76. «ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».

Кроме токсичности клеев другим весьма опасным фактором является их легкая воспламеняемость. Категорически запрещается использовать клеящие составы, содержащие легковоспламеняющиеся вещества, при наличии в помещении открытого пламени.

Рабочее помещение должно быть оснащено специальными устройствами для тушения пожара и аптечкой, в которой содержатся средства для оказания первой помощи при ожогах, защитные мази и т.д. В случае воспламенения горючей жидкости необходимо выключить нагревательные приборы и вентиляцию, руководствуясь противопожарной инструкцией, приступить к тушению пожара. При воспламенении клея для тушения следует применять тяжелые (например, асбестовые) ткани, песок, а также сухой углекислотный огнетушитель. Воду применять запрещается.

С целью снижения пожароопасности производства бензин, используемый при обезжиривании поверхностей, следует применять только с антистатической присадкой «Сигбол» (ТУ 38-101741–78), введение которой предотвращает накопление статического электричества. Рекомендуемая концентрация присадки «Сигбол» в бензинах, применяемых для обезжиривания, составляет 0,001–0,002 % (мас.).

При подготовке поверхностей под склеивание (травление, анодирование и т.п.) с применением кислот и щелочей необходимо пользоваться резиновыми перчатками и защитными очками для предохранения глаз и кожи от ожогов, следует исключить возможность вдыхания паров кислот. При приготовлении водных растворов кислот во всех случаях кислоту нужно постепенно добавлять к воде, чтобы предотвратить сильный разогрев смеси и возможный взрыв.

Подготовка поверхности склеиваемых полимерных материалов обычно связана с их зашкуриванием. В воздухе рабочей зоны помещения ПДК пыли полиэтилена, полипропилена и фторопласта не должна превышать 10 мг/м³, поливинилхлорида, аминопласта и фенопласта 6 мг/м³, стеклопластика 4 мг/м³. Это вызвано тем, что при длительном воздействии на органы дыхания различных полимерных материалов наблюдается поражение бронхов, легких, печени, почек, изменения в нервной системе. Уборка запыленных участков и оборудования должна проводиться с помощью промышленных пылесосов или влажным способом не реже одного раза в смену.

В последнее время при проведении работ по склеиванию используют обработку ультразвуком на стадиях приготовления, нанесения клеев и их отверждения. Ультразвуком (УЗ) называют упругие колебания и волны с частотой от $1,5 \cdot 10^4$ до 10^{13} Гц. Благодаря малой длине волны УЗ способен создавать высокие плотности акустической энергии, большие ускорения частиц среды и акустические давления. Воздействие УЗ на организм человека может вызвать изменения работы органов слуха, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, терморегуляционного аппарата, нервной системы.

Допустимые уровни звукового и ультразвукового давления в рабочих помещениях при 8-часовом рабочем дне должны соответствовать ГОСТ 12.001–75:

Среднегеометрическая частота (1/3 октавных полос), кГц	12,5	16,0	20,0	40,0
Уровень акустического давления, дБ	80	90	100	110

Если акустическое давление на рабочем месте превышает допустимое, то ультразвуковую установку необходимо оборудовать звукоизолирующими кожухами или экранами из материалов с большим коэффициентом потерь. Индивидуальными средствами защиты являются тампоны из специальной ваты или противошумные наушники, например марки ВЦНИИОГ-2, которые снижают уровень шума до 40 дБ.

При УЗ-склеивании необходимо исключить контакт работающих с деталями, в которых возбуждаются колебания. Установку и съем деталей следует осуществлять при выключенном генераторе. Если это сделать невозможно (например, при УЗ-обработке клея на склеиваемой поверхности), то операции следует проводить с помощью инструмента или приспособлений с виброизолирующими рукоятками. При кратковременном контакте (до 3 мин) возможно использование двойных перчаток.

При проведении механических испытаний образцов клеевых соединений имеют место следующие виды опасностей:

- тепловыделение нагревательной камеры;
- поражение электрическим током;
- выброс разрушенных частей образцов из захватов испытательной машины.

Для исключения ожогов рук при установке образцов следует пользоваться брезентовыми перчатками. Детали электрической арматуры, установленной на испытательной машине, должны быть тщательно изолированы от корпуса; все металлические части испытательных машин должны быть заземлены. Рабочая зона испытательной машины должна быть защищена съемным ограждением из металлической сетки.

К работе с клеями допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, обучение и специальный инструктаж по технике безопасности в соответствии с ГОСТ 12.0.004–79. «ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения» и «Положением о порядке проведения инструктажа и обучения по технике безопасности и производственной санитарии работающих». Проводится медицинский осмотр работающего персонала при поступлении на работу (предварительный), а также периодический осмотр.

Соблюдение требований охраны труда является обязанностью каждого работающего. Рациональная организация рабочих мест, введение передовой технологии, соблюдение правил трудового распорядка, соблюдение правил техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности позволяет добиться на предприятиях работы без травматизма.

Глава 8. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ ПО КЛЕЯМ И ТЕХНОЛОГИИ СКЛЕИВАНИЯ

Общепринятой строгой терминологии в рассматриваемой области пока не существует. Для одного и того же понятия специалисты различных отраслей иногда используют разную терминологию, что приводит к неадекватному толкованию. Первой попыткой наведения порядка в этом вопросе явилась разработка международной организацией по стандартизации (ИСО) международного стандарта ИСО 6354–1982 (А/Ф/Р). Однако этот стандарт включает всего 69 терминов.

В данном справочнике приведены термины, используемые в нашей стране в настоящее время. Они взяты из таких авторитетных источников, как международный стандарт ЖО 6354–1982, «Энциклопедия полимеров», «Словник по сварке и склеиванию» (Киев: Наукова думка, 1989), ряда научно-технических и других изданий. Для некоторых терминов дается два различных толкования, при этом первым следует термин, которому авторы отдают предпочтение. Большая часть из приведенных терминов использована в тексте справочника, а некоторые термины, не нашедшие отражения в справочнике, сравнительно часто используются на практике.

Термины расположены в алфавитном порядке. Если термин включает одно или более слов, то первым поставлено основное. Такое расположение обеспечило группировку родственных терминов и упростило их трактовку. Некоторые термины могут быть уточнены в дальнейшем, и авторы будут благодарны за все отзывы и пожелания читателей.

Абсорбция – проникновение жидкости (клея) в субстрат за счет капиллярных сил или взаимодействия с его поверхностью.

Автоклав – закрытый сосуд, внутри которого создаются регулируемые давление и температура.

Адгезиометр – прибор, с помощью которого определяют адгезионные свойства клеевых композиций.

Адгезионная прочность – характеризует усилие, требуемое для разрушения адгезионного контакта.

Адгезионная связь – взаимодействие между поверхностями, основанное на силах адгезии.

Адгезионное разрушение – разрушение клеевого соединения по границе клей–субстрат.

Адгезионный грунт – покрытие, которое наносят на поверхность субстрата перед склеиванием для улучшения работоспособности клеевого соединения и увеличения промежутка времени между подготовкой поверхности и склеиванием.

Адгезия – сцепление приведенных в контакт разнородных твердых или жидких тел. Может быть обусловлена как межмолекулярным взаимодействием, так и химической связью.

Адгезия к основе – усилие, требующееся в регламентированных условиях для отделения липкой ленты от основы (подложки).

Адсорбция – концентрирование вещества из объема фаз на поверхности раздела между ними.

Активация растворителем – восстановление смачивающих и клеящих свойств высохшего слоя клея путем нанесения на него растворителя.

Активный разбавитель – низковязкий продукт, используемый для снижения вязкости не содержащих растворитель высоковязких реакционноспособных клеев, вступающий в химическое взаимодействие с клеем в процессе его отверждения.

Акцептор кислоты – вещество, добавляемое в клей для нейтрализации кислотных побочных продуктов, образующихся при приготовлении, применении, хранении или отверждении клея.

Анодирование (электрохимическое оксидирование) – электролитическое нанесение оксидной пленки на поверхность металла (главным образом алюминия, титана и их сплавов). Используется как способ подготовки поверхности металла под склеивание с одновременной защитой ее от коррозии.

Антиадгезив – материал, препятствующий адгезии клея, разделительный агент.

Антиадгезионный слой – покрытие, предотвращающее нежелательную адгезию клея к твердой поверхности (например, в случае потеков клея).

Антиоксидант – вещество, присутствие которого в клее в относительно малых количествах замедляет или предотвращает его окисление.

Антипирен – вещество, подавляющее способность материала к горению.

Антистатик – поверхностно-активное вещество, которое понижает статическую электризацию материалов, находящихся с ним в контакте, главным образом в результате повышения электрической проводимости материала.

Аппрет – вещество, наносимое на поверхность субстрата или наполнителя клея тонким слоем (предпочтительно мономолекулярным) для улучшения адгезии и/или прочности склеивания.

Арбитражные испытания – испытания клея, проводимые с целью установления его достоверных характеристик в случае их расхождения при испытании у предприятия-изготовителя и предприятия-потребителя.

Аутогезия – адгезия между поверхностями двух приведенных в контакт однородных материалов.

Бактерицидная добавка – добавка к клею, предотвращающая вредное воздействие бактерий.

Биоцидная добавка – вещество, добавляемое к клею с целью повышения грибостойкости клеевых соединений.

Вибростойкость см. Усталостная прочность.

Влагопоглощение – способность клея поглощать пары воды из атмосферы.

Влажность воздуха – содержание воды в единице объема воздуха.

Влажность относительная – отношение массы водяных паров, содержащихся в определенном объеме воздуха, к массе паров, необходимой для его насыщения при той же температуре.

Внешний вид – показатель, устанавливающий свойства клея при его визуальном осмотре.

Внутренние напряжения – напряжения, возникающие в полимерном материале (клею) при его формировании вследствие ограничения подвижности молекул.

Водный моющий состав – состав, содержащий воду в качестве растворителя или диспергирующей среды, с помощью которого удаляют со склеиваемой поверхности различные загрязнения.

Водопоглощение – способность пленки клея или клеевого соединения поглощать воду при погружении в нее.

Водостойкость – способность клеевого соединения сохранять свои свойства при воздействии воды.

Время в сборке – период времени между окончанием нанесения клея на склеиваемый материал и началом отверждения; суммарное время открытой выдержки после нанесения клея и выдержки в сборке перед склеиванием.

Время выдержки в сборке – период времени между сборкой поверхностей с нанесенным клеем и приложением давления и/или нагреванием для отверждения клея.

Время гелеобразования – время, за которое клей из жидкого (вязкотекучего) состояния переходит в твердообразное состояние геля или студня.

Время затвердевания – время, необходимое для затвердевания клея в заданных условиях.

Время отверждения см. Продолжительность отверждения.

Вспенивающий агент – компонент клея, который разлагается в процессе отверждения клея с образованием газообразных продуктов, что приводит к увеличению объема клея и снижает кажущуюся плотность клея.

Вспучивание – образование небольших возвышений («хлопунов») на поверхности субстрата, напоминающих по форме пузырь. Причинами вспучивания являются недостаток клея, нарушение режима отверждения, попадание воздуха, воды или паров растворителя в клеевой шов.

Вулканизация – структурирование (отверждение) клеев на основе каучуков путем нагревания и/или при действии вулканизующих агентов при проведении склеивания.

Входной (выходной) контроль – определение соответствия свойств клея или компонентов клея требованиям действующей нормативно-технической документации.

Газопламенная обработка – технологический процесс обработки поверхности материалов пламенем газовой горелки.

Гарантийный срок хранения – период времени, в течение которого клей или компоненты клея, хранящиеся в регламентированных нормативно-технической документацией условиях, обеспечивают получение клеевых соединений с определенными свойствами, соответствующими нормативно-технической документации.

«Голодный» (обедненный) клеевой шов – клеевой шов, в котором количество клея недостаточно для получения качественного клеевого соединения.

Горючесть – способность клея к самостоятельному горению.

Горячее отверждение – отверждение клея при повышенной температуре (обычно выше 50 °С).

Граница раздела – область контакта между поверхностями клея и субстрата.

Грибостойкость – способность клеевых соединений противостоять действию плесневых грибов.

Давление склеивания – усилие, прикладываемое к субстрату в направлении, перпендикулярном к клеевому слою.

Деструкция – разрушение молекул полимера под действием тепла, кислорода, света, проникающей радиации, механических напряжений, биологических и других факторов.

Дефектоскопия – обобщенное название неразрушающих методов контроля клеевых соединений, используемых для обнаружения сплошности клеевых соединений, расслоений, непроклеев и ослабленных участков.

Дилатантность – увеличение вязкости клея при повышении скорости сдвига.

Диффузия – взаимное проникновение соприкасающихся веществ в результате теплового движения.

Длительная прочность – способность клеевого соединения выдерживать постоянно действующее напряжение в течение длительного времени.

Дозирующий валик – вспомогательный регулируемый валик для дозирования клея, поступающего на клееносные валки.

Долговечность – стойкость клеев к уменьшению прочности клеевых швов при воздействии различных эксплуатационных факторов (влаги, нагревания, химикатов и др.).

Дополнительная термообработка клеевых соединений – выдержка после склеивания в автоклаве или прессе при повышенной температуре без давления для повышения их теплостойкости.

Дренажная ткань – ткань (обычно стеклоткань или хлопчатобумажная), обеспечивающая возможность выхода газов в процессе склеивания.

Дугостойкость клея – время создания токопроводящего мостика в клеевом соединении, выполненном этим клеем, с помощью стандартной электродуги, помещенной у поверхности клеевого соединения.

Жизнеспособность клея – время после приготовления клея, в течение которого он пригоден к применению.

Загуститель – материал, добавляемый к клею для увеличения его вязкости.

Закрытая выдержка – промежуток времени между окончанием сборки деталей под склеивание и началом отверждения клея (как правило, моментом приложения давления склеивания).

Ингибитор – химическое вещество, замедляющее скорость какого-либо процесса, например старения, отверждения и др.

Испытание на длительную прочность – испытание для определения работоспособности клея при постоянно действующем напряжении в течение длительного периода времени.

Катализатор – химическое вещество, ускоряющее отверждение клея при добавлении его в малых количествах; ускоряет образование межмолекулярных поперечных связей в полимере.

Кислотостойкость – способность отвержденного клея или клеевого соединения сохранять свои свойства при воздействии кислот.

Клееболтовое соединение – комбинированное соединение поверхностей с помощью болтов и склеивания.

Клеезамковое соединение – комбинированное соединение, выполненное при сочетании склеивания и «замков», образуемых таким образом, что выступ, оформленный на одной детали, входит в паз, оформленный на другой детали.

Клеевая прослойка – слой отвержденного клея между склеенными поверхностями.

Клеевое соединение – соединение двух материалов, осуществленное с помощью клея.

Клеевое соединение комбинированное – клеевое соединение с комбинированной клеевой прослойкой.

Клееклепаное соединение – комбинированное соединение поверхностей с помощью заклепок и склеивания.

Клеемеханическое соединение – комбинированное соединение поверхностей, выполненное при сочетании склеивания и механического крепежа.

Клеепрессовое соединение – комбинированное соединение поверхностей, выполненное при сочетании склеивания с прессовой посадкой.

Клеерезьбовое соединение – клеевое соединение, в котором для фиксации склеиваемых поверхностей использованы винты, болты, шпильки; соединение, в котором установка (контровка) винтов, болтов и шпилек проведена с применением клея.

Клеесварное соединение – соединение поверхностей с помощью контактной точечной сварки и склеивания.

Клей, активируемый нагреванием – высушенная пленка клея, которая становится липкой или жидкой при нагревании.

Клей, активируемый растворителем – сухой клей, которому придают липкость непосредственно перед применением с помощью растворителя.

Клей анаэробный – клей, способный при контакте с кислородом воздуха длительное время оставаться в исходном состоянии без изменения свойств и быстро отверждаться при нарушении этого контакта.

Клей водно-дисперсионный – система, которая состоит из дисперсионной среды (воды) и дисперсной фазы (полимера).

Клей водный – клей, содержащий воду в качестве растворителя или дисперсионной среды.

Клей вспенивающийся – клей, при отверждении которого образуются многочисленные пузырьки газа, что приводит к увеличению толщины клеевого слоя и уменьшению кажущейся плотности клея при отверждении; предназначен для заполнения зазоров при склеивании путем вспенивания.

Клей-герметик – клей, позволяющий получить эластичное клеевое соединение, непроницаемое для воды, газов и других продуктов, т.е. обладающий свойствами, характерными для герметиков.

Клей горячего отверждения – клей, для отверждения которого требуется нагревание, как правило, до температуры не ниже 100 °С.

Клей дисперсионный – клей, основа которого диспергирована в воде или органическом растворителе; клей, представляющий собой двухфазную систему с одной фазой (клеящим материалом) в виде жидкой суспензии.

Клей двухкомпонентный – клей, поставляемый в виде двух отдельных частей, смешиваемых перед употреблением клея.

Клей жидкий – клей, в исходном состоянии имеющий жидкотекучую консистенцию. Может быть в виде раствора, эмульсии, суспензии и мономера.

Клей зазорозаполняющий – клей, склонный к малой усадке при отверждении, применяемый в качестве уплотнителя зазоров.

Клей капсулированный см. Клей микрокапсулированный.

Клей конструкционный – клей, клеевые соединения с использованием которого выдерживают в течение длительного периода времени воздействие нагрузок.

Клей конфекционный (контактный) – клей, который наносят на обе склеиваемые поверхности и дают подсохнуть; затем склеиваемые поверхности соединяют без длительного приложения давления.

Клей-мастика – полимерный клей, который наряду со способностью соединять поверхности способен заполнять зазоры между соединяемыми поверхностями.

Клей микрокапсулированный – клей, частички или капельки которого заключены в предохранительную пленку во избежание слипания и/или преждевременного отверждения до тех пор, пока пленка не будет разрушена соответствующим образом.

Клей мономерный – клей на основе простого химического соединения, способного при каталитическом воздействии образовывать полимер в клеевом соединении в процессе отверждения.

Клей многокомпонентный – клей, поступающий к потребителю в виде нескольких (обычно более двух) компонентов.

Клей однокомпонентный (одноупаковочный) – клей, поступающий на предприятие-потребитель в готовом для применения виде.

Клей оптический – клей, способный в отвержденном виде пропускать свет.

Клей пастообразный – высоковязкая клеящая композиция, имеющая высокий предел текучести.

Клей пленочный – клей в виде пленки, обычно отверждающийся при нагревании и под давлением.

Клей пленочный армированный – клей в виде пленки, содержащий различные материалы, обычно ткани, которые остаются в соединении при склеивании.

Клей пленочный многослойный (комбинированный) – клей в виде пленки, с каждой стороны которой нанесены различные клеи. Используется для склеивания разнородных материалов.

Клей раздельного нанесения – двухкомпонентный клей, один из компонентов которого наносится на один субстрат, а второй – на другой; клеевой шов образуется при последующем соединении поверхностей с нанесенными на них компонентами,

Клей-расплав – клей на основе термопластичных синтетических смол, не содержащий летучих компонентов; склеивание осуществляется при расплавлении клея под воздействием тепла и последующем охлаждении до комнатной температуры. Способен многократно размягчаться при нагревании и восстанавливать исходные свойства при охлаждении.

Клей-раствор – клей, основа которого растворена в воде или органическом растворителе.

Клей реактивный – клей на основе реакционноспособного синтетического олигомера, полимера и/или каучука, а также мономера.

Клей теплопроводящий – клей, способный проводить тепло через отвержденный клеевой шов.

Клей термопластичный – клей, способный к многократному размягчению при нагревании и затвердеванию при охлаждении (см. также Клей-расплав).

Клей терморезистивный – клей, не размягчающийся при нагревании после отверждения в результате прошедшей необратимой химической реакции.

Клей холодного отверждения – клей, отверждающийся без дополнительного нагревания.

Клей электроизоляционный – клей, обладающий в отвержденном виде высоким удельным электрическим сопротивлением и не способный проводить электрический ток.

Клей электропроводящий – клей, способный проводить электрический ток.

Когезионное разрушение – разрушение клеевого соединения по клею или субстрату, обнаруживаемое визуально.

Когезия – способность противостоять разрушению по толще материала (клея); сцепление частиц одного вещества под действием первичных или вторичных валентных сил.

Комбинированное соединение – соединение двух поверхностей, выполненное при сочетании различных способов крепления, например склеивания и сварки, склеивания и заклепок и т.д.

Комбинированный клеевой слой – клеевой слой, в котором имеются эластичные и жесткие участки. Позволяет снизить неравномерность распределения напряжений в клеевом соединении внахлест.

Консистентность – способность жидкого клея противостоять деформации или текучести при приложении к нему сдвигающих усилий.

Консистенция – условный показатель, характеризующий внешний вид клея по вязкости (жидкость, паста, раствор и т.д.).

Контактный краевой угол смачивания – угол, между смачиваемой поверхностью и плоскостью, касательной к поверхности нанесенной на субстрат капли клея.

Конфекционная клейкость (липкость) – прочность клеевых соединений, полученных с применением конфекционных клеев, сразу же после приведения склеиваемых поверхностей в контакт друг с другом.

Коррозионная активность – способность клея или его компонентов вызывать коррозию склеиваемых поверхностей (обычно употребляется применительно к металлам).

Коэффициент сохранения свойств в процессе эксплуатации – относительное изменение показателя свойства, соответствующее заданной продолжительности эксплуатации.

Коэффициент формы соединения – соотношение толщины склеиваемых деталей к длине нахлестки клеевого соединения.

Критическое поверхностное натяжение смачивания – максимальное значение поверхностного натяжения жидкости, при котором она полностью смачивает данную поверхность.

Липкая лента – материал, состоящий из тонколистовой основы (пленки, фольги, ткани и др.), на которую с одной или двух сторон нанесен липкий слой.

Липкая лента двухсторонняя – липкая лента, у которой слой липкости нанесен с обеих сторон основы.

Липкость – способность клея образовывать клеевое соединение непосредственно после контакта при низком давлении.

Микрокапсулирование – образование на поверхности частицы или капельки клея или компонента клея тонкой прочной оболочкой, предотвращающей слипание и/или преждевременное отверждение клея.

Модификатор – добавка, вводимая в клей с целью изменения его свойств.

Модификация клея – направленное изменение свойств клея.

Модуль упругости – соотношение напряжения и деформации в упругодеформируемом материале.

Наполнитель – добавка, вводимая в состав клея для улучшения прочности склеивания и эксплуатационных характеристик клеевого соединения и не обладающая клеящими свойствами.

Наполнитель балластный – наполнитель, который не влияет на свойства клея и используется для снижения расхода других дефицитных компонентов клея.

Напряжение – усилие на единицу площади клеевого соединения, возникающее в результате приложения нагрузки.

Напряжение отрыва – напряжение, возникающее в клеевом соединении при воздействии нагрузки перпендикулярно слою клея.

Напряжение отслаивающее – напряжение, возникающее в клеевом соединении при воздействии на него нагрузки, стремящейся отслоить одну из склеиваемых поверхностей от другой.

Напряжение при внецентренном растяжении – напряжение, возникающее в клеевом соединении в результате приложения нагрузки к кромкам клеевого соединения жестких субстратов.

Напряжение сдвига – напряжение, возникающее в клеевом соединении при приложении нагрузки, действующей в плоскости, где находится слой клея, и стремящееся сдвинуть одну склеиваемую поверхность относительно другой.

Непроклей – отсутствие контакта между клеем и субстратом или между слоями клея, нанесенными на различные поверхности, после проведения склеивания.

Неразрушающие испытания – испытания для оценки качества клеевых соединений, выполняемые без их повреждения.

Объемное электрическое сопротивление – отношение напряжения к току, протекающему через толщину образца материала между двумя приложенными электродами.

Оксидирование – физико-химический процесс формирования оксидной пленки на поверхности механического субстрата.

Основа клея – основная составная часть (компонент) клея.

Остаточное относительное удлинение – сохранившееся относительное удлинение пленки клея после пребывания в напряженном состоянии в течение определенного промежутка времени.

Остаточные напряжения в клеевых соединениях – напряжения, оставшиеся в клеевом соединении после прекращения действия технологических и эксплуатационных факторов.

Отвердитель – компонент клея, который ускоряет или регулирует отверждение клея.

Отвердитель блокированный – отвердитель, временно лишенный активности для придания стабильности при хранении и меньшей токсичности; может быть активирован химическим, физическим или механическим способом.

Отвердитель латентный (скрытый) – отвердитель, полностью инертный при комнатной температуре и проявляющий активность только после нагревания до определенной температуры.

Отвердитель микрокапсулированный – отвердитель, мельчайшие частички которого заключены в тонкую прочную оболочку, предохраняющую его от преждевременного взаимодействия с основой клея.

Отверждение – изменение агрегатного состояния клея и его физических свойств в результате химических процессов (например, полимеризации, поликонденсации, вулканизации) при нагревании, введении катализаторов и т.д.

Отверждение в магнитном поле – отверждение клея, при котором дополнительно к рекомендуемым условиям отверждения на клеевое соединение воздействуют магнитным полем (например, для ориентации наполнителя).

Отверждение радиационное – отверждение термореактивного клея под действием радиационного излучения (обычно γ -излучения).

Отверждение токами высокой частоты – отверждение термореактивного клея в результате выделения тепла при воздействии на клеевое соединение токов высокой частоты.

Отверждение ультразвуком – отверждение термореактивного клея при воздействии на клеевое соединение звуковых волн высокой интенсивности (18–22 кГц). Используется также при склеивании клеями-расплавами для ускорения процесса плавления.

Отверждение ускоренными электронами – отверждение термореактивного клея под действием электронного излучения.

Отверждение УФ-облучением – отверждение термореактивного клея на основе олигомеров с непредельными связями под действием УФ-облучения.

Открытая выдержка – время, в течение которого покрытые клеем поверхности перед приведением их в контакт выдерживают на воздухе (при комнатной или повышенной температуре).

Относительное удлинение при растяжении – максимально возможное увеличение длины отвержденной пленки клея (в % от первоначальной длины) при воздействии растягивающей нагрузки.

Охрупчивание – потеря пластичности материала, приводящая к образованию трещин и разрушению (самопроизвольному или при ударах с малым усилием).

Пластификатор – вещество, добавляемое к клею для увеличения его пластичности и способности к пластической деформации.

Поверхностно-активные вещества – соединения, добавляемые к клею для регулирования поверхностного натяжения, текучести и смачивающей способности; вещества, способные накапливаться на поверхности раздела двух фаз, понижая ее свободную энергию (поверхностное натяжение).

Поверхностно-активные вещества реакционноспособные – поверхностно-активные вещества, способные вступать в химическое взаимодействие с компонентами клея в процессе его отверждения.

Поверхность склеивания – поверхность раздела между клеем и склеиваемым материалом.

Подготовка поверхности – механическая, химическая или физическая обработка поверхности субстрата для обеспечения высокой адгезии к нему клея.

Подложка – гибкий материал, используемый для нанесения клея, например при получении липких лент, и затем применяемый совместно с клеем.

Ползучесть – изменение формы и размеров материала во времени под действием нагрузки.

Праймер – покрытие, наносимое на поверхность склеиваемого материала перед нанесением клея для улучшения адгезии и/или прочности склеивания.

Предельный срок хранения – время, в течение которого клей сохраняет свои основные свойства при хранении в регламентированных условиях.

Премикс – заранее приготовленный клей (или смесь основных компонентов клея), готовый к применению, но герметически закупоренный или замороженный для сохранения свойств до употребления.

Продолжительность (время) отверждения – период времени, необходимый для отверждения клея в заданных условиях.

Прочность при внецентренном растяжении – растягивающая нагрузка, требующаяся для расклинивания испытываемого образца единичной длины.

Прочность при изгибе – максимальное напряжение сдвига, возникающее в материале при испытании образца в виде балки прямоугольного сечения, нагруженной в середине пролета.

Прочность при отслаивании – устойчивость клеевого соединения к действию отслаивающих нагрузок.

Прочность при отрыве – устойчивость клеевого соединения к действию отрывающих нагрузок.

Прочность при равномерном отрыве – устойчивость клеевого соединения к действию нагрузок, приложенных перпендикулярно площади склеивания.

Прочность при продольном сдвиге – устойчивость клеевого соединения к действию нагрузки в продольном направлении.

Прочность при сдвиге – устойчивость клеевого соединения к действию сдвигающих нагрузок.

Прочность склеивания – удельная нагрузка (сдвигающая, растягивающая, сжимающая, изгибающая, отдирающая и др.), которая требуется для разрушения клеевого соединения в зоне склеивания или вблизи нее.

Разбавитель – жидкий компонент, вводимый в клей для уменьшения его вязкости и снижения концентрации, после завершения процесса склеивания остающийся в клеевом соединении.

Разбавитель активный см. Активный разбавитель.

Разбавитель пассивный – разбавитель, не вступающий в химическое взаимодействие с другими компонентами клея в процессе его отверждения.

Ракля (нож) – механизм (брусок или стержень) в машине, регулирующий равномерность нанесения клея и его толщину.

Растворитель – жидкий компонент, который служит для снижения вязкости и увеличения смачивающей способности; жидкость, растворяющая клей.

Ремонтная паста – пастообразная смесь клея и наполнителя, применяемая для ремонта небольших поврежденных клеевого соединения и поверхности субстрата, замазывания царапин и вмятин.

Режим отверждения – параметры технологического процесса (температура, время, давление), при котором клей переходит в твердое состояние.

Связующее – компонент клея, обеспечивающий его клеящие свойства; клеящий материал, используемый для соединения слоев тканей, частиц наполнителей и порошков.

Склеивание в мешке – процесс склеивания, включающий приложение давления различными способами к гибкому мешку, внутри которого находится склеиваемая конструкция.

Склеивание контактное – соединение двух поверхностей с нанесенным на них клеем при кратковременном приложении давления.

Склеивание механохимическое – склеивание, при котором соединяемую поверхность с нанесенным слоем жидкого клея подвергают механическому воздействию абразивным материалом, что обеспечивает повышение химической активности этой поверхности.

Склеивание с термической усадкой – склеивание коаксиально расположенных деталей с помощью способной термически усаживаться муфты, на внутреннюю поверхность которой нанесен клей.

Слипание – непреднамеренное склеивание материалов между собой.

Слоистая клееная конструкция – конструкция, состоящая из тонких листовых однородных или разнородных материалов, соединенных между собой с помощью клея.

Смачивание – способность наносимого на субстрат клея растекаться на его поверхности.

Сотовая конструкция – слоистая конструкция, образуемая тонкими листовыми обшивками, между которыми вклеен сотовый наполнитель.

Сотовая конструкция звукопоглощающая – сотовая конструкция, в которой одна из обшивок, ближайшая к источнику шума, перфорирована и поглощает шум.

Сотовый наполнитель – листовый материал, состоящий из тонкостенных ячеек (чаще шестигранных) и применяемый для трехслойных панелей в силовых конструкциях.

Стабилизатор – вещество, присутствие которого в относительно малых концентрациях обуславливает ингибирование процессов, приводящих к разрушению или ухудшению свойств клея или клеевого соединения.

Температура отверждения – температура, до которой необходимо нагреть клей или сборку для отверждения клея.

Термостабилизатор – вещество, присутствие которого в относительно малых концентрациях обуславливает ингибирование процессов термо- или термоокислительной деструкции, приводящих к разрушению или ухудшению свойств клея или клеевого соединения.

Термоэластопласты – полимерные материалы, которые в условиях эксплуатации способны, подобно эластомерам, к большим обратимым деформациям, а при повышенных температурах ведут себя как термопласты.

Тиксотропность – свойство материалов уменьшать вязкость при воздействии сдвигающих усилий; способность клея удерживаться на поверхности (в том числе на вертикальной), не стекая с нее.

Травление – химическое или электрохимическое растворение поверхности твердых материалов. При склеивании используется для очистки поверхности субстратов.

Трафарет – приспособление для нанесения клея на субстрат со строго заданным контуром.

Ударная прочность – способность клея или клеевого соединения противостоять динамической ударной нагрузке.

Укрывистость – способность клея покрывать всю поверхность, на которую он нанесен, без собирания в капли и разрывов в пленке.

Усадка – уменьшение объема клея вследствие испарения растворителя или в процессе отверждения; разность относительных плотностей исходного клея и клея в отвержденном состоянии.

Ускоренные испытания – испытания клеевых соединений в условиях, имитирующих интенсивное воздействие эксплуатационных факторов.

Ускоритель – вещество, вызывающее или активирующее химические процессы (например, отверждение клея), которое после завершения процесса становится неотъемлемой частью конечного продукта.

Усталость – напряженное состояние, возникающее в результате многократного воздействия нагрузок (изгибающих, ударных и др.) на границе раздела клей–субстрат; ослабление материала, вызываемое при многократно повторяющемся нагружении и снятии нагрузок.

Усталостная прочность – максимальная нагрузка, которую выдерживает клеевое соединение при воздействии многократно прикладываемых напряжений в заданных условиях.

Холодное отверждение – отверждение клея без нагревания благодаря химической реакции, протекающей при комнатной (или ниже комнатной) температуре.

Холодное прессование – операция склеивания, при которой склеиваемый предмет подвергают действию давления без нагревания.

Экстендер (удешевляющая добавка) – жидкое или твердое вещество, добавляемое к клею для снижения стоимости.

ЛИТЕРАТУРА

по клеям и склеиванию

В данном разделе представлена основная литература по клеям, в которой обобщены общие вопросы по клеям и технологии склеивания, а также фирменные каталоги. Литература расположена в алфавитном порядке по фамилии первого автора. Ознакомиться с иностранной литературой по клеям можно в справочнике [54].

1. Авиационные материалы: Сб. / Под ред. Р.Е. Шалина. М.: ВИАМ, 1979. – 52 с.
2. Авиационные материалы: Сб. / Под ред. Р.Е. Шалина. М.: ВИАМ, 1982. – 152 с.
3. Аниховская Л.И., Батизат В.П., Петрова А.П. // Авиационные материалы на рубеже XX–XXI веков. М.: ГП ВИАМ, 1994. С. 396–409.
4. Аронович Д.А., Мурохов А.Ф., Синееков А.П. Применение анаэробных герметизирующих композиций в сопряженных цилиндрических соединениях: Обз. инф. М.: НИИТЭХИМ, 1993. – 26 с.
5. Базарова Ф.Ф., Колесова Л.С. Клеи в производстве радиоэлектронной аппаратуры. М.: Энергия, 1975. – 112 с.
6. Баранов Л.Ф. Применение полимерных материалов при ремонте и техническом обслуживании машин: Учебн. пос. М.: Химия, 1992. – 98 с.
7. Басин В.Е. Адгезионная прочность. М.: Химия, 1981. – 208 с.
8. Башкирцев В.И. Ремонт автомобилей полимерными материалами. М.: За рулем, 1999. – 32 с.
9. Белый В.А., Егоренков Н.И., Плескачевский Ю.М. Адгезия полимеров к металлам. Минск: Наука и техника, 1971. – 288 с.
10. Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. М.: Химия, 1974. – 392 с.
11. Берсудский В.Е., Крысин В.Н., Лесных С.И. Технология изготовления сотовых авиационных конструкций. М.: Машиностроение, 1975. – 296 с.
12. Бобович Б.Б., Бровак Г.В., Бунаков В.М. и др. Химики – автолюбителям: Справ. изд. Л.: Химия, 1989. – 320 с.
13. Бубис И.Я., Вейденбах В.А., Духоня И.И. и др. Справочник технолога – оптика / Под ред. С.М. Кузнецова, М.А. Окатова. Л.: Машиностроение, 1983. – 414 с.
14. Вакула В.Л., Притыкин Л.М. Физическая химия адгезии полимеров. М.: Химия, 1984. – 224 с.
15. Веселовский Р.А. Регулирование адгезионной прочности полимеров. Киев: Наукова думка, 1988. – 176 с.
16. Веселовский Р.А. Ремонт нефтепроводов с помощью клеев. М.: ВНИИОЭНГ, 1975. – 88 с.
17. Воюцкий С.С. Аутогезия и адгезия высокополимеров. М.: Гостехиздат, 1960. – 244 с.
18. Грубман Ю.В., Мазина Г.Р., Штейнберг С.А., Трофимович Д.П. Клеи на основе латексов: Тем. обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. – 72 с.
19. Гуль В.Е., Царский Л.Н., Шенфиль Л.З. и др. Электропроводящие полимерные материалы. М.: Химия, 1968. – 248 с.
20. Дерягин Б.В., Кротова Н.А., Смилга В.П. Адгезия твердых тел. М.: Наука, 1973. – 280 с.
21. Достижения в области создания и применения клеев / Под ред. А.П. Петровой. М.: МДНТП, 1979. – 202 с.
22. Жеребков С.К. Крепление резины к металлам. М.: Химия, 1966. – 348 с.
23. Зайцев Ю.С., Кочергин Ю.С., Пактер М.К., Кучер Р.В. Эпоксидные олигомеры и клеевые композиции. Киев: Наукова думка, 1990. – 200 с.
24. Казанцева К.Е., Клименская Д.А., Колосова Н.Н. Электропроводящие клеи и их применение в технике. Л.: ЛДНТП, 1985. – 24 с.
25. Кантер Г.Г., Шавырин В.Н., Рязанцев В.И. и др. Клеесварные соединения в машиностроении. Киев: Техніка, 1964. – 200 с.
26. Капелюшник И.И., Михалев И.И., Эйдельман Б.Д. Технология склеивания деталей в самолетостроении. М.: Машиностроение, 1972. – 224 с.
27. Кардашов Д.А. Конструкционные клеи. М.: Химия, 1980. – 288 с.
28. Кардашов Д.А. Синтетические клеи. М.: Химия, 1976. – 504 с.
29. Кардашов Д.А. Эпоксидные клеи. М.: Химия, 1973. – 192 с.
30. Кардашов Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. М.: Химия, 1983. – 256 с.
31. Кейгл Ч. Клеевые соединения: Пер. с англ. М.: Мир, 1971. – 296 с.
32. Кершенбаум Я.М., Протасов В.Н. Восстановление нефтепромыслового оборудования клеевыми соединениями. М.: Недра, 1970. – 112 с.
33. Клеи и герметики / Под ред. Д.А. Кардашова. М.: Химия, 1978. – 200 с.
34. Клеи и их применение в технике. / Под ред. Е.М. Бляхмана, В.Г. Каркозова, Г.В. Мотовилина и др. Л.: ЛДНТП, 1975. – 114 с.
35. Клеи и технология склеивания / Под ред. Д.А. Кардашова. М.: Оборонгиз, 1960. – 286 с.
36. Клеи, склеивание металлов и пластмасс / Под ред. Е.М. Бляхмана, В.Г. Каркозова. Л.: ЛДНТП, 1979. – 108 с.
37. Клеи специального назначения / Под ред. В.Г. Каркозова. Л.: ЛДНТП, 1982. – 92 с.
38. Ковальчук Л.М. Склеивание древесных материалов с пластмассами и металлами. М.: Лесная пром-сть, 1968. – 240 с.
39. Комаров Г.В. Способы соединения деталей из пластических масс. М.: Химия, 1979. – 288 с.
40. Копейкин В.А., Петрова А.П., Рашкован И.Л. Материалы на основе металлофосфатов. М.: Химия, 1976. – 200 с.
41. Кораб Г.Н., Шестопал А.Н., Комаров Г.В. и др. Словарь-справочник по сварке и склеиванию / Под ред. Б.Е. Патона. Киев: Наукова думка, 1988. – 160 с.
42. Кротова Н.А. О склеивании и прилипании. М.: Изд. АН СССР, 1960. – 168 с.
43. Крысин В.Н. Слоистые клеевые конструкции в самолетостроении. М.: Машиностроение, 1980. – 228 с.

44. Люсова Л.Р., Польшман Г.С., Резниченко С.В., Глаголев В.А. Клеи на основе галогенсодержащих полимеров. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1987. – 40 с.
45. Майорова Э.А., Филиппова А.И. Водные обезжиривающие растворы. Рекомендации по применению в станкостроении. М.: ЭНИМС, 1976. – 12 с.
46. Майорова Э.А., Барт В.Е., Левин А.Л. Клеевые соединения в металлорежущих станках. Рекомендации. М.: ЭНИМС, 1975. – 36 с.
47. Майорова Э.А., Ниберг А.Н. Применение клеев для соединения трудносклеиваемых материалов: Методические рекомендации по применению в станкостроении. М.: ЭНИМС, 1988. – 44 с.
48. Майорова Э.А. Синтетические клеи в станкостроении. М.: Машиностроение, 1968. – 112 с.
49. Микульский В.Г., Козлов В.В. Склеивание бетона. М.: Стройиздат, 1975. – 240 с.
50. Михалев И.И., Колобова З.Н., Батизат В.П. Технология склеивания металлов. М.: Машиностроение, 1965. – 280 с.
51. Морозова Л.П. Обувные клеи. М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 129 с.
52. Московитин Н.И. Склеивание полимеров. М.: Лесная пром-сть, 1968. – 304 с.
53. Московитин Н.И. Физико-химические основы процессов склеивания и прилипания. М.: Лесная пром-сть, 1974. – 192 с.
54. Мотовилин Г.В. Склеивание. Параллельный словарь-справочник англо-немецко-русский. С.-Пб.: Наука, 2000. – 470 с.
55. Научные проблемы соединения материалов галлиевыми пастами / Под ред. М.Г. Драновского. М.: ПО «Полиграфист», 1972. – 76 с.
56. Новые клеи и технология склеивания / Под ред. А.П. Петровой. М.: МДНТП, 1973. – 176 с.
57. Новые клеи и технология склеивания / Под ред. А.П. Петровой. М.: МДНТП, 1976. – 156 с.
58. Патуров В.В. Испытания синтетических клеев. М.: Лесная пром-сть, 1969. – 120 с.
59. Петрова А.П. Термостойкие клеи. М.: Химия, 1977. – 200 с.
60. Петрова А.П., Кондрашов Э.К., Коротков Ю.В. Склеивание инструмента и оснастки в машиностроении. М.: Машиностроение, 1985. – 184 с.
61. Петрова А.П., Семенычева И.В. Поведение клеевых соединений при воздействии эксплуатационных факторов. М.: ВИАМ, 1980. – 54 с.
62. Попов В.В. Теплообмен через соединения на клеях. М.: Энергия, 1974. – 302 с.
63. Применение органосиликатных материалов в высокотемпературной тензометрии / Под ред. Н.П. Харитонова. Л.: Наука, 1972. – 16 с.
64. Притыкин Л.М., Драновский М.Г., Паркшеян Х.Р. Клеи и их применение в электротехнике. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 136 с.
65. Притыкин Л.М., Кардашов Д.А., Вакула В.Л. Мономерные клеи. М.: Химия, 1988. – 176 с.
66. Протасов В.Н., Кершенбаум Я.М., Апашев В.И. Применение клеевых соединений при сооружении и ремонте технологических трубопроводов: Тем. обзор. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1972. – 44 с.
67. Рояк С.М., Рояк Г.С. Специальные цементы. М.: Стройиздат, 1969. – 280 с.
68. Справочник по клеям / Под ред. Г.В. Мовсисяна. Л.: Химия, 1980. – 304 с.
69. Сычов М.М. Неорганические клеи. Л.: Химия, 1986. – 152 с.
70. Темкина Р.З. Синтетические клеи в деревообработке. М.: Лесная пром-сть, 1971. – 288 с.
71. Технология изготовления клееных конструкций. Под ред. М. Боднара: Пер. с англ. М.: Мир, 1975. – 446 с.
72. Тихомиров В.В. Нетканые клееные материалы. – М.: Легкая индустрия, 1966. – 352 с.
73. Тризно М.С., Москалев Е.В. Клеи и склеивание. Л.: Химия, 1980. – 120 с.
74. Филин Н.В., Макушкин А.П., Буров Л.А., Степанский М.Г. Клеи в криогенной технике: Обз. инф. М.: ЦИНТИ-химнефтемаш, 1979. – 62 с.
75. Фрейдин А.С. Полимерные водные клеи. М.: Химия, 1985. – 144 с.
76. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. М.: Химия, 1981. – 272 с.
77. Фрейдин А.С., Вуба К.Т. Прогнозирование свойств клеевых соединений древесины. М.: Лесная пром-сть, 1980. – 224 с.
78. Фрейдин А.С., Турусов Р.А. Свойства и расчет адгезионных соединений. М.: Химия, 1990. – 256 с.
79. Харитонов Н.П., Кротиков В.А., Островский В.В. Органосиликатные композиции. Л.: Наука, 1980. – 91 с.
80. Хрулев В.М. Долговечность клееной древесины. М.: Лесная пром-сть, 1971. – 160 с.
81. Хрулев В.М. Повышение долговечности клееных деревянных конструкций и строительных деталей. М.: Госстройиздат, 1963. – 116 с.
82. Хрулев В.М. Прочность клеевых соединений. М.: Стройиздат, 1973. – 82 с.
83. Хрулев В.М. Синтетические клеи в железнодорожной технике. М.: Транспорт, 1965. – 152 с.
84. Хрулев В.М. Синтетические клеи и мастики. М.: Высшая школа, 1970. – 368 с.
85. Чернин И.З., Смехов Ф.М., Жердев Ю.В. Эпоксидные полимеры и композиции. М.: Химия, 1982. – 232 с.
86. Шавырин В.Н., Рязанцев В.И. Клеесварные конструкции. М.: Машиностроение, 1981. – 168 с.
87. Шапиро М.С. Цианакрилатные клеи в травматологии и ортопедии. М.: Медицина, 1976. – 102 с.
88. Шевченко А.М., Борисенко И.Ф., Пушкарь М.А. Гигиена труда в производстве полимеров и пластмасс. Киев: Здоровье, 1978. – 168 с.
89. Шилдз Дж. Клеящие материалы. Справочник: Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1980. – 368 с.

Каталоги

1. АО «СК Премьер». Рекламно-информационный каталог. Товарная продукция. Ярославль: ЯПИ, 1993. – 230 с.
2. Каталог: Кремнийорганические продукты, выпускаемые в СССР. Черкассы: НИИТЭХИМ, 1983. – 20 с.
3. Каталог: Полиуретановые клеи и компаунды. Черкассы: НИИТЭХИМ, 1991. – 42 с.
4. Каталог: Составы анаэробные уплотняющие (герметики). Клеи акриловые. Дзержинск: НИИ полимеров, 1997. – 22 с.
5. Каталог: Эпоксидные смолы и материалы на их основе. Черкассы: НИИТЭХИМ, 1978. – 36 с.

Алефтина Петровна Петрова
Клеящие материалы. Справочник

Редактор М.Н. Пастушенко

Подписано в печать 17.06.2002 Формат А-4. Тираж 5000 экз.

ЗАО «Редакция журнала «Каучук и резина», ул. М. Трубецкая, 28, г. Москва, 119992
факс: 245-62-29 (для редакции); E-mail: kir@niiem.ru

Типография ООО «Мультипринт».
121357, г. Москва, ул. Верейская, д.29