

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации и ремонта машин

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН**

Методические указания к лабораторной и самостоятельной работе

Для студентов Института механизации и технического сервиса, обучающихся по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и по специальности «Наземные транспортно-технологические средства»

Казань – 2018

УДК 678.026
ББК 35.71

Составители: к.т.н., доцент Шайхутдинов Р.Р.
ст. препод. Вагизов Т.Н.
ст. препод. Ахметзянов Р.Р.

Рецензенты: проф. ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», д.т.н. Галимов Э.Р.
проф. Казанского ГАУ, д.т.н. Яхин С.М.

Одобрено и рекомендовано к изданию кафедрой эксплуатации и ремонта машин (протокол № 13 от 12.02.2018г.) и методической комиссией института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ (протокол №6 от 16.02.2018 г.).

Применение полимерных материалов при ремонте машин: метод. указания к лаб. и сам. работе/ Р.Р. Шайхутдинов, Т.Н. Вагизов, Р.Р. Ахметзянов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018.– 28 с.

Методические указания к лабораторной и самостоятельной работе способствуют формированию профессиональных компетенций и предназначены для студентов Института механизации и технического сервиса обучающимся по направлениям подготовки: «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Наземные транспортно-технологические средства».

УДК. 678.026
ББК 35.71

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Закрепить знания о составах, особенностях и области применения полимерных материалов в ремонтном производстве.
2. Ознакомиться со способами восстановления деталей с использованием полимерных материалов и применяемым оборудованием.
3. Ознакомиться с правилами техники безопасности при обращении с полимерными материалами.
4. Получить практические навыки по подготовке деталей при изготовлении составов на основе эпоксидных смол и заделке трещин.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В последние годы полимерные материалы успешно применяют как в машиностроении, так и при ремонте и техническом обслуживании тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. Например, в тракторах и сельскохозяйственных машинах имеется более 2500 наименований деталей из полимеров.

Полимерные материалы—вещества, состоящие из больших молекул (макромолекул), каждая из которых представляет собой особое соединение большого количества молекул-мономеров, являющихся звеньями полимера. Подавляющее большинство полимеров получают искусственным путем в результате реакции синтеза—полимеризации и поликонденсации.

Полимеризация заключается в том, что макромолекулы образуются путем соединения большого количества молекул мономера, но при этом никаких побочных продуктов не выделяется. При поликонденсации образование макромолекул происходит с выделением низкомолекулярных побочных продуктов - воды, аммиака, спирта, хлористого водорода и др.

По техническим свойствам полимерные материалы делятся на два основных вида: реактопласты и термопласты.

Реактопласты – при нормальной температуре жидкие или твердые, а при нагреве до определенной температуры переходят в вязко-текучее состояние и, при дальнейшем нагреве в результате химических реакций затвердевают и остаются в таком состоянии независимо от изменения температуры. Процесс этот необратимый. К реактопластам относятся пенопласты, текстолит, полиэфирные и эпоксидные смолы.

Термопласты – при нормальной температуре находятся в твердом состоянии, при нагреве переходят в вязко-текучее состояние, при охлаждении возвращаются в твердое состояние. Процесс обратимый, поэтому термопластический полимер можно многократно использовать. К этой группе относятся полиэтилен, полипропилен, полистирол, винилпласты, фторопласты, полиамиды, полиформальдегид и ряд других.

Недостатки полимерных материалов - это низкая теплостойкость, теплопроводность, твердость и модуль упругости, наличие остаточных

внутренних напряжений, изменение физико-механических свойств с изменением температуры, времени и ряда других факторов.

Однако они имеют, ряд **положительных свойств** благодаря своей прочности, водо-, бензо- и маслостойкость, фрикционных или антифрикционных свойств и так далее. Применение полимеров дает значительную экономию металла, в том числе цветного. Нанесение полимерных покрытий, не снижает усталостную прочность деталей. Кроме того, небольшая трудоемкость, простота изготовления и восстановления деталей, низкая себестоимость, отсутствие нагрева детали, возможность восстановления деталей без разборки агрегатов и другие преимущества открывают дорогу полимерам для их внедрения в ремонтное производство. Применение полимерных материалов при ремонте по сравнению с другими способами позволяет снизить трудоемкость восстановления на 20...30%, себестоимость ремонта — на 15...20%, расход материалов — на 40...50%.

Пластмассы — композиционные материалы, изготовленные на основе полимеров, способные при заданных температуре и давлении принимать определенную форму, которая сохраняется в условиях эксплуатации. Кроме полимера, являющегося связующим веществом, в состав пластмассы входят наполнители, пластификаторы, отвердители, ускорители, красители и другие добавки. Содержание наполнителей (металлический порошок, цемент, графит, ткань и др.) может достигать 70%.

Пластмассы применяют для восстановления размеров деталей, заделки трещин и пробоин, герметизации и стабилизации неподвижных соединений, изготовления некоторых деталей и пр.

Пластмассы наносят намазыванием, газопламенным напылением, вихревым, вибрационным способами, литьем под давлением, прессованием.

При восстановлении деталей машин полимерные материалы применяются в виде склеивающих веществ, герметиков, а также материала для изготовления ремонтных деталей и нанесения различного рода покрытий.

Клеящие материалы — это жидкие, пастообразные или твердые вещества, составы (смесь химически однородных компонентов) и композиции (смесь химически разнородных компонентов, например эпоксидной смолы и металлических опилок в качестве наполнителя), которые используются для соединения и фиксации в определенном положении деталей и элементов конструкций. При их высыхании или отверждении в зазоре между соединяемыми поверхностями образуется клеевой слой. Прочность соединения определяют два основных его свойства:

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

КЛЕИ в основном бывают:

1. **Клеи-компаунды** предназначены для заливки поврежденных мест.

2. **Клеи-шпатлевки** обладают повышенной прочностью после отверждения, поэтому возникло название - "холодная сварка". Клеи-шпатлевки имеют в своем составе порошки металлов, состоящие из очень мелких поверхностно-активных частиц. Они образуют прочную химическую связь с молекулами полимеров основы клея. Этим клеи-шпатлевки принципиально отличаются от обычных клеев с наполнителем, частицы которого только физически соединены между собой.

3. **Клеи-герметики** обладают свойствами и клеев, и герметиков.

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

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

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

Некоторые цианакрилатные клеи могут использоваться вместо пайки. Для этого в них добавляют специальные связующие вещества, обеспечивающие достаточную электропроводность клеевого слоя. Такие клеи используются, например, для ремонта поврежденных нитей обогрева заднего стекла автомобиля (DD 6590 фирмы DoneDeal).

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

Эти клеи являются двухкомпонентными и отверждаются только с помощью специальных активаторов. Активатор наносится на поверхность до клея или иногда может предварительно смешиваться с ним. В некоторых случаях компоненты наносят отдельно в виде параллельных полос. В комплект могут входить три отдельные упаковки, например, клея, отвердителя и специального активатора (DD 6588 фирмы DoneDeal).

Акриловые клеи ультрафиолетового отверждения в основном предназначены для соединения металлов со стеклом и стеклом между собой.

В частности, такие клеи применяются для крепления на лобовом стекле автомобиля кронштейна зеркала заднего вида. Они являются однокомпонентными и содержат специальные добавки - фотоинициаторы. Отверждение клея происходит только после облучения ультрафиолетовым светом от источника с определенной длиной волны. Полимеризация при этом происходит в течение нескольких секунд, но только в зоне облучения, что возможно при склеивании прозрачных материалов (DD6584 фирмы DoneDeal).

Полиуретановые клеи предназначены для склеивания в любых сочетаниях большинства видов пластмасс, бумаги, тканей, резины, искусственной и натуральной кожи, волокнистых материалов и т.д. Обладают очень высокой адгезией, эластичностью и водостойкостью. Применяются, например, в виде клеев-герметиков для вклейки автомобильных стекол (DD6895 фирмы DoneDeal).

Полиуретановые клеи выпускаются однокомпонентными (в своем составе содержат инициаторы отверждения) и двухкомпонентными (компоненты смешивают непосредственно перед применением, жизнеспособность образующихся при этом составов от 0,5 до 3 часов).

Продолжительность отверждения клеевого слоя от нескольких часов до двух суток при комнатной температуре или от 2 до 6 часов при температуре от 60 до 120°C. Для повышения прочности соединения склеиваемые поверхности предварительно обрабатывают соответствующими очистителями и праймерами (вещества ускоряющие отверждение, усиливающие адгезию и повышающие долговечность соединения).

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

Анаэробные клеи — это многокомпонентные жидкие составы, способные длительное время храниться на воздухе без изменения свойств и быстро отверждаться (полимеризоваться) при температуре 15...35°C без доступа кислорода воздуха с образованием прочного твердого полимера. Они состоят из полимеризационно-ненасыщенного соединения, инициатора полимеризации, катализатора, модификатора вязкости, стабилизирующей системы, красителя и др. Инициатор и катализатор полимеризации ускоряют процесс образования полимера. Стабилизирующая система сдерживает действие инициатора в присутствии кислорода воздуха. Модификаторы вязкости вводят для получения заданной вязкости в зависимости от назначения герметика. Краситель предназначен для облегчения контроля при нанесении последнего на поверхности детали.

Анаэробные клеи широко используются для:

- фиксации и герметизации резьбовых соединений;
- закрепления неподвижных деталей;

- восстановления посадочных мест подшипников;
- заделки трещин в корпусных деталях;
- заполнения раковин и других дефектов сварных швов, а также пор литья;
- ремонта бескамерных шин.

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

Таблица 1 - Характеристики эластомеров и герметиков [1].

Марка	Максимальный зазор соединения, мм	Разрушающее напряжение при сдвиге, МПа	Время набора полной прочности (при 20°C), ч
«Анатерм-1» (АН-1)	0,07	5	24
«Анатерм-4» (АН-4)	0,15	8	24
«Анатерм-6» (АН-6)	0,7	8...15	8
«Анатерм-8» (АН-8)	0,6	6	8
«Анатерм-17» (АН-17)	0,1...0,45	0,5...3	8
«Унигерм-1» (УГ-1)	0,4	5...12,5	24
«Унигерм-3» (УГ-3)	0,4	4...12	24
«Унигерм-7» (УГ-7)	0,15	15	3...5
«Унигерм-8» (УГ-8)	0,45	15	1...6
«Унигерм-11» (УГ-11)	0,25	—	3...5
Эластомер ГЭН-150(В)	0,12...0,16	—	0,7 (при 115°C)
Герметик 6Ф	0,2	—	3 (при 150... 160°C)
«Эластосил 137-83», компаунд КЛТ-75Т	0,8		6
Замазка У-20А	0,25	0,015	

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

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

активные, ускоряющие процесс, - медь и ее сплавы, никель, латунь, бронза, малоуглеродистые стали;

пассивные, замедляющие процесс, - высокоуглеродистые и нержавеющие стали, алюминий, титан и его сплавы, олово, цинк, металлы с антикоррозийными и оксидными покрытиями, пластмассы, стекло и керамика. Для ускорения склеивания «пассивных» материалов применяют специальные активаторы. Их наносят на одну или обе поверхности до клея. Предварительно смешивать активатор и клей нельзя.

Прочность клеевого слоя (в зависимости от назначения) может быть высокой, средней и низкой и поэтому некоторые производители обозначают ее цветом на упаковке (красный - высокая; голубой - средняя; фиолетовый – низкая). В неразборных соединениях применяют анаэробные клеи с максимальной прочностью, а в часто разбираемых – с минимальной. В случае затруднения при разборке рекомендуется предварительно нагреть соединение до температуры 150...300°C.

Хранение анаэробных клеев возможно только в контакте с воздухом, поэтому при фасовке емкости заполняют только частично (50...60 % объема флакона) или применяют проницаемую для воздуха тару.

Резиновые клеи (эластомеры) применяются для склеивания резины с металлом, стеклом, кожей, деревом, тканью, пластмассой и другими материалами. Они отверждаются вследствие испарения растворителя, а также в результате «горячей» (при температуре выше 100°C) или «холодной» (при комнатной температуре) вулканизации («самовулканизация»). Клеи получают растворением различных каучуков, в том числе полиуретановых, в органических растворителях - бензине, ацетоне, этилацетате и т.д.

Наибольшее распространение при ремонте неподвижных соединений подшипников качения получили эластомер ГЭН-150(В) и герметик 6Ф. Первый состоит из бутадиен-нитрильного каучука марки СКН-40С и смолы ВДУ. Второй представляет собой продукт совмещения каучука марки СКН-40 со смолой ФКУ на основе замещенного фенола винилацетиленовой структуры[2].

Заводы-изготовители поставляют эластомеры в виде листов толщиной 2...3 мм. На поверхность детали наносят покрытия из их растворов концентрацией 20 частей по массе полимера на 100 частей ацетона. Для приготовления раствора эластомер или герметик нарезают кусочками, помещают в емкость с герметически закрываемой пробкой и выдерживают в течение 10...12 ч для разбухания полного растворения эластомера. Эластомер наносится на очищенную поверхность деталей слоями по 0,01...0,015 мм с промежуточной выдержкой.

Клеи для пластмасс имеют полимерную основу, близкую по химической природе материалу склеиваемых деталей. Это позволяет получить более прочные соединения, чем при применении универсальных клеев.

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

Термопластичные клеи, изготавливаемые на основе термопластов, используются в основном для склеивания пластмасс и других неметаллических материалов в ненагруженных соединениях. Могут

использоваться для соединения металлов между собой, с пластмассами, резиной и т.д., но отличаются невысокой термостойкостью. Их выпускают в твердом состоянии или в виде растворов различных полимеров в органических растворителях. Отверждение происходит в результате испарения растворителей или при охлаждении.

На ремонтных предприятиях сельского хозяйства наибольшее применение получили пластмассы на основе **эпоксидных смол**, различные клеи и другие материалы, что объясняется их ценными техническими качествами. Эпоксидные клеи с различными наполнителями и без них применяются для склеивания металлов, пластмасс, дерева, стекла, керамики, а также металлов с пластмассами и деревом. Для склеивания стекла, фарфора, керамики и приклеивания их к металлам употребляются клеи без наполнителей. Это одна из самых распространенных групп клеев, включающих в себя различные составы и композиции - от универсального клея ЭДП до специальных ремонтных эпоксидных компаундов с наполнителями (так называемые «жидкая сталь», «жидкий алюминий» и т.д.). Клеи этого типа обладают хорошей адгезией и могут использоваться для соединения нагруженных деталей, но при отсутствии вибрации.

Большинство эпоксидных материалов двухупаковочные, они отверждаются после смешивания за время от нескольких минут до одного часа, в зависимости от их состава, свойства применяемых отвердителей и температуры. Эпоксидные составы могут быть и одноупаковочными. В этом случае отверждение происходит под воздействием содержащихся в них специальных активаторов. В частности, это твердые «холодные сварки», требующие промешивания перед использованием.

К **достоинствам эпоксидных смол** относятся: хорошие физико-механические свойства; высокая склеивающая способность; значительная стойкость к нефтепродуктам, воде, растворам солей, щелочи, кислот; высокие диэлектрические свойства; возможность отвердевания при низких температурах; малая усадка при отверждении и другие.

ГЕРМЕТИКИ применяются для обеспечения непроницаемости (герметизации) стыков узлов, агрегатов и кузовных деталей резьбовых соединений и исключения возможности самоотвинчивания.

В зависимости от физико-химических процессов, происходящих после нанесения, различают **невыхшающие, выыхшающие (полувыыхшающие) и отверждающиеся герметики (вулканизирующиеся и полимеризующиеся)**.

Невыхшающие герметики представляют собой высоконаполненные (до 50...70 %) материалы на основе синтетических каучуков в сочетании с полиэтиленом или пропиленом и характеризуются высокой вязкостью. Герметики 51Г-4М, 51-Г-6 и УН-01 используют для уплотнения стекол автомобилей, сварных швов, защиты запаянных соединений от коррозии.

Основной **недостаток** таких герметиков — отсутствие упругих свойств, что важно для обеспечения надежного уплотнения соединений с изменяющимися в процессе эксплуатации зазорами.

Высыхающие герметики — растворы резиновых смесей в органических растворителях. До нанесения эти герметики находятся в вязкотекучем состоянии. После нанесения на уплотняемые поверхности и испарения растворителя они становятся упругими, резиноподобными. К высыхающим герметикам относят материалы на основе бутадиен-нитрильного каучука и эластопластов.

Такие герметики используют в основном для уплотнения фланцевых соединений. Уплотнительную замазку У-20А нарезают кусочками и растворяют в уайт-спирите в соотношении 1:1. Приготовленный герметик можно применять в течение длительного времени. Расход уплотнительной замазки 400 г/м².

Основные **недостатки высыхающих герметиков** — длительная сушка и возможность размягчения под действием нагрева, топлива и масла. При таком изменении физико-механических свойств снижается качество герметизации.

Вулканизирующиеся герметики — термореактивные материалы, которые под влиянием теплоты, влаги и вулканизирующих агентов подвергаются необратимым физико-механическим изменениям, превращаясь из вязких в резиноподобные материалы. Основные компоненты: жидкий низкомолекулярный каучук с ингредиентами и вулканизирующий агент.

По типу каучука вулканизирующие герметики делят на силиконовые, силоксановые, тиоколовые и т. д. Иногда в них вводят смолы для придания адгезионных свойств. После нанесения и вулканизации отверждающиеся герметики образуют эластичную, резиноподобную пленку.

Для герметизации неподвижных разъемных фланцевых соединений часто используют автогерметик и автогермесил. Они вулканизируются на воздухе под действием влаги и представляют собой пастообразную массу от белого до кремового цвета. Герметики используют для устранения подтекания воды, антифриза и масла. Широко распространены следующие герметики фирмы Loctite (США): Superflex, Ultra Black, Ultra Copper и др.

Перед нанесением герметика поверхность очищают от старой прокладки и промывают раствором синтетического моющего средства. Герметик выдавливают на одну поверхность соединения из тубы или пневматическим шприцем и разравнивают шпателем. После нанесения выдерживают прокладку из автогерметика в течение 6 ч, а из автогермесила — 8...9 ч до сборки соединения. За это время герметик вулканизируется. Если технологическим процессом не предусмотрено выдерживать прокладку на воздухе до сборки соединения, то эту операцию выполняют после его сборки.

Силиконовые герметики могут заполнять зазоры до 6 мм, при этом

наличие неровностей на сопрягаемых поверхностях компенсируется эластичностью уплотняющего слоя. Обычные силиконовые герметики могут использоваться в соединениях, имеющих рабочую температуру до 200...250°C, термостойкие до 300...350°C, а термостойкие с медным наполнителем до 375°C (DD6703, DD6724, DD6717 фирмы DoneDeal).

Силиконовые герметики **не обладают** стойкостью к бензину и тосолу- их нельзя применять для ремонта карбюраторов, бензопроводов, других узлов и деталей топливной системы и системы охлаждения. Заменить твердую прокладку силиконовые герметики не могут, так как слишком эластичны. Они деформируются при затяжке, при этом невозможно выдержать требуемый зазор в соединении.

Герметичность прокладок из вулканизирующихся герметиков зависит от контактного давления и их толщины. Изменением контактного давления путем различной затяжки болтов можно регулировать давление пробоя прокладок и в случае необходимости довести его до 60 МПа. Но даже при контактном давлении 3 МПа они выдерживают избыточное давление рабочей среды до 10 МПа, в то время как прокладки из картона и паронита не обеспечивают герметичности соединений даже без избыточного давления.

Полимеризующиеся герметики — анаэробные композиции на основе смол акрилового или метакрилового ряда. К отечественным герметикам относят Анатерм-501, зарубежным — Loctite-518, DoneDeal 6584 и 6703.

Перед нанесением анаэробных герметиков с поверхности фланцев удаляют старую прокладку и обезжиривают ее герметизируемые соединения ацетоном или бензином. При наличии на поверхностях масла или пленки от синтетического моющего средства снижается скорость полимеризации анаэробных герметиков. После нанесения последних собирают соединение.

Скорость полимеризации анаэробных герметиков зависит от толщины прокладки. При толщине 0,1 мм прокладка из герметика Анатерм-501 полимеризуется в течение 8ч, из Loctite-518— 12ч. При увеличении толщины прокладок до 0,5 мм время полимеризации соответственно увеличивается до 24 и 30 ч.

Анаэробные герметики, так же как и вулканизирующиеся, характеризуются высокими герметизирующими свойствами при давлении до 60 МПа, высокой стойкостью в воде, антифризе и маслах, высокой стойкостью в бензинах и дизельных топливах. Вот поэтому их рекомендуют использовать для герметизации соединений, контактирующих с указанными жидкостями.

Расфасовка клеев и герметиков производится в зависимости от их свойств и назначения: **жидких и пастообразных** - в банки, флаконы, одинарные или сдвоенные шприцы-дозаторы, аэрозольные баллоны и пластмассовые или алюминиевые тубики; **твердых** - в виде брикетов в пластмассовых оболочках, а также как свернутые или намотанные на катушку шнуры или ленты.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1-й этап - самостоятельное изучение темы и подготовка письменного отчета по следующим вопросам:

1. Изучить правила по технике безопасности при работе с полимерными материалами.
2. Изучить составы компонентов эпоксидных смол.
3. Изучить технологию приготовления композиции и технологию ремонта деталей на основе эпоксидных смол.

2-й этап – непосредственное выполнение следующих этапов работы по ремонту станков в лаборатории университета:

1. Подготовить деталь к восстановлению.
2. Выбрать и подготовить состав для ремонта заданной детали.
3. Произвести восстановление детали.
4. Составить отчет о выполненной работе.
5. Продумать ответы на контрольные вопросы.

ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

1. Слесарный верстак.
2. Сушильный и вытяжной шкафы.
3. Электроплитка, термометр до 100°C.
4. Электрозаточный станок (для зачистки деталей).
5. Настольный сверлильный станок или электродрель.
6. Набор слесарного инструмента. Ножницы.
7. Технические весы. Набор мерной посуды для приготовления смеси.
8. Стальной накаточный ролик.
9. Набор деревянных шпателей (лопаточек), мешалок и кистей.
10. Эпоксидная смола ЭД-16, ЭД-20 и прочие материалы.
11. Наполнитель, пластификатор, отвердитель.
12. Стеклоткань, бязь техническая или марля.
13. Ацетон или высококачественный бензин.
14. Детали с дефектами.
15. Халаты, перчатки резиновые, ветошь.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

1. Столы или верстаки, на которых производится работа с эпоксидными смолами, накрыть бумагой и по окончании работы бумагу сжечь.
2. В связи с ядовитостью компонентов эпоксидного состава перед началом работы с полимерными материалами смазать кожу рук мыльной пастой или порошком и не прикасаться незащищенными руками (без резиновых перчаток) к смоле и другим компонентам смеси.
3. Перед началом работы приготовить необходимые материал, инструмент и тару в расположить их в удобном для работы месте.

4. Все работы, связанные с разогреванием, отвешиванием и приготовлением компонентов, производить в вытяжном шкафу в спецодежде (халат и резиновые перчатки). Работать в вытяжных шкафах без тяги, а также производить подогрев полимерных материалов открытым пламенем категорически запрещается.
5. Выпаривание отвердителя производить в вытяжном шкафу с вакуум-насосом. Открывать дверцы вытяжного шкафа разрешается не менее, чем через пять минут после выключения подогрева.
6. При попадании отвердителя или состава на кожу промыть теплой водой с мылом и натереть мыльной пастой, при попадании эпоксидной смолы на верстак осторожно смыть ее ацетоном.
7. Работающие с эпоксидными составами должны в течении рабочего дня, не реже, чем через каждые два часа, мыть руки теплой водой с мылом. Прикасаться невымытыми руками к телу и одежде запрещается.
8. Наносить эпоксидные составы на ремонтируемые детали следует только инструментом (кистью, штапелем, лопаткой и др).
9. **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** курить и принимать пищу во время работы с полимерными материалами, так как при этом ядовитые вещества могут попасть в организм через дыхательные пути или кишечный тракт.
10. По окончании работы необходимо выключить оборудование и вентиляцию, привести в порядок рабочее место, промыть посуду, убрать остатки материалов.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

I. Изучить технологию заделки трещин. Изучить состав компонентов эпоксидных смол и технологию приготовления состава. Приготовить состав для заделки трещин.

Детали с трещинами и пробоинами (блоки цилиндров, их головки, картеры коробок передач) чаще всего ремонтируют с использованием композиций на основе эпоксидных смол. Кроме полимера, являющегося связующим веществом, в состав композиции входят наполнители, пластификаторы, отвердители, красители и другие добавки.

В ремонтном производстве чаще всего используют эпоксидную смолу ЭД-16 — прозрачную вязкую массу светло-коричневого цвета. В герметически закрытом сосуде при комнатной температуре она может храниться продолжительное время.

Компаунды без **наполнителя** отличаются большой усадкой, повышенным коэффициентом линейного расширения, малой теплопроводностью. Для наполнения клеевых композиций используются различные виды порошкообразных и волокнистых материалов двух групп: увеличивающие прочность материала и инертные. К первой относятся

стальной и чугунный порошки, графит, молотая слюда, цемент; ко второй - тальк, каолин, алюминиевая пудра.

Для уменьшения хрупкости, увеличения ударной вязкости и эластичности в составы вводят **пластификаторы**. В ремонтном производстве наибольшее применение находят дибутилфталаты, которые вводятся в состав от 10 до 25 частей на 100 весовых частей смолы.

Для придания композиции определенного цвета вводится **краситель**.

Смола отвердевает под действием **отвердителя**. В качестве последнего служат алифатические амины (полиэтиленполиамин), ароматические амины (АФ-2), низкомолекулярные полиамиды (Л-18, Л-19 и Л-20). Самым распространенным считается полиэтилениполиамин (ПЭПА) — вязкая жидкость от светло-желтого до темно-бурого цвета.

Реакция отверждения эпоксидных смол экзотермична, вследствие чего повышается температура смолы в момент введения отвердителя, что оказывает большое влияние на свойства композиции. Поэтому температура смолы перед введением отвердителей ПЭПА и АФ-2 должна быть не выше 20...25°С.

При отверждении композиции лучшие результаты дает применение ступенчатого режима: предварительное отверждение при более низкой температуре, а затем окончательное отверждение при температуре 20...70°С, обеспечивающей достижение требуемых свойств.

Количество отвердителя определяется в расчете на 100 весовых частей смолы. ПЭПА вводится в количестве 8...18, а АФ-2 15...32 частей на 100 весовых частей смолы.

Качество эпоксидных покрытий во многом зависит от состава композиции (табл.2).

Таблица 2 – Состав эпоксидных композиций (в частях по массе)

Компонент	А	Б	В	Г	Д	Е
Смола ЭД-16	100	100	100	100	—	100
Компаунд-115	—	—	—	—	120	-
Дибутилфталат	10...15	15	15	—	—	45
Полиэтиленполиамин	8...9	10	10	—	—	9
Олигоамид Л-19	—	—	—	30	—	
Отвердитель АФ-2	—	—	—	—	30	
Железный порошок	—	160	—	120	—	
Цемент	—	—	—	60	—	
Алюминиевая пудра	—	—	25	—	—	
Графит	—	—	—	—	70	

1.Подготовить компоненты композиции.

Железный и алюминиевый порошок, а так же цемент просушивают при температуре 100...120°C в течение 2...3 часов в вакуум-сушильном шкафу. В таком же шкафу для удаления влаги и летучих веществ выпаривают ПЭПА при температуре 110...115°C в течение трех часов (производится лаборантом заранее до начала лабораторных работ, выполняемых студентами).

Клеевые композиции могут быть приготовлены вручную или механизированным способом. При приготовлении вручную эпоксидную смолу помещают в термошкаф или в бак с горячей водой и разогревают до 60...80°C в течение 15 минут до жидкотекучего состояния. Затем отбирают необходимое количество смолы в ванночку (металлическую или облицованную полиэтиленом) и охлаждают до 30...40°C. Затем добавляют небольшими порциями пластификатор, согласно рецептуре, тщательно перемешивают в течение 5...8 минут. После этого небольшими порциями вводят наполнитель, и смесь тщательно перемешивают еще 8...10 минут.

Приготовленную таким образом смесь можно хранить длительное время в плотно закрытой посуде. Непосредственно перед применением смесь следует нагреть до 80...100°C, перемешивая течение 5...8 минут, затем охладить до температуры 20°C и уже после этого вводить отвердитель и перемешивать в течение 5 минут. Ввиду того, что реакция экзотермична, готовить смесь следует порциями не более 100г. Дозировка компонентов должна строго соответствовать рецептуре состава

Таблица 3–Области применения полимерных материалов

Материал	Область применения
Эпоксидный состав А (см.табл. 1)	Устранение трещин длиной до 20 мм, склеивание металлических изделий, вклеивание подшипников и других деталей при зазоре до 0,2 мм
Эпоксидный состав А, стеклоткань или техническая бязь	Устранение трещин и обрывов трубопроводов
Эпоксидный состав Б, стеклоткань, стальная пластина, Супершпатлевка «Сталь»(Hi-Gear)	Ремонт чугунных и стальных деталей, устранение трещин, восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой или формованием, восстановление резьбовых соединений и др.
Эпоксидный состав В, стеклоткань, стальная пластина, Супершпатлевка «Белый титан» (Hi-Gear)	Ремонт алюминиевых деталей: устранение трещин, восстановление посадочных поверхностей, ремонт резьбовых соединений, уплотнение сварных швов
Эпоксидный состав Г, эпоксид-адгезивы	Восстановление неподвижных соединений с последующей механической обработкой
Эпоксидный состав Д, стальной эпоксид-адгезив DoneDeal 6584	Восстановление подвижных и неподвижных соединений с последующей механической обработкой

Продолжение таблицы 3

Материал	Область применения
Эпоксидный состав Е	Восстановление и стабилизация резьбовых соединений
Клей БФ-2 и БФ-4, «Автоклей» DoneDeal 6870	Склеивание металлов, стекла, керамики, древесины и др.
Клей ВС-10Т и ВС-350, БФТ-52	Наклеивание тормозных накладок и фрикционных накладок диска сцепления
Клей БФ-6 и № 88, «Турклей» DoneDeal 6873	Склеивание ткани, кожи, резины, войлока между собой и приклеивание их к металлу, дереву и другим материалам
Эластомер ГЭН-150 (В)	Восстановление неподвижных соединений при зазоре: до 0,06 мм — без термообработки, до 0,16мм — с термообработкой при 115°С
Герметик 6Ф	Восстановление неподвижных соединений при зазоре: до 0,06 мм — без термообработки, до 0,2 мм — с термообработкой при 160°С
Анаэробные герметики АН-4, УГ-7, DoneDeal 6692	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,15 мм. Стопорение резьбовых соединений
Анаэробные герметики АН-17, УГ-1, УГ-3, УГ-8	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,4 мм. Стопорение резьбовых соединений
Анаэробные герметики АН-6, АН-8	Фиксация, уплотнение и восстановление неподвижных соединений при зазоре до 0,6 мм. Стопорение резьбовых соединений
Герметик «Эластосил 137-83»	Герметизация неподвижных соединений (без прокладок), работающих в водной, воздушной и масляной средах при зазоре до 0,8 мм
Компаунд КЛТ-75Т	То же, включая топливную среду
Уплотнительная замазка У-20А	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в водной и воздушной средах
Герметик УН-25, DoneDeal 6724	Герметизация в сочетании с прокладками разъемных соединений, работающих в среде воды, масла, бензина
Уплотняющая жидкая прокладка ГИП -242 и ГИП -244	Герметизация неподвижных соединений, работающих в водяной и воздушной средах, а также маслобензиновой среде (ГИП -244)
Полиамид, полиэтилен, полипропилен	Восстановление и изготовление деталей литьем под давлением
Термосталь 1400, ремонтная лента «Удав» DD6826, керамический герметик DoneDeal 6785	Ремонт глушителей, выхлопного коллектора и других деталей выхлопной системы

2. Изучить технологию и подготовить поврежденное место (трещину) к ремонту.

Прочность сцепления полимерного покрытия с металлической поверхностью детали в большой степени зависит от чистоты поверхностей. Высокая сцепляемость может быть достигнута лишь при тщательной очистке поверхности от посторонних загрязнений. Наличие значительных следов загрязнений, особенно замасливание, препятствует образованию прочной связи. В зависимости от вида загрязнения используются различные способы очистки поверхности.

Механический способ. Поверхность детали может быть очищена ручным или механизированным инструментом. В первом случае используют шабер, напильник, наждачную бумагу, во втором - электро- или пневмоинструмент, на шпиндель которого закрепляют шлифовальные круги, проволочные щетки и т.д.

В результате механической обработки металлическая поверхность приобретает шероховатость, что способствует ее сцепляемости с клеевой композицией. Для лучшего сцепления шероховатость металлической поверхности должна быть не выше 4...5 класса ($Ra \geq 6,3$ мкм).

Для обработки стали, применяют абразивные материалы зернистостью 10...16, для обработки алюминия и его сплавов зернистостью 6...8.

Обезжиривание. Для удаления жировых загрязнений поверхность необходимо дважды тщательно протереть поверхности деталей ветошью, смоченной в бензине или ацетоне, и выдержать при температуре 20°C в течение 8...10 мин.

В производственных условиях поверхность деталей обезжиривают щелочными растворами в трехсекционной ванне. Состав раствора (г/л воды): сода кальцинированная - 50; едкий натрий - 10; тринатрий-фосфат - 30. Температура раствора 76...95°C. Продолжительность процесса не менее 8 минут (в зависимости от степени загрязнения поверхностей деталей). Детали, обезжиренные водным щелочным раствором, следует промыть горячей водой (70...80°C), а затем промыть холодной проточной водой. Либо обезжирить поверхности деталей в ультразвуковой установке УМ 2-10-1. Частота колебаний от 10 до 25 кГц, в зависимости от геометрии очищаемых деталей время очистки 2...3 мин.

О качестве обезжиривания судят по смачиванию поверхности металла каплей воды. При отсутствии жира и загрязнений вода покрывает поверхность сплошной пленкой.

2. Подготовка трещины к заделке.

а) Определить границы трещины с помощью лупы 8...10 кратного увеличения и просверлить на ее концах отверстия диаметром 2,5...3 мм на сверлильном станке или электродрелью.

б) Снять фаску под углом $60...70^\circ$ на глубину $1...3$ мм вдоль трещины по всей длине (рис.1). Если толщина детали менее $1,5$ мм, то снимать фаску не рекомендуется.

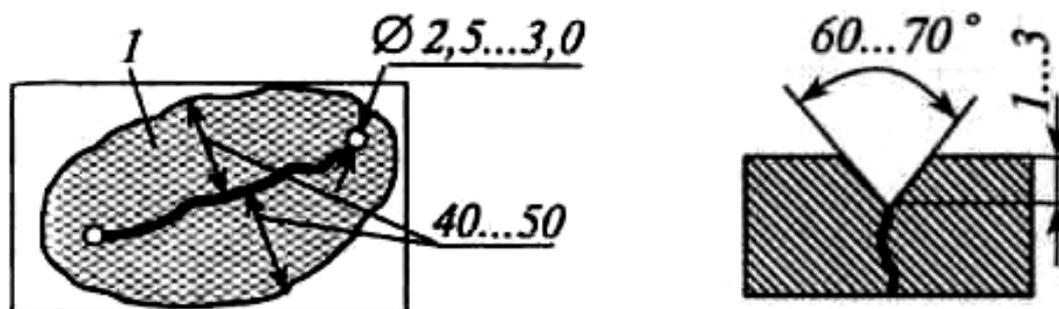


Рисунок 1- Разделка поверхности трещины

в) Зачистить поверхность ремонтируемой детали от грязи, масла и ржавчины на расстоянии $40...50$ мм по обе стороны трещины до металлического блеска щетками (абразивными кругами) на обдирочно-шлифовальном станке с гибким валом или электродрелью, так же можно использовать наждачную бумагу, напильник и т.д.

г) Обезжирить поверхность трещины и зачищенного участка ацетоном или бензином с помощью тампона или кисти. Просушить обезжиренный участок при температуре 20°C в течение $8...10$ минут.

д) Вторично обезжирить поверхность указанным способом.

3. Правила заделки трещины.

Трещины длиной $20... 150$ мм заделывают следующим образом:

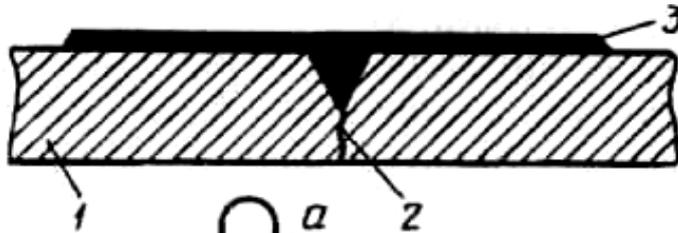
а) Выбранный и приготовленный состав согласно табл. 2 и 3 нанести на поверхность трещины и зачищенный участок (рис.2 а). Состав наносится равномерным тонким слоем на $20...25$ мм, во все стороны от трещины, ремонтируемая поверхность детали при этом должна находиться в горизонтальном положении.

б) Вырезать и положить накладку из стеклоткани или технической бязи так, чтобы она перекрывала трещину на $15...20$ мм и прокатать ее роликом (рис. 2 б). Наложение накладки производится сразу же после нанесения состава без его выдержке (сушки), так как в нем практически отсутствуют летучие вещества. Накладку необходимо предварительно обезжирить, прокипятив ее в воде в течение $2...3$ часов (обезжиривание накладки производится заранее лаборантом до начала выполнения работы студентами).

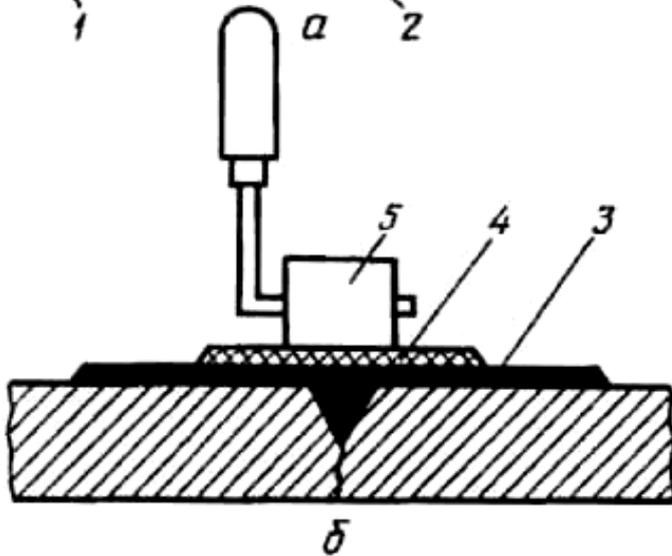
При длине трещины до 30 мм накладку можно не применять.

в) Равномерно нанести состав на стеклоткань. Вырезать и наложить вторую накладку на стеклоткань или технической бязи так, чтобы она перекрывала первую на $5...10$ мм, со всех сторон прикатать роликом (рис.2в). Нанести на вторую накладку и поверхность детали равномерным слоем состав. Не допускается наличие не покрытых составом мест накладки. Количество наносимых слоев накладок зависит от длины

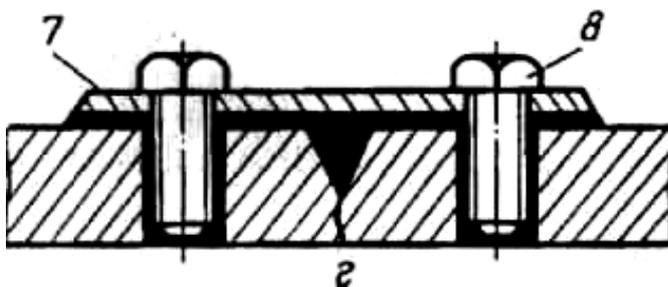
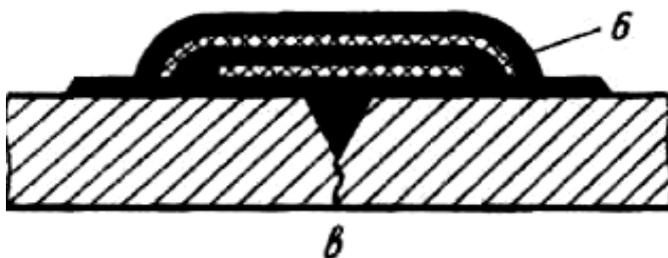
трещины, однако нецелесообразно наносить более трех слоев. Потеки состава снять шпателем.



г) Отвердить состав, для чего выдержать деталь трое суток при 20°С, или при такой же температуре в течение 24 часов а затем при 100°С в течение 2 часов.



д) Проверить качество заделки трещины путем осмотра с помощью лупы 8...10 кратного увеличения и провести гидравлические испытания под давлением 0,5МПа в течение 3 минут. Отставание накладок от поверхности детали и подтекание воды через заделанную трещину не допускаются.



Примечание.

На трещины длиной более 150 мм (рис. 2. г) наносят эпоксидный состав с наложением металлической накладки и закреплением ее болтами 8. Подготовка поверхности и разделка трещины такие же, что и для трещины длиной менее 150 мм. Накладку 7 изготавливают из листовой стали толщиной 1,5...2,0 мм. Она должна перекрывать трещину на 40...50 мм. В накладке сверлят отверстия диаметром 10 мм. Расстояние между их центрами вдоль трещины 60...80 мм. Центры накладки на расстоянии не менее 10 мм.

а...г — варианты;

- 1 — деталь; 2—трещина; 3—эпоксидный состав; 4 и 6 — накладки из стеклоткани;
- 5—ролик; 7—металлическая накладка;
- 8— болт.

Рисунок 2 – Схема заделки трещин

Накладку устанавливают на трещину. Кернят центры отверстий на детали, снимают накладку, сверлят отверстия диаметром 6,8 мм и нарезают в них резьбу М8х1. Поверхности детали и накладки зачищают до металлического блеска и обезжиривают. Далее наносят на них слой эпоксидного состава (рис. 2 г). Размещают накладку на деталь и заворачивают болты, предварительно покрыв резьбовые поверхности тонким слоем эпоксидного состава.

Либо при заделке трещины длиной более 150 мм вдоль всей трещины сверлятся отверстия диаметром 6,8 мм шагом 10 мм и нарезается резьба М8×1, изготавливаются и ввертываются в них смазанные тем же составом свертыши из Ст.3 диаметром М8 и длиной 10 мм.

Дефекты неплоских поверхностей деталей, при наличии пробоин и трещин, рекомендуется устранять сваркой или комбинированным способом. С этой целью, для придания герметичности на сварочный шов наносят слой эпоксидной композиции. Хорошие результаты при заделке трещин дает применение фигурных вставок с последующей герметизацией зоны нанесением эпоксидной композиции.

После окончания работы отремонтированная деталь, халаты, перчатки, инструмент и материалы сдаются лаборанту и производится уборка рабочего места.

II. Изучить технологию приклеивания фрикционных накладок на диски сцепления и тормозные колодки.

Способ крепления этих деталей заклепками имеет ряд существенных недостатков. В процессе эксплуатации диски коробятся, их толщина становится неравномерной. Фрикционные накладки по толщине используют не более чем на 40 %, так как головки заклепок соприкасаются с поверхностью соединяемой детали. Возникает необходимость заменять частично изношенную накладку новой. Этого можно избежать с помощью приклеивания.

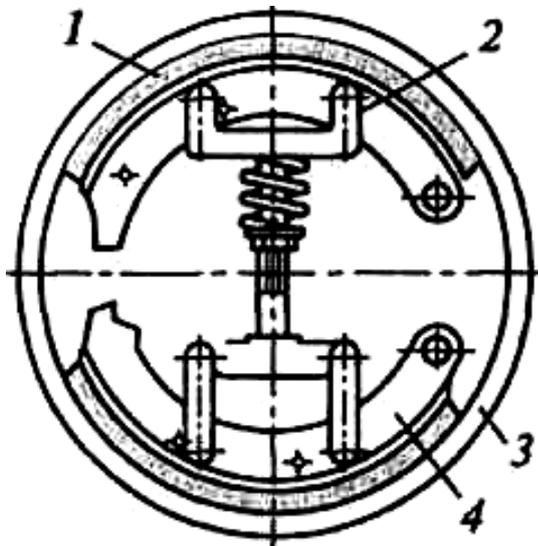
После удаления старых деталей диски или колодки зачищают до металлического блеска шлифовальной машиной или в дробеструйной установке. На поверхности не допускается наличия следов коррозии. Поверхности обезжиривают тампоном, смоченным ацетоном. После просушивания в течение 10 мин на них наносят слой клея ВС-10Т и выдерживают не менее 5 мин на воздухе при температуре 18...20 °С. Толщина клеевого шва должна быть 0,1...0,2 мм, а расход клея — не более 200 г на 1 м² поверхности. Резиновый брусок не должен прилипнуть.

Накладки прижимают к колодкам в приспособлении. Динамометрическим ключом на поверхностях создают давление не менее 0,1 МПа (рис. 3). Для полимеризации клеевого слоя приспособление с колодками устанавливают в электропечь и выдерживают 40 мин при температуре 180°С. Далее охлаждают до 70...100 °С в отключенной печи, а затем на воздухе до

температуры 35...40 °С.

Затем разбирают приспособление, зачищают подтеки и наплывы клея, проверяют качество склеивания внешним осмотром и простукиванием. При их простукивании молотком звук должен быть ровным и недребезжащим.

Изношенные фрикционные накладки, приклеенные к диску клеем ВС-10Т, отделяют путем выдержки дисков в печи при температуре 350 °С в течение 5...6 ч с последующим легким простукиванием.



- 1 — тормозная накладка;
- 2 — винтовой нагружатель;
- 3 — технологический барабан;
- 4 — тормозная колодка

Рисунок 3 – Приспособление для прессования тормозной накладки

Кроме клея ВС-10Т для крепления фрикционных накладок тормозных колодок используют клей БФТ-52. У таких клеевых соединений более высокие прочностные свойства. Так, при температуре 20°С прочность клеевых соединений стальных образцов с фрикционными материалами АГ-1Б, 6КФ-58 и Т-167, склеенных клеем БФТ-52, соответственно в 1,3; 1,2 и 1,1 раза выше по сравнению с клеем ВС-10Т, а при температуре 350 °С — соответственно в 1,7; 1,5 и 1,5 раза.

III. Изучить технологию восстановления неподвижных соединений подшипников качения.

Основная причина износа посадочных мест подшипников — фреттинг-коррозия, о наличии которой свидетельствует выделение красновато-бурых продуктов изнашивания. Долговечность неподвижных соединений зависит от интенсивности изнашивания посадочных мест подшипников качения. Чем она ниже, тем выше долговечность. Однако долговечность соединений при посадке подшипников с натягом 0,02 мм почти в 2 раза выше, чем с зазором 0,02 мм.

Для восстановления деталей и соединений используют эпоксидные композиции, эластомеры и анаэробные герметики. При таком способе значительно упрощается технологический процесс, исключается термическое воздействие на деталь, снижается трудоемкость, себестоимость ремонта машин и предотвращается фреттинг-коррозия.

При малом износе (зазор до 0,2 мм) поверхности зачищают до металлического блеска, обезжиривают и просушивают в течение 10 мин.

После вторичного обезжиривания и просушивания наносят равномерный слой состава А (см. табл. 1) на основе эпоксидной смолы ЭД-16. После выдержки в течение 10 мин соединяют детали, удаляют подтекания и излишки эпоксидного состава и отверждают.

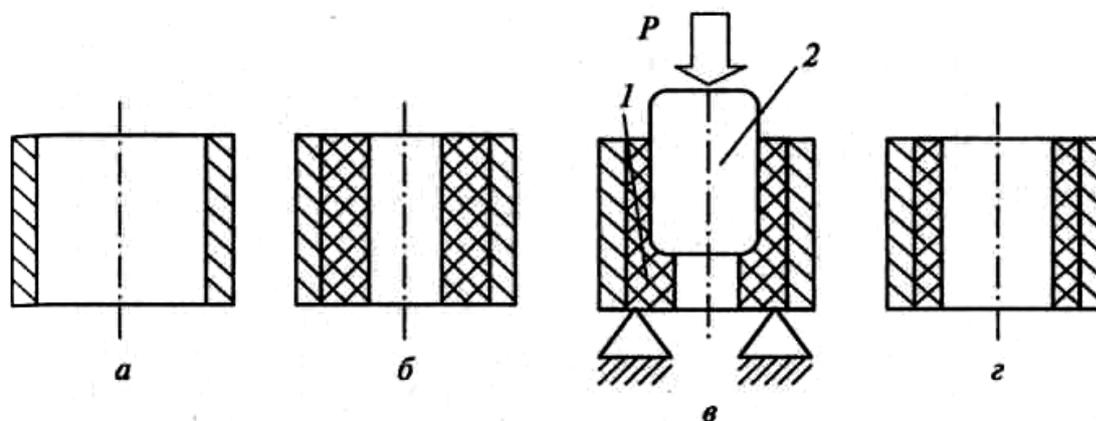
Эффективный и несложный способ восстановления посадочных отверстий под подшипники в корпусных деталях при больших износах— **калибрование поверхности эпоксидных композиций**. Его сущность состоит в том, что на изношенную поверхность детали наносят слой эпоксидной композиции, который после предварительного частичного отверждения калибруют, исключая, таким образом, расточку восстановленных отверстий[4]. Технологический процесс протекает так:

1. Изношенные поверхности зачищают до металлического блеска, обезжиривают ацетоном, просушивают в течение 5 мин и вторично обезжиривают.

2. Далее наносят одну из следующих композиций (в масс. ч.): **а)** эпоксидная смола ЭД-16—100, железный порошок —120, портландцемент марки 500—60, низкомолекулярная полиамидная смола (олигоамид) Л-19—35; **б)** эпоксидная смола ЭД-16—100, дибутилфталат —15, железный порошок—160, полиэтиленполиамин—11. Этими составами восстанавливают посадочные отверстия подшипников в корпусах водяного насоса, коробок передач, раздаточных коробок, в крышках распределительных шестерен двигателей и т. д.

3. Нанесенный слой эпоксидного состава формуют под номинальный размер отверстий с помощью калибра 2, который закреплен в шпинделе радиально-сверлильного станка. Калибр протягивают сверху вниз без вращения относительно оси шпинделя (рис.4). При перемещении калибра вдоль оси отверстия устраняются отклонения от правильной геометрической формы, отверстию придается окончательный размер, слой полимерного материала уплотняется. Калибры должны иметь закругленную заднюю часть, их изготавливают с учетом припуска на калибрование, который для конкретных эпоксидных композиций, размера восстанавливаемых отверстий, условий калибрования определяют опытным путем. Рабочие поверхности калибров хромируют, шлифуют и полируют. На их поверхности протачивают одну — три маслосборочных канавки (при малой высоте калибра этих канавок не делают). Во избежание прилипания эпоксидной композиции на рабочую поверхность калибра перед калиброванием его смазывают тонким слоем масла АКЗп-6. Для калибрования используют механические или гидравлические прессы, вертикально-расточные, сверлильные станки или установки, изготовленные на ремонтных предприятиях. Установки обеспечивают центрирование оси калибра относительно восстанавливаемого посадочного отверстия и позволяют механизировать процесс калибрования.

4. После калибрования восстанавливаемую деталь нагревают в термошкафу при 60 °С — 2 ч, если для отверждения использован полиэтиленполиамин; при температуре 50 °С — 2 ч, затем при 100 °С—1 ч и 150 °С—1 ч, если в качестве отвердителя использован олигоамид Л-19.



а — изношенное отверстие, очищенное и обезжиренное; б — отверстие с нанесенным слоем частично отвержденной эпоксидной композиции;
в — калибрование г — восстановленное отверстие;
1 — эпоксидная композиция; 2 — калибр

Рисунок 4 –Схема последовательности этапов технологического процесса восстановления деталей размерным калиброванием

5. Восстановленную деталь охлаждают вместе с термошкафом. Удаляют наплывы эпоксидного состава и замеряют диаметры восстановленных отверстий.

Однако применение эпоксидных композиций для восстановления неподвижных соединений подшипников связано с определенными технологическими трудностями. После приготовления композиции ее необходимо использовать в течение 20...25 мин. У нее малая эластичность, что снижает долговечность восстановленных неподвижных соединений. Эпоксидные композиции токсичны, поэтому все операции по их приготовлению и применению необходимо выполнять в специальных помещениях с усиленной вентиляцией

При ремонте неподвижных подшипниковых соединений (корпус-подшипник, вал-подшипник и др.) часто применяют эластомер ГЭН-150 (В) и герметик 6Ф. Поверхность, на которую наносят покрытие, зачищают абразивной шкуркой на тканевой основе до металлического блеска. Эту операцию производят с помощью ручной пневматической шлифовальной машины. После этого дважды обезжиривают зачищенную поверхность ацетоном и просушивают в течение 10 мин. Кистью (окунанием или центробежным способами) наносят равномерно тонкий слой эластомера и выдерживают на воздухе 20 мин. Толщина одного слоя покрытия находится в пределах 0,01...0,015 мм. При необходимости наносят последующие слои до

получения заданной толщины (см. табл.1). При необходимости проводят термообработку покрытия в сушильном шкафу или камере при температуре 115...160°C в течение 30 мин. Неподвижные соединения с покрытием из эластомера или герметика собирают запрессовкой с натягом 0,01...0,03 мм.

С увеличением зазора перед ремонтом долговечность неподвижных соединений, восстановленных эластомером ГЭН-150(В) и герметиком 6Ф, снижается. Поэтому первым рекомендуется восстанавливать неподвижные соединения наружное кольцо подшипника — посадочное отверстие с зазором менее 0,16 мм и внутреннее кольцо — вал — менее 0,12 мм, а вторым — неподвижные соединения обоих типов с зазором до 0,20 мм.

Часто посадочные поверхности в корпусах (иногда и на валах) восстанавливают **вклеиванием втулок**, заранее изготовленных с необходимой точностью с помощью эпоксидного состава А. В этом случае исключается последующая механическая обработка втулки. Иногда в подготовленное отверстие с нанесенным эпоксидным клеем вставляют обезжиренную тонкую пластину — свертную втулку и раскатывают отверстие роликовым раскатником.

При фиксации колец подшипников в корпусе и на валу с помощью **анаэробных герметиков** поверхности обеих деталей очищают и тщательно обезжиривают. На поверхности деталей наносят из капельницы флакона герметик, разравнивают капли кистью. При сборке детали центрируют с помощью оправок и приспособлений. Далее вал поворачивают на 2...3 оборота, что способствует устранению перекоса колец подшипника и удалению подтеканий герметика. После сборки неподвижного соединения затрудняется доступ кислорода к клеевому слою, что резко увеличивает скорость полимеризации. Анаэробный герметик быстро превращается в твердый прочный полимер. Собранные соединения выдерживают в неподвижном состоянии при комнатной температуре 30...40 мин, после чего анаэробный материал набирает технологическую прочность, и с ремонтируемого узла можно снимать центрирующее приспособление.

По истечении 5...24 ч (см. табл. 1) герметик набирает рабочую прочность. Марку герметика выбирают по таблице в зависимости от зазора в соединении. С увеличением толщины слоя герметика его долговечность снижается. Для повышения прочности и расширения технологических возможностей в герметики добавляют наполнители.

Составы на основе анаэробных материалов приготавливают непосредственно перед их употреблением путем тщательного перемешивания наполнителей с герметиком. Состав следует использовать в течение 1 ч.

IV. Изучить технологию ремонта резьбы. Сильно изношенные резьбовые отверстия в корпусных деталях часто восстанавливают установкой свертышей. В этом случае свертыши удобно закреплять нанесением на поверхности их и отверстия эпоксидного состава А. При небольших износах

соединение восстанавливают путем нанесения эпоксидного состава на подготовленные отверстие и шпильку. При износе до 0,3 мм наносят состав Е или анаэробный герметик, а более 0,3 мм — состав Б, при восстановлении соединения с алюминиевой деталью — состав В. Для стопорения резьбовых соединений применяют анаэробный герметик или состав Е. Во всех случаях необходимо соблюдать условия подготовки поверхностей и режимы отверждения полимера.

Достоинства применения герметиков и составов при ремонте и фиксации резьбы: предотвращение коррозии; ликвидация самоотвинчивания; отказ от фиксирующих элементов (стопорных и пружинных шайб); ускорение и упрощение монтажа и демонтажа деталей; строго контролируемое усилие фиксации.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие полимерные материалы применяются при ремонте и их свойства?
2. Преимущества составов на основе эпоксидных смол?
3. Компоненты составов на основе эпоксидных смол и их назначение?
4. Методика выбора состава и технология приготовления?
5. Какие детали и их дефекты могут восстанавливаться полимерными материалами?

ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский М.Е. Применение полимерных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники.- М.: Росагропромиздат, 1988.
2. Ремонт технологического оборудования: учебник / А. Г. Схиртладзе, В.А. Скрябин. - М.: КУРС : ИНФРА-М, 2018. - 352 с.
3. Савич, Е.Л. Ремонт кузовов легковых автомобилей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.Л. Савич, В.С. Ивашко, А.С. Савич. — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2012. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3727>. — Загл. с экрана.
4. Технология восстановления работоспособности деталей и сборочных единиц при ремонте машин и оборудования : лабораторный практикум Ч. I. Технология ремонта основных систем, сборочных единиц, машин, оборудования и деталей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Т. Лебедев [и др.]. — Электрон. дан. — Ставрополь : СтГАУ, 2010. — 244 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5748>. — Загл. с экрана..

Форма типовой технологической карты

Операции и режимы обработки	Оборудование, приспособления, инструмент	Технические условия

Приложение I

Типовая технологическая карта технологического процесса заделки трещины

Операции и режимы обработки	Оборудование, приспособления, инструмент	Технические условия
1	2	3
1. Определить границы трещины с помощью лупы 8...10 кратного увеличения и просверлить на ее концах отверстия диаметром 2,5...3 мм электродрелью.	Электродрель, сверло 2,5...3 мм, лупа ЛП-8	
2. Снять фаску под углом 60...70° на глубину 1...3 мм вдоль трещины по всей длине	Электродрель, фреза	
3. Зачистить поверхность ремонтируемой детали от грязи, масла и ржавчины на расстоянии 40...50 мм по обе стороны трещины до металлического блеска на обдирочно-шлифовальном станке с гибким валом или электродрелью, так же можно применять наждачную бумагу, напильник и т.д.	Электродрель, наждачная бумага, абразивные круги, металлические щетки	Шероховатость поверхности должна быть не выше 4...5 класса ($Ra \geq 6,3$). применяют абразивные материалы зернистостью 10...16
4. Обезжирить поверхность трещины и зачищенного участка ацетоном или бензином с помощью тампона или кисти. Просушить обезжиренный участок при температуре 20°C в течение 8...10 минут.	Тампон ватный, обернутый марлей, Кисть №6	Поверхности деталей должны быть обезжирены так, чтобы капля воды растекалась и смачивала их. Попадание масла и грязи не допускается
5. Железный порошок, алюминиевую пудру, цемент просушить при температуре 100...120°C в течение 2...3 часов	Термошкаф, термометр, противень	Содержание влаги не допускается.
6. Полиэтиленпоамин выпарить при температуре 110...115°C в течение трех часов.	Термошкаф, термометр, противень	Содержание влаги и летучих веществ ив допускается

Продолжение таблицы приложения 1

1	2	3
<p>7. Эпоксидную смолу разогреть в термошкафу или ванне с горячей водой до температуры 60...80 °С в течение 15 минут и затем произвести отбор необходимого количества эпоксидной смолы в ванночку</p>	<p>Стол рабочий с вытяжным шкафом, термошкаф; весы ВЛТК-500; баня водная, ванночка, палочка стеклянная; шпатель</p>	<p>Смола должна быть доведена до жидкообразного состояния. Содержание пузырьков воздуха не допускается.</p>
<p>8. В отобранную по весу смолу добавить небольшими порциями пластификатор дибутилфталат согласно рецептуре состава. Во время добавления дибутилфталата смесь тщательно перемешать в течение 6...8 мин</p>	<p>Стол рабочий с вытяжным шкафом, весы ВЛТК-500, ванночка, палочка стеклянная, пипетка</p>	<p>Количество дибутилфталата должно точно соответствовать рецептуре состава.</p>
<p>9. В полученную смесь небольшими порциями добавить один из наполнителей согласно рецептуре состава. Во время добавления наполнителя смесь тщательно перемешать в течение 8...10 мин.</p>	<p>Стол рабочий с вытяжным шкафом, весы ВЛТК-500, ванночка, шпатель</p>	<p>Смесь должна быть тщательно перемешана и не содержать комочков наполнителя.</p>
<p>10. Непосредственно перед применением состава в трехкомпонентную смесь добавить небольшими порциями отвердитель полиэтиленполиамин. При добавлении полиэтиленполиамин смесь тщательно перемешать в течение 5 минут при температуре смеси не выше 20...40 °С.</p>	<p>Стол рабочий с вытяжным шкафом, весы настольные ВНц-2, ванночка емкостью 100 гр., пипетка с делениями, шпатель</p>	<p>Количество полиэтиленполиамин должно соответствовать рецептуре состава. Смесь не должна содержать комочков состава и пузырьков воздуха.</p>
<p>11. Приготовленный состав нанести равномерным тонким слоем на 20...25 мм, во все стороны от трещины.</p>	<p>Стол рабочий с вытяжным шкафом, шпатель</p>	<p>Ремонтируемую поверхность установить горизонтальное положение</p>

Продолжение таблицы приложения 1

1	2	3
12. Вырезать и положить накладку из стеклоткани так, чтобы она перекрывала трещину на 15...20 мм и прокатать ее роликом.	Стол рабочий с вытяжным шкафом, стеклоткань, ролик	
13. Равномерно нанести состав на стеклоткань. Вырезать и наложить вторую накладку на стеклоткани так, чтобы она перекрывала первую на 5...10 мм, со всех сторон прикатать роликом. Подтеки состава снять шпателем.	Стол рабочий с вытяжным шкафом, стеклоткань, прикаточный ролик, шпатель	Не допускается наличие не покрытых составом мест наклейки. Количество наносимых слоев не более трех.
14. Отвердить состав, для чего выдержать деталь трое суток при 20°C, или при такой же температуре в течение 24 часов, а затем при 100°C в течение 2 часов. Поверхности детали придать горизонтальное положение.	Термошкаф, лампы инфракрасного излучения, термометр до 200°C	После отверждения поверхность состава не должна иметь пор, трещин и отставания от поверхности
15. Проверить качество заделки трещины путем осмотра с помощью лупы 8...10 кратного увеличения и провести гидравлические испытания под давлением 0,5 МПа в течение 3 минут.	Стенд гидравлический, лупа ЛП-8	Отставание накладок от поверхности детали и подтекание воды через заделанную трещину не допускаются.