

**Маслов Олег Сергеевич**

студент

**Конаева Вера Ивановна**

магистрант

**Кожемяченко Александр Васильевич**

д-р техн. наук, профессор

**Тартанов Александр Алексеевич**

канд. техн. наук, доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»

г. Шахты, Ростовская область

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

***Аннотация:** в статье представлено обоснование использования клеев-герметиков в процессе восстановления герметичности деталей и узлов автотранспортных средств при их технической эксплуатации. Автор приходит к выводу, что клеевой способ восстановления герметичности обладает рядом преимуществ перед традиционными способами восстановления герметичности с помощью сварки, пайки и механических уплотнений. Однако существуют и недостатки клеевых соединений, и игнорирование этих особенностей может привести к преждевременному нарушению герметичности восстановленных деталей или агрегатов.*

***Ключевые слова:** автотранспортные средства, клей-герметик, ремонт, техническая эксплуатация.*

Улучшить качество технической эксплуатации транспортных средств можно путем повышения механизации автотранспортных предприятий, применения новейших технологий, эффективного использования оборудования и подготовки высококвалифицированных специалистов. Представленная статья

направлена на решение актуальных задач по разработке новых технологических процессов ремонта деталей автомобилей с целью повышения качества услуг и эффективности работы предприятий эксплуатирующих автомобили.

Значительное число металлических деталей, узлов, агрегатов автомобилей и технологического оборудования предприятий, использующих автомобили, работающих под давлением жидких и газообразных агрессивных сред, выходят из строя по причине нарушения герметичности. Традиционными способами восстановления герметичности являются методы с использованием сварки, пайки, эластичных прокладок, прижатых к отверстию с помощью механических приспособлений (хомутов, струбцин, резьбовых соединений и т. п.). Для осуществления проведения ремонта данными способом требуется иметь сложное оборудование, высококвалифицированный персонал. Внешний вид отремонтированных деталей не всегда соответствует требованиям заказчика.

В связи с этим большой интерес представляет использование полимерных клеев для восстановления герметичности деталей и узлов автомобилей и технологического оборудования, применяемого при их технической эксплуатации, в условиях воздействия агрессивной среды. Во многих случаях применение полимерных клеев-герметиков позволяет значительно упростить технологию ремонта, снизить стоимость и сократить сроки его проведения, организовать ремонт на базе небольших ремонтных предприятий [46; 50].

Клеевой способ восстановления герметичности при ремонте деталей и узлов автотранспортных средств и оборудования, используемого при их технической эксплуатации, еще не получил широкого распространения, поскольку существуют опасения в недостаточной надежности клеевого уплотнения. Подобные опасения являлись в какой-то мере оправданными, поскольку первые попытки применения клеев для восстановления герметичности металлических деталей носили эмпирический характер и не всегда давали требуемый результат.

Практический опыт использования клеев на автотранспортных предприятиях, а также результаты теоретических исследований по данному направлению технологии ремонта, накопленные в процессе многолетней работы, нуждаются

в обобщении и систематизации. Это обусловлено множеством нерешенных задач, с которыми сталкиваются специалисты, занимающиеся ремонтом и обслуживанием аппаратов, в которых имеются замкнутые объемы, заполненные жидкостями и газами, находящимися под давлением.

Основной проблемой в области использования клеев-герметиков является повышение долговечности клеевых уплотнений и разработка технологий применения клеев-герметиков для ремонта конкретных узлов и деталей автотранспортных средств с учетом условий работы их эксплуатирующих предприятий.

Для герметизации подвижных и неподвижных сопряженных деталей в машиностроении используют следующие способы [3; 4; 5; 6]:

- 1) точная пригонка контактных поверхностей сопрягаемых деталей, обеспечивающая минимальный зазор в соединении;
- 2) нагружение контактирующих деталей усилием сжатия, обеспечивающим деформацию микронеровностей в контакте;
- 3) заполнение зазоров соединений разделительными средами, препятствующими утечке герметизируемых сред;
- 4) наложение электромагнитных полей, взаимодействующих со средами в зазорах соединения;
- 5) использование инерционных и вихревых сил для создания сопротивления истечению герметизируемых сред.

Данными способами герметизируют преимущественно разъемные соединения деталей. Для формирования неразъемных герметичных соединений в машиностроении и при ремонте машин и агрегатов применяют различные методы сварки, пайки и склеивания, а также заклепочные соединения с герметизирующим элементом в виде эластичной полимерной прокладки, слоя герметика или клея.

В технологии ремонта деталей и агрегатов, имеющих повреждения, связанные с нарушением герметичности, используют разнообразные способы формирования разъемных и неразъемных уплотнений.

При ремонте с использованием методов формирования разъемных уплотнений требуется использовать трудоемкие способы точной пригонки деталей

и устройства для создания усилия сжатия на герметизатор (винтовые соединения, хомуты и т. п.). Поэтому использование подобных способов герметизации оправдано только для тех деталей, в которых по каким-либо причинам невозможно применить методы формирования неразъемных герметичных соединений.

Формирование неразъемных соединений методами сварки, пайки и склеивания – один из самых надежных способов изоляции сред [4].

При сварке происходит процесс получения неразъемного соединения деталей машин, конструкций и сооружений при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании, или при совместном действии того и другого в результате установления межатомных связей в месте их соединения. В машиностроении при герметизации соединений используют свыше шестидесяти способов сварки. При пайке осуществляется процесс получения неразъемного соединения деталей путем нагревания места пайки и заполнения зазора между соединяемыми деталями расплавленным припоем и его последующей кристаллизацией. В качестве припоев обычно используют легкоплавкие металлы или сплавы, расплавы которых смачивают соединяемые детали, не расплавляя их. Степень герметичности паянных соединений существенно зависит от выбора припоя и технологии пайки.

Герметизацию склеиванием выполняют с помощью клеев – полимерных материалов, обладающих свойством образовывать со склеиваемыми материалами адгезионные связи. Технология герметизации склеиванием включает три основные стадии: перевод клея в рабочее состояние (растворение, расплавление или смешивание клеевой основы с отвердителем и другими компонентами); подготовку поверхности склеиваемых деталей (придание шероховатости, химическая или физико-химическая обработка) и нанесение клея; затвердевание последнего. Частным случаем применения пастообразных и жидких полимерных составов для уплотнения деталей, является использование герметиков – разделительных полимерных композиций, которые, в отличие от клеев, не предназначены для обеспечения механической прочности герметичных соединений. Их используют

для заполнения зазоров и стыков в соединениях, обладающих гарантированной механической прочностью – заклепочных, резьбовых, сварных, с натягом и др. [7].

На автотранспортных предприятиях при технической эксплуатации автомобилей поступает в ремонт значительное число металлических деталей, узлов, агрегатов автомобилей и технологического оборудования предприятий их эксплуатирующих, работающих под давлением жидких и газообразных агрессивных сред и вышедших из строя по причине нарушения герметичности.

Основными причинами повреждений являются: 1) механические воздействия на детали или узлы вследствие их неправильной сборки, изготовления или износа; нарушения правил эксплуатации; 2) коррозия металла; 3) появление трещин вследствие вибрации; 4) некачественная сварка или пайка и др.

В настоящее время эти виды повреждений устраняют газо- и электросваркой, пайкой или с помощью механических уплотнений с использованием эластичных прокладок и других герметизирующих материалов. Эти способы восстановления герметичности в основном заимствованы из других отраслей промышленности (например, авиационный и железнодорожный транспорт и др.), в которых имеются крупные ремонтные предприятия. Данные способы трудоемки, требуют использования сложного и дорогого специального оборудования, высокой квалификации ремонтного персонала, ремонт возможен только в условиях достаточно крупных ремонтных предприятий. Внешний вид отремонтированных сваркой или пайкой деталей не всегда удовлетворяет заказчика, т.к. под воздействием высокой температуры происходит например, обгорание лакокрасочных покрытий или деформация соседних с ремонтируемой полимерных деталей, а полный демонтаж детали не всегда возможен.

Применение на автотранспортных предприятиях современных способов реализации сварки (лазерная, электронно-лучевая, аргоновая, ультразвуковая и др.) в настоящее время экономически не оправдано. Многообразие способов проведения сварки и пайки различных видов металлов и сплавов (нержавеющая сталь, алюминиевые сплавы и др.) обуславливает необходимость иметь на ремонтном предприятии разнообразное технологическое оборудование и рабочих высокой

квалификации. Например, при заводской сборке холодильного агрегата применяют аргонодуговую сварку алюминия, стыковую электродуговую сварку меди с алюминием, пайку медью, оловом и серебряным припоем ПСР-45 [8]. Поэтому возникает потребность в поиске простого и универсального способа герметичности соединений разнородных материалов, легко применимого в условиях небольшого ремонтного предприятия.

Распространенный в настоящее время ремонт путем замены поврежденных узлов и деталей не всегда обеспечивает бесперебойность работы ремонтных предприятий вследствие большого разнообразия типоразмеров деталей отечественных и зарубежных транспортных средств. Использование новых деталей и узлов вызывает значительное удорожание стоимости ремонта для потребителя. Вследствие указанных причин актуальной является разработка простых и дешевых технологий восстановления герметичности деталей и узлов автомобилей, которые в значительной степени могут разрешить вышеперечисленные трудности.

В последние годы во многих отраслях промышленности происходит интенсивное использование полимерных клеев для герметизации металлических деталей, узлов и агрегатов как в процессе производства сложных машин и конструкций, так и в технологии их ремонта [8; 9; 10]. Применение полимерных клеев-герметиков позволяет во многих случаях значительно упростить и удешевить технологию производства, повысить надежность машин и конструкций, снизить стоимость и сократить сроки проведения ремонта, организовать его в полевых условиях без подвода источников энергии.

В связи с этим большой интерес представляет использование полимерных клеев-герметиков для восстановления герметичности деталей и узлов транспортных средств.

Клеевой способ восстановления герметичности обладает рядом преимуществ перед традиционными способами восстановления герметичности с помощью сварки, пайки и механических уплотнений. Положительными качествами клеевого способа восстановления герметичности являются [9]:

1) высокая степень герметичности клеевого соединения, достигаемая без использования специальных устройств и прокладок; герметизирующая способность жидких и пастообразных клеев-герметиков по сравнению твердыми полимерами, применяемыми в виде прокладок или формовых герметизаторов, намного выше, т. к. клеи-герметики способны растекаться по поверхности металла под действием силы земного притяжения или при приложении небольшого давления, хорошо смачивать поверхность за счет сил поверхностного натяжения или капиллярного давления и заполнять микронеровности поверхности металла;

2) достаточно высокая механическая прочность клеевых соединений металлов; равномерность распределения механических напряжений по всей площади клеевого шва (при условии использования правильно сконструированного клеевого соединения);

3) деформационная способность многих клеев дает возможность поглощать, перераспределять или более равномерно передавать напряжение от одного элемента конструкции к другому;

4) способность клеевого шва демпфировать вибрации;

5) возможность проведения ремонта без разборки агрегатов и узлов как в производственных условиях, так и в полевых условиях без подвода энергии и применения нагревательных устройств (при температуре окружающей среды);

6) отсутствие необходимости в сложном специальном технологическом оборудовании и высокой квалификации ремонтного персонала;

7) возможность проведения ремонта оборудования, заполненного пожароопасными жидкостями, в пожароопасных или взрывоопасных помещениях, в неудобных или труднодоступных местах;

8) высокая технологичность применения одноупаковочных клеев горячего отверждения или простота приготовления клеевой смеси при использовании двухупаковочных клеев холодного отверждения;

9) возможность проведения срочного или аварийного ремонта в течение короткого времени (3–5 мин) с помощью клеевых композиций ускоренного отверждения;

10) хорошая стойкость многих клеев (особенно термореактивных) к воздействию агрессивной среды, воды и растворителей;

11) возможность соединения разнородных металлов без опасности возникновения электрохимической коррозии в месте соединения металлов; возможность изоляции поверхности металла от воздействия коррозионно-опасной среды с помощью клеевого слоя;

12) возможность герметичного и прочного соединения металлов и неметаллических материалов;

13) возможность соединять нетермостойкие материалы, разрушающиеся при применении сварки или пайки;

14) возможность восстановления герметичности в деталях из тонких листовых материалов (например, алюминия), сварка которых представляет значительные трудности, а пайка приводит к возникновению электрохимической коррозии в месте контакта металла с припоем;

15) возможность получения гладкой поверхности восстановленной детали, которая не портит внешний вид изделия;

16) небольшой расход клеев, низкая себестоимость ремонта.

Универсальность клеевого способа восстановления герметичности дает возможность использовать сходные технологические процессы для ремонта деталей бытовых машин и оборудования разнообразного назначения и конструкции. В зависимости от условий эксплуатации и материала детали изменяются только состав клеевой композиции, способ подготовки поверхности под склеивание и режим отверждения. При этом используется практически одинаковое для всех деталей и несложное технологическое оборудование по подготовке клеевой композиции,



нанесению клеевого слоя и поддержанию температурного режима отверждения. Все это позволяет сократить число единиц оборудования и численность персонала, ввести новые услуги для населения, организовать ремонт на базе небольших стационарных или передвижных мастерских, на дому у заказчика, повысить экономическую эффективность работы ремонтного предприятия.

Однако, применяя клеевой метод восстановления герметичности, необходимо знать и о недостатках клеевых соединений, к которым относятся:

- 1) относительно низкая прочность клеевых соединений при действии внецентренного растяжения (неравномерный отрыв или отслаивающиеся нагрузки);
- 2) относительно низкая теплостойкость клеевых соединений;
- 3) подверженность старению в агрессивных средах и под воздействием повышенной температуры;
- 4) трудность обнаружения дефектов в клеевом шве;
- 5) необходимость предварительной подготовки поверхности металла перед склеиванием (обезжиривание, механическая обработка, травление и т. п.);
- 6) необходимость применять нагревательные устройства при использовании клеев горячего отверждения.

Игнорирование этих особенностей клеевых соединений может привести к преждевременному нарушению герметичности восстановленных деталей или агрегатов. Тем не менее, отмеченные недостатки не являются непреодолимыми.

Изменением рецептуры клеев-герметиков, введением в их состав специальных добавок, а также применением особых технологических приемов их использования можно значительно затормозить процесс старения клеевых соединений, повысить их теплостойкость, придать клею быть менее чувствительным к загрязнению склеиваемых поверхностей, повысить прочность и химическую стойкость клеев [11].

### ***Список литературы***

1. Кожемяченко А.В. Использование полимеров, резерв повышения экономической эффективности ремонта бытовых холодильников / А.В. Кожемяченко,

Ю.К. Тябин, Б.П. Колонтаев // Тезисы научно-технической конференции. Хмельницкий ХТИ. – 1981. – 2 с.

2. Кожемяченко А.В. Ремонт бытовой техники с помощью клеев на основе эпоксидных смол / А.В. Кожемяченко, Ю.К. Тябин, В.В. Левкин. – ЦБНТИ МБОН РСФСР. Бытовое обслуживание населения. Экспресс-информация. – 1982. – Сер. 4. – Вып. 3. – 24 с.

3. Белый В.А. Введение в материаловедение герметизирующих систем / В.А. Белый, Л.С. Пинчук – Минск: Наука и техника, 1980. – 304 с.

4. Петрова А.П. Клеящие материалы: Справочник / А.П. Петрова – М.: Редакция журнала «Каучук и резина», 2002. – 196 с.

5. Пинчук Л.С. Герметизирующие полимерные материалы / Л.С. Пинчук, А.С. Неверов – М.: Машиностроение, 1995. – 160 с.

6. Кожемяченко А.В. Перспективы применения эпоксидных композиций при ремонте бытовой техники и технологического оборудования легкой промышленности / А.В. Кожемяченко, Ю.К. Тябин, В.В. Левкин. – ЦБНТИ МБОН РСФСР. Бытовое обслуживание населения. Экспресс-информация. – 1981. – Сер. 4. – Вып. 3. – 16 с.

7. Клеи и герметики / под. ред. Д.А. Кардашева – М.: Химия, 1988. – 200 с.

8. Кожемяченко А.В. Техника и технология ремонта бытовых холодильных приборов / А.В. Кожемяченко, С.П. Петросов, И.В. Болгов. – М.: Академия, 2003. – 217 с.

9. Тулинов А.Б. Восстановление трубопроводов и оборудования в системах жизнеобеспечения композиционными материалами / А.Б. Тулинов, А.А. Корнеев // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2004. – №2. – С. 25–26.

10. Кожемяченко А.В. Организация специализированного участка по ремонту бытовой техники с применением эпоксидных композиций / А.В. Кожемяченко, Ю.К. Тябин, В.В. Левкин. – ЦБНТИ МБОН РСФСР. Бытовое обслуживание населения. Экспресс-информация. – 1982. – Сер. 4. – Вып. 7. – 26 с.

11. Петрова А.П. Клеящие материалы: Справочник / А.П. Петрова – М.: Редакция журнала «Каучук и резина», 2002. – 196 с.