

*Кожемяченко А.В.  
Доктор техн.наук, профессор  
факультет техника и технологии  
ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты  
Россия, г. Шахты*

*Глушненко А.И.  
магистрант  
факультет техника и технологии  
ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты  
Россия, г. Шахты*

*Димитров О.В.  
бакалавр  
факультет техника и технологии  
ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты  
Россия, г. Шахты*

**ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕЕВОГО СПОСОБА ДЛЯ  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО  
КОМПЛЕКСА**

*Kozhemyachenko A.V.  
Doctor of Technical Sciences Doctor of Sciences, professor  
Faculty of Engineering, Service and Technology  
ISOiP (branch) DSTU in Shakhty  
Russia, Shakhty*

*Glushnenko A.I.  
graduate student  
Faculty of Engineering and Technology  
ISOiP (branch) DSTU in Shakhty  
Russia, Shakhty*

*Dimitrov O.V.*

## **JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF THE ADHESIVE METHOD TO RESTORE THE TIGHTNESS OF METAL PARTS AND EQUIPMENT COMPONENTS OF THE OIL AND GAS COMPLEX**

*Аннотация:* В статье на основании обзора научных литературных источников сформулированы результаты исследования процесса, восстановления герметичности металлических деталей и узлов оборудования нефтегазового комплекса.

*Annotation:* Based on a review of scientific literature sources, the article formulates the results of a study of the process of restoring the tightness of metal parts and equipment components of the oil and gas complex.

*Ключевые слова:* деталь, герметичность, трубопровод, обслуживание, оборудование, ремонт.

*Keywords:* detail, tightness, pipeline, maintenance, equipment, repair.

Для герметизации подвижных и неподвижных сопряженных деталей в машиностроении используют следующие способы [1,2,3]:

- 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 [3].

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. [4,5].

На предприятия по техническому обслуживанию автомобилей поступает значительное число металлических деталей, узлов, агрегатов и технологического оборудования предприятий сервиса, 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 (например, демонтажа трубопроводов и другого оборудования заполненного водой); 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, автомобильный 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 обгорание лакокрасочных покрытий или деформация соседних с ремонтируемой полимерных деталей, а полный демонтаж детали не всегда возможен.

Применение на предприятиях сервисного обслуживания автомобилей современных способов проведения 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.

Распространенный в настоящее время ремонт путем замены поврежденных узлов и деталей не всегда обеспечивает бесперебойность оказания услуг ремонтными предприятиями вследствие большого разнообразия типоразмеров деталей отечественных и импортных машин. Использование новых деталей и узлов вызывает значительное удорожание стоимости ремонта для потребителя. Срок выполнения ремонта может быть сокращен, т.к. отпадает необходимость ожидать доставку детали или узла

нужного типоразмера. Вследствие указанных причин актуальной является разработка простых и дешевых технологий восстановления герметичности деталей и узлов автотранспортных средств, 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 [6, 7, 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 любых условиях без подвода источников энергии.

В связи с этим большой интерес представляет использование полимерных клеев-герметиков для восстановления герметичности деталей и узлов автотранспортных средств и технологического оборудования используемого для их технической эксплуатации.

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 [8, 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 автомобилей и 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 автотранспортных средств и технологического 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, 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 способность клею быть менее чувствительным к загрязнению склеиваемых поверхностей, повысить прочность и химическую стойкость клеев холодного отверждения и использовать их вместо клеев горячего отверждения. Следует также учитывать, что, проведя исследование напряженного состояния клеевого соединения, можно разработать конструктивную схему клеевого герметизирующего устройства, в котором действие отслаивающих напряжений устранено или понижено до неопасного уровня.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Белый, В.А. Введение в материаловедение герметизирующих систем [Текст] / В.А. Белый, Л.С. Пинчук – Минск: Наука и техника, 1980. – 304 с.
2. Пинчук, Л.С. Герметология [Текст] / Л.С. Пинчук – Мн.: Навука і тэхніка, 1992 – 216 с.
3. Пинчук, Л.С. Герметизирующие полимерные материалы [Текст] / Л.С. Пинчук, А.С. Неверов – М.:Машиностроение, 1995. – 160 с.
4. Клеи и герметики [Текст]/ под. ред. Д.А. Кардашева – М.: Химия, 1988. - 200 с.
5. Кирпичников, П. А. Химия и технология каучука [Текст]/ П. А. Кирпичников, Ю.О. Аверко-Антонович. Л.: Химия, 1996. - 528 с.
6. Кожемяченко, А.В. Техника и технология ремонта бытовых холодильных приборов [Текст]/ А.В. Кожемяченко, С.П. Петросов, И.В. Болгов // – М.: Академия, 2003. – 217 с.
7. Тулинов, А.Б. Восстановление трубопроводов и оборудования в системах жизнеобеспечения композиционными материалами [Текст] / А.Б. Тулинов, А.А. Корнеев // Сборка в машиностроении, приборостроении. - 2004. № 2. - С. 25-26.
8. Строганов, В.Ф. Технология соединения трубопроводов [Текст]/ В.Ф. Строганов, Д.Е. Страхов, И.В. Строганов, К.П. Алексеев // Клеи. Герметики. Технологии. М.: Наука и технологии.- 2005. № 4,– С. 18 – 20.
9. Тулинов, А.Б. Особенности создания композиций для аварийного ремонта [Текст]/ А.Б. Тулинов, А.А. Корнеев // Сборка в машиностроении, приборостроении.- 2004. № 9, - С. 34-36.
10. Протасов, В.Н. Применение клеевых соединений при сооружении и ремонте технологических трубопроводов [Текст] / В.Н. Протасов, Я.М Кершембаум, А.И Алашев. - М.: ЦНИИГЭнефтехим, 1972. - 44 с.