

УДК 621.88

**Калиниченко М.Л.**, аспирант,  
**Зелезей А.Е.**, инженер  
*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **АСПЕКТЫ НАДЕЖНОСТИ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы надежности клеевых соединений, применяемых при ремонте сельскохозяйственной техники, прогнозирования сроков службы клеевых материалов, приведены данные по прочностным характеристикам склеенных материалов на основе конструкционных углеродистых и легированных сталей.*

### **Введение**

При выходе техники на полевые работы и удаления от баз обслуживания и ремонта, остро стоит вопрос проведения небольших срочных ремонтов при отсутствии специального оборудования. Для решения данной задачи могут быть использованы клеевые соединения, обладающие высокой мобильностью, и не требующие подготовки квалифицированных специалистов. Для ремонтных работ были предложены адгезивы компании 3М (США): универсальный клей DP 8805NS, подходящий для любых типов фиксации, втулочных фиксаторов и соединителей типа RT38, TL43; ленты на металлической основе (с или без армирующей структуры), типа 4411G, 425, 363. Применение каждого продукта прямо пропорционально условиям его эксплуатации (вид техники, места эксплуатации, нагружающие параметры). Как результат, для обеспечения качественного соединения необходимы оптимальная подборка адгезивов для различных типов ремонтируемых деталей. Для реализации поставленной задачи и выбора используемого адгезива необходимо уделить большое внимание аспектам надежности клеевых соединений и прогнозирование их свойств.

### **Основная часть**

Области применения клеев очень разнообразны и также многообразны теоретические подходы к установлению критериев, опре-

деляющих целесообразность склеивания [1]. Применение клеящих материалов при ремонте сельскохозяйственной техники рационально при соединении разнородных материалов; склеивании многослойных конструкций; креплении листовых материалов; приклеивании усиливающих элементов конструкции; конструктивном склеивании; вклеивании пробок, втулок, шпилек, создании соединений типа вал-ступица; герметизации агрегатов; временном креплении конструкций. Целью их использования является получение надежного и прочного соединения в течение короткого периода времени вместо других средств сборки [2].

Важнейшими характеристиками свойств клеевых соединений являются показатели надежности. В отличие от традиционных соединений, выполняемых из металлов, пластмасс, керамики и других материалов, адгезионные соединения обладают специфическими свойствами, наличие которых требует разработки специальных методов оценки надежности клеевых соединений. В данных соединениях использование даже одного типа клея может реализовать дефекты различной физической природы, описываемые различающимися в зависимости от сочетания факторов внешнего воздействия, длительности их действия, отклонениями в технологии изготовления и пр. Напряженное состояние в клеевых прослойках даже в случаях простейших соединений, например, внахлестку или встык, существенно неоднородно. Эта особенность клеевых соединений связана с влиянием масштабного фактора, краевых эффектов, концентраторов напряжений, наличием пограничных слоев и многочисленными другими факторами. При решении задач обеспечения долговечности на определенный период времени используется понятие «отказ», что означает нарушение работоспособности объекта при котором система или элемент перестают выполнять свои функции целиком или частично. Хотя отказ и является одним из базовых в теории надежности, он очень редко применяется в технологии склеивания.

Соответствующие изменения свойств клеевого соединения с течением времени вызывают деградацию соединения, которая может проявляться в виде старения, накопления повреждений, изменения структуры, появления трещин, расслоения адгезива и

др. Деградация свойств адгезива может происходить и по причинам насыщения влагой, маслами, топливом, что также приводит к ухудшению качества клеевого соединения [1].

Клеевые соединения со временем изменяются, однако причины, по которым это происходит, неизвестны, как и точное время, когда произойдет разрушение [1 – 3]. В результате возникают вопросы прогнозирования их долговечности.

К показателям, которые позволяют количественно оценить сроки службы изделий, относятся: вероятность безотказной работы и ресурс (срок службы до отказа). Возможны два вида прогнозирования отказов: первый вид - приблизительный, второй – точный [1]. Приблизительное прогнозирование выполняют, как правило, только на основании собственного опыта, имеющегося при разработке (или эксплуатации) аналогичных клеевых конструкций. В основе таких прогнозов лежит методика использования коэффициентов, с помощью которых определяют, в каких соотношениях находятся между собой ускоренные и реальные условия эксплуатации. Точное прогнозирование основано на знании точных значений скорости изменения свойств клеевых соединений. Методика экспериментальных исследований в этом случае, основана на использовании нескольких режимов ускоренного старения.

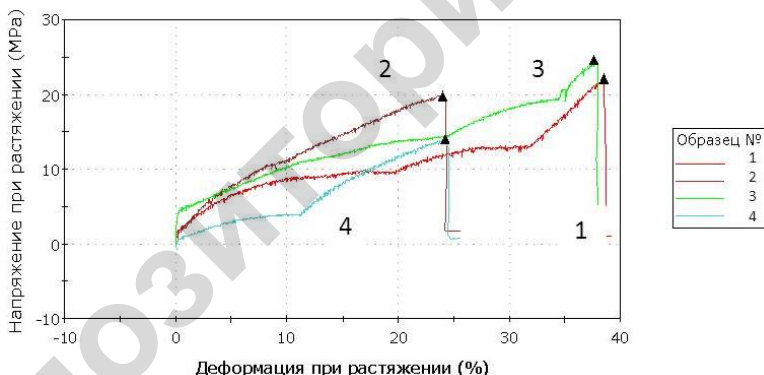
Рассматривая разрушение клеевых соединений или наличие дефектов клеевого материала или соединения, в качестве критерия отказа, можно подойти к управлению долговечностью клеесборных конструкций и причинам образования дефектов.

Известно [1 – 3], что эти причины можно разделить на три группы: первая относится к ошибкам, возникающим при проектировании конструкции, вторая связана с технологией, третья - с неправильно выбранными условиями эксплуатации. Первая группа факторов оказывает влияние на скорость распространения трещин, тогда как вторая и третья группы факторов относятся к причинам, по которым происходит возникновение дефектов клеевого соединения.

Задачи прогнозирования решаются на всех этапах: составления технических требований, которые должны включать подробный перечень условий эксплуатации, в том числе и внештатные,

экстремальные случаи; создания клея, способного удовлетворить большую часть технических требований и разработку оптимальной технологии склеивания; выбора средств контроля материалов и технологического процесса при обучении технического персонала; разработки технологических операций, способных обеспечить качественное склеивание и воспроизводимость результатов.

Ремонт в полевых условиях должен отвечать критериям простоты, надежности и высокой скорости. В качестве объекта исследования были выбраны детали, не несущие большой нагрузки (крепежные втулки, не ходовые муфты) автотракторной техники, на основе широко распространенных сталей. Они являются неотъемлемыми деталями, поэтому было принято решение об их креплении с помощью самоустанавливающегося (в результате наличия в составе специальных шариков) клея DP 8805NS (3M, США). После достижения технологической твердости, исследуемые детали и образцы были подвергнуты разрывным нагрузкам (рисунок 1).



1 – ШХ15 - сталь 45 (без обработки); 2 – ШХ15 - сталь 45 (после дробеструйной обработки); 3 – ШХ15-ШХ15 (без обработки); 4 – ШХ15- ШХ15 (после дробеструйной обработки).

Рисунок 1 – Прочностные испытания на разрыв стальных образцов, склеенных клеем DP 8805.

По результатам испытания образцов было выявлено, что наиболее высокие прочностные характеристики показывают образцы на основе стали ШХ15 (предел прочности 24,55 МПа) и их сочетание со сталью 45 (22 МПа). Применение дробеструйной обработки для

исследуемых клеенных образцов уменьшило значение предела прочности до 13,9 МПа и 19,82 МПа соответственно. Полученный результат служит подтверждением, что рассматриваемый клей может наноситься на ремонтируемые сочленения без дополнительной подготовки. В тоже время необходимо отметить незначительное увеличение прочностных свойств в отношении стали 45 при наличии дробеструйной обработки. Данный аспект может объясняться, как наименьшим количеством легирующих элементов в материале основы, которые могут взаимодействовать с адгезивом.

### **Заключение**

На основе проведенных экспериментов было выявлено, что современные клеевые соединения с достаточно высокой степенью надежности могут быть использованы для крепления стальных конструкций машин и оборудования. Их можно применять при долгосрочном ремонте слабонагруженных узлов (панелей обшивки) и жестко фиксируемых узлов (вал-втулка), так и при краткосрочном ремонте, для обеспечения самостоятельного движения сельскохозяйственной техники к месту капитального ремонта тяжело нагруженных соединений.

### **Список использованной литературы**

1. Ж.-Ж. Вильнав. Клеевые соединения. Перевод с французского Л.В. Синегубовой. – М.: Техносфера, 2007. – 385с.
2. Склеивание в машиностроении. Справочник в 2 томах. Т.1 / Д. А. Аронович, В. П. Варламов, В. А Войтович и др.; Под общ. ред. Г. В. Малышевой. – М.: Наука и технологии, 2005. – 544с.
3. Г. Эпштейн. Склеивание металлов. Авторизованный перевод с английского канд. техн. наук Б.И. Паншина. Под общей редакцией А.Т. Туманова. М.: Государственное издательство оборонной промышленности. 1956. – 212 с.

**Abstract.** In this paper are shown the questions of reliability of the adhesive joints used in the repair of agricultural machinery, and forecasting the service life of the adhesive materials, given some results on the strength characteristics of cemented materials based on normal and stainless steels.