

УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

**ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕПОДВИЖНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫМИ  
КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

**Псарев Дмитрий Николаевич**

кандидат технических наук, доцент

e-mail: psarev\_380@mail.ru

**Скородумов Павел Сергеевич**

студент

Мичуринский государственный аграрный университет  
г. Мичуринск, Россия

**Аннотация:** В статье рассмотрены технологии восстановления неподвижных соединений подшипников качения полимерными композиционными материалами.

**Ключевые слова:** восстановление, корпусная деталь, подшипник, полимер, покрытие.

Неподвижные соединения подшипников качения восстанавливают при помощи полимерных материалов тремя способами [1-7]:

1 – формованием посадочных отверстий номинального размера под подшипники;

2 – нанесением полимерного покрытия на изношенное посадочное место подшипника в детали с последующей ее запрессовкой в сопрягаемую деталь;

3 – склеиванием одного из колец подшипника с посадочной поверхностью сопрягаемой детали.

При восстановлении неподвижных соединений подшипников качения наибольшее распространение получили эластомеры, анаэробные герметики, ПКМ на основе эпоксидных смол и анаэробных герметиков.

Эпоксидные смолы марок ЭД-14, ЭД-15, ЭД-16, ЭД-20, ЭД-22 представляют собой вязкие жидкости, которые получают из дифенилолпропана и эпихлоргидрина [7]. Отверждение смол происходит под действием отвердителей, которые вводят непосредственно перед использованием смол.

Различают отвердители холодного отверждения (температура отверждения 16...20°C) и горячего отверждения (температура отверждения 100...200°C). К первому классу относятся амины (полиэтиленполиамин, этилендиамин, гексаметилендиамин и др.) и низкомолекулярные полиамиды (Л-18, Л-19, Л-20 и др.). Ко второму классу – ангидриды дикарбоновых кислот (малеиновой, фталевой и др.), а также амиды кислот (дициандиамида).

Отвержденные эпоксидные смолы находятся в стеклообразном состоянии, обладают хрупкостью и низкой ударной прочностью. Для улучшения этих свойств в состав смол вводят пластификаторы: дибутилфталат, диоктилфталат, трикрезилфосфат и др. Наиболее широко используют дибутилфталат.

С целью улучшения физико-механических свойств, повышения теплостойкости, теплопроводности и снижения стоимости композиции в эпоксидные смолы вводят наполнители. К ним относятся: железный, чугунный и алюминиевый порошки, графит, асбест, цемент и др. материалы.

При восстановлении неподвижных соединений размерным калиброванием, изношенные поверхности зачищают до металлического блеска, обезжиривают ацетоном и просушивают на воздухе. На изношенные поверхности наносят эпоксидные составы 4...6. Для предотвращения стекания составов с вертикальных стенок при калибровании составы предварительно выдерживают в течение 1...2 ч на воздухе при температуре 18...20 °С. Вязкость составов при этом увеличивается. Затем корпусную деталь устанавливают на плиту кондуктора, закрепленную на столе радиально – сверлильного станка.

Кондуктор обеспечивает соблюдение межцентровых расстояний восстановленных отверстий и параллельность их осей.

Нанесенный слой эпоксидной композиции формуют под номинальный размер отверстия с помощью калибрующей оправки, закрепленной в шпинделе радиально-сверлильного станка. Калибрующую оправку протягивают сверху вниз без вращения относительно оси шпинделя. Калибрующую оправку изготавливают из стали 45, закаливают до твердости HRC 45. Рабочие поверхности оправки шлифуют и полируют. Для предотвращения прилипания состава рабочую поверхность калибрующей оправки смазывают тонким слоем масла АКЗ-6 или технического солидола. Допуск на изготовление оправки выбирают с учетом усадки эпоксидной композиции и толщины слоя масла.

Существенным недостатком эпоксидных смол, ограничивающим применение при восстановлении неподвижных соединений подшипников, является стеклообразное состояние при эксплуатационных температурах, низкие деформационные свойства и ударная прочность. Из-за этого ограничена деформация колец подшипников при радиальном нагружении, соответственно незначительно снижение контактных напряжений при контакте нагруженных тел качения с беговыми дорожками и не следует ожидать значительного повышения долговечности подшипников. Хрупкость определяет относительно низкую стойкость к воздействию циклических нагрузок и соответственно долговечность материала.

Профессором Лезиным П. с сотрудниками (МГУ им. Огарева РФ) разработан технологический процесс восстановления изношенных посадочных отверстий в корпусных деталях полимерной композицией на основе анаэробного герметика АН-6В.

Для придания необходимых тиксотропных свойств в состав композиции включен тальк, а для сокращения времени отверждения – бронзовый порошок. Композицию наносят на изношенную поверхность отверстия и через определенное время, по достижении необходимой вязкости, отверстие формуют специальной оправкой.

При восстановлении неподвижных соединений вторым способом используют эластомеры ГЭН-150(В) и герметик 6Ф. Эластомеры ГЭН-150(В) и герметик 6Ф наносят на поверхность изношенной детали в виде покрытия. Материал наносят на поверхность изношенной детали, подвергают термической обработке и запрессовывают в сопрягаемую деталь. Эластомер ГЭН-150(В) состоит из бутадиен-нитрильного каучука марки СКН-40 и смолы ВДУ. Эластомер ГЭН-150(В) растворяют в ацетоне, этилацетате, бутилацетате, толуоле, растворителе Р-4, бензоле. Герметик 6Ф представляет собой продукт совмещения каучука марки СКН-40 со смолой ФКУ на основе замещенного фенола винилацетиленовой структуры. Покрытия имеют высокую химическую стойкость и адгезию к черным и цветным металлам. При восстановлении посадочных мест подшипников герметиком 6Ф долговечность подшипников возрастает до 8,5 раз при местном и до 3,5 раз при циркуляционном нагружении в сравнении с расчетной. К недостаткам следует отнести достаточно высокую трудоемкость из-за необходимости послойного нанесения покрытия с просушиванием каждого слоя и потребность в термической обработке, что повышает энергоемкость технологии и удорожает ее.

Технологический процесс фиксации подшипника очень прост. Изношенные поверхности очищают от загрязнений, зачищают до металлического блеска, обезжиривают ацетоном и просушивают на воздухе. Затем наносят равномерным слоем адгезив, собирают сопрягаемые детали соединения, удаляют излишки адгезива и отверждают соединение.

При склеивании сопрягаемых поверхностей составами 1 и 2 на основе эпоксидной смолы наносят состав равномерным слоем и выдерживают его в течение 10 мин, после чего соединяют сопрягаемые детали, удаляют излишки эпоксидной композиции и отверждают соединение.

При склеивании анаэробным герметиком последний наносят капельницей флакона на одну из сопрягаемых поверхностей деталей соединения, собирают соединение и выдерживают до достижения транспортировочной прочности. Для

обеспечения соосности сопрягаемых деталей при износе более 0,05 мм используют центрирующие приспособления.

Анаэробные герметики представляют собой многокомпонентные жидкие составы, способные длительное время сохранять свои свойства без изменения и быстро твердеть в узких зазорах между металлическими поверхностями после вытеснения кислорода воздуха.

Анаэробные герметики имеют хорошую адгезию к металлам, стойкостью к воде, маслам, топливам, органическим растворителям, кислотам, щелочам и другим химическим веществам. Материалы сохраняют свои потребительские свойства после отверждения в интервале от -60 до +150 °С. Анаэробные герметики выпускают фирмы "ЛОСТАИТ" (Англия), "THREE BOND" (Япония) и НИИ полимеров им. Каргина (Российская Федерация). Последний выпускает большое количество герметиков марок "Анатерм" и "Унигерм".

В основе анаэробных герметиков лежат полимеризационно-способные соединения акрилового ряда, чаще всего диметилакриловые эфиры полиалкиленликолей, для которых характерна высокая скорость превращения в пространственно сшитые полимеры. В состав анаэробных герметиков входят ингибирующие и иницирующие системы, обеспечивающие длительное хранение герметиков и быстрое отверждение в изделиях, различные загустители, модификаторы, красители и другие добавки.

Анаэробные герметики исключают появление фреттинг-коррозии сопрягаемых металлических поверхностей неподвижного соединения. Долговечность восстановленных неподвижных соединений в 3,6 раза превышает долговечность новых [6]. Благодаря деформации наружного кольца подшипника, происходит благоприятное перераспределение нагрузки между телами качения. В результате долговечность подшипников качения возрастает до 4 раз при местном и до 5 раз при циркуляционном нагружении по сравнению с расчетной [8].

Основным недостатком, ограничивающим широкое применение анаэробных герметиков, является относительно высокая цена. Поэтому для

повышения экономической эффективности восстановления в анаэробные герметики вводят самые различные наполнители.

ФГУП НИИ полимеров им. академика Каргина (Нижегородская область РФ) разработан анаэробный герметик АН-112. С целью повышения эластичности полимерных сеток анаэробных герметиков синтезированы олигомерные каучуки с концевыми уретанакрилатными группами, представляющие собой продукты взаимодействия гидроксилсодержащих полиэфиров и олигомерных каучуков с диизоцианатами и акрилатами [9]. За счет введения реакционноспособных олигомерных каучуков в состав анаэробного герметика АН-112, материал имеет повышенную ударную прочность при сохранении термической и химической стойкости. Герметик АН-112 отличается высокой скоростью отверждения и способностью склеивать соединения с большими зазорами.

При всем разнообразии предлагаемых составов ПКМ в ранее выполненных работах отсутствует достаточное обоснование выбора наполнителей, их формы и концентрации. Этим, по всей видимости и объясняется весьма незначительное повышение эффективности восстановления предложенными составами ПКМ по сравнению с ненаполненными анаэробными герметиками.

### **Список литературы**

1 Мотовилин, Г. В. Восстановление автомобильных деталей олигомерными композициями [Текст] / Мотовилин Г. В.; - М.: Транспорт, 1981. – 111 с.

2 Карапатницкий, А. М. Анаэробные клеи в тракторных и сельхозмашинах [Текст] / Карапатницкий А. М., Кузнецова Е. В., Димент Б. И., Стецко П. А. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - № 4. - 1981. – С. 32 – 35.

3 Димов, В. А. Применение анаэробных материалов при сборке подшипниковых соединений [Текст] / Димов В. А., Коновалов А. А. // Техника в сельском хозяйстве. – 1981. - № 4. - С. 52 – 54.

4 Юшков, В.В. Восстановление посадочных мест подшипников качения анаэробными материалами [Текст] // Применение анаэробных материалов при сборке и ремонте автотранспортных средств: Информ. карта № 218-87-85 ЦБНТИ; М-во автомобильного транспорта РСФСР, – Устинов, 1985. – С. 10-13.

5 Карапатницкий, А. М. Исследование несущей способности анаэробных клеев в цилиндрических соединениях [Текст] / Карапатницкий А. М., Дейнега П. Б., Баскаков В. Н. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1989. - № 2. – С. 27 – 30.

6 Тоиров, И. Ж. Восстановление неподвижных соединений подшипников качения сельскохозяйственной техники анаэробными герметиками [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Тоиров И. Ж. - М., 1990. – 172 с.

7 Кричевский, М. Е. Применение полимерных материалов при ремонте сельскохозяйственной техники [Текст] / Кричевский М. Е.; - М.: Росагропромиздат, 1988. – 143 с.

8 Ибилдаев, Б. А. Долговечность подшипников качения сельскохозяйственной техники с посадками, восстановленными герметиком 6Ф [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Ибилдаев Б. А. – М., 1986. – 159 с.

9 Хамидулова, З. С. Новые анаэробные герметики для автомобилестроения [Текст] / Хамидулова З. С., Рогачева И. П., Мурох А. Ф., Аронович Д. А., Синеоков А. П. // Пластические массы. – 1999. – № 6. – С. 40.

10 Современные проблемы науки и производства в агроинженерии (учебник) / Л.В. Бобрович, А.С. Гордеев, В.И. Горшенин, С.А. Жидков, А.И. Завражнов, А.А. Завражнов, Р.И. Ли, Н.Е. Макова, К.А. Манаенков, В.В. Миронов, Н.В. Михеев, И.Г. Смирнов, В.Ф. Федоренко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2013. - № 11-1. - С. 100-101.

11 Technologies and means of mechanization for sowing sugar beet belt under the Central chernozem Russia / V. Gorshenin, S. Soloviev, A. Abrosimov, I. Drobyshev, O. Ashurkova. - 2015. - Т. VII. - С. 804.

12 Усовершенствованная технология возделывания и уборки сахарной свеклы в условиях тамбовской области / П.Н. Кузнецов, В.И. Горшенин, С.В. Соловьёв, А.Г. Абросимов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2014. - № 6. - С. 53-56.

13 Транспортное обеспечение коммерческой деятельности / В.И. Горшенин, Н.В. Михеев, И.А. Дробышев // Учебное пособие: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 315100 (080401) «Товароведение и экспертиза товаров». М-во сельского хоз-ва РФ, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Мичуринский гос. аграрный ун-т». Мичуринск, Тамбовская обл., 2009. –

14 Горшенин В.И. Основные направления повышения эффективности системы обеспечения региона продовольствием / В.И. Горшенин // Нива Поволжья. - 2012. - № 3 (24). - С. 64-68.

15 Машина для обработки межствольных полос в саду / А.Н. Манаенков, В.И. Горшенин, С.Д. Алехин, А.Д. Засыпкин, К.А. Манаенков // Патент на изобретение RUS 2081531 01.03.1993

16 Курочкин А.А. Оборудование и автоматизация перерабатывающих производств / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, А.С. Гордеев, А.И. Завражнов // Учебник для ВУЗов. Сер. Учебники и учебные пособия для студентов вузов. – Москва, 2007.

17 Остриков В.В., Корнев А.Ю., Манаенков К.А. Использование масел в двигателях зарубежной техники // Сельский механизатор. - 2012. - № 5. - С. 32-33.

18 Гордеев А.С. Основы проектирования и строительства перерабатывающих предприятий / А.С. Гордеев, А.А. Курочкин, В.Д. Хмыров, Г.В. Шабурова // Учебник. Сер. Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений. - Москва, 2002.

## **TECHNOLOGIES OF RECOVERY OF FIXED JOINTS OF ROLLING BEARINGS BY POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS**

**Psarev Dmitry Nikolaevich**

candidate of technical sciences, associate Professor

**Skorodumov Pavel Sergeevich**

student

Michurinsk State Agrarian University,

Michurinsk, Russia

**Abstract:** in the article the technologies of restoration of fixed joints of rolling bearings by polymeric composite materials are considered.

**Keywords:** restoration, body part, bearing, polymer, coating.