

систем имитаторами позволяет использовать способ диагностирования исключением. Таким образом, предлагаемая модернизация имеющегося стенда для диагностирования коробок передач DSG значительно расширит область его применения.

### Литература

1. Гришкевич, А.И. Проектирование трансмиссий автомобилей: справочник / А.И. Гришкевич – М.: Машиностроение, 1984. – 272 с.

2. Volkswagen Technical Site (VWTS) [Electronic resource] / Volkswagen Technical Site (VWTS). – РФ, 2016. – Mode of access: <http://vwts.ru>. – Date of access: 12.01.2016.

3. Способ диагностирования электронных систем распределенного впрыска бензиновых двигателей: пат. 7222 Респ. Беларусь, 7 G 01M 15/00 / А.С. Гурский, Е.Л. Савич; заявитель Белор. национ. техн. ун-т. – № а 20020437; заявл. 22.05.02; опубл. 30.09.05 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2005. – № 2. – С. 174.

4. Гурский, А.С. Совершенствование метода и средств диагностирования электронных систем впрыска топлива бензиновых двигателей: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А.С. Гурский – Минск, 2004. – 120 л.

УДК 656

## **УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ УЗЛОВ ПРИ РЕГЛАМЕНТИРОВАННОМ РЕМОНТЕ HARDENING AND RESTORATION OF VEHICLES DETAILS IN ITS PRODUCTION AND RESTORATION OF UNITS AT SCHEDULED REPAIR**

***Ivashko V.S.***, доктор технических наук, профессор;

***Buikus K.B.***, кандидат технических наук, доцент  
(Белорусский национальный технический университет)

***Ivashko V.***, Doctor of Technical Science, Professor;

***Buikus K.***, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
(Belorussian National Technical University)

**Аннотация.** Проанализировано применение основных способов упрочнения и восстановления деталей автомобилей при регламентированном ремонте.

**Abstract.** The application of the main ways hardening and restoration of vehicles details at scheduled repair are analyzed.

## Введение

Ресурс быстроизнашивающихся деталей зависит, главным образом, от износостойкости рабочих поверхностей деталей в конкретных условиях работы. Наиболее эффективным методом повышения износостойкости является локальное упрочнение поверхностей деталей, которое позволяет экономить дорогостоящие легирующие элементы и обеспечивает возможность рециклинга деталей.

Регламентированный ремонт автомобилей выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в технической документации производителя, независимо от технического состояния автомобиля в момент начала ремонта. Достоинством регламентации ремонта является возможность его планирования, то есть заранее известны время выхода на ремонт, его содержание и трудоемкость операций. Однако планируемые для каждого вида ремонта единая периодичность и одинаковый объем восстановительных работ не всегда согласуются с фактическими потребностями в них и это увеличивает затраты.

## Основная часть

Регламентированный ремонт, как правило, проводится при исчерпании 80 % ресурса автомобиля. Следовательно, если капитальный ремонт автомобиля не производится, то замененный и восстановленный узел должен отработать всего 20 % ресурса машины.

Все методы восстановления посадки деталей соединений можно разделить на следующие:

1) без изменения размеров деталей:

- применением ремонтно-восстановительных составов;
- с помощью имеющихся регулировок;
- перестановок детали;
- заменой на запасную часть;

2) применение деталей, восстановленных до номинальных размеров;

3) применение деталей ремонтных размеров и восстановленных способом дополнительных деталей.

При втором методе посадку восстанавливают наращиванием поверхностей, увеличивая размер вала и (или) уменьшая размер отверстия. При этом методе сохраняются номинальные удельные давления в узле трения.

При третьем методе посадка может быть восстановлена уменьшением или увеличением размеров вала и отверстия. В случае восстановления посадки за счет увеличения размеров деталей на вал наносят ремонтный слой или используют старый, увеличенный на необходимую величину, а отверстие растачивают. Удельное давление в соединении при этом уменьшаются, что в большинстве случаев приводит к уменьшению износа.

При использовании метода ремонтных размеров одну из деталей изношенного соединения наиболее дорогую подвергают механической обработке до ближайшего ремонтного размера, а другую – заменяют.

Сущность метода восстановления дополнительными деталями состоит в том, что изношенная поверхность обрабатывается под больший (отверстие) или меньший (вал) размер и на нее устанавливается специально изготовленная дополнительная деталь (ввертыш, втулка, насадка, компенсирующая шайба или планка), фиксируемая напрессовкой с гарантированным натягом, приваркой, стопорными винтами, клеевыми композициями, на резьбе.

Для ремонта соединений по первому методу широкое применение получил метод безразборного сервиса (восстановления), основанный на теории самоорганизации И. Пригожина. К нему относится эффект пластифицирования в присутствии поверхностно-активных веществ (ПАВ), открытый П.А. Ребиндером, явление избирательного переноса при трении (эффект безызносности), а также эффект аномально низкого трения [2].

Под безразборным сервисом подразумевается техническое обслуживание и ремонт узлов без проведения разборочно-сборочных операций с помощью ремонтно-восстановительных препаратов (РВП).

Современные РВП – это реметаллизанты, полимерсодержащие препараты, геомодификаторы, кондиционеры поверхности, слоистые добавки-модификаторы и нанопрепараты (алмазы, фуллерены, рекондиционеры). Большинство составов вводят в моторные и трансмиссионные масла, топливо или пластичные смазки. Ряд препаратов подается непосредственно в зону трения.

Применяемые способы восстановления [1] не должны оказывать воздействие на внутренние напряжения детали. С этой точки зрения восстановление деталей металлополимерными материалами наиболее целесообразно.

Эффективное использование физико-механических и химических свойств полимерных материалов позволяет значительно снизить трудоемкость ремонта автомобиля, что обусловлено следующими особенностями их использования:

- технологии с использованием полимерных материалов не требуют сложного оборудования и высокой квалификации работающих;

- при использовании полимерных материалов появляется возможность производить ремонт без разборки узлов и агрегатов;

- использование полимерных материалов во многих случаях позволяет не только заменить сварку или наплавку, но и производить ремонт таких деталей, которые другими известными способами отремонтировать невозможно или опасно с точки зрения безопасности труда;

- применение полимерных материалов позволяет восстанавливать детали, минуя сложные технологические процессы нанесения материала и его обработку.

Наиболее широко при ремонте автомобилей используют анаэробные полимеры и композиционные материалы. Однако антифрикционными и износостойкими являются лишь часть из них, например, ароматические полиамиды, фторопласты и некоторые другие.

В таблице 1 приведены способы восстановления посадки деталей сопряжений [1,3].

Таблица 1 – Способы восстановления посадки деталей сопряжений

Способ	Область применения
1	2
<i>Ремонтно-восстановительные составы</i>	
Реметаллизаторы	Восстановление подвижных узлов введением добавок в смазки
Полимерсодержащие добавки	
Геомодификаторы	
Кондиционеры поверхности	
Слоистые добавки-модификаторы	
Нанопрепараты	
<i>Сварка/Наплавка</i>	
Ручная дуговая	Нанесение износостойких покрытий, приварка ДРД и накладок
Автоматическая и механизированная дуговая	
Газовая	
Аргонодуговая	Нанесение покрытий из цветных сплавов и коррозионно-стойкой стали
Электроконтактная приварка металлического слоя (ленты, проволоки, порошковых материалов)	Восстановление цилиндрических и плоских поверхностей
<i>Газотермическое напыление покрытий</i>	
Электродуговое напыление	Нанесение покрытий на наружные поверхности с низкими требованиями к пористости и адгезии
Газопламенное напыление	
Плазменное напыление	Нанесение покрытий на наружные поверхности с высокими требованиями к пористости и адгезии
Детонационное напыление	
<i>Вакуумное напыление</i>	
Газофазное осаждение покрытий из тугоплавких соединений и оксидов	Восстановление и упрочнение точных деталей покрытиями толщиной до 0,003–0,01 мм
Вакуумное конденсационное напыление покрытиями	Восстановление и упрочнение покрытиями толщиной до 0,01 мм
<i>Холодное пластическое деформирование</i>	
Раздача, осадка, обжим	Восстановление наружных и (или) внутренних размеров деталей

Продолжение таблицы 1

1	2
Раскатка	Закрепление ДРД в отверстиях. Упрочнение
Дорнование и калибровка	Восстановление размеров отверстий после осадки или термического воздействия. Упрочнение
Накатка	Восстановление размеров ответственных деталей
<i>Горячее пластическое деформирование</i>	
В закрытом штампе	Восстановление формы и элементов деталей
Гидротермическая раздача	Восстановление наружных поверхностей полых деталей с нежесткими требованиями к внутреннему размеру
Термоциклирование	Восстановление преимущественно внутренних поверхностей полых деталей
Термопластический обжим	Восстановление внутренних поверхностей полых деталей
Накатка	Восстановление зубчатых и шлицевых поверхностей
Ротационное деформирование	Восстановление внутренних и (или) наружных размеров деталей
Обжим, раздача, осадка	Восстановления профиля и размеров рабочих поверхностей
Выдавливание	Восстановление формы рабочих поверхностей и режущих кромок рабочих органов
Оттяжка	Восстановление физико-механических характеристик. Упрочнение
Термомеханическая обработка	Восстановление физико-механических характеристик. Упрочнение
<i>Гальваническое осаждение покрытий</i>	
Железнение	Восстановление наружных и внутренних поверхностей деталей с износом не более 0,5 мм
Хромирование	Восстановление наружных и внутренних поверхностей деталей с износом не более 0,2 мм и высокими требованиями по износостойкости
<i>Нанесением полимерных материалов</i>	
Напылением: газопламенным, плазменным, в электростатическом, в псевдооживленном поле; кистью	Восстановление антифрикционных покрытий, посадочных поверхностей неподвижных соединений, фиксация ДРД
<i>Применением ремонтных размеров</i>	
Индивидуальных	Обработка основной детали сопряжения до выведения следов износа и подгонка второй детали по ее размерам
Категорийных	Обработка детали под заданный ремонтный размер сопрягаемой детали

Окончание таблицы 1

1	2
<i>Применение дополнительных деталей</i>	
Обрезка и приварка быстроизнашивающихся элементов	Восстановление рабочих органов почвообрабатывающих, землеройных и мелиоративных машин
Постановка свертных колец, втулок	Восстановление отверстий
<i>Химико-термическая обработка</i>	
Повторное азотирование	Восстановление поверхностей деталей с износом не более 0,02 мм, упрочнение
Диффузионное хромирование	Восстановление поверхностей деталей с износом не более 0,05 мм, упрочнение
Сульфохромирование	Восстановление поверхностей деталей с износом не более 0,01 мм, упрочнение
Электромеханическая обработка: высаживание и выглаживание	Восстановление поверхностей неподвижных сопряжений с износом до 0,2 мм
<i>Термическая обработка</i>	
Отпуск, нормализация, отжиг, закалка, улучшение	Восстановление физико-механических характеристик и структуры материала, упрочнение
Электроискровое легирование	Наращивание и упрочнение поверхностей с износом до 0,3 мм при невысоких требованиях к сплошности покрытия
<i>Применение металлополимерных материалов</i>	
Пластик-металл	Восстановление поверхностей неподвижных сопряжений
Мультиметалл	Восстановление поверхностей деталей

Главным критерием применения способа восстановления является экономическая целесообразность. Себестоимость восстановления не должна превышать 50 % стоимости новой детали при соблюдении всех технических требований. Применять тепловые способы восстановления необходимо только тогда, когда другими способами восстановление детали невозможно.

В связи с этим технологии восстановления следует применять в следующей последовательности перехода от «холодных» способов к «горячим»: ремонтно-восстановительные составы для восстановления работоспособности узла без его разборки; ремонтные размеры и дополнительные ремонтные детали; холодное пластическое деформирование с последующей механической обработкой; нанесение полимерных материалов; гальваническое осаждение покрытий; нанесение металлополимерных материалов; термическая и химико-термическая обработка; горячее пластическое деформирование с последующей механической обработкой; газотермическое напыление; наплавка и сварка.

## Заключение

Одним из источников снижения стоимости дорогостоящего регламентированного ремонта является использование экономически высокоэффективных технологий восстановления деталей, не снижающих их усталостной прочности. Выбор технологии восстановления необходимо осуществлять, двигаясь в направлении от «холодных» (РВС, ремонтные размеры, нанесение полимерных материалов) к «горячим» (газотермическое напыление; наплавка и сварка).

## Литература

1. Харламов, Ю.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин. / Ю.А. Харламов, Н.А. Будагьянц. – Луганск: Изд-во Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля, 2003. – Т. 1. – 496 с.
2. Балабанов, В.И. Все о присадках и добавках / В.И. Балабанов. – М.: Эксмо, 2008. – 240 с.
3. Теория и практика нанесения плазменных покрытий / П.А. Витязь [др.]. – Минск: Белорусская наука, 1998. – 583 с.
4. Ивашко, В.С. Прогрессивные технологии при восстановлении и упрочнении деталей / Сб. мат. V Меж. НТК «Современные методы и технологии и создания и обработки материалов», в 3 книгах, книга 3. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2010. – С.321–338.

УДК 623.437.4: 681.518.5 (083.72)

### **АНАЛИЗ МОДЕЛЬНОГО СОСТАВА АВТОБУСОВ МАЗ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ АВТОБУСНЫМИ ПАРКАМИ Г. МИНСКА ANALYSIS MODEL OF MAZ BUSES OPERATED BUS DEPOTS IN MINSK**

*Иванис П.В.*, старший преподаватель; *Савич Е.Л.*, профессор;  
*Гаравский А.В.*, магистрант

(Белорусский национальный технический университет, г. Минск)

*Ivanis P.V.*, Senior Lecturer; *Savich E.L.*, Professor;  
*Garavsky A.V.*, Undergraduate  
(Belarusian National Technical University, Minsk)

**Аннотация.** *Статья посвящена анализу модельного состава автобусов МАЗ, находящихся в эксплуатации в автобусных парках г. Минска, задействованных в регулярном городском сообщении. В статье представлено распределение автобусов по автобусным паркам, по модельному ряду, по году выпуска и пробегу с начала эксплуатации.*