

УДК 631.371

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ВАЛА КОРОБКИ ПЕРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Бохонов Глеб Юрьевич

*Студент 4 курса,  
кафедра «Технологии обработки материалов»  
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: С.К. Федоров,  
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки материалов»*

### **Введение**

#### Актуальность работы:

Анализ условий эксплуатации и характерных дефектов автомобильной техники свидетельствует о низком качестве изготавливаемых деталей, прежде всего, по критериям износостойкости и прочности наиболее нагруженных поверхностей. В мастерских автомобилестроительных предприятий, широкая номенклатура изготавливаемых и восстанавливаемых деталей не подвергается термообработке, упрочняющей и отделочно-упрочняющей обработке изнашиваемых поверхностей. Изготовление и качественный ремонт автомобильной техники может быть обеспечен за счет эффективных способов упрочнения и восстановления деталей.

Одним из путей повышения ресурса отремонтированной техники, снижения расхода запасных частей является внедрение в ремонтное производство технологии восстановления наружных цилиндрических поверхностей деталей типа «вал» электрохимической обработкой (ЭМО).

#### Цель работы:

Теоретически обосновать и исследовать технологию восстановления посадочных мест под подшипники качения деталей типа «вал» электрохимической обработкой.

#### Задачи исследований:

- исследовать состояние деталей типа «вал», поступающих в ремонт и изучить характерные дефекты рабочих поверхностей;
- изучить основные способы восстановления деталей типа «вал» и обосновать возможность применения технологии электрохимической обработки;

#### Объект исследования:

Вторичные валы коробки переключения передач автомобилей семейства «Газель».

### **Основное содержание работы**

Анализ характерных дефектов деталей машин показывает, что наиболее часто происходит нарушение посадки в сопряжениях вал-подшипник качения. Для восстановления работоспособности узла применяют различные способы. Выбор рационального способа восстановления деталей определяется по критериям применимости, долговечности и технико-экономической эффективности [1].

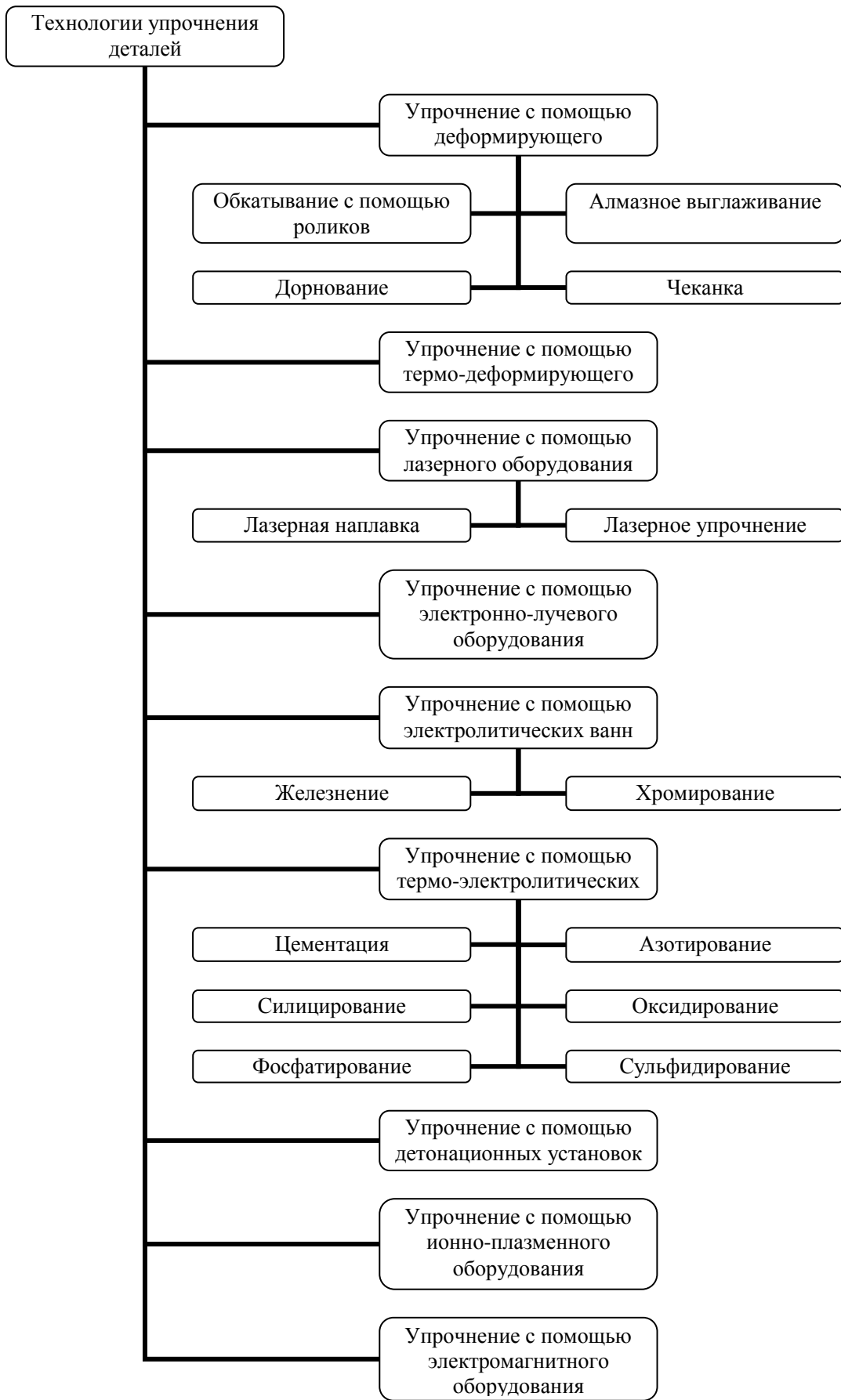


Рис. 1. Существующие технологии упрочнения деталей



Рис. 2. Существующие технологии восстановления деталей

Существующие технологии изготовления, а тем более восстановления не обеспечивают необходимых физико-механических свойств посадочных мест под подшипники качения. При изготовлении валов твердость посадочных мест валов, в лучшем случае не более HRC 58, тогда как твердость колец подшипника качения HRC 60..62. При восстановлении посадочных мест валов сваркой, наплавкой, накаткой, напылением твердость поверхностей не превышает HRC 26..42.

Одной из деталей с износом по посадочному месту под подшипник качения является вторичный вал коробки перемены передач (КПП) автомобилей семейства «Волга», «Газель» (рис. 3). В связи с износом посадочного места вала по диаметру 30к6, автомобиль останавливают, а КПП отправляют на ремонт. Высокая твердость шейки вала (HRC 56..58), полученная цементацией (нитроцементацией) не позволяет использовать существующие технологии восстановления. Вал выбраковывают и утилизируют.



Рис. 3. Принципиальная схема упрочняющего электромеханического восстановления вторичного вала КПП автомобиля семейства «Газель»:  
1 – посадочное место под подшипник качения

Электромеханическая обработка - это вид обработки поверхности деталей, основанный на одновременном термическом и механическом воздействии на поверхностный слой обрабатываемой детали. В результате значительно изменяются физико-механические свойства поверхностного слоя, повышается износостойкость и микротвердость [2].

Электромеханическое упрочнение характеризуется следующими особенностями [3]:

1. Тепловое и механическое воздействие на поверхность детали осуществляется одновременно, а не последовательно;
2. Нагрев поверхностного слоя происходит от двух источников: внешнего (теплота трения) и внутреннего (теплота от прохождения электрического тока);
3. Продолжительность нагрева и выдержки, в зависимости от поверхности контакта и скорости обкатки, относительно кратковременная (измеряется сотыми и тысячными долями секунды);
4. Высокая скорость охлаждения определяется интенсивным отводом тепла от тонкого поверхностного слоя в середину холодной детали;
5. Поверхностный слой детали поддается многократному тепловому воздействию, в зависимости от числа проходов.

На кафедре «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н.Э. Баумана выполнены опытно-экспериментальные работы по обоснованию способа упрочняющего электромеханического восстановления посадочных мест (ПМ) валов под подшипник качения (ПК) для вторичного вала КПП автомобилей семейства «Волга» и «Газель». По согласованию с представителями заказчика (*Е.И. Богацкий, И.А. Калядин*, ЧП Богацкий) в условиях учебно-научно-производственной лаборатории ЭМО деталей им. Б.М. Аскинази произведено восстановление 5 валов. Детали после восстановления переданы представителю заказчика для проведения эксплуатационных испытаний.

Упрочняющему электромеханическому восстановлению подверглось посадочное место вала под подшипник качения диаметром 30к6. Восстановление производилось на токарно-винторезном станке 1В62Г с применением установки ЭМО мод. «Эталон», державки телескопической, токоподводящего устройства, инструментального ролика, и двух медных токоподводящих шин.

Таблица 1. Результаты ЭМО

№ вала	Диаметр вала после износа, мм	Твердость до ЭМО, HRC	Диаметр после ЭМО, мм	Диаметр после шлифования, мм	Твердость после ЭМО, HRC
1	29,95	56-58	30,13	30,012	63
2	29,95	55-61	30,08	30,015	62
3	29,94	52-55	30,11	30,013	62,7
4	29,97	53-57	30,15	30,005	63,2
5	29,95	50-53	30,18	30,015	63,9

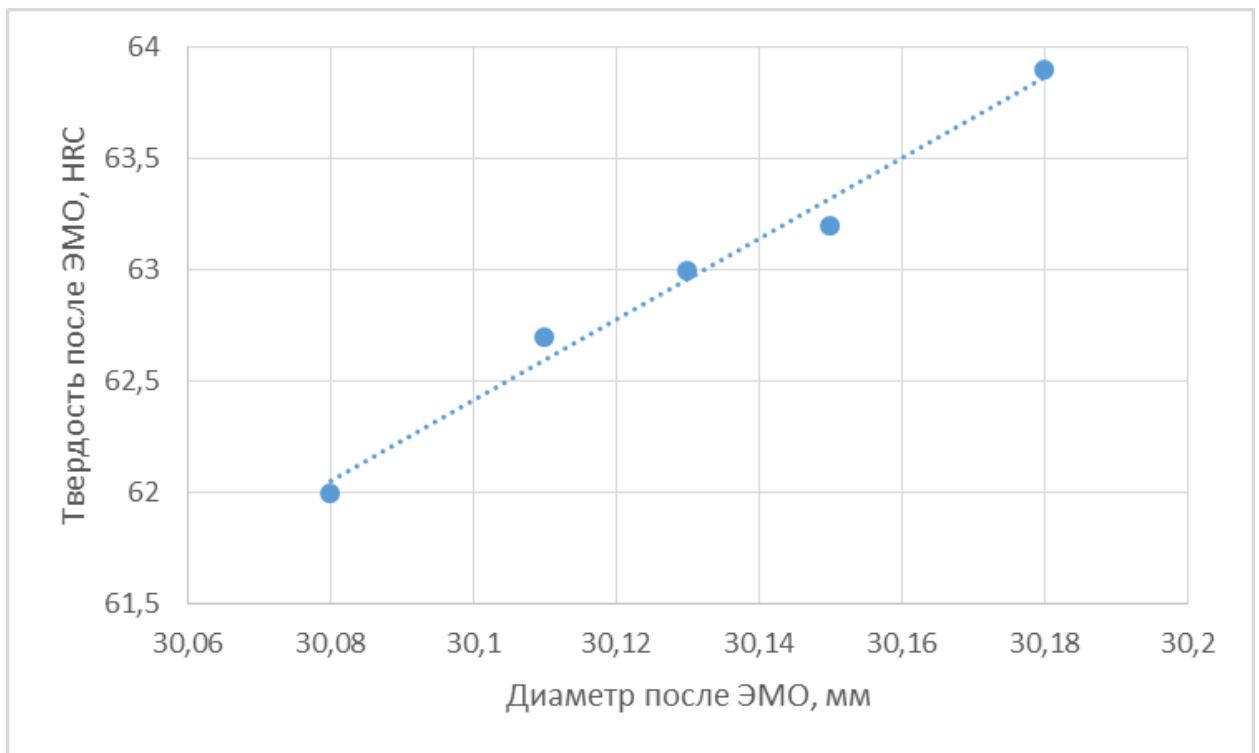


Рис. 4. Изменение размера шейки вала после ЭМО в зависимости от твердости после ЭМО

Экспериментально установлено, что с увеличением диаметра шейки вала после ЭМО увеличивается ее твердость (рис. 4). В свою очередь, для того, чтобы получить наибольший диаметр после ЭМО необходимо использовать максимально допустимую силу тока.

Восстановление основано на электроконтактном нагреве и быстром охлаждении шейки вала путем обкатывания инструментальным роликом. Электроконтактный нагрев основан на использовании электрической энергии промышленной частоты (50 Гц) при силе электрического тока во вторичной цепи 1400..1800 А при напряжении вторичной цепи 2,5..3 В.

За истекшие 8 месяцев эксплуатации экспериментальных валов отказов КПП не зафиксировано. КПП с экспериментальными валами продолжают использовать в автомобилях «Газель» в условиях г. Москвы для перевозки пассажиров и грузов.

Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в области ЭМО [2, 4], а также в области низкотемпературного поверхностного пластического деформирования [5] позволили использовать разработки при упрочняющем электромеханическом восстановлении посадочных мест под подшипники качения.

### Выводы

1. Изучение физических и технологических особенностей способов восстановления посадочных мест вала под подшипники качения позволило установить, что существующие методы не обеспечивают необходимой прочности и износостойкости вала, а также неприемлемы для деталей имеющих высокую твердость поверхности.
2. Упрочняющее электромеханическое восстановление посадочных мест вала позволяет увеличить диаметр до 0,2 мм и добиться более высоких показателей износостойкости и прочности детали, при меньшей трудоемкости, в сравнении с наиболее распространёнными на данный момент способами.
3. Эксплуатационные испытания деталей, подвергнутых ЭМО, показали высокую эффективность способов при низкой себестоимости выполнения работ.

## **Литература**

1. *Навознов А.Н.* Обоснование и разработка технологии восстановления деталей газопламенным напылением порошковых металлов с применением электромеханической обработки. Автореферат, 1995 - 16 с.
2. *Аскинази Б.М.* Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. – М.: Машиностроение, 1989. – 200 с.
3. *Суслов А. Г.* Качество поверхностного слоя деталей машин. - М.: Машиностроение, 2000, с. 320.
4. *Федоров С.К., Федорова Л.В.* Электромеханическая обработка. РИТМ – 2012 - №2 (70), с. 14-16.
5. *Лавров А.А., Паникратов С.Ю.* Технологические возможности процесса низкотемпературного поверхностного пластического деформирования. Машиностроитель, №11-12, 1998, с. 53-54.