

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСАДОЧНЫХ ШЕЕК ВАЛОВ И ОСЕЙ ПОД ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ**

**Морозов А.В., доктор технических наук, доцент**  
тел. 8(8422) 55-95-97, alvi.mor@mail.ru

**Кнюрлов А.А., аспирант 1 курса инженерного факультета**  
тел. 8(8422) 55-95-97, alexeikn@mail.ru

**Хабиева Л.Л., соискатель**  
тел. 8(8422) 55-95-97, habieva.l@mail.ru

**Шамуков Н.И., ст. преподаватель**  
тел. 8(8422) 55-95-97, shamukov\_ni@mail.ru

**ФБГОУ ВО Ульяновский ГАУ**

***Ключевые слова:** вал, подшипник качения, восстановление, наплавка, газодинамическое напыление, композиционные материалы, электромеханическое восстановление.*

*В статье проведён анализ способов восстановления посадочных шеек валов и осей под подшипник качения, указаны их преимущества и недостатки. Определены наиболее рентабельные способы восстановления шеек валов под подшипник качения в условиях предприятий АПК.*

**Введение.** С каждым годом сельскохозяйственная техника совершенствуется: внедряются новые технологии, повышающие топливную эффективность, упрощающие работу оператора машины, и многие другие, повышающие технико-экономические показатели. Но для сохранения конкурентоспособности предприятия АПК, при эксплуатации новых высокотехнологичных машин,

необходимо учитывать их надежность и ремонтпригодность. В настоящее время на предприятиях АПК широко используется техника зарубежного производства, а в отечественной технике все чаще встречаются узлы и агрегаты зарубежного производства. Следовательно, многие детали при ремонте, необходимо сохранить, так как они имеют высокую стоимость, и зачастую их необходимо заказывать за рубежом, что приводит к длительному простоем техники, это в свою очередь влечет за собой дополнительные затраты.

Современная сельскохозяйственная техника включает в себя множество сложных узлов и агрегатов, что в свою очередь повышает требования к её ремонту и техническому обслуживанию. Наиболее распространенными деталями в сельскохозяйственных машинах являются подшипники качения, и как следствие подшипниковые узлы наиболее часто выходят из строя и требуют ремонта. При этом недостаточно просто заменить подшипник качения, потому что как правило при выходе из строя подшипника изнашивается посадочная поверхность. Чаще всего это шейки валов, так как зачастую валы являются базовыми деталями.

Для выбора наиболее подходящей технологии ремонта, необходимо провести разборку и дефектовку подшипникового узла. В первую очередь на неисправность подшипникового узла указывает появившийся гул при работе, при больших величинах износа наблюдаются вибрация и подклинивание узла. После выявления неисправности, для выбора наиболее рационального способа восстановления проводятся замеры посадочных поверхностей. Так как многие предприятия не могут себе позволить содержание сложного, дорогостоящего и

узкоспециализированного оборудования необходимого, для осуществления некоторых способов восстановления, во многом на выбор способа восстановления посадочной поверхности влияет оснащённость предприятия.

**Результаты исследования.** Результаты анализа показали, что, особенностью износа поверхности шейки вала под подшипник качения является его, сравнительно малая величина (часто не превышает 0,2 мм). В зависимости от технической базы предприятия и величины износа детали выбирается наиболее рациональный способ ремонта.

Существующие способы восстановления посадочных поверхностей валов можно разделить на две группы: восстановление с нанесением добавочного материала на восстанавливаемую деталь и восстановление без нанесения добавочного материала (рисунок 1).

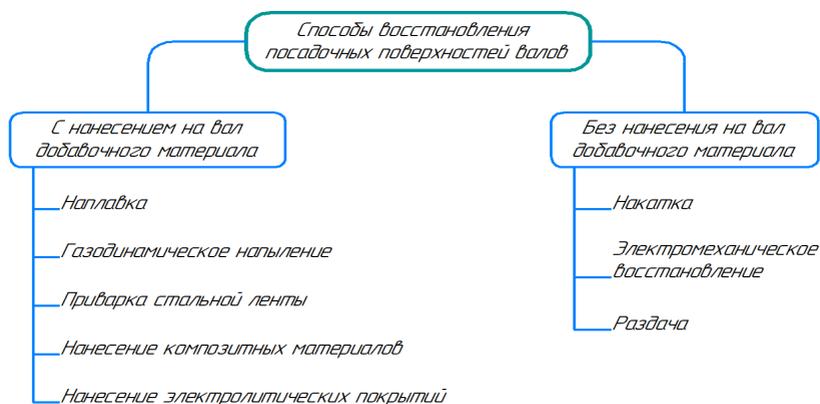


Рисунок 1 – Классификация способов восстановления валов

К группе способов восстановления поверхностей валов с нанесением добавочного материала относятся: наплавка, газодинамическое напыление, приварка стальной ленты, нанесение композиционных материалов, нанесение

электролитических покрытий. Преимуществами данных способов является их простота и возможность восстановления поверхностей с большими величинами износа.

При значительном износе прибегают к наплавке металла на восстанавливаемую поверхность, с последующей шлифовкой для достижения необходимых геометрических размеров и шероховатости поверхности. Наплавка металла может осуществляться вдоль вала, по окружности или по винтовой (спиральной) траектории. Несмотря на то, что данный способ является наиболее простым, он так же является и одним из самых энергозатратных.

Технология газодинамического напыления заключается в нанесении и закреплении на восстанавливаемой поверхности частиц металла. Данный способ требует наличие узкоспециализированного дорогостоящего оборудования, которое нецелесообразно для большей части предприятий АПК, поэтому данный способ практически не применяется. К тому же при напылении частицы материала покрытия в большинстве случаев не сплавляются ни между собой, ни с основным металлом, и как следствие прочность сцепления покрытия с восстанавливаемой деталью сравнительно низкая.

Восстановление поверхности приваркой стальной ленты применяется при больших величинах износа, позволяет получить поверхность различных параметров, зависящих от выбора материала привариваемой ленты. Данная технология требует наличие дорогостоящего оборудования и материалов, а также больших энергетических затрат. Данный способ нерентабелен при восстановлении посадочных поверхностей под подшипники

качения, так как в данном случае величина износа сравнительно мала.

Метод нанесения композиционных материалов является наиболее современным, он наиболее эффективен при незначительном износе, заключается в нанесении на изношенную поверхность полимерных материалов. Выбор наносимого материала зависит от срочности ремонта и требуемых механических свойств восстановленной детали. К достоинствам данной технологии можно отнести: исключение после ремонта фреттинг-коррозии, экономичность и сравнительную простоту его использования. Отрицательными сторонами данного способа являются: токсичность используемых материалов, низкая стойкость к высоким температурам и слабое сцепление с материалом восстанавливаемой детали, так же зачастую требуется предварительная расточка детали на сравнительно большую величину (от 0,5), что негативно сказывается на прочности вала.

В основе технологии восстановления деталей нанесением электролитических покрытий лежит процесс электролиза, что подразумевает восстановление лишь незначительного износа поверхности. Так же к отрицательным сторонам данного способа можно отнести вредные химические выделения при восстановлении, низкую производительность и большую длительность процесса восстановления. Из положительного можно отметить возможность одновременного восстановления большого количества деталей и получение покрытий с высокой точностью заданной толщины, что позволяет уменьшить до минимума припуск на последующую механическую обработку или совсем исключить ее.

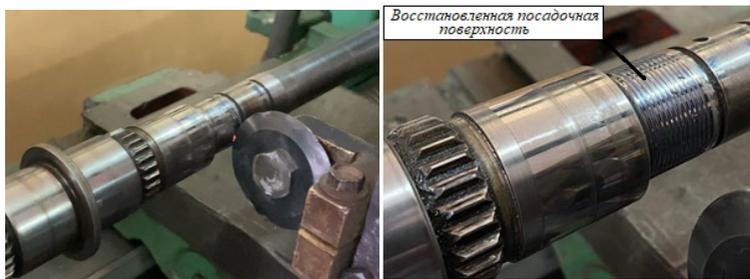
Представленные выше способы восстановления требуют высоких энергозатрат, длительны по времени, большое количество нанесенного добавочного материала впоследствии удаляется при последующей механической обработке, так же многие из них требуют дорогостоящего оборудования. Основываясь на вышеизложенном, можно сделать вывод, что способы восстановления поверхностей валов с нанесением добавочного материала, на данный момент нерентабельны при восстановлении шеек валов под подшипник качения в условиях предприятий АПК.

К группе способов восстановления валов без нанесения добавочного материала относят такие как: накатка, электромеханическое восстановление и раздача. Преимуществами данных способов при восстановлении шеек валов под подшипник качения, являются: отсутствие необходимости удаления большого количества материала при финишной обработке, сохранение контакта поверхности подшипника с материалом вала, что влечет за собой сохранение первоначального ресурса пары трения.

Накатка основана на вытеснении рабочим инструментом материала с отдельных участков изношенных поверхностей деталей. Способ позволяет увеличить диаметр накатываемой поверхности детали на 0,3-0,4 мм и применяется для восстановления изношенных посадочных мест под подшипники качения. Накатке подвергаются детали без термической обработки, но с обильной подачей индустриального масла. В качестве инструмента для накатки используют рифленый цилиндрический ролик или обойму с шариками, устанавливаемые на суппорте токарного станка. К недостаткам данного способа можно отнести: долгое время процесса восстановления, невозможность осуществления

множества циклов восстановления, применение только для деталей, воспринимающих давление не более 6 МПа.

Электромеханическое восстановление основано на использовании пластических свойств материала восстанавливаемых деталей при их нагреве, т.е. способности при определенных условиях приобретать остаточные деформации. В результате пластического течения материала под действием приложенных сил происходит его избирательное перераспределение с нерабочих зон на изношенные поверхности (рисунок 2).



а б  
Рисунок 2 – Электромеханическое восстановление посадочной поверхности на валу: а – процесс ЭМВ; б – посадочная поверхность после ЭМВ

Возможность применения данного способа зависит от свойств материала восстанавливаемой детали, что ограничивает его использование. На большинстве предприятий АПК нецелесообразно иметь данное специализированное оборудование, так же к недостаткам данного способа можно отнести, что данный способ неприменим для тяжело нагруженных соединений «вал-подшипник» качения и невозможность осуществления множества циклов восстановления.

Раздача заключается в увеличении наружных размеров полых деталей в результате увеличения их внутренних размеров. Восстановление раздачей осуществляется при холодном и нагретом состоянии деталей. При холодной раздаче восстанавливаемые детали, имеющие химико-термическую обработку, предварительно подвергают отжигу либо высокотемпературному отпуску. Раздачу выполняют специальными стальными или твердосплавными прошивками, дорнами, шариками. Так как раздачу можно осуществить только в полых деталях, следовательно, данный способ восстановления невозможно применить для тяжело нагруженных соединений «вал-подшипник качения».

**Заключение.** Проведенный анализ показал, что для восстановления посадочных поверхностей на валах под подшипник качения наиболее рационально использовать способы восстановления без нанесения добавочного материала, это связано с малыми величинами износа соединения «вал-подшипник качения». В то же время способы данной группы имеют недостатки, такие как: невозможность осуществления нескольких циклов восстановления и невозможность восстановления поверхностей тяжело нагруженных соединений. Следовательно, для повышения технико-экономических показателей ремонта подшипниковых узлов и сельскохозяйственной техники в целом, возникает необходимость в разработке способа, позволяющего восстанавливать шейки валов тяжело нагруженных соединений, с низкими энергозатратами на восстановление, обеспечивающего высокое качество восстанавливаемой поверхности и не требующего при реализации дорогостоящего оборудования.

### **Библиографический список:**

1. Морозов, А.В. Характер эксплуатационного износа гладких цилиндрических подвижных сопряжений применяемых в сельскохозяйственной технике / А.В. Морозов, В.А. Фрилинг // Материалы III Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения».- Ульяновск: УГСХА 2011. С. 271-275.

2. Морозов, А.В. Исследование микротвердости упрочненных участков на поверхности отверстия сформированных сегментной электромеханической закалкой / А.В. Морозов, Н.И. Шамуков, Н.Н. Горев // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» - Ульяновск: УГСХА 2012. С. 104-109.

3. Морозов, А.В. Качество прессового соединения, полученного объемным электромеханическим дорнованием бронзовых втулок в замкнутом объеме / А.В. Морозов, А.Е. Абрамов, А.В. Байгулов // Журнал «Научное обозрение», №1. № 1. Москва 2013. С. 91-96.

4. Морозов, А.В. Повышение нагрузочной способности соединений с натягом типа «втулка – корпус» объемным электромеханическим дорнованием / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов, А.Е. Абрамов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. № 3 (27). Ульяновск 2014. С. 125-133.

5. Федотов, Г.Д. Повышение эффективности отделочно-упрочняющей электромеханической обработки применением инструментальных материалов из безвольфрамовых твердых сплавов / Г.Д. Федотов, А.В.

Морозов, В.П. Табаков, А.И. Аникеев // Журнал «Упрочняющие технологии и покрытия», № 3 (111). Москва 2014. С. 24-30.

6. Морозов А.В., Байгулов А.В. Дорн. - Патент RU № 97071. Оpubл. 27.08.2010. Бюл. № 24.

## **ANALYSIS OF METHODS FOR RESTORING THE SEATING NACKS OF SHAFT AND AXLE UNDER ROLLING BEARINGS**

**Morozov A. V., Knyurov A. A., Khabieva L. L., Shamukov N. I.**

**Key words:** *shaft, rolling bearing, restoration, surfacing, gas-dynamic spraying, composite materials, electromechanical restoration.*

*The article analyzes the methods of restoring the bearing journals of shafts and axles for rolling bearings, their advantages and disadvantages are indicated. The most cost-effective ways of restoring shaft journals for rolling bearings in the conditions of agricultural enterprises have been determined.*