

**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ЗАКАЛКА РАБОЧИХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ ШЛИЦЕВОЙ ВТУЛКИ ПРИВОДА
ШЕСТЕРЁННОГО НАСОСА НШ-50**

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

**Мушарапов Д.Р., аспирант 3-го года обучения,
тел. 8-927-272-90-61 damir1993233@rambler.ru**

**Абрамов А.Е., ст. преподаватель
тел. 8(8422) 55-95-97 abram-alex@mail.ru**

**Ляпин Д.Ф., магистрант 2-го года обучения,
тел. 8-937-036-87-76 lyapin-0308@mail.ru**

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** сельскохозяйственная техника, шестерённый насос НШ-50, шлицевое соединение, шлицевая втулка, электромеханическая закалка.*

В работе рассмотрены причины выхода из строя шлицевого соединения привода шестерённого насоса НШ-50, широко применяемого в технике сельскохозяйственного назначения. Обоснована необходимость повышения его долговечности. С целью повышения долговечности шлицевой втулки и соединения в целом предложен способ упрочнения рабочих поверхностей данной шлицевой втулки электромеханической закалкой.

Имеющаяся в настоящее время техника сельскохозяйственного назначения, как по количеству, так и по своему техническому уровню и, особенно, по надежности и долговечности зачастую не отвечает современным

требованиям, что является одной из причин того, что многие важнейшие сельскохозяйственные работы выполняются с нарушением агротехнических сроков и допускаются потери урожая.

Решающее значение на современном этапе приобретает повышение качества, надежности и долговечности тракторов и другой техники сельскохозяйственного назначения.

Так в сельскохозяйственной технике, для передачи крутящего момента, нашли широкое распространение подвижные прямобочные шлицевые соединения. В большинстве случаев, в следствие износа, данные соединения обладают не высокой долговечностью.

Проблема износа особенно актуальна для шлицевых втулок, так как отсутствуют эффективные упрочняющие технологии применительно к данным деталям, вследствие затрудненного доступа к рабочим поверхностям и трудоемкости процесса.

Так, например, шестеренчатые насосы модели НШ-50, различных модификаций, получили широкое распространение в технике как для сельскохозяйственных нужд, так и для различных отраслей промышленности. В таблице 1 приведена применяемость насоса НШ-50 в различной технике.

Таблица 1 – Применяемость насоса НШ-50

Наименование техники	Соединение	Модификация насоса
ХТЗ17021 ХТЗ-17121 ХТЗ-17221	Навесное оборудование	НШ-50ДХ-3Л
ХТЗ-153, ХТЗ-180, ХТЗ-181, ХТЗ-200	КПП	НМШ-50
ВТ-150Д	Навесное оборудование	НШ50АП-3 НШ-50ДКМ-3
Т-250	Навесное оборудование	НШ-50Д-3
МоАЗ 4048 погрузчик	Рулевое управление	НШ-50АП-4Л НШ-50В-3Л
МоАЗ 6014 МоАЗ 546П	Рулевое управление	НШ-50ДКМ-3 НШ-50В-3
МЗКТ-74132	Рулевое управление	НШ-50ДМ-3
РКМ-6-01	Основная гидросистема	НШ-50А-3Л
СПС-4,2А-02	Основная гидросистема	НШ-50В-3Л
ПЭА-1,0	Основная гидросистема	НШ-50АП-4
БелАЗ-75406	Рулевое управление	НШ-50ДКМ-3
Автогрейдеры Д-122, ГС10,01, ДЗ-180А, ДЗ-198	Основная гидросистема	НШ-50В-3Л НШ-50АП-4Л НШ-50ДКМ-3л

На примере привода насоса НШ-50, проведя анализ причин выхода из строя узла гидросистемы техники сельскохозяйственного назначения, было установлено, что одной из основных причин выхода из строя гидросистемы является износ шлицевого соединения привода насоса, а именно износ в виде выработки рабочих поверхностей шлицевой втулки (рисунок 1).

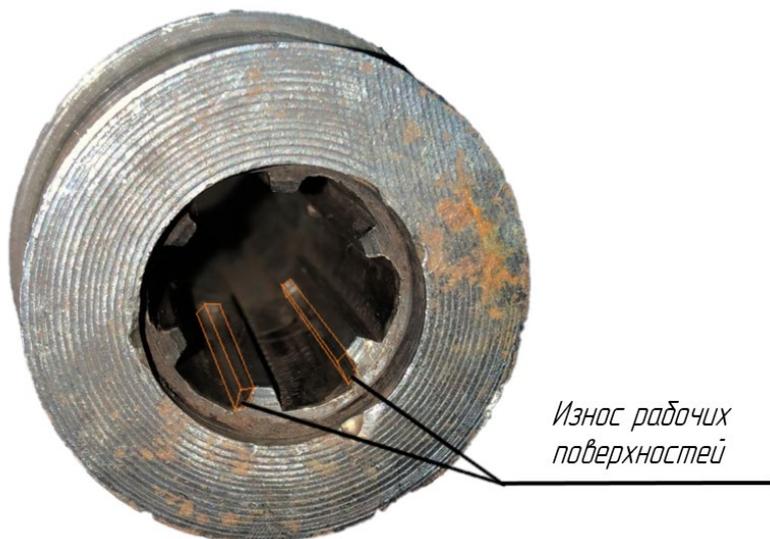


Рисунок 1 – Изношенная втулка привода насоса НШ-50

Износ возникает вследствие небольших продольных перемещений при работе шлицевого соединения. Сначала наблюдается небольшая выработка рабочих поверхностей, которая проявляется в виде люфта, после чего, при начале работы шлицевого соединения появляется «удар», который приводит к разрушению и повышенному износу рабочих поверхностей.

Работоспособность шлицевого соединения привода насоса НШ-50 восстанавливают заменой шлицевой втулки на новую.

Втулка привода насоса НШ-50 имеет шесть прямобоковых шлицев, изготовлена из среднеуглеродистой стали 45. Редко данная втулка подвергается объёмной закалке с последующим высоким отпуском (улучшением) до твёрдости 35 ... 38 HRC и окончательной механической

обработке, в основном, с целью удешевления процесса изготовления, шлицевая втулка поставляется без упрочнения и имеет твёрдость 18 ... 21 HRC, что лимитирует срок её эксплуатации.

Рациональным способом повышения износостойкости и долговечности данной шлицевой втулки и соединения в целом, на основании ранее проведённых исследований [1, 2, 3, 4, 5, 6], можно считать электромеханическую закалку (ЭМЗ) рабочих поверхностей шлицев.

Для оценки эффективности предложенного способа были изготовлены шлицевые втулки привода насоса НШ-50 в количестве 6 штук.

Для ЭМЗ рабочих поверхностей шлицевой втулки привода насоса НШ-50 был изготовлен инструмент и скомпонована установка на базе верикального консольно-фрезерного станка модели 6В11 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Экспериментальная установка для ЭМЗ рабочих поверхностей шлицевой втулки (обозначения в тексте)

Инструмент 1 через переходный конус фиксировали в шпинделе вертикального консольно-фрезерного станка, а экспериментальные шлицевые втулки 2 в трёхкулачковом самоцентрирующемся патроне, зафиксированном на столе станка 5. Посредством токопроводящих шин 3, подавался технологический ток от силового модуля 4 на инструмент 1 и шлицевую втулку 2.

На рисунке 3 представлен процесс электрохимической заправки рабочих поверхностей экспериментальной шлицевой втулки привода насоса НШ-50. Участки оранжевого цвета характеризуют зоны

термического воздействия на рабочие поверхности шлицевой втулки.



Рисунок 3 – Процесс электромеханической заковки рабочих поверхностей экспериментальной шлицевой втулки привода насоса НШ-50 при $I = 3000\text{A}$; $v = 100\text{ мм/мин}$

В результате исследований выявлено, что после ЭМЗ твердость рабочих поверхностей шлицевых втулок увеличилась с 18 HRC до 56 ...58 HRC, шероховатость рабочих поверхностей шлицевых втулок практически не изменилась, по сравнению с первоначальной, и составила $Ra = 1,65 \dots 1,78$ мкм.

Основываясь на теоретических и практических методах, применяемых в ремонтном производстве, разработаны технологические маршруты, позволяющие повысить долговечности шлицевых соединений

применением процесса ЭМЗ рабочих поверхностей шлицевых втулок (рисунок 3).

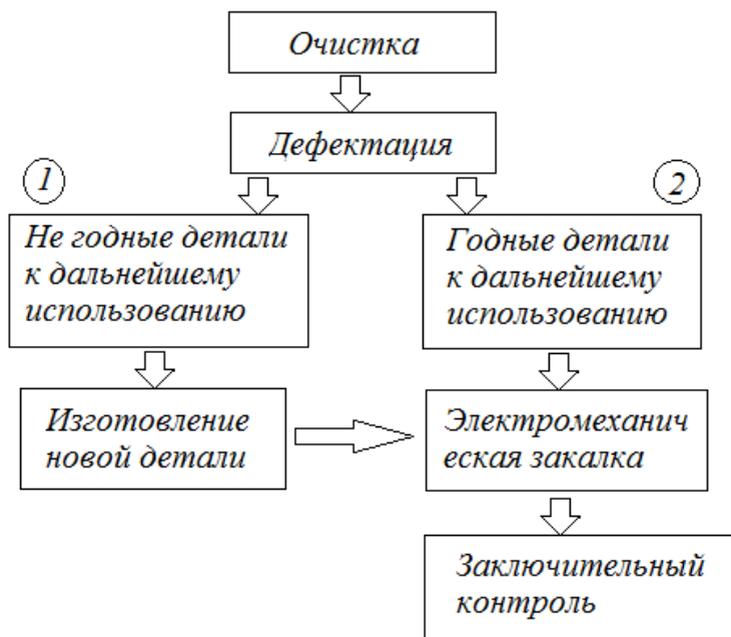


Рисунок 3 - Схема технологических маршрутов повышения долговечности шлицевой втулки привода насоса НШ-50

Разработанные маршруты предусматривают ЭМЗ, как для вновь изготовленных шлицевых втулок, так и признанных годными после дефектации, что позволит повысить износостойкость и долговечность шлицевой втулки привода насоса НШ-50 и увеличить срок эксплуатации шлицевого соединения и техники в целом.

Библиографический список:

1. Морозов, А.В. Результаты стендовых испытаний на износостойкость прямобочных подвижных шлицевых

соединений после упрочнения электромеханической закалкой / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов, Д.Р. Мушарапов // Вестник Ульяновской ГСХА, № 2 (46), 2019. С. 19-23.

2. A. Morozov, G. Fedotov, L. Fedorova, D. Musharapov, L. Khabieva. The providing durability of the movable square-sided spline joints by electromechanical treatment of the working surfaces. Matec web of conferences. The proceedings International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment: Mechanical Engineering and Materials Science. (2019). С. 00117.

3. Морозов, А.В. Повышение износостойкости подвижных прямобочных шлицевых соединений электромеханической обработкой / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов, Д.Р. Мушарапов, Н.И. Шамуков, А.Ю. Горшков // Упрочняющие технологии и покрытия, Т. 16. № 1 (181), 2020. С. 14-18.

4. Морозов А.В., Горев Н.Н., Мушарапов Д.Р. Инструмент для электромеханической закалки рабочих поверхностей шлицевых втулок.-Патент RU № 2572677.Опубл. 20.01.2016 г. Бюл. № 2.

5. Морозов А.В., Мушарапов Д.Р., Токмаков Е.А. Инструмент для электромеханической закалки рабочих поверхностей шлицевых втулок. - Патент RU № 2620533. Опубл. 26.05.2017 г. Бюл. № 15.

6. Морозов А.В., Мушарапов Д.Р., Токмаков Е.А. Инструмент для электромеханической закалки рабочих поверхностей шлицевых втулок. - Патент RU № 167359. Опубл. 10.01.2017 г. Бюл. № 1.

ELECTROMECHANICAL HARDENING OF WORKING SURFACES OF SPLINE BUSHING OF GEAR PUMP DRIVE GP-50

Morozov A.V., Musharapov D.R., Abramov A.E., Lyapin D.F.

Key words: *agricultural machinery, gear pump GP-50, splined connection, splined sleeve, electromechanical hardening.*

The paper considers the reasons for the failure of the spline connection of the drive of the gear pump GP-50, which is widely used in agricultural technology. The necessity of increasing its durability has been substantiated. In order to increase the durability of the spline bushing and the joint as a whole, a method is proposed for strengthening the working surfaces of this spline bushing by electromechanical hardening.