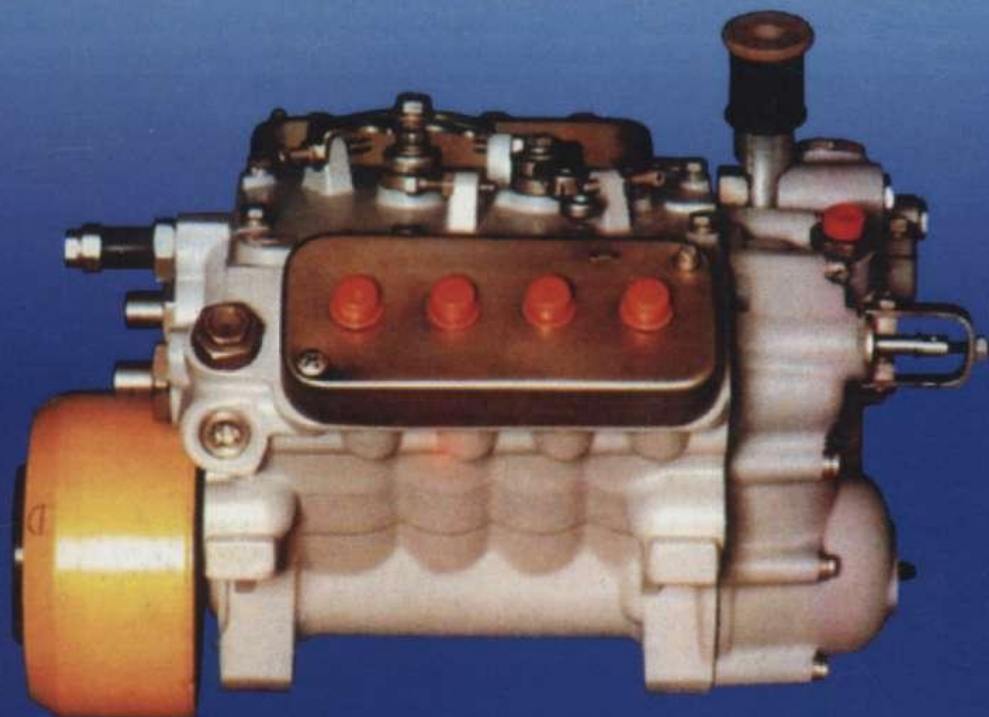


*С.Н. Шарифуллин, Н.Р. Адигамов*

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ  
АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**





УДК 621.43: 629.3.014.2

ББК 39.359: 40.74

Ш 25

*Печатается по рекомендации Ученого Совета  
Казанского государственного аграрного университета*

Научный редактор - д.т.н. проф. **А.И. Рудаков**

Рецензенты: д.т.н. проф. **А.К. Юлдашев**,  
д.т.н. проф. **В.К. Ильин**

**С.Н. Шарифуллин**

**Ш25** Пути повышения эффективности работы топливной аппаратуры  
автотракторных дизельных двигателей /С.Н. Шарифуллин,  
Н.Р. Адигамов. – Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2008. – 296 с.

**ISBN 978-5-98180-621-6**

В монографии рассмотрены актуальные вопросы поддержания эксплуатационной надёжности дизельных двигателей на должном уровне за счет обеспечения работоспособности их топливной аппаратуры. Эту задачу предлагается решить путем комплексного решения проблем восстановления топливной аппаратуры на примере ее основного узла – топливного насоса высокого давления (ТНВД). Показано, что при его ремонте необходимо восстанавливать все детали силовой цепи кинематической схемы. Предлагается свой вариант организации процесса ремонта, включающий в себя и новые перспективные технологии восстановления деталей. Дана теория расчета параметров ТНВД в зависимости от износа подвижных соединений элементов кинематической цепи. Теоретически обоснованы и разработаны методики исследования предлагаемых автором технологий восстановления изношенных деталей с дополнительным улучшением их качества.

Предназначена для инженерно-технических работников и руководителей промышленности, сельского хозяйства и научных организаций, а также аспирантов и студентов технических вузов.

УДК 621.43:

629.3.014.2

ББК 39.359: 40.74

**ISBN 978-5-98180-621-6**

© Шарифуллин С.Н., Адигамов  
Н.Р.,  
2008 г.

© Казанский государственный  
аграрный университет, 2008 г.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Состояние и анализ существующих технологий в области повышения эффективности ремонта ТНВД</b>	<b>6</b>
1.1. Факторы, влияющие на износ элементов ТНВД	6
1.2. Обзор технологий по восстановлению ТНВД	9
1.3. Анализ кинематической цепи подвижных сопряжений элементов ТНВД	30
1.4. Теоретические методы оценки надежности сложных систем	38
<b>Выводы по главе</b>	<b>50</b>
<b>Глава 2. Перспективные технологии по восстановлению и упрочнению высокоточных подвижных соединений</b>	<b>51</b>
2.1. О необходимости исследований высокоэффективных технологий по восстановлению и упрочнению высокоточных подвижных соединений	51
2.2. Плазменные технологии по восстановлению геометрических размеров и упрочнению поверхностей деталей	55
2.2.1. О свойствах плазмы и возможностях ее применения	55
2.2.2. Восстановление геометрических размеров деталей плазменным напылением	56
2.2.3. Создание модифицированного слоя на поверхностях деталей плазменным нанесением тонких пленок	63
2.2.4. Очистка, полировка и упрочнение поверхностей деталей плазменным методом	89



2.3. Диффузионная металлизация	103
2.4. Применение присадочных материалов	107
2.4.1. Общие сведения	107
2.4.2. Присадки к маслу	108
2.4.3. Присадки к топливу	109
2.4.3. ГТМ-технология	109
2.5. ХАДО – технология	112
2.6. Электрообработка рабочих жидкостей	113
<b>Выводы по главе</b>	<b>113</b>

### **Глава 3. Разработка новых технологий по восстановлению отдельных элементов ТНВД** 114

3.1. Разработка технологий восстановления плунжерных пар с максимальным использованием ремфонда	114
3.1.1. Постановка вопроса и особенности технологического процесса ремонта	114
3.1.2. Выбор режимов нанесения покрытий	119
3.1.3. Методика лабораторных исследований натуральных образцов с покрытиями на износостойкость	125
3.1.4. Результаты лабораторных исследований натуральных образцов с покрытиями	134
3.2. Разработка технологии восстановления упругости пружин ТНВД	139
3.2.1. Состояние вопроса и обоснование возможности восстановления упругости пружин ТНВД	139
3.2.2. Новая технология восстановления упругости пружин ТНВД	143
3.2.3. Особенности конструирования устройства для накатки пружин и рекомендуемые режимы накатки	148
3.3. Восстановление кулачкового вала ТНВД методом плазменного напыления	152
<b>Выводы по главе</b>	<b>155</b>

### **Глава 4. Ресурсные испытания ТНВД** 157



4.1. Методики ресурсных испытаний	157
4.2. Результаты ускоренных лабораторных испытаний	166
4.3. Результаты эксплуатационных испытаний	170
<b>Выводы по главе</b>	<b>175</b>

## **Глава 5. Теоретические исследования экспериментальных характеристик ТНВД и высокочастотной индукционной плазмы низкого давления**

5.1. Выбор и обоснование метода моделирования	176
5.2. Алгоритм получения интерполяционных моделей	180
5.3. Методика исследований характеристик ТНВД	185
5.4. Исследование технических характеристик ТНВД с различными покрытиями плунжеров плунжерных пар	191
5.5. Проверка сходимости теоретических и экспериментальных зависимостей основных характеристик топливных насосов с различными покрытиями плунжеров	194
5.6. Обоснование выбора ВЧИ-плазмы низкого давления для нанесения износостойких покрытий и упрочнения поверхностей	197
5.7. Особенности нагрева газов в ВЧИ - разряде низкого давления и определение его параметров для экспериментальной установки	202
5.8. Экспериментальная установка ВЧИ – разряда низкого давления	209
5.8.1. Принципиальная схема и принцип действия установки	209
5.8.2. Генератор высокой частоты для индукционно – плазменного нагрева газов	211
5.9. Исследование энергетического баланса плазменной установки и особенностей ВЧИ – разряда низкого давления	217
5.10. Исследование высокочастотной плазменной	



струи низкого давления	234
<b>Выводы по главе</b>	<b>248</b>
<b>Глава 6. Технико-экономическая эффективность предлагаемых технологий восстановления элементов ТНВД</b>	
	<b>250</b>
6.1. Технико-экономическая эффективность технологии восстановления деталей машин и оборудования и методика ее определения для предлагаемых технологий	250
6.2. Экономическая эффективность внедрения новой технологии восстановления плунжерных пар ТНВД	258
6.3. Рекомендации по внедрению предлагаемых технологий восстановления элементов ТНВД	267
<b>Заключение</b>	<b>268</b>
<b>Литература</b>	<b>274</b>