

Д. А. Уханов  
А.П. Уханов  
Е. Г. Ротанов  
А. С. Аверьянов

# СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТНВД ПРИМЕНЕНИЕМ СМЕСЕВОГО РАПСОВО-МИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА



**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный аграрный университет»

**Д.А. Уханов, А.П. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.С. Аверьянов**

# **СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТНВД ПРИМЕНЕНИЕМ СМЕСЕВОГО РАПСОВО-МИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА**

Пенза 2017

УДК 621.436 + 631.372

ББК 39.354

С 53

**Рецензенты:** Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Пензенского государственного университета **И.И. Артемов;**

Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Пензенского государственного аграрного университета **Н.П. Ларюшин.**

**Снижение износа плунжерных пар ТНВД применением смесового рапсово-минерального топлива: монография / Д.А. Уханов, А.П. Уханов, Е.Г. Ротанов, А.С. Аверьянов. – Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – 212 с.**

**Рис. 82, табл. 25, библ. 152.**

В монографии отражен опыт использования биотоплива из растительных масел в дизелях автотракторной техники, рассмотрены факторы, влияющие на эксплуатационную надежность топливных систем дизелей, обоснована перспективность применения смесового рапсово-минерального топлива, обладающего повышенными противоизносными свойствами по сравнению с товарным минеральным дизельным топливом, приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по оценке влияния смесового рапсово-минерального топлива с различным соотношением биологического и минерального компонентов, описана конструкция разработанного ТНВД, обеспечивающего работу двух его насосных секций на минеральном дизельном топливе и двух насосных секций на смесовом топливе, что существенно сокращает продолжительность стендовых испытаний ТНВД на износ плунжерных пар.

Материалы, изложенные в монографии, будут полезны научным и инженерно-техническим работникам, аспирантам, магистрам и студентам высших учебных заведений.

© ФГБОУ ВО

Пензенский ГАУ, 2017

© Д.А. Уханов,

А.П. Уханов,

Е.Г. Ротанов,

А.С. Аверьянов, 2017

**ISBN 978-5-94338-839-2**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ.....</b>	<b>3</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1 ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА.....</b>	<b>7</b>
1.1 Факторы, обуславливающие необходимость замены минерального моторного топлива на дизельное смесевое топливо	7
1.2 Факторы, влияющие на эксплуатационную надежность топливных систем дизелей .....	32
1.3 Противоизносные свойства минерального дизельного топлива...	43
1.3.1 АНАЛИЗ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА.....	43
1.3.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАСЕЛ ЖИВОТНОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ ИЛИ КОМПОНЕНТА ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА.....	47
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>54</b>
<b>2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ СМЕСЕВОГО РАПСОВО-МИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ИЗНОС ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТНВД.....</b>	<b>55</b>
2.1 Механизм абразивного изнашивания плунжерных пар ТНВД....	55
2.2 Теоретическая оценка влияния состава смесевое рапсово- минерального топлива на показатели изнашивания плунжерных пар ТНВД.....	59
2.3 Математическая модель изнашивания плунжерных пар ТНВД..	71
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>77</b>
<b>3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>78</b>
3.1 Программа исследований	78
3.2 Методика лабораторных исследований физических свойств смесевое рапсово-минерального топлива.....	78
3.2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА.....	78
3.2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО СМЕСЕВОГО ТОПЛИВА.....	82
3.3 Методика контрольных испытаний агрегатов дизельной топливной аппаратуры .....	84

3.3.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТНВД .....	86
3.3.2 МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО ЭФФЕКТИВНОГО ПРОХОДНОГО СЕЧЕНИЯ ФОРСУНОК И ТОПЛИВОПРОВОДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ .....	88
3.4 Методика исследований по оценке влияния температуры и состава смесового рапсово-минерального топлива на цикловую подачу ТНВД.....	94
3.5 Методика ускоренных испытаний топливного насоса высокого давления на износ плунжерных пар .....	100
3.6 Методика измерения геометрических размеров деталей плунжерных пар ТНВД и определения зазора в сопряжении «плунжер-втулка» .....	106
3.7 Методика определения шероховатости рабочих поверхностей плунжерных пар ТНВД .....	109
3.8 Методика определения износа плунжерных пар весовым методом .....	112
3.9 Методика снятия и обработки осциллограмм давления топлива на выходе из штуцеров насосных секций ТНВД .....	113
3.10 Методика эксплуатационных исследований трактора при работе на смесовом рапсово-минеральном и минеральном топливах по показателям изнашивания плунжерных пар ТНВД .....	121
ВЫВОДЫ.....	123
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ.....	124
4.1 Результаты лабораторных исследований по оценке влияния температуры и состава смесового рапсово-минерального топлива на его кинематическую вязкость и плотность.....	124
4.2 Результаты исследований по оценке влияния состава смесового рапсово-минерального топлива на цикловую подачу топлива...	127
4.3 Результаты и анализ ускоренных испытаний плунжерных пар на износ при работе ТНВД на смесовом рапсово-минеральном и минеральном топливах .....	131
4.3.1 АНАЛИЗ СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТНВД ПРИ РАБОТЕ НА СМЕСОВОМ РАПСОВО-МИНЕРАЛЬНОМ И МИНЕРАЛЬНОМ ТОПЛИВАХ.....	131
4.3.2 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАБОТКИ ОСЦИЛЛОГРАММ ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВА НА ВЫХОДЕ ИЗ НАСОСНЫХ СЕКЦИЙ ТНВД.....	135

4.3.3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ДО И ПОСЛЕ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТНВД.....	144
4.3.4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ДО И ПОСЛЕ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТНВД .....	146
4.3.5 АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЗВЕШИВАНИЯ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ДО И ПОСЛЕ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТНВД.....	147
<b>4.4 Результаты эксплуатационных исследований тракторов при работе на смесевом рапсово-минеральном и минеральном топливах по показателям изнашивания плунжерных пар ТНВД..</b>	<b>148</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>156</b>
<b>5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМЕСЕВОГО РАСТИТЕЛЬНО-МИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЯХ ТРАКТОРОВ .....</b>	<b>157</b>
<b>5.1 Экономическая эффективность от использования дизельного смесового топлива по результатам ускоренных испытаний плунжерных пар ТНВД на износ.....</b>	<b>157</b>
<b>5.2 Годовая экономия по результатам эксплуатационных испытаний плунжерных пар ТНВД на износ.....</b>	<b>163</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>165</b>
<b>ОБЩИЕ ВЫВОДЫ .....</b>	<b>166</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>168</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>185</b>