

А  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А.П. УХАНОВ  
М.В. РЫБЛОВ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ  
ОБОГАЩЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА  
ДИЗЕЛЯ ЖИДКИМИ АКТИВАТОРАМИ**

Пенза 2023

А

УДК 631.372+621.436.24  
ББК 40.721+39.354  
У89

Печатается по решению научно-технического совета ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ от 10 января 2023 г., протокол № 1.

**Рецензенты:** Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ Н.П. Ларюшин;  
доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ А.Л. Хохлов.

**Уханов, А.П.** Повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов обогащением воздушного заряда дизеля жидкими активаторами: монография / А.П. Уханов, М.В. Рыблов. – Пенза: ПГАУ, 2023. – 251 с.

**ISBN 978-5-00196-130-7**  
**DOI 10.36461/ 9785001961307\_2023**

В монографии приведены сведения о способах обогащения воздушного заряда (ОВЗ) дизеля жидкими углеводородными активаторами (бензином, керосином, спиртом и др.) и технических средствах для их практической реализации, проанализированы физико-химические и теплотворные свойства различных активаторов, обоснована перспективность применения ОВЗ дизеля активаторами в такте впуска, раскрыты особенности теоретических расчетов при определении показателей безнаддувного дизеля и показателей эффективности машинно-тракторного агрегата (МТА) с учетом ОВЗ, разработан алгоритм электронного управления дозой активатора, согласованной с массовым расходом моторного топлива, описаны системы одноточечного и многоточечного (распределенного) ОВЗ с электронным управлением дозой активатора, приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований дизеля ММЗ Д-243 (4Ч11/12,5) и МТА (трактор МТЗ-82 + плуг ПЛН-3-35) при их работе без ОВЗ (штатная комплектация) и с ОВЗ (опытная комплектация).

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

УДК 631.372+621.436.24  
ББК 40.721+39.354

**ISBN 978-5-00196-130-7**  
**DOI 10.36461/ 9785001961307\_2023**

© А.П. Уханов, М.В. Рыблов, 2023  
© ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И ТЕРМИНЫ.....</b>	<b>3</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>1 ОБОГАЩЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ ЖИДКИМИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ АКТИВАТОРАМИ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МТА .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Опыт использования жидких активаторов для обогащения воздушного заряда дизелей автотракторной техники .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Обзор технических средств для обогащения воздушного заряда дизелей жидкими активаторами .....</b>	<b>28</b>
<b>1.3 Показатели физико-химических и теплотворных свойств исследуемых жидких активаторов .....</b>	<b>36</b>
<b>Выводы .....</b>	<b>39</b>
<b>2 РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МТА ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ ЖИДКИМИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ АКТИВАТОРАМИ .....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 Методика расчета показателей рабочего процесса, индикаторных и эффективных показателей тракторного дизеля при обогащении воздушного заряда жидкими активаторами .....</b>	<b>41</b>
<b>2.1.1 Методика расчета показателей дизеля с подачей дозы активатора в качестве замещения соответствующей дозы топлива (при заниженной ЦПТ).....</b>	<b>41</b>
<b>2.1.2 Методика расчета показателей дизеля с подачей дозы активатора для форсирования дизеля в режиме перегрузок (при нормативной ЦПТ).....</b>	<b>51</b>
<b>2.1.3 Методика расчета показателей «жесткости» процесса сгорания в дизеле при обогащении воздушного заряда жидкими активаторами.....</b>	<b>55</b>
<b>2.2 Результаты расчета показателей тракторного дизеля при обогащении воздушного заряда жидкими активаторами.....</b>	<b>59</b>
<b>2.3 Методика расчета показателей эффективности функционирования МТА при обогащении воздушного заряда дизеля жидкими активаторами</b>	<b>69</b>
<b>2.4 Результаты расчета показателей эффективности функционирования МТА при обогащении воздушного заряда жидкими активаторами .....</b>	<b>77</b>
<b>Выводы .....</b>	<b>81</b>
<b>3 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАЩЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ МТА ЖИДКИМИ АКТИВАТОРАМИ .....</b>	<b>84</b>
<b>3.1 Разработка функциональной схемы автоматической системы для обогащения воздушного заряда дизеля МТА .....</b>	<b>84</b>
<b>3.2 Обоснование порядка работы электромагнитных форсунок при</b>	

двухточечном обогащения воздушного заряда дизеля 4С11/12,5(Д-243)	86
<b>3.3 Методика и результаты расчета продолжительности впрыска активатора электромагнитной форсункой</b>	89
<b>3.4 Формула для программирования микроконтроллера электронного блока управления</b>	95
<b>3.5 Алгоритм электронного управления обогащением воздушного заряда дизеля МТА жидкими активаторами</b>	97
<b>Выводы</b>	98
<b>4 РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ МТА ЖИДКИМИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ АКТИВАТОРАМИ</b>	100
<b>4.1 Системы однотоочечного впрыска жидкого активатора</b>	100
4.1.1 Система однотоочечного впрыска с ручным управлением дозой жидкого активатора	100
4.1.2 Система однотоочечного впрыска с автоматическим управлением дозой жидкого активатора	104
4.1.3 Система однотоочечного впрыска жидкого активатора для форсирования дизеля в режиме перегрузок	118
<b>4.2 Системы распределенного впрыска жидкого активатора</b>	122
4.2.1 Система распределенного (многоточечного) впрыска жидкого активатора	122
4.2.2 Система распределенного впрыска жидкого активатора для форсирования дизеля в режиме перегрузок	123
4.2.3 Система двухточечного впрыска жидкого активатора в ветви впускного трубопровода дизеля Д-243	125
<b>Выводы</b>	139
<b>5 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	141
<b>5.1 Программа экспериментальных исследований</b>	141
<b>5.2 Лабораторные исследования агрегатов штатной топливной аппаратуры</b>	141
<b>5.3 Лабораторные исследования систем впрыска жидкого активатора</b>	145
<b>5.4 Моторные исследования дизеля, оснащенного системами однотоочечного и распределенного впрыска жидкого активатора</b>	154
<b>5.5 Эксплуатационные исследования МТА, оснащенного системами однотоочечного и распределенного впрыска жидкого активатора</b>	166
<b>Выводы</b>	175
<b>6 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ</b>	177
<b>6.1 Результаты лабораторных исследований штатной топливной аппаратуры</b>	177
<b>6.2 Результаты лабораторных исследований систем впрыска жидкого активатора</b>	178

<b>6.3 Результаты сравнительных моторных исследований дизеля, оснащенного системами одноточечного и распределенного впрыска жидкого активатора .....</b>	<b>182</b>
6.3.1 Результаты исследований дизеля с одноточечным впрыском жидкого активатора при заниженной ЦПТ .....	182
6.3.2 Результаты исследований дизеля с одноточечным впрыском жидкого активатора при нормативной ЦПТ в режиме перегрузок .....	197
6.3.3 Результаты исследований дизеля с распределенным (двухточечным) впрыском жидкого активатора при заниженной ЦПТ .....	202
<b>6.4 Результаты сравнительных эксплуатационных исследований МТА, оснащенного системами одноточечного и распределенного впрыска жидкого активатора .....</b>	<b>206</b>
6.4.1 Результаты исследований МТА с одноточечным впрыском жидкого активатора при заниженной ЦПТ .....	206
6.4.2 Результаты исследований МТА с одноточечным впрыском жидкого активатора при нормативной ЦПТ в режиме перегрузок .....	209
6.4.3 Результаты исследований МТА с распределенным (двухточечным) впрыском жидкого активатора при заниженной ЦПТ .....	214
<b>Выводы .....</b>	<b>217</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>220</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>224</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>240</b>