

Г.М. Кухарёнок, А.Н. Петрученко, Д.Г. Гершань

# **РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ДИЗЕЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ**



**МНСК «НОВОЕ ЗНАНИЕ» 2017**

# Оглавление

Предисловие .....	7
Список используемых сокращений .....	8
<b>Введение</b> .....	<b>9</b>
<b>Глава 1. Литературный обзор и анализ показателей работы дизелей при применении альтернативных топлив</b> .....	<b>11</b>
1.1. Обоснование необходимости использования альтернативных топлив в дизелях .....	11
1.2. Виды альтернативных топлив не нефтяного происхождения для дизелей .....	12
1.2.1. Метанол, этанол и бутанол .....	12
1.2.2. Диметиловый, диэтиловый, метил- <i>трет</i> -бутиловый эфиры .....	13
1.2.3. Рапсовое масло, метиловый эфир рапсового масла .....	14
1.2.4. Способы применения спиртов в дизелях .....	18
1.3. Свойства альтернативных топлив .....	19
1.3.1. Физико-химические и моторные свойства смесей дизельного топлива с бутанолом .....	20
1.3.2. Теплофизические свойства рапсового масла .....	24
<b>Глава 2. Моделирование процессов впрыскивания и распыливания альтернативных топлив</b> .....	<b>29</b>
2.1. Влияние параметров сопловых отверстий на распыливание топлива .....	29
2.2. Моделирование течения топлива в носке распылителя .....	31
2.2.1. Обеспечение бескавитационного истечения смесового топлива из сопловых отверстий .....	31
2.2.2. Компьютерная модель для исследования течения топлива в носке распылителя .....	32
2.2.3. Результаты исследований течения спиртосодержащих дизельных топлив в носке распылителя .....	34
2.3. Моделирование развития топливных струй в камере сгорания дизеля .....	37
2.4. Результаты расчетных исследований развития топливных струй в камере сгорания дизеля .....	42
<b>Глава 3. Математическая модель рабочего процесса дизеля, работающего на альтернативных топливах</b> .....	<b>44</b>
3.1. Определение параметров газов в цилиндре .....	44
3.2. Моделирование характеристик выгорания топлива .....	48
3.3. Моделирование процесса образования оксидов азота в цилиндре дизеля .....	52
3.4. Математическая модель процесса образования сажи .....	55

<b>Глава 4. Прогнозирование показателей рабочего процесса дизеля при использовании альтернативных топлив</b> .....	58
4.1. Методика прогнозирования .....	58
4.2. Проведение расчетных исследований .....	59
4.2.1. Влияние элементарного состава топлива на показатели рабочего процесса .....	59
4.2.2. Влияние физических свойств топлива на показатели рабочего процесса .....	66
<b>Глава 5. Показатели рабочего процесса при применении смесей бутанола и дизельного топлива</b> .....	73
5.1. Влияние содержания бутанола на среднее индикаторное давление и максимальную температуру процесса сгорания .....	73
5.2. Показатели рабочего процесса в зависимости от содержания бутанола в смеси при различных углах опережения впрыска топлива и расходах воздуха .....	75
5.3. Влияние параметров топливopодачи на показатели рабочего процесса дизеля .....	79
5.3.1. Угол опережения впрыска топлива и диаметр сопловых отверстий распылителя .....	80
5.3.2. Угол опережения и давление впрыска топлива .....	88
5.4. Применение двухфазного впрыска при работе на смесевом топливе .....	92
5.4.1. Регрессионные зависимости для определения удельного расхода топлива и выбросов оксидов азота при двухфазном впрыске топлива .....	92
5.4.2. Влияние смесевого топлива на удельный индикаторный расход топлива при применении двухфазного впрыска .....	93
5.4.3. Влияние смесевого топлива на удельный выброс оксидов азота при применении двухфазного впрыска .....	98
5.5. Показатели дизеля при работе на смесевом топливе и применении рециркуляции отработавших газов .....	101
5.6. Показатели автомобильного дизеля при работе по 13-ступенчатому экологическому циклу .....	106
5.7. Влияние смесевого топлива на показатели рабочего процесса дизеля на режимах внешней скоростной характеристики .....	115
5.8. Снижение выбросов оксидов азота в дизелях при применении смесей дизельного топлива и бутанола .....	126
5.8.1. Исходные данные моделирования .....	127
5.8.2. Определение интервалов изменения цикловой подачи топлива и степени рециркуляции отработавших газов, обеспечивающих выбросы оксидов азота уровня Евро-5 .....	127
5.8.3. Построение регрессионных зависимостей .....	140
5.8.4. Выбор сочетаний цикловой подачи топлива и степени рециркуляции .....	142

5.8.5. Рециркуляция отработавших газов и цикловая подача топлива, обеспечивающие минимальные выбросы оксидов азота.....	148
5.9. Результаты испытаний двигателя Д-245.2 на спиртодизельной смеси, содержащей 15% бутанола.....	150
5.9.1. Объект испытаний .....	150
5.9.2. Экспериментальная установка и методика испытаний .....	151
5.9.3. Результаты испытаний .....	153
<b>Глава 6. Математическое моделирование рабочего процесса дизеля при применении смесей метилового эфира жирных кислот рапсового масла с бутанолом и этанолом .....</b>	<b>161</b>
6.1. Показатели рабочего процесса на смесях метилового эфира жирных кислот рапсового масла с бутанолом .....	161
6.1.1. Показатели при постоянной величине цикловой подачи топлива .....	161
6.1.2. Особенности рабочего процесса дизеля при обеспечении заданного нагрузочного режима .....	168
6.2. Работа дизеля на смесях МЭРМ с этанолом .....	170
6.2.1. Рабочий процесс дизеля при применении смесей МЭРМ с этанолом .....	170
6.2.2. Оценка экологических показателей .....	181
<b>Глава 7. Экспериментальные исследования процесса сгорания при применении спиртодизельных топлив .....</b>	<b>192</b>
7.1. Одноцилиндровая установка.....	192
7.2. Программа исследований .....	194
7.3. Подготовка спиртодизельных смесей .....	195
7.4. Работа на смесях дизельного топлива с бутанолом .....	195
7.5. Работа на смесях метилового эфира жирных кислот рапсового масла с бутанолом.....	201
7.6. Показатели процесса сгорания при использовании смесей МЭРМ и этанола.....	204
<b>Глава 8. Моделирование процесса образования сажи в цилиндре дизеля при применении различных топлив.....</b>	<b>208</b>
8.1. Выбросы сажи при использовании спиртодизельных топлив .....	208
8.2. Образование сажи при использовании метилового эфира жирных кислот рапсового масла и его смесей со спиртами .....	212
<b>Глава 9. Показатели рабочего процесса дизеля при применении рапсового масла.....</b>	<b>216</b>
9.1. Расчетные исследования.....	216
9.1.1. Индикаторные показатели дизеля, работающего на рапсовом масле.....	216

9.1.2. Регрессионные зависимости для выбора температуры подогрева, цетанового числа и момента начала впрыска рапсового масла.....	223
9.2. Экспериментальные исследования .....	226
9.2.1. Объект испытаний .....	226
9.2.2. Цель испытаний.....	228
9.2.3. Методика испытаний .....	228
9.2.4. Результаты испытаний .....	228
<b>Глава 10. Разработка конструкций элементов и систем дизеля, работающего на альтернативных топливах .....</b>	<b>233</b>
10.1. Дизель 4ЧН 11/12,5 для работы на рапсовом масле.....	233
10.1.1. Двухконтурная система топливоподачи дизеля.....	233
10.1.2. Дизельный двигатель с двухконтурной системой топливоподачи .....	235
10.2. Разработка двухтопливной системы топливоподачи дизеля для работы на смесевых топливах.....	237
10.2.1. Схема системы топливоподачи.....	237
10.2.2. Двухтопливная форсунка.....	239
10.2.3. Распылитель форсунки, позволяющий производить отдельную подачу двух видов топлива.....	239
10.3. Разработка камеры сгорания.....	241
<b>Заключение .....</b>	<b>248</b>
Список использованных источников.....	249