

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**А. В. БОГАТЫРЁВ,  
А. Н. КОРАБЕЛЬНИКОВ, В. Л. ЧУМАКОВ**

# **ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Рекомендовано Научно-методическим советом по технологиям, средствам механизации и энергетическому оборудованию в сельском хозяйстве Федерального УМО по сельскому, лесному и рыбному хозяйству для использования в учебном процессе в качестве учебника при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Агроинженерия»

Москва  
2021

УДК 621.43(075.8)  
ББК 39.35я73  
Б73

Редактор: **Г. М. Микая**

Рецензенты: **А. М. Сайкин**, начальник управления «Специальных программ» центра «Спецавтомобили ФГУП «НАМИ», доктор технических наук, старший научный сотрудник, действительный член РАЕН, почетный машиностроитель;

**П. А. Силайчев**, доктор пед. наук, профессор, руководитель структурного подразделения доп. образования и профессионального обучения ГБПОУ КАТ № 9, г. Москва

Б73

**Богатырёв А.В., Корабельников А.Н., Чумаков В.Л.**

Основы теории и расчета автотракторных двигателей: учебник. — М.: ИКЦ «Колос-с», 2021. — 280 с. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений.)

ISBN 978-5-00129-070-4

В учебнике рассматриваются основы теории рабочих процессов поршневых двигателей внутреннего сгорания, расчета механизмов и систем двигателя, оценки экологических характеристик, испытаний автотракторных двигателей, а также излагаются особенности регулирования и изменения показателей двигателей при их эксплуатации.

Книга предназначена в качестве учебника при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Агроинженерия».

УДК 621.43(075.8)  
ББК 39.35я73

ISBN 978-5-00129-070-4

© Коллектив авторов, 2020

© ООО Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2020

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
<b>Глава 1. Процессы в автотракторных двигателях .....</b>	<b>6</b>
1.1. Общие понятия. Рабочие циклы поршневых машин .....	6
1.2. Процессы газообмена.....	13
1.3. Наддув двигателей .....	28
1.4. Процесс сжатия.....	30
1.5. Процесс сгорания .....	37
1.6. Процесс расширения.....	65
<b>Глава 2. Индикаторные и эффективные показатели ДВС.....</b>	<b>69</b>
2.1. Индикаторные показатели .....	69
2.2. Внутренние или механические потери двигателя.....	74
2.3. Эффективные показатели двигателя.....	76
2.4. Тепловой баланс двигателя .....	78
<b>Глава 3. Характеристики двигателей .....</b>	<b>81</b>
3.1. Основные понятия.....	81
3.2. Регулировочные характеристики.....	82
3.2.1. Регулировочные характеристики двигателя по углу опережения зажигания или углу опережения впрыскивания топлива .....	82
3.2.2. Регулировочные характеристики двигателя по составу смеси .....	86
3.3. Нагрузочные характеристики двигателя .....	93
3.4. Скоростные характеристики двигателей.....	98
3.5. Регуляторные характеристики дизеля.....	104
3.6. Многопараметровые и специальные характеристики.....	109
3.7. Экология и ДВС.....	113
<b>Глава 4. Испытания ДВС.....</b>	<b>118</b>
4.1. Классификация испытаний.....	118
4.2. Методика проведения испытаний .....	118
4.3. Обработка результатов испытаний .....	124
<b>Глава 5. Влияние механизмов и систем на показатели ДВС .....</b>	<b>126</b>
5.1. Обзор систем питания .....	126
5.2. Классификация систем питания ДВС и схемы различных систем питания .....	127

5.3. Аккумуляторные системы питания .....	129
5.4. Традиционные системы подачи топлива дизелей .....	139
5.5. Карбюраторные двигатели .....	141
<b>Глава 6. Управление двигателем .....</b>	<b>146</b>
6.1. Управление смесеобразованием. Способы смесеобразования .....	146
6.2. Организация смесеобразования .....	148
6.3. Впрыскивание и распыливание топлива форсункой .....	152
6.4. Системы управления (компенсации) составом смеси карбюраторных двигателей .....	158
6.5. Управление подачей топлива .....	162
6.6. Влияние на двигатель закона подачи топлива .....	175
6.7. Электронное управление подачей топлива .....	178
<b>Глава 7. Регулирование работы двигателя .....</b>	<b>184</b>
7.1. Объект регулирования .....	184
7.2. Типы и характеристики регуляторов .....	187
7.3. Принцип управления двигателем .....	189
7.4. Внешние и частичные характеристики двигателей .....	193
7.5. Электронное управление двигателем .....	196
<b>Глава 8. Эффективность использования частичных режимов     двигателя .....</b>	<b>199</b>
8.1. Общие положения .....	199
8.2. Работа машин с дизелем со всережимным регулятором .....	200
8.3. Работа машин с бензиновым двигателем с искровым зажиганием .....	203
<b>Глава 9. Управление процессами газообмена .....</b>	<b>206</b>
9.1. Обзор механизмов газораспределения .....	206
9.2. Основные показатели клапанного механизма .....	207
9.3. Кинематика и динамика кулачковых механизмов .....	211
9.4. Управление механизмом газораспределения .....	212
9.5. Электронные САУ механизма газораспределения .....	213
<b>Глава 10. Управление системой зажигания .....</b>	<b>216</b>
10.1. Общие понятия. Классификация .....	216
10.2. Управление зажиганием смеси .....	217
10.3. Работа классической системы зажигания .....	220
10.4. Приборы классической системы зажигания .....	222
10.5. Электронные системы зажигания .....	226
10.6. Компоновка микропроцессорной системы зажигания .....	228
10.7. Электронное управление зажиганием .....	230
<b>Глава 11. Кинематический и динамический расчет ДВС .....</b>	<b>233</b>
11.1. Основные понятия о динамических нагрузках в ДВС .....	233
11.2. Кинематика центрального КШМ .....	234

11.3. Динамика КШМ.....	241
11.4. Силы, действующие в КШМ .....	241
11.5. Силы инерции .....	243
11.7. Неравномерность частоты вращения коленчатого вала .....	255
11.8. Уравновешенность двигателей .....	259
<b>Глава 12. Направления совершенствования автотракторных двигателей .....</b>	<b>272</b>
Литература.....	275