

621.43
К68

В.А. Корогодский

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДВИГАТЕЛЕЙ
С ВНУТРЕННИМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕМ
И ИСКРОВОМ ЗАЖИГАНИЕМ**



Министерство образования и науки Украины

ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

В. А. Корогодский

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДВИГАТЕЛЕЙ
С ВНУТРЕННИМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕМ
И ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ**

Монография

Харьков
ХНАДУ
2017

*Рекомендовано к изданию Ученым Советом ХНАДУ,
протокол № 19/17/4.5 от 30 июня 2017 г.*

Рецензенты:

- Д. С. Жалкин, доктор технических наук, профессор (УкрДУЗТ);
А. А. Прохоренко, доктор технических наук, профессор (НТУ «ХПИ»);
В. Г. Солодов, доктор технических наук, профессор (ХНАДУ);
А. О. Костиков, доктор технических наук, доцент (ИПМаш).*

К68

Корогодский В. А.

Научные основы перспективных рабочих процессов двигателей с внутренним смесеобразованием и искровым зажиганием: монография / В. А. Корогодский. - Харьков: ХНАДУ, 2017. - 380 с. (на русском языке)

ISBN 978-966-303-678-6

Виконано аналіз особливостей організації робочого процесу в двигунах з внутрішнім сумішоутворенням і іскровим запалюванням. Проведено теоретичні дослідження на базі термодинамічних та 3-D газодинамічних моделей процесів газообміну, сумішоутворення та згоряння на двотактному і чотиритактному двигуні з іскровим запалюванням при безпосередньому впорскуванні палива з урахуванням експериментальних даних. Запропоновано новий спосіб організації розширеного збідненого паливоповітряного заряду в ДВЗ. Представлена розроблена двофазна і трифазна термодинамічна модель процесів згоряння розширеного паливоповітряного заряду на базі методу об'ємного балансу.

Розрахована на науково-технічних працівників в галузі двигунобудування, а також аспірантів та студентів спеціальності «Енергетичне машинобудування».

Авторські права захищені.

Выполнен анализ особенностей организации рабочего процесса в двигателях с внутренним смесеобразованием и искровым зажиганием. Проведены теоретические исследования на базе термодинамических и 3-D газодинамических моделей процессов газообмена смесеобразования и сгорания на двухтактном и четырехтактном двигателе с искровым зажиганием при непосредственном впрыске топлива с учетом экспериментальных данных. Предложен новый способ организации расслоенного обедненного топливовоздушного заряда в ДВС. Представлена разработанная двухфазная и трехфазная термодинамическая модель процессов сгорания расслоенного топливовоздушного заряда на базе метода объемного баланса.

Рассчитана на научно-технических работников в области двигателестроения, а также аспирантов и студентов специальности «Энергетическое машиностроение».

Авторские права защищены.

УДК 621.43.013

ISBN 978-966-303-678-6

© Корогодский В. А., 2017

© ХНАДУ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ.....	7
1.1. Современные тенденции развития и требования, предъявляемые к двигателям внутреннего сгорания по расходу топлива и выбросам вредных веществ с отработавшими газами.....	7
1.2. Организация рабочего процесса в двигателях с искровым зажиганием.....	11
1.2.1. Процессы газообмена в двигателях с искровым зажиганием.....	12
1.2.2. Процессы внутреннего смесеобразования и сгорания в двигателях с искровым зажиганием.....	15
1.3. Современные направления совершенствования рабочего процесса двигателей с искровым зажиганием.....	23
1.4. Выбор направлений по совершенствованию рабочего процесса двигателя с искровым зажиганием и внутренним смесеобразованием.....	51
1.5. Требования, предъявляемые к организации рабочего процесса с расслоением топливоздушного заряда в двигателе с искровым зажиганием.....	58
Глава 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ.....	60
2.1. Математическая модель рабочего процесса двигателя с искровым зажиганием.....	61
2.2. Математическое моделирование рабочих процессов двигателей с искровым зажиганием и расслоением топливоздушного заряда.....	66
2.3. Математическое моделирование процессов газообмена и динамики рабочего тела в полостях двигателя с искровым зажиганием на такте сжатия.....	83

2.4. Математическое моделирование процессов внутреннего смесеобразования в двигателе с искровым зажиганием.....	106
2.4.1. Анализ методов исследования процессов внутреннего смесеобразования.....	106
2.4.2. Модель динамики движения топливной струи.....	108
2.4.3. Модель массо- и теплообмена, состава топливо-воздушной смеси в топливной струе.....	122
2.4.4. Модель процессов испарения топлива с поверхности стенок камеры сгорания.....	131
Глава 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСКРОВЫМ ЗАЖИГАНИЕМ И ВНУТРЕННИМ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЕМ.....	133
3.1. Система непосредственного впрыскивания топлива.....	134
3.2. Организация рабочего процесса двигателя с искровым зажиганием и расслоением обедненного топливо-воздушного заряда на режимах частичных нагрузок.....	142
3.3. Организации рабочего процесса двигателя с искровым зажиганием на режимах максимальных нагрузок.....	145
3.4. Реализация перспективного рабочего процесса в двигателях с искровым зажиганием и внутренним смесеобразованием.....	148
Глава 4. РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ.....	157
4.1. Сравнение показателей двигателя с искровым зажиганием при непосредственном впрыскивании топлива и организации расслоенного и обедненного топливовоздушного заряда.....	157
4.2. Исследование процессов газообмена.....	163
4.2.1. Коэффициент расхода продувочного и выпускного каналов в цилиндре двухтактного двигателя с искровым зажиганием.....	163
4.2.2. Коэффициент утечки продувочного воздуха или топливовоздушной смеси в двухтактном двигателе с искровым зажиганием.....	165

4.2.3. Коэффициент остаточных газов в двухтактном двигателе с искровым зажиганием и карбюраторной системой питания.....	170
4.2.4. Теплофизические свойства рабочего тела в двухтактном двигателе с искровым зажиганием.....	173
4.2.5. Влияние способа организации рабочего процесса в двухтактном двигателе с искровым зажиганием при внешнем и внутреннем смесеобразованиях на значения коэффициента остаточных газов.....	175
4.2.6. Коэффициент избытка продувочного воздуха и коэффициент наполнения двухтактного двигателя с искровым зажиганием при внешнем и внутреннем смесеобразованиях.....	197
4.2.7. Коэффициент продувки, коэффициент использования продувочного воздуха и к.п.д. продувки двухтактного двигателя с искровым зажиганием при внешнем и внутреннем смесеобразованиях.....	199
4.2.8. Моделирование процесса газообмена в среде <i>AVL FIRE</i> для определения рационального момента непосредственного впрыскивания топлива в цилиндр двухтактного двигателя с искровым зажиганием.....	201
4.2.9. 3-D-моделирование рабочего процесса на основе метода крупных частиц и оценка адекватности показателей газообмена двухтактного двигателя с искровым зажиганием при внешнем смесеобразовании на режимах внешней скоростной характеристики.....	209
4.2.10. Сравнение показателей газообмена при термодинамическом и газодинамическом 3-D-моделировании с результатами экспериментальных исследований двигателя ДН-4М с непосредственным впрыскиванием топлива по нагрузочной характеристике.....	217
4.2.11. Исследование процесса наполнения и динамики рабочего тела в цилиндре	

четырехтактного двигателя с искровым зажиганием на тактах впуска и сжатия.....	224
4.3. Исследование процессов смесеобразования.....	230
4.3.1. Угол раскрытия топливной струи при впрыскивании топлива.....	230
4.3.2. Исследование движения фронта бензиновой струи.....	232
4.3.3. Исследование процессов внутреннего смесеобразования в четырехтактном двигателе с искровым зажиганием и полусферической камерой сгорания.....	236
4.3.4. Исследования процессов внутреннего смесеобразования в двухтактном двигателе с искровым зажиганием и полуразделенной симметричной полусферической камерой сгорания.....	242
4.4. Исследование процессов сгорания в двухтактном двигателе с карбюраторной системой питания и системой непосредственного впрыскивания топлива.....	272
4.5. Результаты исследований рабочих процессов двигателей с искровым зажиганием.....	305
4.5.1. Сравнение эффективных показателей двухтактного двигателя ДН-4 с внешним смесеобразованием, полученных путем 3-D-моделирования рабочего процесса методом крупных частиц с экспериментальными данными по внешней скоростной характеристике.....	305
4.5.2. Сравнение технико-экономических показателей двигателя ДН-4М при организации расслоения топливовоздушного заряда, определенных путем гермодинамического моделирования рабочего процесса и экспериментальных исследований.....	307
4.5.3. Сравнение результатов теоретических исследований, полученных с использованием однозонной, двухзонной и трехзонной моделей процесса сгорания, с результатами экспериментальных исследований.....	311
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	338
ЛИТЕРАТУРА.....	348