

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i> .....	3
<b>Глава 1. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма</b> .....	<b>5</b>
1.1. Кинематика кривошипно-шатунного механизма .....	5
1.1.1. Кинематика центрального и смещенного кривошипно-шатунных механизмов .....	6
1.1.2. Кинематика кривошипно-шатунного механизма с прицепным шатуном .....	11
1.2. Динамика кривошипно-шатунного механизма .....	14
1.2.1. Силы давления газов .....	14
1.2.2. Силы инерции движущихся масс КШМ .....	16
1.2.3. Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ .....	20
1.2.4. Силы, действующие на шейки коленчатого вала .....	21
1.2.5. Теоретическая диаграмма износа шейки вала .....	25
1.2.6. Суммарный крутящий момент двигателя .....	26
1.2.7. Влияние конструктивных соотношений в КШМ на показатели двигателя .....	29
<b>Глава 2. Уравновешенность и уравновешивание двигателей внутреннего сгорания</b> .....	<b>32</b>
2.1. Силовые факторы, вызывающие неуравновешенность поршневого двигателя .....	32
2.1.1. Одноцилиндровый двигатель .....	32
2.1.2. Многоцилиндровый двигатель .....	33
2.2. Принципы уравновешивания центробежных сил инерции и их моментов (уравновешивание коленчатых валов) .....	35
2.3. Принципы уравновешивания пространственных коленчатых валов .....	39
2.4. Принципы уравновешивания сил инерции масс, движущихся возвратно-поступательно .....	41
2.5. Анализ уравновешенности и уравновешивание двигателей с линейным расположением цилиндров .....	43
2.5.1. Одноцилиндровый двигатель .....	43
2.5.2. Двухцилиндровые двигатели .....	44
2.5.3. Трехцилиндровый двигатель .....	49
2.5.4. Четырехцилиндровый двигатель .....	52
2.5.5. Анализ уравновешенности и уравновешивание двигателя 5P ( $\gamma = 72^\circ$ ) .....	53
2.5.6. Шестицилиндровый двигатель .....	58
2.6. Анализ уравновешенности и уравновешивание V-образных двигателей 60	
2.6.1. Анализ уравновешенности двухцилиндрового V-образного двигателя с углом развала $90^\circ$ — $2V$ ( $\gamma = 90^\circ$ ) .....	60
2.6.2. Шестицилиндровый двигатель с углом развала $90^\circ$ и углом между кривошипами $120^\circ$ — $6V$ ( $\gamma = 90^\circ$ ) .....	62

2.6.3.Восьмицилиндровый двигатель с углом развала $90^\circ$ —8V ( $\gamma=90^\circ$ ).....	63
2.6.4.Шестицилиндровый двигатель с углом развала $120^\circ$ —6V ( $\gamma = 120^\circ$ )..	66
2.6.5.Анализ уравновешенности и уравновешивание двигателя 10V ( $\gamma=144^\circ$ )..	69
2.6.6.Двенадцатицилиндровый двигатель с углом развала $60^\circ$ —12V ( $\gamma=60^\circ$ )..	75
2.7.Технологическая неуравновешенность двигателей внутреннего сгорания .	75
2.8.Неравномерность крутящего момента.....	76
2.9.Равномерность хода двигателя.....	78
2.10.Основы анализа и амортизации колебаний двигателя на подвеске.....	81
2.10.1.Силовые факторы, вызывающие колебания поршневых ДВС на подвеске .....	81
2.10.2.Расчетная схема двигателя, колеблющегося на подвеске.....	82
2.10.3.Понятия об осях, центре жесткости подвески и связанных колебаниях	85
2.10.4.Основные требования к конструктивным параметрам подвески.....	86
<b>Глава 3. Основы конструирования и предпосылки к расчету деталей двигателя на прочность .....</b>	<b>88</b>
3.1.Эксплуатационные требования к проектируемому двигателю .....	88
3.2.Выбор типа и основных конструктивных параметров двигателя .....	89
3.3.Определение расчетных нагрузок и режимов .....	92
3.4.Расчет деталей двигателя на прочность с учетом переменных нагрузок ..	93
3.5.Методы расчетного моделирования напряженно-деформированного состояния и тепловых полей деталей и узлов ДВС.....	98
<b>Глава 4. Цилиндровая группа и картеры .....</b>	<b>102</b>
4.1.Корпусные элементы двигателей жидкостного охлаждения .....	103
4.2.Цилиндры и картеры двигателей с воздушным охлаждением.....	113
4.3.Расчетная оценка работоспособности элементов газового стыка .....	116
<b>Глава 5. Поршневая группа.....</b>	<b>121</b>
5.1.Поршень.....	122
5.1.1.Конструктивные параметры основных элементов поршня .....	125
5.1.2.Зазоры между элементами поршня и цилиндром .....	128
5.1.3.Конструктивные мероприятия по повышению прочности и долговечности .....	133
5.1.4.Материалы и технология изготовления поршней .....	139
5.2.Поршневой палец .....	141
5.3.Поршневые кольца.....	142
5.4.Расчет поршня .....	148
5.5.Расчет поршневого пальца.....	149
5.6.Расчет поршневого кольца .....	152

<b>Глава 6. Шатунная группа</b> .....	155
6.1.Конструктивный обзор .....	155
6.2.Расчет элементов шатуна на прочность .....	163
<b>Глава 7. Коленчатый вал</b> .....	170
7.1.Конструктивный обзор.....	170
7.2.Расчет коленчатого вала на прочность.....	175
7.3.Методы упрочнения коленчатых валов .....	183
<b>Глава 8. Колебания в двигателях внутреннего сгорания</b> .....	185
8.1.Общие сведения о крутильных колебаниях коленчатых валов .....	185
8.2.Уравнения движения эквивалентной крутильной системы .....	189
8.3.Синтез эквивалентной крутильной системы.....	190
8.4.Частоты и формы собственных колебаний крутильной системы.....	195
8.5.Гармонический анализ крутящих моментов .....	199
8.6.Фазовые соотношения гармоник крутящих моментов, действующих на отдельных кривошипах .....	201
8.7.Частотная диаграмма крутильных колебаний.....	203
8.8.Потери энергии при колебаниях .....	205
8.9.Работы возбуждающих моментов при резонансе .....	207
8.10.Работа моментов сопротивления .....	208
8.11.Определение амплитуд угловых смещений элементов крутильной системы .....	209
8.12.Определение напряжений в элементах вала от крутильных колебаний	209
8.13.Способы уменьшения амплитуд вынужденных крутильных колебаний	210
8.14.Основные сведения об изгибных колебаниях коленчатых валов.....	211
8.15.Колебания корпусных деталей ДВС.....	216
<b>Глава 9. Механизм газораспределения</b> .....	221
9.1.Конструктивный обзор.....	221
9.2.Системы управления фазами газораспределения и законами подъема клапана .....	228
9.3.Элементы механизма газораспределения .....	238
9.4.Проектирование механизма газораспределения .....	249
9.4.1.Определение основных параметров механизма газораспределения ...	250
9.4.2.Критерии оценки профилей кулачков .....	252
9.4.3.Динамика клапанного механизма газораспределения .....	253
9.4.4.Упругие колебания в механизме газораспределения.....	258
9.4.5.Синтез профилей кулачков .....	261
9.4.6.Определение геометрических параметров и оценка работоспособности пружины клапана .....	269

<b>Глава 10. Смазочная система</b> .....	272
10.1.Моторные масла.....	272
10.2.Расчет цилиндрического подшипника .....	276
10.3.Схемы смазочных систем .....	286
10.4.Агрегаты смазочной системы. Масляные насосы.....	286
<b>Глава 11. Система охлаждения</b> .....	293
11.1.Жидкостная система охлаждения .....	293
11.2.Регулирование производительности системы жидкостного охлаждения .....	298
11.3.Конструкция радиаторов.....	303
11.4.Тепловые и гидравлические характеристики радиаторов.....	306
11.5.Жидкостные насосы .....	309
11.6.Вентиляторы.....	311
11.7.Определение конструктивных параметров элементов системы жидкостного охлаждения .....	312
11.7.1.Предпосылки к расчету .....	312
11.7.2.Расчет радиатора .....	313
11.7.3.Расчет вентилятора .....	315
11.7.4.Расчет жидкостного насоса .....	316
11.8.Воздушные системы охлаждения .....	319
11.9.Сравнительный анализ систем жидкостного и воздушного охлаждения .....	322
<b>Глава 12. Система воздухопитания</b> .....	324
12.1.Система впуска.....	324
12.2.Воздухоочистители.....	327
12.3.Агрегаты воздухопитания двигателей с наддувом (компрессоры, турбокомпрессоры) .....	343
<b>Глава 13. Система выпуска</b> .....	355
13.1.Система отвода отработавших газов.....	355
13.2.Глушители шума выпуска.....	360
13.3.Нейтрализация отработавших газов. Нейтрализаторы .....	367
<b>Глава 14. Система пуска двигателей</b> .....	379
14.1.Способы пуска двигателей.....	379
14.2.Энергетика пуска .....	381
14.3.Средства, облегчающие пуск двигателя.....	382

<b>Глава 15. Принципы подбора двигателя внутреннего сгорания для транспортного средства .....</b>	<b>386</b>
<i>Литература .....</i>	<i>396</i>