

УДК 629.33(075)
ББК 39.33я73
Щ61

Авторы:

В. Е. Щерба, Е. А. Лысенко, К. Н. Сокирко, Е. А. Дорофеев

Рецензенты:

В. Р. Ведрученко, д-р техн. наук, проф., проф. каф. теплоэнергетики
Омского государственного университета путей сообщения;

Т. А. Ивахненко, канд. техн. наук, полковник, нач. кафедры боевых
гусеничных, колёсных машин и военных автомобилей
Омского автобронетанкового инженерного института

Щерба, В. Е.

Щ61 Конструкции, рабочие процессы и основы расчёта двигателей внутреннего сгорания / В. Е. Щерба, Е. А. Лысенко, К. Н. Сокирко, Е. А. Дорофеев ; Минобрнауки России, Ом. гос. техн. ун-т. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2022. – 168 с. : ил.

ISBN 978-5-8149-3576-2

Рассмотрена конструкция основных деталей, узлов, вспомогательных систем и иного навесного оборудования двигателя внутреннего сгорания на примере современных двигателей линейки FSI. Описаны рабочие процессы двигателя внутреннего сгорания и показатели эффективности его работы. Приведён пример теплового, кинематического и динамического расчёта кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания.

Издание предназначено для обучающихся по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», а также может быть использовано в учебном процессе профильных колледжей по специальности 23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей» и для самообразования.

УДК 629.33(075)
ББК 39.33я73

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-3576-2

© ОмГТУ, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДВИГАТЕЛЯХ ЛИНЕЙКИ FSI	4
Конструкция узлов	7
Технические характеристики	8
Блок цилиндров	10
Система вентиляции картера	14
Головка блока цилиндров.....	16
Система управления клапанами Audi valvelift system (AVS).....	18
Исполнительный элемент системы регулировки фаз газораспределения	21
Механизм смещения кулачков.....	22
Форма профиля кулачков	24
Роликовый рычаг	25
Цепной привод газораспределительного механизма	26
Триовальные звёздочки	27
Привод навесных агрегатов	29
Система смазки.....	29
Масляный насос.....	31
Точки перехода на ступень высокого давления.....	34
Клапан регулировки давления масла N428	34
Датчик пониженного давления масла F378.....	35
Датчик давления масла F22.....	36
Индикатор уровня смазки.....	36
Система охлаждения двигателя	38
Термостат	40
Инерционная циркуляция охлаждающей жидкости	42
Система воздушного питания	42
Модуль дроссельной заслонки J338	43

Впускной коллектор с изменяемой геометрией.....	45
Датчик положения заслонок впускного коллектора G513	46
Вакуумная система.....	48
Система подачи топлива.....	49
Система выпуска отработавших газов	51
Блок управления двигателем	52
Техническое обслуживание двигателя.....	55
РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ ДВИГАТЕЛЕЙ	
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	56
Процесс впуска и газообмена	56
Процесс сжатия.....	57
Процесс сгорания	59
Коэффициент избытка воздуха	62
Продукты сгорания	63
Состав смеси и её сгорание	65
Влияние состава смеси на индикаторные показатели двигателя.....	66
Процесс расширения.....	67
Процесс выпуска	68
ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ	
ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	69
Методы повышения мощности двигателей.....	69
Определение среднего индикаторного давления в цикле со смешанным подводом теплоты.....	71
Среднее индикаторное давление цикла с изохорным подводом теплоты	73
Индикаторный коэффициент полезного действия и удельный индикаторный расход топлива.....	73
Эффективные показатели двигателя	76
Эффективный удельный расход топлива и коэффициент полезного действия.....	79

КИНЕМАТИКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА	80
Определение основных конструктивных параметров кривошипно-шатунного механизма	80
Кинематическая схема кривошипно-шатунного механизма	82
Перемещение поршня	85
Скорость поршня	87
Ускорение поршня	90
ДИНАМИКА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА	92
Силы давления газов	92
Сила давления на поршень	93
Приведение масс частей кривошипно-шатунного механизма	94
Силы инерции	96
Суммарные силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме	98
ПРИМЕР ТЕПЛОВОГО РАСЧЁТА ДВИГАТЕЛЯ	103
ПРИМЕР КИНЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЁТА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА	135
Перемещение поршня	135
Скорость поршня	136
Ускорение поршня	137
ПРИМЕР ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЁТА КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА	139
Приведение масс частей кривошипно-шатунного механизма	139
Силы инерции	140
Суммарные силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме	140
Крутящий момент	142
Контрольные вопросы	144
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	145

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	145
Приложение 1. СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОРШНЯ	147
Приложение 2. СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПОРШНЯ	148
Приложение 3. СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСКОРЕНИЯ ПОРШНЯ	149
Приложение 4. ЗНАЧЕНИЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ $\operatorname{tg}\beta$	150
Приложение 5. ЗНАЧЕНИЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ $1/\cos\beta$	151
Приложение 6. ЗНАЧЕНИЕ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ $\cos(\varphi+\beta)/\cos\beta$	152
Приложение 7. СРЕДНЯЯ МОЛЬНАЯ ТЕПЛОЁМКОСТЬ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ	153
Приложение 8. НОМОГРАММА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО ПОКАЗАТЕЛЯ АДИАБАТЫ РАСШИРЕНИЯ	154
Приложение 9. РЕЗУЛЬТАТЫ КИНЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЁТА	155
Приложение 10. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТА СУММАРНОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА	157
Приложение 11. РЕЗУЛЬТАТЫ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСЧЁТА	158
Приложение 12. ИЛЛЮСТРАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ	162