

# Содержание

<b>Предисловие</b>	<b>13</b>	Ход поршня	51
<b>Благодарности</b>	<b>14</b>	Укороченный ход и удлиненный ход	51
<b>1</b>		Рабочий объем двигателя	52
<b>Инструменты, крепеж и техника безопасности при выполнении работ</b>	<b>17</b>	Рабочий объем и мощность двигателя	53
Резьбовой крепеж	17	Степень сжатия смеси	53
Болты с метрической резьбой	18	На что тратится энергия	55
Класс прочности болта	18	Ватт и лошадиная сила	55
Гайки	19	Налоговая мощность двигателя	55
Шайбы	20	Соотношение между метрической и эффективной мощностью	56
Перечень основных инструментов	20	Соотношение между мощностью по стандарту DIN и мощностью по стандарту SAE	56
Названия инструмента, используемые в обиходе	28	Соотношение между мощностью по стандарту JIS и мощностью по стандарту SAE	56
Правила техники безопасности при работе с ручным инструментом	28	Зависимость мощности двигателя от высоты над уровнем моря	56
Правила техники безопасности для механиков	28	Заключение	57
Правила техники безопасности при подъеме автомобиля	31	Контрольные вопросы	57
Опасные вещества	33	Вопросы к тесту на сертификат ASE	57
Информация о характеристиках и правилах обращения с опасными веществами и материалами	35	<b>3</b>	
Заключение	41	<b>Принцип работы и методы диагностики системы смазки двигателя</b>	<b>59</b>
Контрольные вопросы	41	Принцип работы смазки	59
Вопросы к тесту на сертификат ASE	41	Системы смазки двигателей	60
<b>2</b>		Характеристики моторного масла	60
<b>Принцип работы и типы двигателей</b>	<b>43</b>	Классификация масел по стандарту SAE	60
Четырехтактный рабочий цикл	43	Классификация API	61
720-градусный цикл	44	Классификация масел по стандарту ILSAC	62
Классификация двигателей	44	Европейская классификация масел	63
Таблица кодировки года выпуска	47	Японская классификация масел	63
Классификация типов двигателей	48	Присадки к моторным маслам	63
Направление вращения вала двигателя	50	Моторные масла, повышающие экономичность двигателя	64
Внутренний диаметр цилиндра	50	Взаимозаменяемость масел различных торговых марок	64
		Синтетическое масло	64

Температура масла	65
Периодичность замены масла	65
Процедура замены масла	65
Масляные фильтры	66
Замена масла в двигателе с турбонаддувом	67
Масляные насосы	68
Регулирование давления масла	70
Факторы, влияющие на давление масла в системе смазки	70
Проверка состояния масляного насоса	72
Маслопроводы в блоке двигателя	73
Смазка клапанного механизма	73
Масляные поддоны	75
Масляные радиаторы	76
Система принудительной вентиляции картера	76
Заключение	77
Контрольные вопросы	77
Вопросы к тесту на сертификат ASE	77

## 4

### Принцип работы и диагностика системы электроснабжения и электрического пуска 79

Назначение аккумуляторной батареи	79
Как работает аккумуляторная батарея	79
Плотность электролита	80
Паспортные характеристики аккумуляторных батарей	82
Техническое обслуживание аккумуляторной батареи	83
Пуск двигателя от аккумуляторной батареи, стоящей в другом автомобиле	87
Система электрического пуска двигателя	88
Выявление и устранение неисправностей системы электрического пуска	89
Проверка тока потребления стартера	90
Проверка на стенде	90
Генераторы переменного тока	90
Заключение	104
Контрольные вопросы	104
Вопросы к тесту на сертификат ASE	104

## 5

### Принцип работы и диагностика системы зажигания 107

Принцип работы системы зажигания	107
Бесконтактные системы зажигания	112
Система зажигания типа "катушка на свече"	115
Проверка системы зажигания на искру	115
Проверка магнитоэлектрического датчика	117
Осмотр крышки и ротора распределителя зажигания	118
Проверка высоковольтного провода свечи зажигания	118
Порядок зажигания	120
Техническое обслуживание искровой свечи зажигания	120
Угол опережения зажигания	121
Заключение	137

Контрольные вопросы	137
Вопросы к тесту на сертификат ASE	137

## 6

### Принцип работы и диагностика топливной системы и системы снижения токсичности выхлопных газов 139

Бензин	139
Испаряемость	139
Проблемы, связанные с испаряемостью бензина	140
Нормальный и нарушенный режимы сгорания смеси	141
Исследовательский и моторный методы определения октанового числа	142
Октановые числа различных сортов бензина	142
Кислородосодержащие топлива	143
Химия сгорания топлива	145
Ускоренный износ клапана при использовании неэтилированного бензина	145
Бензин улучшенного композиционного состава	146
Эталонное топливо, используемое при государственных испытаниях двигателей	146
Общие рекомендации по использованию бензина в двигателях	146
Принцип действия топливной системы	147
Механические топливные насосы	147
Особенности работы электронных систем впрыска топлива	148
Система центрального впрыска топлива в дроссельную камеру (TBI)	151
Система распределенного впрыска топлива во впускные окна головки блока цилиндров	152
Зачем необходима система снижения токсичности выбросов двигателя	154
Система принудительной вентиляции картера	155
Проверка правильности работы системы принудительной вентиляции картера	156
Система нагнетания воздуха	157
Система улавливания испарений бензина	159
Система рециркуляции отработавших газов	161
Каталитические нейтрализаторы	164
Заключение	175
Контрольные вопросы	175
Вопросы к тесту на сертификат ASE	175

## 7

### Принцип работы и диагностика системы охлаждения 177

Назначение и принцип работы системы охлаждения	177
Проблемы, возникающие в двигателе при низких рабочих температурах	178
Проблемы, возникающие в двигателе при высоких рабочих температурах	178
Конструкция системы охлаждения	179
Как термостат регулирует температуру	180

Проверка термостата	180
Замена термостата	183
Антифриз	184
Охлаждающая жидкость на основе органических добавок	184
Антифриз на основе пропиленгликоля	185
Антифриз, в котором отсутствуют фосфаты	185
Антифризы замерзают	185
Проверка охлаждающей жидкости с помощью ареометра	185
Регенерированная охлаждающая жидкость	186
Хранение отработанной охлаждающей жидкости	187
Радиатор	187
Гермопробка радиатора	189
Метрические гермопробки радиаторов	190
Система рекуперации охлаждающей жидкости	190
Испытание под давлением	191
Выявление утечек методом капиллярной дефектоскопии	191
Принцип работы водяного насоса	192
Движение потока охлаждающей жидкости в двигателе	192
Техническое обслуживание водяного насоса	193
Вентиляторы охлаждения	194
Терморегулируемые вентиляторы охлаждения	196
Теплообменник отопителя салона	197
Диагностика причин неисправности отопителя салона	198
Аварийный сигнал перегрева охлаждающей жидкости	199
Распространенные причины перегрева двигателя	199
Текущее техническое обслуживание системы охлаждения	200
Промывка и заполнение системы охлаждения	201
Удаление воздуха из системы охлаждения	201
Шланги	202
Очистка радиатора обратной промывкой	203
Очистка радиатора снаружи	203
Заключение	205
Контрольные вопросы	205
Вопросы к тесту на сертификат ASE	205

## 8

<b>Диагностика состояния двигателя</b>	<b>207</b>
Типичные жалобы на нарушение работы двигателя	207
Диагностика по выхлопным газам	208
Кто лучше самого водителя знает свой автомобиль	208
Осмотр	209
Диагностика причины шумов в двигателе	210
Проверка давления масла	214
Лампочка аварийной сигнализации падения давления масла	214
Анализ масла	215
Как берется проба масла	216
Анализ результатов анализа	216
Проверка компрессии в двигателе	218
“Мокрая” проверка компрессии в двигателе	219
Проверка компрессии в двигателе на рабочем ходу	220

Проверка цилиндров на утечку	221
Проверка баланса мощности цилиндров	222
Методика выполнения измерения при проверке баланса мощности цилиндров	222
Проверка разрежения	223
Проверка пропускной способности системы выпуска	224
Проверка величины противодействия с помощью вакуумметра	225
Проверка величины противодействия с помощью манометра	225
Диагностика состояния цепи привода распределительного вала	225
Анализ состава выхлопных газов и полнота сгорания смеси	226
Двуокись углерода	228
Диагностика неисправности уплотнительной прокладки головки блока цилиндров	228
Лампы аварийной сигнализации на приборной панели	229
Индикатор падения давления масла	229
Заключение	241
Контрольные вопросы	241
Вопросы к тесту на сертификат ASE	241

## 9

<b>Демонтаж и разборка двигателя</b>	<b>243</b>
Замена неисправных деталей	243
Обработка клапанов	243
Частичная переборка двигателя	244
Полная переборка двигателя	245
Неполный блок	245
Подобранный блок	245
Полный блок	245
Двигатели повторной сборки	245
Демонтаж двигателя	246
Разборка двигателя	247
Удаление уступа, образовавшегося на стенке цилиндра	249
Демонтаж шатунно-поршневых узлов	250
Состояние поршня	251
Разборка вращающегося узла двигателя	255
Заключение	258
Контрольные вопросы	259
Вопросы к тесту на сертификат ASE	259

## 10

<b>Очистка двигателя, дефектоскопия и ремонт трещин в деталях двигателя</b>	<b>261</b>
Механическая очистка	261
Химические средства очистки	262
Водные моющие растворы	263
Струйная промывка	263
Очистка паром	263
Термическая очистка	264
Очистка погружением в неподогреваемый моющий раствор	264

Очистка погружением в подогреваемый моющий раствор	265
Очистка в парах растворителя	265
Ультразвуковая очистка	265
Вибрационная очистка	265
Дробеструйная обработка	266
Визуальный контроль	266
Магнитная дефектоскопия трещин	266
Контроль методом проникающего красителя	267
Контроль методом проникающего флуоресцентного вещества	267
Контроль повышенным давлением	268
Ремонт трещин	268
Заваривание трещин в чугунных деталях	269
Заваривание трещин в алюминиевых деталях	270
Ремонт трещин путем зачеканивания пробками	270
Заключение	274
Контрольные вопросы	274
Вопросы к тесту на сертификат ASE	274

## 11

### Измерения и расчеты, выполняемые при ремонте двигателей 277

Микрометр	277
Измерение геометрических параметров коленчатого вала	278
Телескопический щуп	279
Измеритель диаметра узких отверстий	280
Штангенциркуль с циферблатным нониусом	280
Калиберный щуп	280
Поверочная линейка	283
Измеритель смещения с циферблатной шкалой	284
Микрометрический нутромер с циферблатной шкалой	285
Расчеты и формулы, необходимые при техническом обслуживании двигателя	286
Заключение	288
Контрольные вопросы	291
Вопросы к тесту на сертификат ASE	291

## 12

### Впускной и выпускной коллекторы 293

Впускные коллекторы карбюраторных двигателей и двигателей с системой центрального впрыска топлива	293
Коллекторы открытого и закрытого типа	296
Обогрев коллектора	298
Автомат холодного пуска	300
Впускные коллекторы двигателей, оснащенных системой распределенного впрыска топлива во впускные окна головки блока цилиндров	302
Пластмассовые впускные коллекторы	302
Рециркуляция отработавших газов	302
Уплотнительные прокладки впускных коллекторов	304
Турбонаддув	305

Принцип действия перепускного клапана турбокомпрессора	306
Неисправности турбокомпрессора	306
Компрессорный наддув	307
Наддув создается за счет ограниченной пропускной способности коллектора	307
Конструкция выпускного коллектора	308
Уплотнительные прокладки выпускных коллекторов	309
В чем заключаются преимущества коллекторной головки	310
Тепловые заслонки	311
Каталитические нейтрализаторы	312
Глушители	313
Заключение	314
Контрольные вопросы	315
Вопросы к тесту на сертификат ASE	315

## 13

### Техническое обслуживание головки блока цилиндров и направляющей втулки клапана 317

Полусферическая камера сгорания	317
Клиновидная камера сгорания	318
Поверхностное охлаждение смеси	318
Камера сгорания со слоистой структурой топливной смеси	319
Многоклапанная камера сгорания	320
Четырехклапанная головка	322
Впускное и выпускное окна	322
Каналы охлаждения в головке блока цилиндров	324
Смазка верхних клапанов	325
Демонтаж верхнего распределительного вала	326
Разборка головки блока цилиндров	326
Последовательность ремонта головки блока цилиндров	326
Восстановление поверхности головки	327
Выпрямление алюминиевой головки	328
Методы выравнивания поверхности головки	329
Чистота поверхности	330
Коррекция соосности впускного коллектора	331
Направляющие втулки клапанов	332
Зазор между стержнем и направляющей втулкой клапана	333
Измерение износа направляющей втулки клапана	333
Клапаны со стержнем увеличенного диаметра	334
Замена направляющей втулки клапана	337
Ремонтные гильзы направляющей втулки клапана	337
Спиральная бронзовая гильза	340
Заключение	341
Контрольные вопросы	341
Вопросы к тесту на сертификат ASE	344

## 14

### Техническое обслуживание клапана и седла клапана 345

Впускные и выпускные клапаны	345
Конструкции клапанов	347

Материалы, из которых изготавливаются клапаны	347	Перекрытие клапанов	407
Клапаны с полым стержнем, заполненным металлическим натрием	347	Разворот кулачков	408
Седла клапанов	348	Определение угла разворота кулачков	409
Осмотр клапана	348	Нормы временных характеристик распределительного вала	409
Пружины клапанов	354	Впускной клапан	409
Проверка качества пружины клапана	354	Выпускной клапан	409
Замок клапана	355	Диаграмма рабочего цикла распределительного вала	410
Механизмы поворота клапана	355	Восстановление распределительных валов	410
Процедура ремонта клапана	356	Установка распределительного вала	411
Шлифовка рабочей фаски клапана	357	Угловая градуировка распределительного вала	413
Восстановление седла клапана	360	Толкатели клапанов	417
Пилоты (направляющие стержни) для обработки клапанных седел	363	Нерегулируемые механические толкатели	418
Шлифовальные камни для обработки седел	364	Гидравлические толкатели	420
Правка шлифовального камня	365	Предварительный натяг гидравлических толкателей	420
Шлифовка седла клапана	366	Установка предварительного натяга гидравлического толкателя клапана	423
Сужение седла клапана	366	Проверка соответствия рабочего хода гидравлического толкателя клапана техническим требованиям	424
Фрезы для восстановления седел клапанов	368	Диагностика шума, создаваемого клапанным механизмом	424
Испытания седел клапанов	369	Техническое обслуживание механического толкателя клапана	425
Замена седла клапана	370	Техническое обслуживание гидравлического толкателя клапана	425
Выступление стержня клапана	372	Установка гидравлического толкателя клапана	426
Проверка монтажной высоты клапана	374	Удаление воздуха из гидравлических толкателей клапанов	426
Уплотнения стержня клапана	374	Заключение	431
Установка клапанов	377	Контрольные вопросы	431
Испытания головок на утечку	380	Вопросы к тесту на сертификат ASE	431
Расход воздуха и мощность двигателя	381		
Заклучение	386		
Контрольные вопросы	386		
Вопросы к тесту на сертификат ASE	386		

## 15

### Техническое обслуживание распределительного вала и клапанного механизма 389

Назначение распределительного вала	389
Размещение распределительного вала	390
Диагностика распределительного вала	390
Демонтаж распределительного вала	391
Конструкция распределительного вала	391
Распределительные валы смешанной конструкции	393
Смазка распределительного вала	394
Эксцентрики привода топливного насоса	394
Типы приводов распределительного вала	394
Цепные приводы распределительного вала	395
Ременные приводы распределительного вала	398
Скручивающее усилие на распределительном валу	399
Осевой люфт распределительного вала	399
Вращение толкателя клапана	400
Высота вершины кулачка (ход) распределительного вала	401
Клапанные коромысла	402
Штанги толкателей клапанов	405
Длина штанги толкателя	406
Продолжительность действия кулачков распределительного вала	407

## 16

### Конструкция и техническое обслуживание блока цилиндров 433

Технология производства блоков цилиндров	434
Идентификационный номер отливки	434
Механическая обработка блоков цилиндров	435
Алюминиевые блоки цилиндров	436
Проверка состояния блока цилиндров	437
Конструкции блоков цилиндров уменьшенной высоты	437
Плита блока цилиндров	438
Юбки цилиндров	439
Каналы охлаждения	439
Маслопроводы системы смазки	439
Крышки постелей коренных подшипников	440
Техническое обслуживание блока цилиндров	442
Центрирование постелей коренных подшипников	442
Механическая обработка плиты блока цилиндров	444
Растачивание цилиндров	446
Ремонт цилиндров с помощью ремонтных гильз	449
Хонингование цилиндра	450
Чистота поверхности цилиндра	452
Плосковершинное хонингование	453
Очистка цилиндров	454
Сплошная очистка блока цилиндров	454

Заключение	464
Контрольные вопросы	464
Вопросы к тесту на сертификат ASE	464

## 17

### Поршни, поршневые кольца и шатуны 467

Назначение и принцип работы поршней, поршневых колец и шатунов	467
Демонтаж поршня и шатуна	468
Конструкция поршня	469
Головка поршня	470
Канавки поршневых колец	472
Поршни с овальной юбкой	473
Размер головки поршня	473
Использование заэвтектических сплавов для изготовления поршней	474
Штампованные поршни	475
Чистота поверхности юбки	475
Балансировка поршня	475
Техническое обслуживание поршней	475
Поршневые пальцы	478
Смещение поршневого пальца	479
Посадка поршневого пальца в поршне	480
Способы фиксации поршневого пальца в поршне	480
Техническое обслуживание поршневого пальца	481
Поршневые кольца	482
Компрессионные кольца	483
Силы, действующие на поршневое кольцо	483
Зазор в замке поршневого кольца	484
Поперечное сечение поршневых колец	484
Хромированные поршневые кольца	485
Поршневые кольца с молибденовым покрытием	485
Поршневые кольца с хромисто-молибденово-карбидным покрытием	486
Маслосъемные кольца	486
Шатуны	487
Шатуны, спеченные из порошкового металла	488
Конструкция шатуна	489
Спиральное искривление шатуна	490
Техническое обслуживание шатуна	492
Подгонка по массе поршней и шатунов	493
Сборка шатунно-поршневого узла	493
Техническое обслуживание поршневых колец	495
Заключение	506
Контрольные вопросы	506
Вопросы к тесту на сертификат ASE	506

## 18

### Коленчатые валы и подшипники 509

Назначение и принцип работы коленчатого вала	509
Кованые коленчатые валы	509
Литые коленчатые валы	511
Коленчатые валы шестицилиндровых двигателей	511

Коленчатые валы восьмицилиндровых V-образных двигателей	512
Коленчатые валы четырехцилиндровых двигателей	513
Коленчатые валы пятицилиндровых двигателей	513
Коленчатые валы трехцилиндровых двигателей	513
Коленчатые валы шестицилиндровых V-образных двигателей с 90-градусным углом развала цилиндров и неравномерным распределением рабочих ходов по углу поворота вала	513
Коленчатые валы шестицилиндровых V-образных двигателей с 90-градусным углом развала цилиндров и равномерным распределением рабочих ходов по углу поворота вала	514
Коленчатые валы шестицилиндровых V-образных двигателей с 60-градусным углом развала цилиндров	515
Смазочные каналы в коленчатом валу	516
Отверстия, предназначенные для облегчения коленчатого вала	517
Силы, действующие на коленчатый вал	517
Балансировка коленчатого вала	518
Осевой упор коленчатого вала	519
Проверка состояния коленчатого вала	520
Шлифование коленчатого вала	521
Наваривание коленчатого вала	522
Уравновешивание коленчатого вала	523
Снятие напряжений в коленчатом валу	524
Вспомогательные валы	524
Балансировочные валы	524
Причины неуравновешенности двигателя	526
Подшипники двигателя	529
Рабочие нагрузки подшипников	529
Усталостное разрушение подшипников	530
Прирабатываемость подшипников	531
Способность подшипников к поглощению абразивных частиц	531
Задиростойкость подшипников	531
Антифрикционные материалы подшипников	532
Производство подшипников	534
Размеры подшипников	534
Зазор в подшипнике	534
Посадка подшипников в постели	534
Подшипники распределительного вала	536
Заключение	541
Контрольные вопросы	541
Вопросы к тесту на сертификат ASE	541

## 19

### Сборка двигателя 543

Подготовка блока цилиндров	543
Установка пробок	543
Подшипники распределительного вала	544
Причины преждевременного выхода подшипников скольжения из строя	545
Измерение масляного зазора в коренных подшипниках	546
Коррекция величины зазора в подшипниках	547

Установка манжетного уплотнения	548
Установка шнурового уплотнения	549
Расположение дополнительных уплотнений	549
Установка коленчатого вала	550
Осевой зазор в упорном подшипнике коленчатого вала	551
Методика затягивания болтов крышек коренных подшипников	551
Установка цепей и шестерен распределительного привода	552
Примерка поршней к цилиндрам	553
Ширина зазора в замке поршневого кольца	554
Установка шатунно-поршневых узлов	555
Боковой зазор шатуна	558
Установка распределительного вала в двигателе с верхним расположением распределительного вала	558
Уплотнительные прокладки головки блока цилиндров	559
Установка уплотнительной прокладки головки блока цилиндров	561
Последовательность затягивания болтов крепления головки блока цилиндров	562
Болты, затягиваемые до растяжения	563
Привод механизма газораспределения двигателей с верхним расположением распределительного вала	564
Установка толкателей и штанг толкателей	566
Гидравлические толкатели	566
Механические толкатели	566
Вулканизирующиеся герметики, используемые при сборке	567
Установка коллекторов	567
Материалы уплотнительных прокладок крышек	568
Советы по применению уплотнительных прокладок	569
Установка крышки привода механизма газораспределения	570
Установка гасителя крутильных колебаний	570
Установка масляного насоса	571
Поддон картера	571
Установка водяного насоса	571
Покраска двигателя	571
Проверка способности системы смазки двигателя поддерживать необходимое давление масла	572
Установка начального угла опережения зажигания	573
Заключение	576
Контрольные вопросы	576
Вопросы для подготовки к тесту на сертификат ASE	576

## 20

### Установка двигателя в автомобиль и подготовка к работе 579

Установка коробки передач с ручным управлением	579
Установка автоматической трансмиссии	580
Стартер	581
Агрегаты двигателя	581
Установка двигателя на ходовую часть	581
Система охлаждения	582
Элементы управления топливной системы и системы снижения токсичности выхлопных газов	582
Система электропитания автомобиля	582
Смазка двигателя при обкатке	583
Обкатка двигателя	583
Нормальная рабочая температура	583
Прогрев холодного двигателя	584
Меры предосторожности при обкатке двигателя	584
Заключение	584
Контрольные вопросы	584
Вопросы к тесту на сертификат ASE	596

### Приложения

1. Пример билета к тесту на сертификат ASE для специалистов по ремонту двигателей	597
2. Пример билета к тесту на сертификат ASE для специалистов по ремонту головок блока цилиндров	605
3. Пример билета к тесту на сертификат ASE для специалистов по ремонту блоков цилиндров	610
4. Пример билета к тесту на сертификат ASE для специалистов по сборке двигателей	615
5. Таблица перевода дробных долей дюйма в десятичные доли дюйма и десятичные доли миллиметра	620
6. Номограмма перевода натуральных дробей в десятичные и обратного перевода	622
7. Таблица перевода ньютон-метров в фунто-футы	623
8. Таблица перевода фунто-футов в ньютон-метры	624
9. Таблица перевода градусов по Цельсию в градусы по Фаренгейту	625
10. Таблица периодичности замены ремня привода газораспределительного механизма	626

### Словарь терминов 632

### Предметный указатель 645