

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуата-
ция автомобилей (по направлениям)» и 1-37 01 07 «Автосервис»
заочной формы обучения*



Могилев 2023

УДК 629.113
ББК 39.33
А36

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей»
«31» марта 2023 г., протокол № 9

Составители: канд. техн. наук, доц. О. В. Билык;
ст. преподаватель Е. А. Моисеев;
ст. преподаватель О. А. Пономарева

Рецензент канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец

Даны методические рекомендации для самостоятельной работы по дисциплине «Автомобильные двигатели», а также приведены методические указания по их выполнению, перечень необходимой литературы.

Учебное издание

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Ответственный за выпуск	О. В. Билык
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 31 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Введение.....	4
1 Цель изучения дисциплины	5
2 Задачи изучения дисциплины	5
3 Выбор задания самостоятельной работы.....	5
4 Методические указания	6
5 Темы работ и их содержание	6
6 Пример выполнения индивидуального задания	8
Список литературы.....	10

Введение

Целью самостоятельной работы является закрепление теоретических знаний по дисциплине «Автомобильные двигатели».

Дисциплина «Автомобильные двигатели» является основополагающей при подготовке специалистов высшей квалификации.

В основе изучения конструкции двигателей и основ расчета лежит понимание общих принципов. Поэтому при изучении каждой темы, агрегата, системы, узла или механизма усваивают общие принципы, присущие их функциональному назначению и конструкции. При таком методе изучения вырабатывается способность свободно разбираться во всем многообразии конструктивных форм и особенностей различных двигателей внутреннего сгорания.

Весьма важным для свободного ориентирования во множестве сходных по назначению и различных по устройству механизмов и деталей является усвоение их классификации по определенным признакам.

Самостоятельная работа (СР) по дисциплине проводится в соответствии с требованиями учебного плана Е 27-1-003-1/р. от 28.03.2014 г. и Положения об аудиторной контрольной работе и компьютерном тестировании обучающихся по заочной (дистанционной) форме, утвержденного Советом Белорусско-Российского университета 27 декабря 2013 г. (протокол № 5).

СР по данной дисциплине проводится в период лабораторно-экзаменационной сессии в соответствии с расписанием – после проведения лекционных, лабораторных и практических занятий. Общая ее продолжительность для учебной группы составляет два академических часа. Работа выполняется в письменной форме на бланках установленного образца. К выполнению СР допускаются студенты, имеющие при себе зачетную книжку, удостоверение личности (паспорт или вид на жительство, удостоверение беженца).

1 Цель изучения дисциплины

Дисциплина читается в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста данного профиля. Курс формирует инженерный уровень специалиста и имеет целью дать студентам систему знаний:

- о факторах, формирующих энергетические, экономические, эксплуатационные, экологические и другие показатели двигателя, а также о характеристиках двигателя, во многом определяющих технические и производственные показатели работы подвижного состава автотранспорта;

- о факторах, определяющих надежность, долговечность и безотказность, массогабаритные и производственные показатели двигателей, а также о технологических свойствах и ремонтпригодности двигателей.

2 Задачи изучения дисциплины

Студент, изучивший дисциплину, должен знать:

- общие положения о теоретических циклах поршневых двигателей;
- сущность и назначение процессов, происходящих в цилиндре двигателя внутреннего сгорания (ДВС) при реализации действительного цикла;

- критерии и методы приближения действительных циклов по своим мощностным и экономическим параметрам к теоретическим (идеальным) циклам;

- закономерности и наиболее эффективные методы превращения энергии топлива в работу ДВС;

- влияние основных конструктивных, режимно-эксплуатационных и атмосферно-климатических факторов на протекание рабочих процессов в ДВС и на формирование внешних показателей двигателя;

- современные методы улучшения технико-экономических показателей и характеристик двигателя;

- основные критерии, оценивающие те или иные аспекты работы ДВС и общепринятые характеристики;

- тенденции и направления развития ДВС, диктуемые современными требованиями к подвижному составу автотранспорта.

Студент, изучивший дисциплину, должен уметь:

- выбирать оптимальные методы организации работы автомобиля исходя из специфики работы его силового агрегата;

- намечать необходимые мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту ДВС исходя из современных эксплуатационных требований.

3 Выбор задания самостоятельной работы

Самостоятельная работа состоит из двух вопросов и одной задачи. Номер первого вопроса принимается по последней цифре шифра студента (таблица 1), второго вопроса – по сумме последней и предпоследней цифр шифра (таблица 2), задачи – по предпоследней цифре шифра студента (таблица 3). Темы могут также задаваться преподавателем.

Таблица 1 – Данные по теме 1

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер вопроса	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10

Таблица 2 – Данные по теме 2

Сумма последней и предпоследней цифр шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Номер вопроса	1	2	3	5	4	6	8	9	10	1	5	7	5	6	4	8	2	3	4

Таблица 3 – Данные по задаче

Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер задачи	1	3	5	7	9	2	4	6	8	10

4 Методические указания

При выполнении работы рекомендуется придерживаться следующих указаний.

- 1 Ознакомиться с содержанием контрольных вопросов и задач.
- 2 Ответить на вопрос с указанием назначения, классификации, устройства, работы объекта. Наличие рисунков является обязательным при ответе на вопрос. Рисунок должен иметь наименование, номер, а также названия структурных элементов.
- 3 Решить задачу с пояснениями в используемых формулах.

5 Темы работ и их содержание

Тема 1

- 1 Классификация двигателей внутреннего сгорания.
- 2 Теоретические циклы. Общие положения.
- 3 Обобщенный теоретический цикл с подводом тепла при P и $V = \text{const}$. Термический КПД цикла, среднее давление и работа цикла.
- 4 Уравновешивание одноцилиндрового двигателя методом Ланчестера.
- 5 Пленочное смесеобразование.
- 6 Сравнительный анализ теоретических циклов.
- 7 Отличие действительных циклов от теоретических.
- 8 Процесс сжатия. Температура и давление в конце процесса сжатия. Степень сжатия.
- 9 Приведение масс КШМ.
- 10 Основные свойства топлива. Состав смеси.

Тема 2

- 1 Основные положения и расчет системы охлаждения.
- 2 Основные положения и расчет системы смазки.
- 3 Время-сечение впускного клапана.
- 4 Механизмы газораспределения ДВС. Преимущества и недостатки.
- 5 Индикаторная диаграмма дизельного двигателя.
- 6 Выбор маховика из условия обеспечения равномерности вращения коленчатого вала двигателя.
- 7 Компрессионные кольца. Назначение, конструкция, анализ рабочих свойств.
- 8 Внешняя скоростная характеристика бензинового двигателя. Коэффициент приспособляемости.
- 9 Детонация. Факторы, влияющие на детонацию.
- 10 Механические потери. Способы определения механических потерь.

Задача 1. Определить эффективный КПД двигателя и удельный эффективный расход топлива четырехцилиндрового четырехтактного дизельного двигателя, если эффективная мощность $N_e = 109$ кВт, расход топлива $G_T = 32,5$ кг/ч и низшая теплота сгорания топлива $H_u = 42,44$ МДж/кг.

Задача 2. Определить степень сжатия четырехцилиндрового четырехтактного дизельного двигателя, если его литраж составляет $V_l = 2$ л, объем камеры сгорания $V_c = 0,05$ дм³.

Задача 3. Определить термический КПД, если количество теплоты, подведенное к рабочему телу, составляет $Q_1 = 2000$ Дж, количество теплоты, отведенное от рабочего тела, $Q_2 = 400$ Дж.

Задача 4. Найти давление в конце процесса расширения P_b , если степень сжатия $\varepsilon = 16$, теоретическое давление в конце сгорания $P_z = 10$ МПа, показатель политропы расширения $n_2 = 1,25$, степень предварительного расширения $\rho = 1,3$.

Задача 5. Найти часовой расход топлива G_T , если механический КПД равен 0,8, индикаторный момент двигателя $M_i = 200$ Н·м, удельный эффективный расход топлива $g_e = 200$ г/(кВт·ч), угловая скорость вращения коленчатого вала $\omega = 200$ с⁻¹.

Задача 6. Найти коэффициент приспособляемости K , если максимальная мощность двигателя $N_{\max} = 75$ кВт, максимальный момент $M_{\max} = 400$ Н·м, номинальная угловая скорость вращения коленчатого вала $\omega_{eN} = 200$ с⁻¹.

Задача 7. Найти степень сжатия, если рабочий объем цилиндра $V_h = 0,5$ дм³, полный объем цилиндра $V_a = 0,55$ дм³.

Задача 8. Определить литраж двигателя, если эффективная мощность двигателя $N_e = 50$ кВт, угловая скорость вращения коленчатого вала $\omega = 250$ с⁻¹, среднее эффективное давление $P_e = 1,2$ МПа.

Задача 9. Определить механический КПД, если среднее эффективное давление $P_e = 1,3$ МПа, среднее давление механических потерь $P_m = 0,21$ МПа.

Задача 10. Определить диаметр цилиндра и ход поршня четырехцилиндрового четырехтактного дизельного двигателя, если частота вращения коленчатого вала $n = 4000$ мин⁻¹, средняя скорость поршня $C_T = 10$ м/с и коэффициент короткоходности $k = 0,95$.

6 Пример выполнения индивидуального задания

Принцип действия четырехтактного дизеля.

Рабочий цикл в цилиндре четырехтактного дизеля осуществляется за два оборота коленчатого вала (рисунок 1). Цилиндр четырехтактного дизеля закрыт крышкой, в которой располагаются клапаны для впуска свежего заряда воздуха и выпуска продуктов сгорания. Впускные и выпускные клапаны удерживаются в закрытом положении пружинами и давлением, создаваемым в цилиндре в периоды сжатия, сгорания топлива и расширения. Открытие клапанов в необходимые моменты времени осуществляется с помощью газораспределительного механизма.

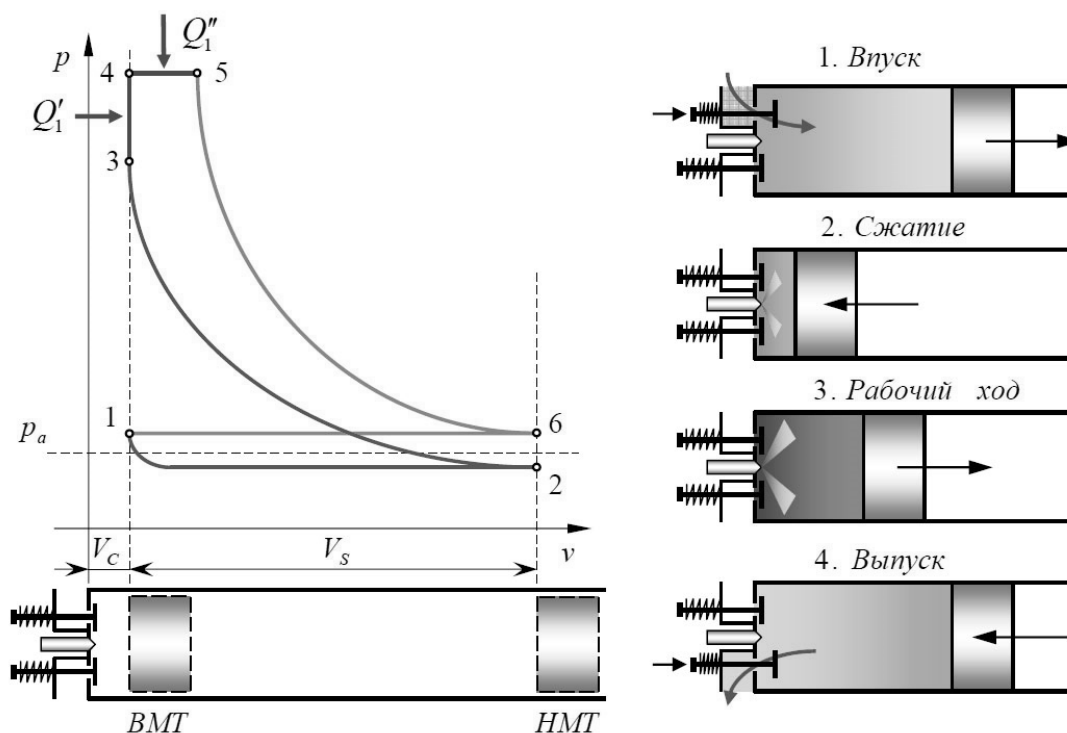


Рисунок 1 – Рабочий цикл в цилиндре четырехтактного дизеля

Рабочий цикл четырехтактного дизеля состоит из следующих процессов (тактов): *впуска, сжатия, расширения (рабочего хода) и выпуска* и происходит следующим образом.

Первый такт – впуск. В начальный момент времени давление в цилиндре двигателя несколько выше атмосферного – точка 1 индикаторной диаграммы. Поршень из ВМТ начинает свое движение к НМТ, открывается впускной клапан и поршень всасывает в цилиндр свежий заряд воздуха (процесс 1–2).

Второй такт – сжатие. Поршень из НМТ начинает движение к ВМТ. Впускной клапан закрывается и происходит сжатие воздуха, поступившего в цилиндр дизеля. При этом уменьшается объем заряда воздуха, повышается его давление (процесс 2–3) до 3,6...4,0 МПа в дизелях без наддува, а при высоком наддуве – до 11,0 МПа, что сопровождается увеличением температуры воздуха до 500 °С и выше.

Третий такт – расширение (рабочий ход). В начале такта расширения топливо продолжает поступать в цилиндр дизельного двигателя, и процесс сгорания ~ 60 % топлива при начале движения поршня от ВМТ к НМТ близок к изобарному (процесс 4–5 на диаграмме). По окончании сгорания топлива происходит расширение продуктов сгорания (процесс 5–6 на индикаторной диаграмме). Расширяющиеся продукты сгорания воздействуют на поршень, совершая полезную работу. Давление газов в цилиндре двигателя и их температура в ходе процесса расширения понижаются.

Четвертый такт – выпуск. По окончании хода расширения открывается выпускной клапан, и поршень начинает движение от НМТ к ВМТ. При этом происходит выпуск отработавших газов через выпускной клапан (процесс 6–1 на индикаторной диаграмме).

Задача. Определить эффективный КПД двигателя и удельный эффективный расход топлива четырехцилиндрового четырехтактного дизельного двигателя, если эффективная мощность $N_e = 109$ кВт, расход топлива $G_T = 32,5$ кг/ч и низшая теплота сгорания топлива $H_U = 42,44$ МДж/кг.

Решение

$$g_e = \frac{G_T \cdot N_e}{1000} = \frac{32,5 \cdot 109}{1000} = 298 \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}.$$

$$\eta_M = \frac{3600}{H_U \cdot g_e} = \frac{3600}{42,44 \cdot 298} = 0,284.$$

Список литературы

1 **Степанов, В. Н.** Автомобильные двигатели. Расчеты : учебное пособие для академ. бакалавриата / В. Н. Степанов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2017. – 148 с.

2 **Колчин, А. И.** Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для вузов / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – 4-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2008. – 496 с.: ил.

3 Требования к выполнению технологической и конструкторской документации в курсовом и дипломном проектировании для студентов специальности 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» / Сост. И. С. Сазонов [и др.]. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – 50 с.

4 Современные подходы к созданию дизелей для легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков / А. Д. Блинов [и др.]; под ред. В. С. Папонова, А. М. Минеева. – Москва : Инженер, 2000. – 332 с.: ил.

5 Системы управления бензиновыми двигателями: пер. с нем. – 1-е рус. изд. – Москва : За рулем, 2005. – 432 с.: ил.

6 Системы управления дизельными двигателями: пер. с нем. – 1-е рус. изд. – Москва : За рулем, 2004. – 480 с.: ил.

7 Автомобильный справочник / Б. С. Васильев [и др.]; под общ. ред. В. М. Приходько. – Москва : Машиностроение, 2004. – 704 с.