

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт транспорта и логистики  
Кафедра двигателей внутреннего сгорания

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института транспорта и логистики  
Быкадоров В.В.  
2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ТЕОРИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ»**

По направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение

Магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания»

Луганск 2023

### Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория поршневых двигателей» по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» – 45 с.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Теория поршневых двигателей» разработана с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 149.

#### СОСТАВИТЕЛИ:

канд.техн.наук, доцент кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Тырловой С.И.,  
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Доценко Д.М.,  
старший преподаватель кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» Ковтун А.С.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Двигатели внутреннего сгорания»

« 12 » 04 20 23 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Данилейченко

Переутверждена: « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики

« 14 » 04 20 23 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической  
комиссии института



Е.И. Иванова

© Тырловой С.И., Доценко Д.М.,  
Ковтун А.С., 2023  
© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Цель дисциплины:** изучить процессы, протекающие в энергетических установках и научиться выбрать рациональные пути совершенствования их конструкции с целью улучшения эффективных показателей.

**Задачами** изучения дисциплины является изучение:

эффективных и оценочных показателей двигателя, способов форсирования поршневых двигателей, процессов газообмена и их связь с наддувом, режимов и характеристик работы ДВС, особенностей расчета рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах, моделирования рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах, освоение принципов выбора типа ДВС для наземных транспортных средств.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория поршневых двигателей» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: **знания** разделов из цикла фундаментальных и профессионально-ориентированных дисциплин, **умения** воспользоваться имеющейся информацией для дальнейшего проектирования и расчета рабочего процесса двигателя и его систем.

Основывается на базе дисциплин: математика, физика, химия, тепломассообмен, теория рабочих процессов ДВС.

Является основой для изучения следующих дисциплин: моделирование процессов в поршневых двигателях, современные проблемы науки и производства в энергетическом машиностроении, двигатели специального назначения, Спецглавы конструирования и САПР в энергомашиностроении и др.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

|                                                                                                                                                                         |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1. Способность использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества | ПК-1.2. Умеет выполнять расчеты объектов энергетического машиностроения. | <p>знать: тенденции и направления развития энергетических установок, классификацию ДВС, конструкцию и компоновочные схемы двигателей внутреннего сгорания, общие требования, к критериям оценки проектируемых двигателей с учетом требований эксплуатации и охраны окружающей среды и конкурентоспособности;</p> <p>уметь: анализировать современные требования к энергетическим установкам автомобилей и тракторов, применять современные прикладные программы для расчета эксплуатационных режимов ДВС;</p> <p>владеть навыками: составления программ расчета процессов в поршневых двигателях; исследования влияния рабочих процессов ДВС на их надежность, технологичность, безопасность и конкурентоспособность, методами выбора критериев оценки проектируемых двигателей.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                             | Объем часов<br>(зач. ед.) |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                                                                | Очная форма               | Заочная форма             |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>                                          | <b>144</b><br>(4 зач. ед) | <b>144</b><br>(4 зач. ед) |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b><br><b>в том числе:</b> | <b>56</b>                 | <b>28</b>                 |
| Лекции                                                                         | 28                        | 12                        |
| Семинарские занятия                                                            |                           |                           |
| Практические занятия                                                           | 14                        | 8                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|
| Лабораторные работы                                                                                                                                                                                                                                                     | 14        | 8          |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                                                                                                                                                                                                                       | -         | -          |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )<br><b>индивидуальное задание</b> | 18        | 18         |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>                                                                                                                                                                                                                          | <b>88</b> | <b>116</b> |
| Форма аттестации                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен   | экзамен    |

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

- Форсирование поршневых двигателей (ПД).** Факторы, влияющие на литровую мощность.
- Способы форсирования.** Форсирование по среднему эффективному давлению цикла. Форсирование по частоте вращения вала ПД
- Наддув ПД.** Способы наддува. Типы нагнетателей, их достоинства и недостатки. Системы газотурбинного наддува.
- Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_t = \text{const}$ ).** Определение давления газов в цилиндре в процессе выпуска. Уравнение Рато для определения давления в выхлопном коллекторе.
- Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_t = \text{var}$ ).** Определение давления в выхлопном коллекторе для систем наддува с переменным давлением в выхлопном коллекторе
- Внешний тепловой баланс ПД.** Составление теплового баланса для ПД без наддува, с приводным нагнетателем и газотурбинным наддувом. Определение составляющих теплового баланса.
- Внутренний тепловой баланс.** Уравнение внутреннего теплового баланса для определения температуры выхлопных газов. Факторы, влияющие на температуру выхлопных газов.
- Характеристики ПД.** Виды характеристик ПД. Скоростные характеристики ПД. Изменение параметров двигателя по скоростным характеристикам.
- Характеристики ПД.** Нагрузочные, винтовые, регуляторные и генераторные характеристики. Универсальные и регулировочные характеристики.
- Использование альтернативных топлив.** Особенности расчета рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах.
- Частичные и переходные режимы ПД.** Моделирование рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах.
- Моделирование работы турбокомпрессоров на частичных и переходных режимах ПД с ГТН.** Моделирование параметров компрессора. Моделирование параметров турбины. Определение КПД и мощности турбины.

#### 4.3. Лекции

| №<br>п/п | Название темы                                                                                     | Объем часов    |                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|          |                                                                                                   | Очная<br>форма | Заочная<br>форма |
| 1        | 1. Форсирование ПД. Факторы, влияющие на литровую мощность                                        | 3              | 2                |
| 2        | 2. Форсирование по среднему эффективному давлению цикла. Форсирование по частоте вращения вала ПД | 3              |                  |
| 3        | 3. Наддув ПД                                                                                      | 3              | 2                |
| 4        | 4. Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_t = \text{const}$ )                        | 3              |                  |
| 5        | 5. Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_t = \text{var}$ )                          | 2              |                  |
| 6        | 6. Внешний тепловой баланс ПД.                                                                    | 2              | 2                |
| 7        | 7. Внутренний тепловой баланс.                                                                    | 2              |                  |
| 8        | 8. Характеристики ПД (скоростные).                                                                | 2              | 2                |
| 9        | 9. Характеристики ПД (нагрузочные).                                                               | 2              |                  |
| 10       | 10. Особенности расчета рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах.               | 2              | 2                |
| 11       | 11. Моделирование рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах                          | 2              | 1                |
| 12       | 12. Моделирование работы турбокомпрессоров при стационарных и переходных режимах ПД с ГТН.        | 2              | 1                |

|               |           |           |
|---------------|-----------|-----------|
| <b>Итого:</b> | <b>28</b> | <b>12</b> |
|---------------|-----------|-----------|

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

| № п/п         | Название темы                                                                                               | Объем часов |               |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|               |                                                                                                             | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Определение показателей форсирования автотракторных двигателей. Решение задач.                              | 1           | 2             |
| 2             | Форсирование по среднему эффективному давлению цикла и частоте вращения вала ПД. Решение задач.             | 1           |               |
| 3             | Форсирование ПД наддувом. Решение задач.                                                                    | 1           |               |
| 4             | Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_T = \text{const}$ )                                     | 1           | 2             |
| 5             | Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_T = \text{var}$ )                                       | 1           |               |
| 6             | Определение составляющих внешнего теплового баланса                                                         | 1           |               |
| 7             | Внутренний тепловой баланс. Определение температуры отработавших газов на основе. Решение задач.            | 1           |               |
| 8             | Характеристики ПД. Снятие характеристик ПД.                                                                 | 1           | 2             |
| 9             | Характеристики ПД. Построение характеристик ПД.                                                             | 1           |               |
| 10            | Расчет рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах. Решение задач.                           | 1           | 2             |
| 11            | Моделирование рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах с использованием ЭВМ.                  | 2           |               |
| 12            | Моделирование работы турбокомпрессоров при стационарных и переходных режимах ПД с ГТН с использованием ЭВМ. | 2           |               |
| <b>Итого:</b> |                                                                                                             | <b>14</b>   | <b>8</b>      |

#### 4.5. Лабораторные работы

| № п/п         | Название темы                        | Объем часов |               |
|---------------|--------------------------------------|-------------|---------------|
|               |                                      | Очная форма | Заочная форма |
| 1             | Тепловой баланс ПД                   | 2           | 1             |
| 2             | Снятие нагрузочной характеристики    | 2           | 1             |
| 3             | Снятие скоростной характеристики     | 3           | 2             |
| 4             | Снятие винтовой характеристики       | 2           | 1             |
| 5             | Снятие регуляторной характеристики   | 2           | 1             |
| 6             | Снятие регулировочной характеристики | 3           | 2             |
| <b>Итого:</b> |                                      | <b>14</b>   | <b>8</b>      |

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

| № п/п | Название темы                                                                | Вид СРС                                                                                 | Объем часов |               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
|       |                                                                              |                                                                                         | Очная форма | Заочная форма |
| 1     | Конструктивные способы форсирования ПД                                       | Индивидуальное задание. Обзор интернет-источников по способам форсирования и тюнинга ПД | 23          | 29            |
| 2     | Расчет процесса выпуска                                                      | Индивидуальное задание. Расчет процесса выпуска.                                        | 18          | 29            |
| 3     | Моделирование рабочего процесса ПД на альтернативных топливах                | Индивидуальное задание. Решение задач.                                                  | 22          | 29            |
| 4     | Моделирование работы турбокомпрессоров при стационарных и переходных режимах | Индивидуальное задание. Моделирование работы центробежного компрессора.                 | 25          | 29            |

|               |  |           |            |
|---------------|--|-----------|------------|
| ПД            |  |           |            |
| <b>Итого:</b> |  | <b>88</b> | <b>116</b> |

#### 4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрено учебным планом.

#### 5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

##### а) основная литература:

1. Тырловой С. И. Теория поршневых двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. И. Тырловой. - Луганск: ЛНУ им. В. Даля, 2017. - 91 с. [https://yadi.sk/d/M-hvRP5R\\_jKa7w](https://yadi.sk/d/M-hvRP5R_jKa7w)
2. Данилейченко А.А. Моделирование процессов в поршневых двигателях: Учебное пособие / [А.А.Данилейченко, М.А.Брянцев, С.И.Тырловой, Д.И.Любченко]; - Луганск: изд-во ЛНУ им. В.Даля, 2018.-131с. - Режим доступа: [https://yadi.sk/d/M-hvRP5R\\_jKa7w](https://yadi.sk/d/M-hvRP5R_jKa7w)
3. Чайнов Н. Д. Конструирование и расчет поршневых двигателей: учебник / Н. Д. Чайнов, А. Н. Краснокутский, Л. Л. Мягков; под ред. Н. Д. Чайнова. - Москва: МГТУ им. Баумана, 2018. - 536 с. - ISBN 978-5-7038-4854-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1964153>
4. Ведрученко В. Р. Тепловые двигатели и нагнетатели: учебное пособие / В. Р. Ведрученко, Е. М. Резанов, Е. С. Лазарев. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-1558-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2100417>

##### б) дополнительная литература:

5. Тарасик В. П. Теория автомобилей и двигателей [Текст] : учебное пособие / В. П. Тарасик, М. П. Бренч. - 2-е изд., испр. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 447 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 978-5-16-006210-5 (print). - ISBN 978-5-16-101224-6 (online) : 2000 р.
6. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок : учебник / А. Н. Арбеков, А. Ю. Варакин, В. Л. Иванов [и др.] ; под общ. ред. А. Ю. Варакина. - 4-е изд., испр. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. - 680 с. - ISBN 978-5-7038-4755-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1963334> (дата обращения: 01.02.2024).
7. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы : учебник / Р. З. Кавтарадзе. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2016. - 592 с. - ISBN 978-5-7038-4117-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1960951> (дата обращения: 01.02.2024).
8. Стуканов В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля [Текст] : учебное пособие / В. А. Стуканов. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. - 367 с. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 360. - ISBN 978-5-8199-0770-2 (ФОРУМ). - ISBN 978-5-16-013805-3 (ИНФРА-М, print). - ISBN 978-5-16-101654-1 (ИНФРА-М, online) : 1600 р.
9. Вальехо Мальдонадо П. Р. Кинематика и динамика автомобильных поршневых двигателей [Текст] : учебное пособие / Вальехо Мальдонадо П. Р., Н. Д. Чайнов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. -

- 282 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Библиогр.: с. 277-278. - ISBN 978-5-16-014528-0 (print). - ISBN 978-5-16-107031-4 (online) : 1700 p.
10. Тырловой С. И. Учебное пособие "Моделирование процессов топливоподачи современных дизелей" для студентов направления подготовки 13.04.03 - «Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / С. И. Тырловой. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2019. - 124 с.
11. Моделирование процессов в поршневых двигателях [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Данилейченко [и др.]. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2018. - 131 с.
12. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов [Текст]: учебник / [В. Н. Луканин, К. А. Морозов, А. С. Хачиян и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. - Москва : Высшая школа, 1995. - 368 с. - ISBN 5-06-003298-1. - ISBN 5-06-003295-7 (в пер.) : 14 грн. 34 к.
13. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум [Текст] : учебник / [В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, А. Ю. Труш и др.] ; под ред. В. Н. Луканина. - Москва : Высшая школа, 1995. - 256 с. - ISBN 5-06-003298-1. - ISBN 5-06-003297-3 (в пер.) : 14 грн. 33 к.
14. Конструирование и расчет двигателей внутреннего сгорания [Текст] : учебник / [Н. Х. Дьяченко, Б. А. Харитонов, В. М. Петров и др.] ; под ред. Н. Х. Дьяченко. - Ленинград : Машиностроение, 1979. - 392 с. - 1 р. 10 к.
15. Теория двигателей внутреннего сгорания. Рабочие процессы [Текст] : учебник / под ред. Н. Х. Дьяченко. - 2-е изд., доп. и перераб. - Ленинград : Машиностроение, 1974. - 552 с. - 1 р. 41 к.
16. Колчин А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей [Текст] : учебное пособие / А. И. Колчин, В. П. Демидов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1980. - 400 с. - 1 р. 10 к.
17. Крюков К. С. Теория и конструкция силовых установок [бронетанковой техники] [Текст] : учебное пособие / К. С. Крюков. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 210 с. - (Военное образование). - Библиогр.: с. 210. - ISBN 978-5-16-014822-9 (print). - ISBN 978-5-16-107567-8 (online) : 1200 p.
18. Дружинин А. М. Модернизация двигателей внутреннего сгорания. Цилиндропоршневая группа нового поколения [Текст] : учебное пособие / А. М. Дружинин. - 2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 147 с. : черт. - Библиогр.: с. 141-142. - ISBN 978-5-9729-1328-2 : 1100 p.
19. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей [Текст] : учебник / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1983. - 375 с. - 1 р. 70 к.
20. Казанджан П. К. Теория авиационных двигателей. Теория лопаточных машин [Текст] : учебник / П. К. Казанджан, Н. Д. Тихонов, А. К. Янко; под ред. П. К. Казанджана. - Москва : Машиностроение, 1983. - 217 с. - ISBN В пер. : 70 к.
21. Автомобильные двигатели [Текст] : учебное пособие / А. Н. Кинщак [и др.]. - Луганск : Изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2004. - 96 с. - ISBN 966-590-460-4 : 7 грн. 66 к.

#### в) методические указания:

1. Методические указания «Тепловой расчет 4-х тактного ДВС, работающего на жидком топливе» к практическим занятиям по дисциплине «Теория поршневых двигателей» для студентов направления подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» [Электронный ресурс] / Сост. С.И. Тырловой. - Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019.- 47с.
2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Теория поршневых двигателей» для студентов направления подготовки 13.04.03.«Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / сост.: С. И. Тырловой, А. А. Данилейченко. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 135 с.
3. Методические указания к самостоятельной и контрольной работе по дисциплине «Теория поршневых двигателей» для студентов направления подготовки 13.04.03.«Энергетическое машиностроение» магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / сост. С. И. Тырловой. - Луганск : ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 19 с.
4. Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Теория поршневых двигателей» для студентов направления подготовки 13.04.03. «Энергетическое машиностроение». Магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» [Электронный ресурс] / сост. С. И. Тырловой. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2022. - 44 с.

#### г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант-студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины (модуля)

Лекционные занятия проводятся в академических аудиториях.

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Практические занятия: проводятся с использованием раздаточного материала, наглядных пособий, демонстрационных плакатов.

Лабораторные работы: лаборатория ДВС, оснащенная специализированными лабораторными стендами (Стенд «Всетин» с ДВС, стенды с дизелями 5Д2, 6ЧН12/14, 1Ч12/14, 5Д4, стенд СДТА, стенд «Motorpal», стенд с ДВС 4ЧН8,5/11 с волновым обменником давления, наглядное пособие двигатель ТВЗ-117 и СПГГ, лабораторные стенды 1, 2, 3, 4 по теплотехнике, лабораторное контрольно-измерительное оборудование, наглядные пособия), плакаты со схемами лабораторных работ, шаблоны отчетов по лабораторным работам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет (комплект электронных раздаточных материалов выдается студентам в электронной форме).

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение    | Ссылки                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Офисный пакет             | Libre Office 6.3.1                    | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>                                                              |
| Операционная система      | UBUNTU 19.04                          | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                                                                                          |
| Браузер                   | Firefox Mozilla                       | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>                                                                                                                                                   |
| Браузер                   | Opera                                 | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>                                                                                                                                                                                   |
| Почтовый клиент           | Mozilla Thunderbird                   | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                                                                                 |
| Файл-менеджер             | Far Manager                           | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>                                                                                                                                               |
| Архиватор                 | 7Zip                                  | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>                                                                                                                                                                                 |
| Графический редактор      | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF              | PDFCreator                            | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>                                                                                                                                                       |

|            |     |                                                                         |
|------------|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| Аудиоплеер | VLC | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a> |
|------------|-----|-------------------------------------------------------------------------|

## 8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине

«Теория рабочих процессов ДВС»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

| Этап           | Код компетенции                                                                                                                                                         | Уровни сформированности компетенции | Критерии оценивания компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Начальный      | ПК-1. Способность использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества | Базовый                             | знать: тенденции и направления развития энергетических установок, классификацию ДВС, конструкцию и компоновочные схемы двигателей внутреннего сгорания, общие требования, к критериям оценки проектируемых двигателей с учетом требований эксплуатации и охраны окружающей среды и конкурентоспособности |
| Основной       |                                                                                                                                                                         | Повышенный                          | уметь: анализировать современные требования к энергетическим установкам автомобилей и тракторов, применять современные прикладные программы для расчета эксплуатационных режимов ДВС                                                                                                                     |
| Заключительный |                                                                                                                                                                         | Высокий                             | владеть навыками: составления программ расчета процессов в поршневых двигателях; исследования влияния рабочих процессов ДВС на их надежность, технологичность, безопасность и конкурентоспособность, методами выбора критериев оценки проектируемых двигателей.                                          |

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции                                                                                                                  | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)            | Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Этапы формирования (семестр изучения)    |
|-------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|       | ПК-1                           | Способность использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями | ПК-1.2. Умеет выполнять расчеты объектов энергетического машиностроения. | Тема 1 Форсирование ПД. Факторы, влияющие на литровую мощность.<br>Тема 2 Форсирование по среднему эффективному давлению цикла.<br>Тема 3 Наддув ПД.<br>Тема 4 Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_t = \text{const}$ ).<br>Тема 5 Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_t = \text{var}$ ).<br>Тема 6 Внешний тепловой баланс ПД.<br>Тема 7 Внутренний тепловой баланс.<br>Тема 8,9 Характеристики ПД. | Начальный, основной, заключительный<br>1 |

|  |  |          |  |                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|--|--|----------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | качества |  | Тема 10 Особенности расчета рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах.<br>Тема 11 Моделирование рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах.<br>Тема 12 Моделирование работы турбокомпрессоров при стационарных и переходных режимах ПД с ГТН |  |
|--|--|----------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)            | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины                                                                                   | Наименование оценочного средства                                 |
|-------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1.    | ПК-1                           | ПК-1.2. Умеет выполнять расчеты объектов энергетического машиностроения. | <p>знать: тенденции и направления развития энергетических установок, классификацию ДВС, конструкцию и компоновочные схемы двигателей внутреннего сгорания, общие требования, к критериям оценки проектируемых двигателей с учетом требований эксплуатации и охраны окружающей среды и конкурентоспособности;</p> <p>уметь: анализировать современные требования к энергетическим установкам автомобилей и тракторов, применять современные прикладные программы для расчета эксплуатационных режимов ДВС;</p> <p>владеть навыками: составления программ расчета процессов в поршневых двигателях; исследования влияния рабочих процессов ДВС на их надежность, технологичность, безопасность и конкурентоспособность, методами выбора критериев оценки проектируемых двигателей.</p> | Тема 1,<br>Тема 2,<br>Тема 3,<br>Тема 4,<br>Тема 5,<br>Тема 6,<br>Тема 7,<br>Тема 8,<br>Тема 9,<br>Тема 10,<br>Тема 11,<br>Тема 12 | Практическая работа, лабораторная работа, индивидуальное задание |

### Диагностическое контрольное тестирование:

Комплект тестовых заданий, позволяющих осуществить оценку компетенции

|                                                                                                                       |                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способность использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических | ПК-1.2. Умеет выполнять расчеты объектов энергетического машиностроения. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

|                                                  |  |
|--------------------------------------------------|--|
| установок с прогрессивными показателями качества |  |
|--------------------------------------------------|--|

образовательной программы 13.04.03 Энергетическое машиностроение, магистерская программа «Двигатели внутреннего сгорания» дисциплина «Теория поршневых двигателей»

### ВАРИАНТ 1

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 1.

*Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Как форсируют поршневые ДВС?

- 1) увеличением среднего эффективного давления цикла ПД.
- 2) повышением частоты вращения вала ПД.
- 3) повышением прочности КШМ
- 4) увеличением рабочего объема цилиндров двигателя.
- 5) увеличением наполнения цилиндров воздухом.

Ответ: 1245

Обоснование: 1245

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Каким может быть тепловой баланс ПД?

- 1) внешним.
- 2) промежуточным
- 3) внутренним.
- 4) полнопоточным
- 5) частичным

Ответ: 13

Обоснование: известны два вида теплового баланса внешний и внутренний

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Для каких целей используется при расчете двигателя с газотурбинным наддувом уравнение Рато?

- 1) для определения давления газов в выхлопном коллекторе.
- 2) для определения температуры газов в выхлопном коллекторе
- 3) для определения частоты вращения ротора турбины
- 4) для определения мощности компрессора
- 5) для определения степени понижения давления перед турбиной.

Ответ: 15

Обоснование: уравнение Рато позволяет определить давление газов в выхлопном коллекторе и степень понижения давления перед турбиной.

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какой может быть скорость выхлопных газов в минимальном сечении струи в процессе выпуска?

- 1) Равной скорости звука.
- 2) Больше скорости звука
- 3) Меньше скорости звука.

- 4) Возможны все названные случаи  
 5) нет правильного ответа

Ответ: 13

Обоснование: в процессе выпуска скорость выхлопных газов в минимальном сечении струи определяется перепадом давлений в цилиндре и выхлопном коллекторе, при поднадкритическом перепаде давлений скорость истечения равна скорости звука, при надкритическом перепаде – меньше скорости звука.

Задание с выбором ответа  
 базовый уровень

Задание 5.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Поршневая мощность ПД – это отношение эффективной мощности двигателя к:

- 1) количеству поршней
- 2) литражу двигателя
- 3) рабочему объему цилиндра
- 4) площади поршня.
- 5) объему цилиндра

Ответ: 4.

Обоснование: По определению «поршневая мощность ПД» – это отношение эффективной мощности двигателя к площади поршня.

Задание с выбором ответа  
 базовый уровень

Задание 6.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Каких характеристик ДВС не существует?

- 1) тяговых.
- 2) скоростных
- 3) нагрузочных
- 4) винтовых
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 1

Обоснование: не существует тяговых характеристик ДВС.

Задание с выбором ответа  
 базовый уровень

Задание 7.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Что позволяет определить тепловой баланс ДВС?

- 1) величину коэффициента избытка воздуха
- 2) среднее индикаторное давление цикла
- 3) механические потери ПД
- 4) полезно использованную теплоту.
- 5) величину коэффициента наполнения

Ответ: 4

Обоснование: 4 - именно с этой целью чаще всего используют уравнение внутреннего теплового баланса, остальные пункты не определяются.

Задание с выбором ответа  
 базовый уровень

Задание 8.

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Каких регуляторных характеристик ПД не бывает?

- 1) статических
- 2) астатических
- 3) частичных
- 4) универсальных.
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 4

Обоснование: универсальные характеристики не относятся к регуляторным.

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

Задание 9.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Какая последовательность действия при определении давления  $p_c$  конца сжатия в цилиндре ДВС?

- 1) вычисляем давление  $p_c$  конца сжатия по уравнению политропического процесса
- 2) определяем за весь процесс сжатия средний показатель адиабатического процесса сжатия
- 3) определяем температуру  $T_c$  конца сжатия по уравнению адиабатического процесса
- 4) определяем средний показатель политропического процесса сжатия
- 5) задаемся средним показателем адиабаты сжатия

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 3 | 2 | 4 | 1 |
|---|---|---|---|---|

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

Задание 10.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность рабочего цикла в цилиндре 4-х тактного двигателя.

- 1) горючая смесь сжимается
- 2) расширение газов, получившихся при сгорании
- 3) сгорание горючей смеси
- 4) горючая смесь всасывается в цилиндр
- 5) газ, образовавшийся при сгорании горючей смеси, удаляется из цилиндра

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 1 | 3 | 2 | 5 |
|---|---|---|---|---|

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

Задание 11.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность расчета рабочего цикла дизеля по методике Гриневецкого - Мазинга

- 1) определяем среднее проходное сечение впускных органов, определяем выходные показатели процесса наполнения
- 2) определяем индикаторные показатели рабочего цикла дизеля
- 3) определяем эффективные показатели рабочего цикла дизеля
- 4) определяем выходные показатели процесса сжатия
- 5) определяем выходные показатели процесса сгорания, определяем выходные показатели процесса расширения

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 5 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

## Задание 12.

Прочитайте текст и установите последовательность.

Укажите правильную последовательность при определении расхода отработавших газов (в литрах в секунду) дизеля 6Ч12\14, если известны: удельный эффективный расход топлива  $g_e$  (кг/(кВт\*час)), мощность, коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  и количество воздуха  $L_0$  для сгорания 1 кг топлива, температура и выхлопных газов.

- 1) определяем расход воздуха в кг/час
- 2) определяем расход отработавших газов в литрах в секунду
- 3) определяем расход отработавших газов в кг/час
- 4) определяем плотность отработавших газов
- 5) определяем рабочий объем цилиндра двигателя 6Ч12\14

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

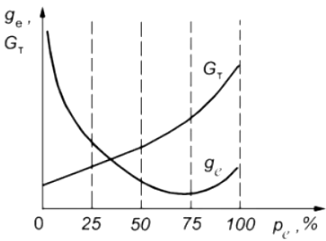
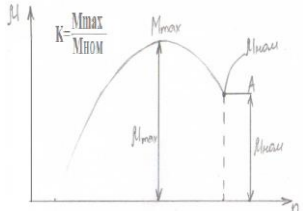
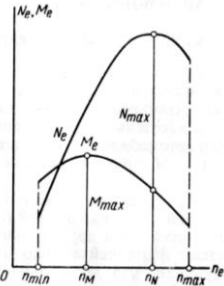
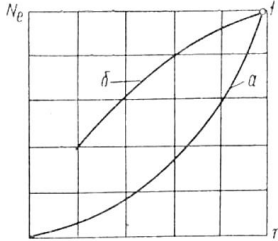
|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 1 | 3 | 4 | 2 |
|---|---|---|---|---|

Задание на установление соответствия  
повышенный уровень

## Задание 13.

Прочитайте текст и установите соответствие

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

| Выполняемая задача |                                                                                                                  | Показатель соответствия |                                   |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| А                  |                                | 1                       | коэффициент приспособляемости ДВС |
|                    |                                                                                                                  |                         |                                   |
| Б                  |                               | 2                       | нагрузочная характеристика        |
|                    |                                                                                                                  |                         |                                   |
| В                  |                               | 3                       | винтовая характеристика           |
|                    |                                                                                                                  |                         |                                   |
| Г                  |  <p>Что показано линией а</p> | 4                       | регуляторная характеристика       |
|                    |                                                                                                                  |                         |                                   |
|                    |                                                                                                                  | 5                       | скоростная характеристика         |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| 2 | 1 | 5 | 3 |

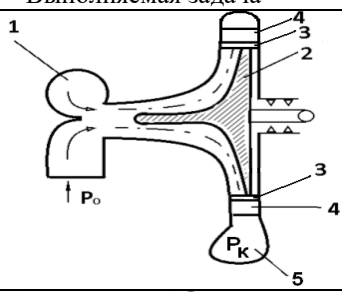
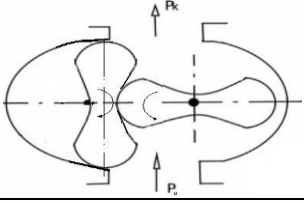
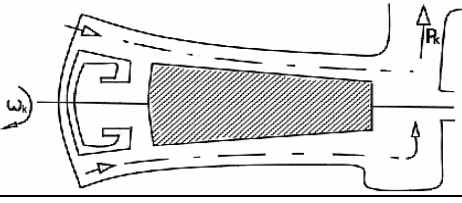
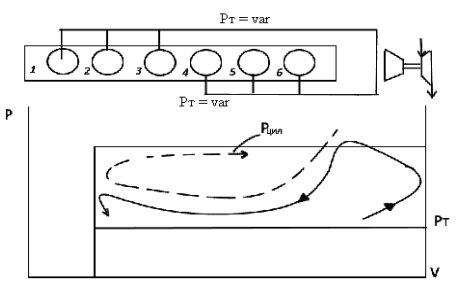
**Задание на установление соответствия**  
**повышенный уровень**

Задание 14.

*Прочитайте текст и установите соответствие*

Установите соответствие изображений названиям.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

| Выполняемая задача |                                                                                     | Показатель соответствия |                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| А                  |    | 1                       | газотурбинный наддув    |
| Б                  |    | 2                       | осевой компрессор       |
| В                  |   | 3                       | центробежный компрессор |
| Г                  |  | 4                       | поршневой компрессор    |
|                    |                                                                                     | 5                       | объемный компрессор     |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| 3 | 5 | 2 | 1 |

**Задание на установление соответствия**  
**повышенный уровень**

Задание 15.

*Прочитайте текст и установите соответствие*

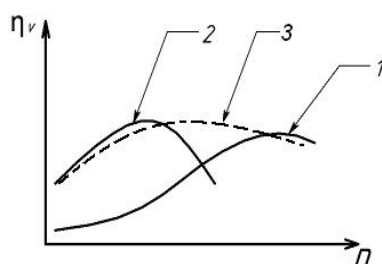


Рис. 1 –Изменение коэффициента наполнения по скоростной характеристике поршневого двигателя при различной регулировке фаз газораспределения

| Выполняемая задача |                                   | Показатель соответствия |                             |
|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| А                  | изменение фаз ГРМ по кривой №1    | 1                       | низкооборотная регулировка  |
| Б                  | изменение фаз ГРМ по кривой №2    | 2                       | переменные фазы             |
| В                  | изменение фаз ГРМ по кривой №3    | 3                       | частота вращения            |
| Г                  | по вертикальной оси откладывается | 4                       | высокооборотная регулировка |
|                    |                                   | 5                       | коэффициент наполнения      |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| 4 | 1 | 2 | 5 |

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 16.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Определить адиабатическое изменения объема  $\partial_{ад} V$  при расчете процесса наполнения по методике проф. Глаголева Н.М.

Ответ:  $\partial_{ад} V = -V/(k \cdot P) \cdot dP$ .

Решение: Для определения адиабатического изменения объема  $\partial_{ад} V$  продифференцируем один раз уравнение адиабаты  $PV^k = \text{const}$ :

$$dPV^k + PkV^{k-1} \cdot \partial_{ад} V = 0,$$

Откуда  $\partial_{ад} V = -V/(k \cdot P) \cdot dP$ .

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 17.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Определить при нормальных атмосферных условиях теоретическую скорость в горловине впускного клапана дизеля без наддува при следующих исходных данных. Диаметр горловины 40мм, давления во впускном ресивере и в цилиндре соответственно 96 и 80кПа, показатель адиабаты принять  $k=1.4$ .

Ответ 173 м/с.

Решение: искомую теоретическую скорость воздуха  $W_s$  определяем по формуле для сжимаемой среды:

$$W_s = \sqrt{\frac{k}{k-1} R_s T_s (1 - (P/P_s)^{\frac{k-1}{k}})},$$

где по условию задачи  $P=80$  кПа,  $P_s=96$ кПа, для дизеля без наддува  $T_s=293$ К, газовая постоянная для воздуха  $R_s=287$ Дж/(кмоль\*К), после подстановки значений, получим:

$$W_s = \sqrt{\frac{1,4}{1,4-1} 287 \cdot 293 (1 - (80/96)^{\frac{1,4-1}{1,4}})} = 173 \text{ м/с}$$

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 18.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Исходя из уравнения процесса наполнения по методу объемного баланса проф. Глаголева  $dP = -k \cdot P / V \cdot (dV + \partial_v V)$  определить выражение для коэффициента хода поршня  $X_v$  в уравнении  $dP = -X_v \cdot P \cdot d\varphi^0 + k \cdot P / V \cdot \partial_s V$ .

Ответ  $X_v = k \cdot \pi \cdot V_h / 360 \cdot \gamma / V$ .

Решение. Определим  $X_v$  следующим образом. Элементарное изменение объема цилиндра  $dV$  за бесконечно малый промежуток времени  $d\tau$ :  $dV = F_{\pi} \cdot dS$  здесь  $F_{\pi}$  - площадь поршня, а  $dS$  - его элементарное перемещение:  $dS = C_{\pi} \cdot d\tau$  здесь  $C_{\pi} = R \cdot \omega \cdot \gamma$  - скорость поршня;  $R$  - радиус кривошипа,  $\omega$  - угловая скорость коленчатого вала,  $\gamma = \sin(\varphi + \beta) / \cos \beta$  - относительная скорость поршня. Здесь  $\varphi$  - угол поворота коленчатого вала (ПКВ),  $\beta$  - угол качания шатуна;  $d\tau = d\varphi^0 / 6\pi$ . Заметив, что  $R = S/2$ ;  $\omega = \pi \cdot n / 30$ ;  $V_h = F_{\pi} \cdot S$ ;  $d\tau = d\varphi / (6 \cdot \pi)$  и  $k \cdot P / V \cdot dV = k \cdot P / V \cdot V_h / 2 \cdot \pi / 30 \cdot d\varphi / 6$ , получим выражения для коэффициента хода поршня  $X_v$ :  $X_v = k \cdot \pi \cdot V_h / 360 \cdot \gamma / V$

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 19.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Определить эффективный КПД дизеля мощностью 100 кВт, если за 1 час он расходует 25 литров дизельного топлива ( $Q_H = 42000$  кДж/кг, плотность топлива  $850 \text{ кг/м}^3$ ).

Ответ 40% (0,4).

Решение: Используем известные формулы:  $\eta_e = 3600 / (g_e \cdot Q_H)$ . Найдем  $g_e = G_T / Ne$ , где  $G_T = \rho \cdot 0,025$ . Подставив числовые значения, получим  $\eta_e = 3600 \cdot 100 / (850 \cdot 0,025 \cdot 4200) = 0,4$  или 40%.

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 20.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

В уравнении объемного баланса для подкритического выпуска  $dP = -(X_v \cdot P + X_b \cdot y_b \cdot P \cdot \sqrt{T}) \cdot d\varphi$  (1) определить коэффициент истечения выхлопных газов  $X_b$ .

Ответ.  $X_b = k \cdot \sqrt{2R_{\Gamma} / (6 \cdot n)} \cdot \mu_b \cdot f_b / V$ .

Решение: Элементарный объем ОГ по условиям в цилиндре:  $\partial_v V = \partial_v V^1 \cdot (P_T / P)^{1/k}$

здесь  $\partial_v V^1$  - элементарный объем ОГ по условиям в минимальном сечении струи;  $P_T$  - давление в выхлопном коллекторе;  $P$  - давление в цилиндре.

Определим элементарный объем ОГ по условиям в минимальном сечении струи как:

$\partial_v V^1 = \mu_b \cdot f_b \cdot w_b \cdot d\tau$ , где  $\mu_b$  - коэффициент расхода:  $P_T = (1,02 \dots 1,04 \cdot P_0)$  - для ДВС без наддува;  $P_T$  определяется из уравнения Рато - для ДВС с наддувом. Температура в выхлопном коллекторе  $T_T$  определяется из уравнения внутреннего теплового баланса. Скорость газов на выходе из

цилиндра:  $w_b = \sqrt{2R_{\Gamma} \cdot T^{k/(k-1)} \cdot (1 - P_T/P)^{(k-1)/k}}$

Используем далее газодинамическую функцию истечения  $y_b = \sqrt{k/(k-1) \cdot (1 - P_T/P)^{k/(k-1)}}$ . С учетом выражения для  $w_b$ , получим второе слагаемое уравнения (1) в виде:  $k \cdot P / V \cdot \mu_b \cdot f_b \cdot \sqrt{2R_{\Gamma}} \cdot \sqrt{T} \cdot y_b \cdot d\varphi / (6 \cdot n)$  где  $X_b = k \cdot \sqrt{2R_{\Gamma} / (6 \cdot n)} \cdot \mu_b \cdot f_b / V$  - искомый коэффициент истечения.

### 3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 1

| № задания | Верный ответ | Критерии                                                     |
|-----------|--------------|--------------------------------------------------------------|
| 1.        | 1245         | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.  | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 3.  | 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 4.  | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 5.  | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 6.  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 7.  | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 8.  | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 9.  | 53241                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 10. | 41325                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 11. | 14523                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 12. | 51342                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 13. | A2B1B5Г3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 14. | A3B5B2Г1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 15. | A4B1B2Г5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1б – полное правильное соответствие<br>0б – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 16. | <p>Ответ: <math>\partial_{ад} V = -V/(k * P) * dP</math>.</p> <p>Решение: Для определения адиабатического изменения объема <math>\partial_{ад} V</math> продифференцируем один раз уравнение адиабаты <math>PV^k = const</math>:</p> $dPV^k + PkV^{k-1} \cdot \partial_{ад} V = 0$ <p>Откуда <math>\partial_{ад} V = -V/(k * P) * dP</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |
| 17. | <p>Ответ 173 м/с.</p> <p>Решение: искомую теоретическую скорость воздуха <math>W_s</math> определяем по формуле для сжимаемой среды:</p> $W_s = \sqrt{\frac{k}{k-1} R_s T_s (1 - (P/P_s)^{\frac{k-1}{k}})}$ <p>где по условию задачи <math>P=80</math> кПа, <math>P_s=96</math>кПа, для дизеля без наддува <math>T_s=293</math>К, газовая постоянная для воздуха <math>R_s=287</math>Дж/(кмоль*К), после подстановки значений, получим:</p> $W_s = \sqrt{\frac{1,4}{1,4-1} 287 * 293 (1 - (80/96)^{\frac{1,4-1}{1,4}})} = 173 \text{ м/с}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |
| 18. | <p>Решение. Определим <math>X_v</math> следующим образом. Элементарное изменение объема цилиндра <math>dV</math> за бесконечно малый промежуток времени <math>d\tau</math>:</p> $dV = F_{п} * dS$ <p>здесь <math>F_{п}</math>- площадь поршня, а <math>dS</math> - его элементарное перемещение: <math>dS = S_{п} * d\tau</math> здесь <math>S_{п} = R * \omega * \gamma</math> - скорость поршня; <math>R</math> – радиус кривошипа, <math>\omega</math> – угловая скорость коленчатого вала, <math>\gamma = \sin(\varphi + \beta) / \cos \beta</math> - относительная скорость поршня. Здесь <math>\varphi</math> - угол поворота коленчатого вала (ПКВ), <math>\beta</math> - угол качания шатуна; <math>d\tau = d\varphi / 6/\pi</math>. Заметив, что <math>R=S/2</math>; <math>\omega = \pi * n / 30</math>; <math>V_h = F_{п} * S</math>; <math>d\tau = d\varphi / (6 * \pi)</math></p> <p style="text-align: right;">и</p> | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | $k \cdot P / V \cdot dV = k \cdot P / V \cdot V_h / 2 \cdot \pi / 30 \cdot d\varphi / 6$ ,<br>получим выражения для коэффициента хода поршня<br>$X_v$ : $X_v = k \cdot \pi \cdot V_h / 360 \cdot \gamma / V$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                  |
| 19. | <p>Ответ 40% (0,4).</p> <p>Используем известные формулы:<br/> <math>\eta_e = 3600 / (g_e \cdot Q_n)</math>. Найдем <math>g_e = G_T / \eta_e</math>, где<br/> <math>G_T = \rho \cdot 0,025</math>. Подставив числовые значения, получим<br/> <math>\eta_e = 3600 \cdot 100 / (850 \cdot 0,025 \cdot 4200) = 0,4</math> или 40%.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |
| 20. | $X_e = \frac{k \cdot \sqrt{2R_\Gamma} \cdot \mu_e \cdot f_e}{6n \cdot V}$ <p>Ответ.</p> <p>Элементарный объем ОГ по условиям в цилиндре:<br/> <math>\partial V = \partial V^1 \cdot (P_T / P)^{1/k}</math></p> <p>здесь <math>\partial V^1</math> - элементарный объем ОГ по условиям в минимальном сечении струи; <math>P_T</math>- давление в выхлопном коллекторе; <math>P</math>- давление в цилиндре.<br/> Определим элементарный объем ОГ по условиям в минимальном сечении струи как:<br/> <math>\partial V' = \mu_e \cdot f_e \cdot w_e \cdot d\tau</math>, где <math>\mu_e</math> - коэффициент расхода: <math>P_T = (1,02 \dots 1,04 \cdot P_0)</math> - для ДВС без наддува;<br/> <math>P_T</math> определяется из уравнения Рато – для ДВС с наддувом. Температура в выхлопном коллекторе <math>T_T</math> определяется из уравнения внутреннего теплового баланса. Скорость газов на выходе из цилиндра:<br/> <math>w_e = \sqrt{2R_\Gamma \cdot T^{k/(k-1)} \cdot (1 - P_T/P)^{(k-1)/k}}</math></p> <p>Используем далее газодинамическую функцию истечения <math>y_e = \sqrt{k/(k-1) \cdot (1 - P_T/P)^{k/(k-1)}}</math>. С учетом выражения для <math>y_e</math>, получим второе слагаемое уравнения (1) в виде:<br/> <math>k \cdot P/V \cdot \mu_e \cdot f_e \cdot \sqrt{2R_\Gamma} \cdot \sqrt{T} \cdot y_e \cdot d\varphi / (6 \cdot n)</math> где<br/> <math>X_v = k \cdot \sqrt{2R_\Gamma} / (6 \cdot n) \cdot \mu_e \cdot f_e / V</math> - искомый коэффициент истечения.</p> | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |

Шкала оценивания теста

| шкала оценивания | интервал баллов |
|------------------|-----------------|
| 5                | 27-30           |
| 4                | 21-26           |
| 3                | 14-20           |
| 2                | 0-13            |

## ВАРИАНТ 2

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 1.

Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какими способами возможно форсировать ДВС?

- 1) увеличением объема камеры сгорания
- 2) повышением прочности КШМ
- 3) повышением частоты вращения вала.
- 4) увеличением коэффициента остаточных газов
- 5) применением наддува.

Ответ: 35

Обоснование: форсируют ДВС за счет повышения частоты вращения вала, применения наддува.

## Задание с выбором ответа

## базовый уровень

## Задание 2.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Каких видов теплового баланса ДВС **не** существует?

- 1) промежуточный.
- 2) винтовой.
- 3) полнопоточный.
- 4) внутренний
- 5) частичный.

Ответ: 1235

Обоснование: известны два вида теплового баланса внешний и внутренний.

## Задание с выбором ответа

## базовый уровень

## Задание 3.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие параметры **не** определяются при использовании уравнения Рато при расчете двигателя с газотурбинным наддувом?

- 1) температура газов в выхлопном коллекторе.
- 2) давление газов в выхлопном коллекторе
- 3) степень понижения давления перед турбиной
- 4) частота вращения ротора турбины.
- 5) мощность компрессора.

Ответ: 145

Обоснование: 145

## Задание с выбором ответа

## базовый уровень

## Задание 4.

*Прочитайте текст, выберите **все** правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какой **НЕ** может быть скорость выхлопных газов в минимальном сечении струи в процессе выпуска?

- 1) больше скорости звука.
- 2) равной скорости звука
- 3) возможны все названные случаи.
- 4) меньше скорости звука
- 5) нет правильного ответа.

Ответ: 135

Обоснование: в процессе выпуска скорость выхлопных газов в минимальном сечении струи определяется перепадом давлений в цилиндре и выхлопном коллекторе, при надкритическом перепаде давлений скорость истечения равна скорости звука, при поднадкритическом перепаде – меньше скорости звука.

## Задание с выбором ответа

## базовый уровень

## Задание 5.

*Прочитайте текст, выберите **один** правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Литровая мощность ПД – это отношение эффективной мощности двигателя к чему?

- 1) количеству поршней
- 2) площади поршня
- 3) литражу двигателя.

- 4) рабочему объему цилиндра
- 5) объему камеры сгорания

Ответ: 3.

Обоснование: По определению «литровая мощность ПД» – это отношение эффективной мощности двигателя к литражу двигателя.

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 6.

*Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Какие характеристики ДВС существуют?

- 1) винтовая, тяговая, взлетная
- 2) скоростная, нагрузочная
- 3) нагрузочная, взлетная
- 4) тяговая, взлетная
- 5) взлетная, нагрузочная

Ответ: 2

Обоснование: существует скоростная, нагрузочная характеристики ДВС.

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 7.

*Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Зачем нужен тепловой баланс двигателя?

- 1) с его помощью определяют коэффициент избытка воздуха
- 2) с его помощью определяют среднее индикаторное давление цикла
- 3) указывает, как теплота распределяется на полезную работу и на различные потери.
- 4) с его помощью определяют механические потери ПД
- 5) нет правильного ответа

Ответ: 3

Обоснование: тепловой баланс двигателя указывает как теплота распределяется на полезную работу и на различные потери.

Задание с выбором ответа  
базовый уровень

Задание 8.

*Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа*

Выберите, что относится к регуляторной характеристике?

- 1) характеристика показывает, как изменяются основные показатели ДВС при изменении одного из регулировочных параметров, например, угла опережения впрыска топлива
- 2) характеристику снимают при таком скоростном режиме, который соответствует максимальному крутящему моменту
- 3) характеристику снимают при постоянном положении органа управления двигателя постепенно увеличивают нагрузку от холостого хода до максимальной
- 4) результаты снятия регулировочной характеристики позволяют выбрать оптимальное значение регулировочного параметра, ориентируясь на развиваемую мощность, удельный расход топлива или величину крутящего момента.
- 5) все вышеперечисленное

Ответ: 5

Обоснование: 5

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

Задание 9.

*Прочитайте текст и установите последовательность.*

При выполнении лабораторной работы по индицированию двигателя с помощью электропневматического индикатора МАИ-2 выполняется последовательность операций в следующем порядке.

- 1) двигатель прогревается
- 2) запускается двигатель
- 3) устанавливается заданный режим
- 4) вставляется датчик индицирования
- 5) снимается индикаторная диаграмма

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 3 | 5 |
|---|---|---|---|---|

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

Задание 10.

*Прочитайте текст и установите последовательность.*

Укажите последовательность рабочего цикла в цилиндре 4-х тактного двигателя начав с расширения.

- 1) горячая смесь сжимается
- 2) расширение газов, получившихся при сгорании
- 3) сгорание горючей смеси
- 4) горячая смесь всасывается в цилиндр
- 5) газ, образовавшийся при сгорании горючей смеси, удаляется из цилиндра

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 5 | 4 | 1 | 3 |
|---|---|---|---|---|

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

Задание 11.

*Прочитайте текст и установите последовательность.*

Напишите правильную последовательность алгоритма расчета процесса расширения.

4) Задаемся первым показателем политропы расширения  $n_{p1} = 1,15$ . Определяем температуру газов в цилиндре в точке b, определяем коэффициенты  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $C_1$ .

2) Определяем уточненный показатель политропы  $n_p^y = \frac{(C - C_1)(n_{p1} - n_{p2})}{C_1 - C_2} + n_{p1}$

3) Определяем постоянную величину C

1) Задаемся вторым показателем политропы расширения  $n_{p2} = 1,30$  и повторяем расчет коэффициентов  $X_2$ ,  $Y_2$ ,  $C_2$ .

Определяем температуру газов в цилиндре в точке b:  $T_b = T_z / \delta^{n_p - 1}$

5) Окончательно определяем действительную температуру и давление в конце расширения в точке b по уточненному показателю политропы

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 1 | 3 | 2 | 5 |
|---|---|---|---|---|

Задание на установление последовательности  
повышенный уровень

Задание 12.

*Прочитайте текст и установите последовательность.*

Укажите последовательность при определении расхода отработавших газов (в литрах в секунду) дизеля 16ЧН26/26, если известны: удельный эффективный расход топлива кг/(кВт\*час), мощность кВт, коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  и количество воздуха  $L_0$  для сгорания 1 кг топлива, температура и выхлопных газов K.

- 1) определяем плотность отработавших газов
- 2) определяем расход отработавших газов в литрах в секунду

3) определяем расход отработавших газов в кг/час

4) определяем расход воздуха в кг/час

5) определяем рабочий объем цилиндра по обозначению двигателя 16ЧН26\26

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 4 | 3 | 1 | 2 |
|---|---|---|---|---|

**Задание на установление соответствия  
повышенный уровень**

Задание 13.

*Прочитайте текст и установите соответствие*

Установите соответствие определений

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

| Выполняемая задача |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Показатель соответствия |                                   |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| А                  | зависимость изменения часового, удельного расходов топлива и других показателей от его мощности или крутящего момента, пропорциональных нагрузке при постоянной частоте вращения коленчатого вала.                                                                                         | 1                       | нагрузочная характеристика        |
| Б                  | отношение максимального вращающего момента $M_{max}$ к величине вращающего момента $M_{ном}$ при номинальной мощности                                                                                                                                                                      | 2                       | коэффициент приспособляемости ДВС |
| В                  | зависимости основных эффективных показателей его работы - мощности, крутящего момента, часового и удельного расходов топлива и др. - от частоты вращения коленчатого вала при постоянном положении дроссельной заслонки (или рейки топливного насоса) и установившемся тепловом состоянии. | 3                       | винтовая характеристика           |
| Г                  | зависимость мощности и других параметров работы двигателя от частоты вращения вала при его работе с гребным винтом.                                                                                                                                                                        | 4                       | регуляторная характеристика       |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5                       | скоростная характеристика         |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| 1 | 2 | 5 | 3 |

**Задание на установление соответствия  
повышенный уровень**

Задание 14.

*Прочитайте текст и установите соответствие*

Установите соответствие определений.

К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца:

| Выполняемая задача |                                                                                                                                                                                                                                     | Показатель соответствия |                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| А                  | Рабочее колесо лопастного типа, которое вращается с очень высокой скоростью и воздух, попадающий в центральную его часть, под действием центробежной силы увлекается к его краю.                                                    | 1                       | осевой компрессор       |
| Б                  | компрессоры, которые используют роторы винтовой формы для сжатия газа.                                                                                                                                                              | 2                       | газотурбинный наддув    |
| В                  | газовый компрессор, который может непрерывно нагнетать газы под давлением. Это вращающийся компрессор на основе профиля, в котором газ или рабочая жидкость в основном протекают параллельно оси вращения или в осевом направлении. | 3                       | центробежный компрессор |
| Г                  | система, которая за счет использования части энергии отработавших газов на турбине, обеспечивает подачу предварительно сжатого в компрессоре воздуха в цилиндры двигателя.                                                          | 4                       | поршневой компрессор    |

|  |  |   |                     |
|--|--|---|---------------------|
|  |  | 5 | объемный компрессор |
|--|--|---|---------------------|

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| 3 | 5 | 1 | 2 |

Задание на установление соответствия  
повышенный уровень

Задание 15.

*Прочитайте текст и установите соответствие*

| Выполняемая задача |                              | Показатель соответствия |                                                                                                                                                              |
|--------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А                  | коэффициент избытка воздуха  | 1                       | отношение фактического количества горючей смеси, поступившего в цилиндр, к количеству смеси, которое могло бы при идеальных условиях поместиться в цилиндре. |
| Б                  | коэффициент остаточных газов | 2                       | представляет собой отношение количества остаточных газов (в молях) к количеству свежего заряда (в молях)                                                     |
| В                  | коэффициент наполнения       | 3                       | представляет собой отношение массы воздуха, поступившего в цилиндр за цикл, к массе воздуха, оставшегося в цилиндре в составе заряда к началу сжатия.        |
| Г                  | коэффициент продувки         | 4                       | отношение действительного количества воздуха поданного в камеру сгорания к теоретически необходимому для сгорания топлива                                    |
|                    |                              | 5                       | отношение действительного количества воздуха поданного в камеру сгорания к массе воздуха, оставшегося в цилиндре в составе заряда к началу сжатия.           |

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| А | Б | В | Г |
| 4 | 2 | 1 | 3 |

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 16.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Определить действительную степень сжатия  $\epsilon_d$  двигателя ДН300/340 с клапанно-щелевой схемой продувки, если высота продувочных окон составляет 85мм, а геометрическая степень сжатия  $\epsilon$  равна 18.

Ответ: 13,75. Решение. Действительная степень сжатия  $\epsilon_d = 1 + V_h^1 / V_c$ .  $V_h^1$  - полезный рабочий объем цилиндра.  $V_h^1 = V_h * (1 - \psi)$ , где  $\psi = 85 / 340 = 0,25$  – доля хода поршня, «потерянная» на окна. Известно:  $\epsilon - 1 = V_h / V_c$ ,  $\epsilon_d - 1 = V_h^1 / V_c$ . Поделив 1-е уравнение на второе, получим:  $\epsilon_d = 1 + (1 - \psi) * (\epsilon - 1)$ . После подстановки числовых значений  $\epsilon_d = 1 + (1 - 0,25) * (18 - 1) = 13,75$ .

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 17.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Определить действительный коэффициент молекулярного изменения ( $\beta$ ) при сгорании газообразного топлива в ДВС, если  $\lambda = 1,5$ ,  $T_z = 2000\text{K}$ ,  $\rho = 1,5$ ,  $T_c = 850\text{K}$ .

Ответ: 0,956.

Решение. Известно, что  $\lambda = \beta T_z / (\rho T_c)$ , откуда искомое  $\beta = \lambda * \rho * T_c / T_z$ , после подстановки числовых значений параметров получаем  $\beta = 1,5 * 1,5 * 850 / 2000 = 0,956$ .

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 18.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Состав газообразного топлива (ГТ) задан формулой:  $\text{CO}' + \text{CH}_4' + \text{N}_2' + \text{H}_2\text{O}' = 1$ , где  $\text{CO}'=0,4$ ;  $\text{CH}_4'=0,54$ ;  $\text{N}_2'=0,055$ .

Определить объемное содержание водяных паров в данном газообразном топливе.

Ответ Объемное содержание водяных паров ( $\text{H}_2\text{O}'$ ) в данном газообразном топливе составляет 0,005 или 0,5%.

Решение. Подставим в формулу состава данного ГТ заданные числовые значения компонентов  $\text{CO}'$ ,  $\text{CH}_4'$ , и  $\text{N}_2'$ :

$0,4 + 0,54 + 0,055 + \text{H}_2\text{O}' = 1$ , откуда:  $\text{H}_2\text{O}' = 1 - 0,4 - 0,54 - 0,055 = 0,005$ .

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 19.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Вычислить теоретически необходимое количество воздуха  $L_0$  (кг воздуха/кг топлива) для сгорания 200 г этилового спирта.

Ответ: Для сгорания 200 г этилового спирта необходимо 2 кг воздуха.

Решение: Химическая формула этилового спирта  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . По данной формуле вычисляем молекулярную массу этилового спирта  $\mu = (2 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 1) = 46$  г/моль. Тогда элементарный состав этого топлива, следующий:

$\text{C} = 24/46$ ,  $\text{O} = 16/46$ ,  $\text{H} = 6/46$ .

Теоретически необходимое количество воздуха  $L_0$  (кг воздуха/кг топлива) для сгорания 1 кг этилового спирта вычислим по формуле:

$L_0 = 1 / (0,32 \cdot (8/3 \cdot 24/46 + 8 \cdot 6/46 - 16/46)) = 10 \text{ кг возд} / \text{кг спирта}$

Для сгорания 200 г спирта необходимо в 5 раз меньше воздуха, т.е. 2 кг.

Задание с развернутым ответом  
Высокий уровень

Задание 20.

*Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.*

Определить расход  $G_{\text{г}}$  отработавших газов (кг/с) дизеля 6Ч12/14 при следующих исходных данных: удельный эффективный расход топлива ( $g_e$ ) 0,24 кг/(кВт\*час), мощность ( $N_e$ ) 110 кВт,  $\alpha = 1,7$ ,  $L_0 = 14,3$ .

Ответ: 0,1856 кг/с.

Решение. Расход отработавших газов двигателя в час равен сумме часовых расходов воздуха ( $G_{\text{в}}$ ) и топлива ( $G_{\text{т}}$ ):  $G_{\text{г}} = G_{\text{в}} + G_{\text{т}}$ . Составляющие расхода отработавших газов (кг/час) вычислим как:  $G_{\text{т}} = g_e \cdot N_e$  и  $G_{\text{в}} = \alpha \cdot L_0 \cdot G_{\text{т}}$ . Тогда часовой расход отработавших газов (кг/час) определится как  $G_{\text{г}} = g_e \cdot N_e + \alpha \cdot L_0 \cdot G_{\text{т}}$ , после подстановки числовых значений получим  $G_{\text{г}} = 26,4 + 641,78 = 668,18 \text{ кг/час}$ . За 1 секунду в 3600 раз меньше, т.е.  $G_{\text{г}} = 0,1856 \text{ кг/с}$ .

### 3. КЛЮЧИ К ОЦЕНИВАНИЮ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ВАРИАНТУ 2

| № задания | Верный ответ | Критерии                                                     |
|-----------|--------------|--------------------------------------------------------------|
| 1.        | 35           | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи |
| 2.        | 1235         | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи |
| 3.        | 23           | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.  | 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 5.  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 6.  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 7.  | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 8.  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 9.  | 42135                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 10. | 25413                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 11. | 41325                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 12. | 54312                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 13. | A1B2B5Г3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 14. | A3B5B1Г2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 15. | A4B2B1Г3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 16 – полное правильное соответствие<br>06 – остальные случаи                                                                                                                                                                     |
| 16. | <p>Ответ: 13,75. Решение. Действительная степень сжатия <math>\varepsilon_d = 1 + V_h^1 / V_c</math>. <math>V_h^1</math> - полезный рабочий объем цилиндра.</p> <p><math>V_h^1 = V_h * (1 - \psi)</math>, где <math>\psi = 85 / 340 = 0,25</math> – доля хода поршня, «потерянная» на окна. Известно: <math>\varepsilon - 1 = V_h / V_c</math>, <math>\varepsilon_d - 1 = V_h^1 / V_c</math>. Поделив 1-е уравнение на второе, получим: <math>\varepsilon_d = 1 + (1 - \psi) * (\varepsilon - 1)</math>. После подстановки числовых значений <math>\varepsilon_d = 1 + (1 - 0,25) * (18 - 1) = 13,75</math>.</p> | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |
| 17. | <p>Ответ: 0,956.</p> <p>Решение. Известно, что <math>\lambda = \beta T_z / (p T_c)</math>, откуда искомое <math>\beta = \lambda * p * T_c / T_z</math>, после подстановки числовых значений параметров получаем <math>\beta = 1,5 * 1,5 * 850 / 2000 = 0,956</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |
| 18. | <p>Ответ: Объемное содержание водяных паров (<math>H_2O'</math>) в данном газообразном топливе составляет 0,005 или 0,5%. Решение. Подставим в формулу состава данного ГТ заданные числовые значения компонентов <math>CO'</math>, <math>CH_4'</math> и <math>N_2'</math>:</p> <p><math>0,4 + 0,54 + 0,055 + H_2O' = 1</math>, откуда: <math>H_2O' = 1 - 0,4 - 0,54 - 0,055 = 0,005</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                  | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19. | <p>Ответ: Для сгорания 200 г этилового спирта необходимо 2 кг воздуха. Решение: Химическая формула этилового спирта <math>C_2H_5OH</math>. По данной формуле вычисляем молекулярную массу этилового спирта <math>M = (2 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 1) = 46</math> г/моль. Тогда элементарный состав этого топлива, следующий: <math>C = 24/46</math>, <math>O = 16/46</math>, <math>H = 6/46</math>. Теоретически необходимое количество воздуха <math>L_0</math> (кг воздуха/кг топлива) для сгорания 1 кг этилового спирта вычислим по формуле: <math>L_0 = 1/(0,32 \cdot (8/3 \cdot 24/46 + 8 \cdot 6/46 - 16/46)) = 10</math> кгвозд / кгспирта. Для сгорания 200 г спирта необходимо в 5 раз меньше воздуха, т.е. 2 кг.</p> | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |
| 20. | <p>Ответ 0,1856 кг/с. Решение. Расход отработавших газов двигателя в час равен сумме часовых расходов воздуха (<math>G_v</math>) и топлива (<math>G_t</math>): <math>G_t = G_v + G_t</math>. Составляющие расхода отработавших газов (кг/час) вычислим как: <math>G_t = g_e \cdot Ne</math> и <math>G_v = \alpha \cdot L_0 \cdot G_t</math>. Тогда часовой расход отработавших газов (кг/час) определится как <math>G_t = g_e \cdot Ne + \alpha \cdot L_0 \cdot G_t</math>, после подстановки числовых значений получим <math>G_t = 26,4 + 641,78 = 668,18</math> кг/час. За 1 секунду в 3600 раз меньше, т.е. <math>G_t = 0,1856</math> кг/с.</p>                                                                                                | <p>Полный правильный ответ на задание оценивается 3 баллами; если допущена одна ошибка/неточность/ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более одной ошибки/ответ неправильный/ ответ отсутствует - 0 баллов</p> |

Шкала оценивания теста

| шкала оценивания | интервал баллов |
|------------------|-----------------|
| 5                | 27-30           |
| 4                | 21-26           |
| 3                | 14-20           |
| 2                | 0-13            |

Оценочные средства по дисциплине «Теория поршневых двигателей»

### Вопросы при защите практических работ (базовый уровень):

#### 1. Какими основными показателями характеризуются эффективность идеального термодинамического и действительного циклов ДВС?

\* Экономичность характеризуется термическим и индикаторным КПД соответственно, эффективность - средним давлением цикла и средне- индикаторным давлением.

#### 2. Дайте определение степени сжатия в цикле ДВС.

\* Отношение максимального объема рабочей камеры к минимальному.

#### 3. Каков характер зависимости показателей эффективности идеальных и действительного циклов ДВС от степени сжатия?

\* С увеличением степени сжатия КПД и среднее давление идеального и, в большинстве случаев, действительного циклов ДВС растут.

#### 4. Как зависит термический КПД термодинамического цикла ДВС от способа подвода тепла?

\* При одинаковой степени сжатия максимальный термический КПД цикла ДВС достигается при подводе тепла при постоянном объеме, минимальный - при постоянном давлении, при смешанном подводе тепла КПД тем выше, чем большая часть тепла подводится при постоянном объеме.

#### 5. Как соотносятся между собой термические КПД цикла ДВС и цикла с продолженным расширением?

\* При прочих равных условиях термический КПД цикла с продолженным расширением выше.

#### 6. Дайте определение стехиометрического соотношения топлива.

\* Количество воздуха, теоретически необходимое для полного сжигания единицы топлива.

#### 7. Дайте определение коэффициента избытка воздуха горючей смеси.

\* Отношение действительного количества воздуха, приходящегося на единицу топлива в горючей смеси, к стехиометрическому соотношению.

#### 8. Дайте определение химической неполноты сгорания.

\* Потери низшей теплоты сгорания топлива вследствие применения богатой горючей смеси.

**9. Каковы основные соображения, принимаемые во внимание при выборе степени сжатия ДВС?**

\* Для двигателя с принудительным воспламенением: КПД цикла, возможность возникновения детонации. Для двигателя с воспламенением от сжатия: КПД цикла, возможность холодного пуска двигателя.

**10. Какие параметры газовой смеси оказывают наиболее сильное влияние на скорость протекания химической реакции в ней?**

\* Температура, давление, концентрация реагирующих веществ.

**11. От каких основных параметров горючей смеси зависят пределы её воспламеняемости по составу?**

\* От давления, температуры, количества остаточных газов, мощности запального устройства.

**12. Каково влияние остаточных газов на скорость распространения пламени в однородной горючей смеси?**

\* С увеличением количества остаточных газов скорость распространения пламени в однородной горючей смеси падает.

**13. Каково влияние степени турбулизации горючей смеси на скорость ее выгорания?**

\* Турбулизация горючей смеси повышает скорость ее выгорания.

**14. Дайте определение угла опережения зажигания или впрыска топлива.**

\* Угол поворота коленчатого вала до ВМТ с момента подачи искры или начала подачи топлива в цилиндр.

**15. К нарушениям каких процессов цикла ДВС приводят калильное зажигание и детонационное сгорание?**

\* Калильное зажигание приводит к преждевременному воспламенению заряда и нарушению протекания всего процесса тепловыделения, при детонационном сгорании нарушается часть процесса тепловыделения после воспламенения горючей смеси от искры.

**16. Каковы основные негативные последствия детонационного сгорания в ДВС?**

\* Повышенные тепловые и механические нагрузки, неполнота сгорания, рост удельного расхода топлива и количества токсичных выбросов, падение мощности двигателя.

**17. Что характеризует калильное число свечи зажигания?**

\* Интенсивность охлаждения ее элементов, находящихся в камере сгорания. Чем выше калильное число, тем выше интенсивность ее охлаждения и “холоднее” свеча.

**18. Каким параметром оценивается жесткость работы двигателя?**

\* Скоростью нарастания давления в цилиндре в процессе сгорания.

**19. В чем суть послойного смесеобразования в ДВС?**

\* В распределении топлива по объему камеры сгорания таким образом, чтобы между электродами свечи зажигания располагалась горючая смесь с составом, обеспечивающим ее воспламеняемость электрической искрой в условиях цилиндра, в отдаленных же от электродов зонах располагалась обедненная смесь или чистый воздух.

**20. Какими компонентами выбросов ДВС обуславливается их токсичность?**

\* Окисью углерода, окислами азота, различными углеводородами, сажей.

**21. Какими тепловыми и химическими процессами сопровождается расширение рабочего тела в ДВС?**

\* Теплообменом со стенками рабочей камеры, тепловыделением вследствие процессов догорания и рекомбинации диссоциированных компонентов рабочего тела.

**22. Дайте определение среднего индикаторного давления.**

\* Условное, постоянное по величине избыточное давление, которое, действуя на поршень в течение такта расширения, совершает работу, равную индикаторной работе цикла. Работа цикла, приходящаяся на единицу рабочего объема цилиндра.

**23. Дайте определение индикаторной мощности.**

\* Количество работы, совершаемой рабочим телом в цилиндре ДВС в единицу времени.

**24. Дайте определение индикаторного КПД.**

\* Отношение работы, совершенной рабочим телом в цилиндре ДВС, к количеству затраченной для совершения цикла теплоты.

**25. Дайте определение удельного индикаторного расхода топлива.**

\* Количество топлива, необходимое для совершения единицы индикаторной работы.

**26. Какими факторами ограничивается возможность обогащения горючей смеси в двигателях с воспламенением от сжатия?**

\* Содержанием свободного углерода в продуктах сгорания (дымностью).

**27. Укажите причину различия индикаторных и эффективных показателей ДВС.**

\* Наличие механических потерь в ДВС.

**28. Дайте определение эффективного КПД двигателя.**

\* Отношение работы, совершаемой двигателем при приводе потребителя энергии, к количеству затраченной теплоты.

**29. Дайте определение эффективного удельного расхода топлива ДВС.**

\* Количество топлива, затрачиваемого двигателем для совершения единицы эффективной работы.

**30. Дайте определение скоростной характеристики предела дымления ДВС.**

\* Зависимость основных показателей работы ДВС от частоты вращения вала при подачах топлива на каждом скоростном режиме, соответствующих началу появления дыма в отработавших газах.

**31. Дайте определение внешней (эксплуатационной внешней) скоростной характеристики ДВС.**

\* Зависимость основных показателей работы ДВС от скоростного режима при максимальной подаче топлива штатной топливной аппаратурой.

**32. Дайте определение частичной скоростной характеристики ДВС.**

\* Зависимость основных показателей ДВС от скоростного режима при подаче топлива меньше максимальной.

**33. Дайте определение нагрузочной характеристики ДВС.**

\* Зависимость основных показателей работы двигателя от нагрузки при постоянном скоростном режиме.

**34. Дайте определение регуляторной ветви характеристики ДВС.**

\* Часть скоростной характеристики ДВС, протекание которой определяется работой регулятора частоты вращения.

**35. Дайте определение понятия “двигатель с качественным регулированием”.**

\* Двигатель, регулирование мощности которого осуществляется путем изменения состава сжигаемой в цилиндре двигателя горючей смеси.

**36. Дайте определение понятия “двигатель с количественным регулированием”.**

\* Двигатель, регулирование мощности которого осуществляются путем изменения количества подаваемой в цилиндр горючей смеси.

**37. Дайте определение понятия “двигатель с внешним смесеобразованием”.**

\* ДВС, в котором подготовка горючей смеси завершается, в основном, во впускном тракте.

**38. Дайте определение понятия “двигатель с внутренним смесеобразованием”.**

\* ДВС, в котором подготовка горючей смеси осуществляется непосредственно в рабочей камере.

**39. Дайте определение коэффициента наполнения цилиндра ДВС.**

\* Отношение количества свежего заряда, оставшегося в рабочей камере после закрытия органов газообмена, к тому количеству, которое разместились бы в рабочем объеме цилиндра при параметрах окружающей среды, для двигателей без наддува, или при параметрах перед впускными органами, для двигателей с наддувом.

**40. Дайте определение коэффициента остаточных газов.**

\* Отношение количества остаточных газов в рабочей камере к количеству помещенного туда в результате газообмена свежего заряда.

**41. Какие основные элементы должен содержать оптимальный сточки зрения наполнения цилиндров газоздушный тракт 4-х тактного ДВС?**

\* Индивидуальные для каждого цилиндра впускной и выпускной трубопроводы оптимальной длины и с необходимым законом изменения сечения по длине, соединяющие цилиндры с впускным и выпускным ресиверами, соответственно, впускные и выпускные клапаны цилиндров максимально возможного сечения и с оптимальными фазами открытия и закрытия.

**42. Дайте определение режима принудительного холостого хода.**

\* Режим работы двигателя, при котором вследствие действия инерционных сил или внешнего источника энергии его вал вращается с частотой большей, чем это определяется величиной подачи топлива на режиме холостого хода

Выполняется в соответствии с материалами учебного пособия «Теория поршневых двигателей» по дисциплине «Теория поршневых двигателей» (для студентов направления подготовки «Энергетическое машиностроение» специальности 13.04.03 Двигатели внутреннего сгорания) /Сост.: С.И. Тырловой. – Луганск: Изд-во ЛУ им. В.Даля, 2017.– 91 с.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству практическая работа

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Практическая работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач) |
| 4                                     | Практическая работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)   |
| 3                                     | Практическая работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)       |
| 2                                     | Практическая работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)       |

#### Вопросы при защите лабораторных работ (базовый уровень):

1. Дайте определение характеристики механических потерь.
2. К каким видам потерь в данной работе относятся затраты энергии на газообмен?
3. Какой из показателей механических потерь  $p_m$  или  $N_m$  сильнее зависит от скоростного режима, почему?
4. Каков характер зависимости  $p_m$  от нагрузки?
5. Каков характер зависимости  $p_m$  от скоростного режима двигателя?
6. Если при снятии характеристики механических потерь двухтактного и четырехтактного двигателей одинакового литража были получены при тех же значениях  $n$  одинаковые значения  $M_e$ , то будут ли отличаться вычисленные значения  $p_m$  и  $N_m$ ?
7. Дайте определение характеристики холостого хода.
8. На что затрачивается индикаторная работа двигателя при работе его в режиме холостого хода?
9. Чем объясняется рост часового расхода топлива в режиме холостого хода при увеличении частоты вращения вала двигателя?
10. С чем связано изменение  $\alpha$  при изменении частоты вращения при работе бензинового двигателя в режиме холостого хода.
11. Дайте определение скоростной характеристики двигателя.
12. В чем причина роста и последующего падения кривой коэффициента наполнения по скоростной характеристике двигателя?
13. Перечислите виды скоростных характеристик двигателя.
14. Связаны ли между собой кривые коэффициента наполнения и крутящего момента, если связаны, то почему?
15. С чем связан рост  $g_e$  при приближении  $n$  к максимальным значениям.
16. Дайте определение нагрузочной характеристики двигателя.
17. Поясните причину роста коэффициента наполнения бензинового двигателя по нагрузочной характеристике.
18. Поясните причину падения удельного расхода топлива по мере роста нагрузки на двигатель.
19. Меняется ли положение дроссельной заслонки в процессе определения нагрузочной характеристики бензинового двигателя?
20. Дайте определение регулировочной характеристики двигателя.

21. Поясните причину изменения измеряемых параметров по регулировочной характеристике.
22. Поясните причину увеличения удельного расхода топлива по регулировочной характеристике.
23. Меняется ли положение дроссельной заслонки в процессе определения регулировочной характеристики бензинового двигателя?
24. Что называют индикаторной диаграммой двигателя?
25. Чем отличаются свернутая и развернутая индикаторные диаграммы?
26. Поясните причину несовпадения точек начала и конца цикла (ВМТ перед расширением и после сжатия).
27. Дайте определение индикатора как прибора.
28. С какой целью снимают индикаторные диаграммы?
29. Какие характерные полости двигателя обычно индицируют?
30. Какие характерные фазы (моменты времени, события) рабочего процесса обычно фиксируют на индикаторной диаграмме?

Выполняется в соответствии с материалами учебного пособия «Теория поршневых двигателей» по дисциплине «Теория поршневых двигателей» (для студентов направления подготовки «Энергетическое машиностроение» специальности 13.04.03 Двигатели внутреннего сгорания) /Сост.: С.И. Тырловой. – Луганск: Изд-во ЛУ им. В.Даля, 2017.– 91 с.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                          |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Лабораторная работа выполнена на высоком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 90-100 % вопросов/задач)     |
| 4                                     | Лабораторная работа выполнена на среднем уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 75-89 % вопросов/задач)      |
| 3                                     | Лабораторная работа выполнена на низком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 50-74 % вопросов/задач)       |
| 2                                     | Лабораторная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны менее чем на 50 %) |

#### Контрольная работа:

Теоретическая часть (базовый уровень):

1. Форсирование ПД.
2. Способы форсирования.
3. Факторы, влияющие на литровую мощность.
4. Форсирование по среднему эффективному давлению цикла.
5. Форсирование по частоте вращения вала ПД.
6. Способы наддува. Типы нагнетателей.
7. Определение давления газов в цилиндре в процессе выпуска.
8. Уравнение Рато для определения давления в выхлопном коллекторе.
9. Определение критического отношения давлений  $\beta_{кр}$  в процессе надкритического выпуска.
10. Определение давления в выхлопном коллекторе для систем наддува с переменным давлением в выхлопном коллекторе.
11. Составление теплового баланса для ПД без наддува.
12. Определение составляющих теплового баланса.
13. Уравнение внутреннего теплового баланса для определения температуры выхлопных газов.
14. Факторы, влияющие на температуру выхлопных газов.
15. Виды характеристик ПД.

16. Скоростные характеристики ПД. Изменение параметров двигателя по скоростным характеристикам.
17. Нагрузочные, винтовые, регуляторные и генераторные характеристики.
18. Использование альтернативных топлив в ПД.
19. Особенности расчета рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах.
20. Переходные режимы ПД.
21. Моделирование рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах.
22. Моделирование работы турбокомпрессоров на частичных и переходных режимах ПД с ГТН.
23. Моделирование параметров компрессора на переходных режимах ПД с ГТН.
24. Моделирование параметров турбины на частичных и переходных режимах ПД с ГТН.
25. Определение КПД и мощности турбины на частичных и переходных режимах ПД с ГТН.
26. Моделирование переходных режимов ПД.

Практическая часть (базовый уровень):

1. Определить расход воздуха (кг/час) при нормальных атмосферных условиях дизеля 6Ч12/14 при следующих исходных данных: частота вращения коленчатого вала  $1500 \text{ мин}^{-1}$ , давление во впускном ресивере 96 кПа, коэффициент наполнения  $\eta_{vs} = 0,9$ .
2. Определить эффективный КПД дизеля мощностью 100 кВт, если за 1 час он расходует 25 литров дизельного топлива ( $Q_H = 42000 \text{ кДж/кг}$ , плотность топлива  $850 \text{ кг/м}^3$ ).
3. Определить среднее эффективное давление цикла 2-х тактного двигателя 4ДН12/14 при частоте вращения коленчатого вала  $1000 \text{ мин}^{-1}$ , если его индикаторная мощность 100 кВт, а мощность механических потерь составляет 25 кВт.
4. Определить мощность 2-х тактного двигателя 6ДН12/14, если его среднее эффективное давление цикла 1 МПа, а частота вращения  $1000 \text{ мин}^{-1}$ .
5. Определите давление  $p_c$  конца сжатия в цилиндре двигателя при  $P_a = 0,089 \text{ МПа}$ ;  $\kappa_c = 1,36$ , если рабочий объем цилиндра в 14 раз больше объема камеры сгорания.
6. Определить расход отработавших газов (кг/с) дизеля 6Ч12/14 при следующих исходных данных: удельный эффективный расход топлива  $0,24 \text{ кг/(кВт*час)}$ , мощность 110 кВт,  $\alpha = 1,7$ ,  $L_o = 14,3$ .
7. Сколько литров воздуха при нормальных условиях необходимо для сжигания 0,5 кг пропилового спирта ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ )?
8. Определить мощность двигателя 6ЧН12/14, если среднее эффективное давление цикла 1 МПа, а угловая скорость распределительного вала  $105 \text{ с}^{-1}$ .
9. Определить при нормальных атмосферных условиях теоретическую скорость в горловине впускного клапана дизеля без наддува при следующих исходных данных. Диаметр горловины 40 мм, давления во впускном ресивере и в цилиндре соответственно 96 и 80 кПа,  $C_p/C_v = 1,4$ .
10. Определить при нормальных атмосферных условиях теоретическую скорость в горловине впускного клапана дизеля без наддува при следующих исходных данных. Диаметр горловины 40 мм, давления во впускном ресивере и в цилиндре соответственно 96 и 80 кПа.
11. Определить мгновенный расход воздуха (кг/с) в горловине впускного клапана дизеля без наддува при следующих исходных данных. Диаметр горловины 40 мм, диаметр стержня клапана 10 мм, давления во впускном ресивере и в цилиндре соответственно 96 и 80 кПа, коэффициент расхода 0,7, атмосферные условия - нормальные.
12. Определить расход воздуха (кг/час) при нормальных атмосферных условиях дизеля 6Ч12/14 при следующих исходных данных: частота вращения коленчатого вала  $1500 \text{ мин}^{-1}$ , давление во впускном ресивере 96 кПа, коэффициент наполнения  $\eta_{vs} = 0,9$ .
13. Показать, что для двигателя с наддувом отношение  $\eta_v / \eta_{vs}$  больше, чем для двигателя без наддува.
14. На данном режиме двигателя 6ЧН12/14 через выпускные клапаны вышло столько же газа, сколько и вошло через впускные клапаны. Определить коэффициент остаточных газов, если коэффициент наполнения  $\eta_{vs} = 0,9$ ,  $P_s = 200 \text{ кПа}$ ,  $T_s = 350 \text{ К}$ , а параметры газа в цилиндре на момент начала выпуска, следующие:  $P_e = 0,6 \text{ МПа}$ ,  $T_e = 1000 \text{ К}$ ,  $V_e = 1,4 \text{ литра}$ .

15. Определить расход воздуха ( $\text{м}^3/\text{час}$  при условиях во впускном ресивере) дизеля 6Ч12\14 при следующих исходных данных: мощность 50 кВт, частота вращения коленчатого вала  $1500 \text{ мин}^{-1}$ , среднее эффективное проходное сечение впускного клапана  $10 \text{ см}^2$ .
16. Определить расход газа ( $\text{кг}/\text{с}$ ) дизеля 6Ч12\14 при следующих исходных данных: мощность 50 кВт, частота вращения коленчатого вала  $1500 \text{ мин}^{-1}$ , среднее эффективное проходное сечение впускного клапана  $10 \text{ см}^2$ , давление во впускном ресивере 98 кПа, удельный эффективный расход топлива  $0,24 \text{ кг}/(\text{кВт} \cdot \text{час})$ .
17. В двигателе 6Ч12\14 на данном установившемся режиме средняя скорость воздуха в горловине впускного клапана во время процесса наполнения составляет  $80 \text{ м}/\text{с}$ . Оценить частоту вращения двигателя на этом режиме, если диаметр горловины 50 мм, диаметр стержня клапана 10 мм, коэффициент расхода  $\mu_s = 0,75$ .
18. Определить температуру начала продувки 2-х тактного двигателя, если  $\gamma = 0,08$ ,  $T_s = 310 \text{ К}$ ,  $T_v = 340 \text{ К}$ .
19. Определить показатели газообмена ( $\gamma, \eta_V$ ) 4-х тактного двигателя, если составляющие массовых балансов для процессов продувки ( $M_{np}$ ,  $M_{вз}$ ,  $M_{в(\alpha_{np}-\alpha_v)}$ ,  $M_s$ ) и всего газообмена ( $M_s$ ,  $M_{в}$ ,  $M_e$ ) известны по результатам расчета.
20. Определить, на сколько изменится давление в цилиндре двигателя Ч110/154 во время процесса наполнения при повороте коленчатого вала с  $30^\circ$  до  $40^\circ$  п.к.в., если для  $30^\circ$  п.к.в. известны величины:  $X_s = 6705 \text{ Па}/\text{град}$ ,  $P = 84,6 \text{ кПа}$ ,  $P_s = 95 \text{ кПа}$ ,  $T_s = 299 \text{ К}$ ,  $V = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ ,  $U_s = 0,31$ ,  $C_p/C_v = 1,4$ , а относительная скорость поршня в этот момент времени равна 0,6136.

ТЕСТИРОВАНИЕ (вопрос базовый уровень, задача высокий уровень)

#### №1

Классификация ДВС по характеру протекания рабочего процесса в цилиндре включает:

- 1) число цилиндров;
- 2) число тактов;
- 3) число оборотов;
- 4) расположение цилиндров - рядное, V-образное, звездообразное.
- 5) число впускных клапанов;
- 6) ни один из ответов не является верным.

#### №2

Цель расчета процесса сжатия - определить:

- 1) геометрическую степень сжатия;
- 2) объем цилиндра;
- 3) число оборотов;
- 4) показатель политропического процесса;
- 5) действительную степень сжатия;
- 6) ни один из ответов не является верным.

#### №3

Для расчета процесса сгорания топлива в дизеле по методу Гриневецкого-Мазинга необходимо предварительно задать:

- 1) степень предварительного расширения;
- 2) максимальную температуру в процессе сгорания;
- 3) степень последующего расширения;
- 4) показатель политропического процесса;
- 5) максимальное давление в процессе сгорания;
- 6) ни один из ответов не является верным.

#### №4

Для расчета процесса сгорания топлива в двигателе с электрическим зажиганием по методу Гриневецкого-Мазинга необходимо предварительно задать:

- 1) степень предварительного расширения;
- 2) максимальную температуру в процессе сгорания;
- 3) степень последующего расширения;
- 4) показатель политропического процесса;
- 5) максимальное давление в процессе сгорания;

б)ни один из ответов не является верным.

№5

Какие такты 2-х тактного двигателя названы верно:

- 1)всасывание-выпуск;
- 2)сжатие-сгорание;
- 3)наполнение-выхлоп;
- 4)впуск-выпуск;
- 5)сгорание-расширение;
- б)ни один из ответов не является верным.

№6

Для повышения коэффициента наполнения цилиндра карбюраторного двигателя необходимо:

- 1)повысить октановое число топлива;
- 2)снизить цетановое число топлива;
- 3)повысить температуру поршня;
- 4)увеличить степень сжатия;
- 5)применить впускной клапан с ширмой для организации тангенциального движения заряда в цилиндре;
- б)ни один из ответов не является верным.

№7

В каком случае при расчете процесса наполнения необходимо учитывать преобразование кинетической энергии свежего заряда в тепловую:

- 1)при расчете процесса наполнения 2-х тактного ДВС;
- 2)при расчете процесса выпуска 4-х тактного ДВС;
- 3)при расчете любых ДВС с наддувом;
- 4)при расчете процесса наполнения 4-х тактного ДВС с наддувом;
- 5)при расчете процесса выпуска 2-х тактного ДВС;
- б)ни один из ответов не является верным.

№8

Определить при нормальных атмосферных условиях теоретическую скорость в горловине впускного клапана дизеля без наддува при следующих исходных данных. Диаметр горловины 40мм, давления во впускном ресивере и в цилиндре соответственно 96 и 80кПа.

- 1)154м\с
- 2)173м\с
- 3)76м\с
- 4)225м\с
- 5)118м\с
- б)ни один из ответов не является верным.

№9

Определить мгновенный расход воздуха (кг\с) в горловине впускного клапана дизеля без наддува при следующих исходных данных. Диаметр горловины 40мм, диаметр стержня клапана 10мм, давления во впускном ресивере и в цилиндре соответственно 96 и 80кПа, коэффициент расхода 0,7, атмосферные условия-нормальные:

- 1) (0,425 кг\с)
- 2) (1,425 кг\с)
- 3) (2,425 кг\с)
- 4)(0,125 кг\с)
- 5) (0,73 кг\с)
- б)ни один из ответов не является верным.

№10

Определить расход воздуха (кг\час) при нормальных атмосферных условиях дизеля 6Ч12\14 при следующих исходных данных: частота вращения коленчатого вала 1500 мин<sup>-1</sup>, давление во впускном ресивере 96 кПа, коэффициент наполнения  $\eta_{vs} = 0,9$ :

- 1) 173кг\час
- 2) 77кг\час
- 3) 65кг\час

- 4) 32кг\час
- 5) 43кг\час
- 6)ни один из ответов не является верным.

№11

Для какого из перечисленных топлив химический коэффициент молекулярного изменения  $\beta_0$  при сгорании равен 1?

- 1)CH<sub>4</sub>
- 2)C<sub>n</sub> H<sub>m</sub>
- 3)CO
- 4)водород
- 5)бензол
- 6)ни один из ответов не является верным.

№12

Для каких двигателей при расчете среднего индикаторного давления цикла принимается наибольшее значение коэффициента неполноты индикаторной диаграммы  $\mu$ ?

- 1)ДВС с высоким газотурбинным наддувом;
- 2)двигатели без наддува;
- 3)2-х тактные двигатели с несимметричными схемами продувки;
- 4)2-х тактные двигатели с симметричными схемами продувки;
- 5)4-х тактные двигатели с газодинамическим наддувом.
- 6)ни один из ответов не является верным.

№13

На какую величину должна быть увеличена толщина прокладки под головкой двигателя ВАЗ 21011 (4Ч79\66) при переходе с бензина АИ92 на бензин А80, что требует уменьшения степени сжатия с 9 до 7,5:

- 1)0,9 мм;
- 2)1,4 мм;
- 3)1.9 мм;
- 4)2,4 мм;
- 5)2,9 мм.
- 6)нет ни одного верного ответа.

№14

Определить расход воздуха (м<sup>3</sup>\час при условиях во впускном ресивере) дизеля 6Ч12\14 при следующих исходных данных: мощность 50 кВт, частота вращения коленчатого вала 1500 мин<sup>-1</sup>, среднее эффективное проходное сечение впускного клапана 10 см<sup>2</sup>.

- 1) 177 м<sup>3</sup>\час
- 2) 277 м<sup>3</sup>\час
- 3) 377 м<sup>3</sup>\час
- 4) 477 м<sup>3</sup>\час
- 5) 577 м<sup>3</sup>\час
- 6)нет ни одного верного ответа.

№15

Определить температуру  $T_v$  конца наполнения 2-х тактного двигателя, если  $\gamma=0,09$ ,  $T_s=300K$ , а температура начала продувки 700K.

- 1)312K
- 2)336K
- 3)324K
- 4)343K
- 5)367K
- 6)нет ни одного верного ответа.

№16

Какова будет степень повышения давления при сгорании топлива в бензиновом двигателе с изохорным подводом тепла при сгорании, если известны следующие параметры:  $T_c = 700 K$ ;  $T_z = 2500 K$ ;  $\beta = 1,15$ .

- 1)1.1
- 2)2.1
- 3)3.1
- 4)4.1
- 5)5.1
- 6)нет ни одного верного ответа.

## №17

Определите давление  $p_c$  конца сжатия в цилиндре двигателя при  $P_a = 0,089$  МПа;  $\varepsilon = 15$ ;  $\kappa_c = 1,36$ .

- 1) 1,54 МПа
- 2) 2,54 МПа
- 3) 3,54 МПа
- 4) 4,54 МПа
- 5) 5,54 МПа
- 6)нет ни одного верного ответа.

## №18

Определите механический к.п.д. двигателя при  $\eta_i = 0,35$ ,  $\eta_e = 0,28$ .

- 1)0.65
- 2)0.70
- 3)0.75
- 4)0.80
- 5)0.85
- 6)нет ни одного верного ответа.

## №19

Вычислите степень предварительного расширения заряда в цилиндре двигателя, если  $T_c = 850$  К;  $T_z = 2100$  К;  $\beta = 1,1$ ;  $\lambda = 2,0$ .(1,36)

- 1)1.12
- 2)1.24
- 3)1.36
- 4)1.45
- 5)1.58
- 6)нет ни одного верного ответа.

## №20

Определить ход поршня двигателя, поршневая мощность которого составляет 15 кВт/дм<sup>3</sup>, а литровая - 10 кВт/л.

- 1)60 мм
- 2)90 мм
- 3)120 мм
- 4)150 мм
- 5)180 мм
- 6)нет ни одного верного ответа.

## №21

В результате обработки индикаторной диаграммы рабочего цикла ДВС можно определить:

- 1)эффективную мощность двигателя
- 2)удельный расход топлива
- 3)массовый расход воздуха
- 4)часовой расход топлива
- 5)среднее эффективное давление цикла
- 6)нет ни одного верного ответа.

## №22

Определить поршневую мощность двигателя 4Ч8,5/11 (Ne=17 кВт).

- 1) 0,1 кВт\см<sup>2</sup>
- 2) 0,2 кВт\см<sup>2</sup>
- 3) 0,3 кВт\см<sup>2</sup>
- 4) 0,4 кВт\см<sup>2</sup>

5)  $0,5 \text{ кВт}\cdot\text{см}^2$

6) нет ни одного верного ответа.

№23

В каком случае при расчете процесса наполнения необходимо учитывать преобразование кинетической энергии свежего заряда в тепловую:

- 1) при расчете процесса наполнения 2-х тактного ДВС;
- 2) при расчете процесса наполнения 4-х тактного ДВС
- 3) при расчете любых ДВС с наддувом;
- 4) при расчете процесса выпуска 4-х тактного ДВС;
- 5) при расчете процесса выпуска 2-х тактного ДВС;
- 6) ни один из ответов не является верным.

№24

Определить действительную степень сжатия двигателя ДН300/340 с симметричной схемой продувки, если высота окон составляет 80 мм, а геометрическая степень сжатия равна 18.

- 1) 12
- 2) 13
- 3) 14
- 4) 15
- 5) 16
- 6) ни один из ответов не является верным.

№25

В двигателе 6Ч12\14 на данном установившемся режиме средняя скорость воздуха в горловине впускного клапана во время процесса наполнения составляет 80 м/с. Оценить частоту вращения двигателя на этом режиме, если диаметр горловины 50 мм, диаметр стержня клапана 10 мм, коэффициент расхода  $\mu_s=0,75$ .

- 1) 581
- 2) 682
- 3) 783
- 4) 884
- 5) 985

№26

Какие такты 2-х тактного двигателя названы верно:

- 1) всасывание-выпуск;
- 2) сжатие-сгорание;
- 3) наполнение-выхлоп;
- 4) впуск-выпуск;
- 5) сжатие-расширение;
- 6) ни один из ответов не является верным.

№27

На какую величину должна быть увеличена толщина прокладки под головкой двигателя ВАЗ 21011 (4Ч79\66) при переходе с бензина АИ92 на бензин А80, что требует уменьшения степени сжатия с 9 до 7,5:

- 1) 2,9 мм;
- 2) 3,4 мм;
- 3) 3,9 мм;
- 4) 4,4 мм;
- 5) 4,9 мм.
- 6) нет ни одного верного ответа.

## ВАРИАНТ 2

№28

Для какого из перечисленных топлив химический коэффициент молекулярного изменения  $\beta_0$  при сгорании равен 1?

- 1) бензин
- 2) метиловый спирт
- 3) СО

4) водород

5) бензол

6) ни один из ответов не является верным.

№29

Для расчета процесса сгорания топлива в двигателе с электрическим зажиганием по методу Гриневецкого-Мазинга необходимо предварительно задать:

1) степень последующего расширения;

2) максимальную температуру в процессе сгорания;

3) степень предварительного расширения

4) показатель политропического процесса;

5) максимальное давление в процессе сгорания;

6) ни один из ответов не является верным.

№30

Определить температуру начала продувки 2-х тактного двигателя, если  $\gamma=0,08$ ,  $T_s=310\text{K}$ ,  $T_v=340\text{K}$ .

1) 525K

2) 620K

3) 715K

4) 810K

5) 905K

6) ни один из ответов не является верным.

№31

Для расчета процесса сгорания топлива в дизеле по методу Гриневецкого-Мазинга необходимо предварительно задать:

1) степень предварительного расширения;

2) максимальное давление в процессе сгорания;

3) степень последующего расширения;

4) показатель политропического процесса;

5) максимальную температуру в процессе сгорания;

6) ни один из ответов не является верным.

№32

Определите давление  $p_c$  конца сжатия в цилиндре двигателя при  $P_a = 0,089\text{ МПа}$ ;  $\varepsilon = 15$ ;  $\kappa_c = 1,36$ .

1) 3,54 МПа

2) 2,54 МПа

3) 1,54 МПа

4) 4,54 МПа

5) 5,54 МПа

6) нет ни одного верного ответа.

№33

Определите механический к.п.д. двигателя при  $\eta_i = 0,35$ ,  $\eta_e = 0,28$ .

1) 0.70

2) 0.75

3) 0.80

4) 0.85

5) 0.88

6) нет ни одного верного ответа.

№34

Вычислите степень предварительного расширения заряда в цилиндре двигателя, если  $T_c = 850\text{ K}$ ;  $T_z = 2100\text{ K}$ ;  $\beta = 1,1$ ;  $\lambda = 2,0$ .

1) 1.12

2) 1.36

3) 1.46

4) 1.55

5) 1.76

6) нет ни одного верного ответа.

## №35

Определить ход поршня двигателя, поршневая мощность которого составляет 15 кВт/дм<sup>3</sup>, а литровая - 10 кВт/л.

- 1) 90 мм
- 2) 110 мм
- 3) 130 мм
- 4) 140 мм
- 5) 150 мм
- 6) нет ни одного верного ответа.

## №36

В результате обработки индикаторной диаграммы рабочего цикла ДВС можно определить:

- 1) эффективную мощность двигателя
- 2) среднее эффективное давление цикла
- 3) массовый расход воздуха
- 4) часовой расход топлива
- 5) **среднее индикаторное давление**
- 6) нет ни одного верного ответа.

## №37

Поршневая мощность ПД – это отношение эффективной мощности двигателя к

- A) **площади поршня**
- B) рабочему объему цилиндра
- C) литражу двигателя
- D) количеству поршней

## №38

Регуляторные характеристики ПД не бывают

- A) **универсальные**
- B) статические
- C) астатические
- D) частичные

## №39

Классификация двс по характеру рабочего процесса в цилиндре включает

- A) **число тактов**
- B) число цилиндров
- C) число оборотов
- D) расположение цилиндров - рядное, V-образное, звездообразное.

## №40

При расчете процесса сжатия - определяют

- A) **показатель политропического процесса**
- B) геометрическую степень сжатия
- C) объем цилиндра
- D) число оборотов

## №41

Определить при нормальных атмосферных условиях теоретическую скорость в горловине впускного клапана дизеля без наддува при следующих исходных данных. Диаметр горловины 40мм, давления во впускном ресивере и в цилиндре соответственно 96 и 80кПа.

- A) **173 м/с**
- B) 425 м/с
- C) 52 м/с
- D) 114м/с

## №42

Определить геометрическую степень сжатия 4-х тактного пятицилиндрового дизеля с турбонаддувом, имеющим на номинальном режиме объем  $V_z = 148 \text{ см}^3$  если степень последующего расширения на этом режиме равна 10, а объем камеры сгорания –  $74 \text{ см}^3$

- A) 20
- B) 11
- C) 14
- D) 16

№43

Для какого из перечисленных газообразных топлив химический коэффициент молекулярного изменения  $b_0$  при сгорании равен 1?

- A)  $\text{CH}_4$
- B)  $\text{C}_2 \text{H}_6$
- C)  $\text{CO}$
- D) водород

№44

Для повышения коэффициента наполнения цилиндра бензинового двигателя необходимо

- A) ни один из ответов не является верным
- B) повысить октановое число топлива
- C) снизить цетановое число топлива
- D) повысить температуру поршня

№45

Определить эффективный КПД дизеля мощностью 100 кВт, если за 1 час он расходует 25 литров дизельного топлива ( $Q_H = 42000 \text{ кДж/кг}$ , плотность топлива  $850 \text{ кг/м}^3$ ).

- A) 40%
- B) 45%
- C) 35%
- D) 29%

№46

Универсальная характеристика центробежного компрессора представляет собой одновременно зависимости

- A) степени повышения давления в компрессоре и КПД компрессора от частоты вращения ротора и расхода воздуха
- B) расхода воздуха от давления наддува
- C) степени повышения давления в компрессоре от частоты вращения ротора
- D) давления наддува от оборотов турбокомпрессора

№47

Для каких типов поршневых двигателей переходные процессы составляют наиболее значительную часть времени работы?

- A) автомобильных
- B) тепловозных
- C) судовых
- D) авиационных

№48

При каком значении коэффициента избытка воздуха индикаторный КПД дизеля имеет максимальное значение?

- A) 3,5
- B) 1,5
- C) 2,5
- D) 4,5

№49

Может ли скорость критического истечения выхлопных газов из цилиндра пд быть

- A) **равной скорости звука**
- B) больше скорости звука
- C) меньше скорости звука
- D) больше местной скорости звука

№50

При расчете двигателя с гтн применяется уравнение рато, которое используется для определения

- A) **давления газов в выхлопном коллекторе**
- B) температуры газов в выхлопном коллекторе
- C) частоты вращения ротора турбины
- D) мощности компрессора

№51

Результаты составления теплового баланса позволяют определить

- A) **Температуру выхлопных газов ПД**
- B) величину коэффициента избытка воздуха
- C) среднее индикаторное давление цикла
- D) механические потери ПД

№52

Какие виды характеристик ДВС не существуют

- A) **тяговые**
- B) скоростные
- C) нагрузочные
- D) винтовые

№53

Скоростными характеристиками называются

- A) **нет верных ответов**
- B) зависимости показателей работы двигателя от частоты вращения вала отбора мощности
- C) зависимости расхода топлива от частоты вращения вала ПД
- D) зависимость мощности ПД от частоты вращения вала ПД

№54

Укажите неверный ответ. Методы регулирования газотурбинного наддува делятся на

- A) **гидростатические**
- B) внутренние
- C) внешние
- D) количественные

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                    |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100 % вопросов/задач)     |
| 4                                     | Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89 % вопросов/задач)      |
| 3                                     | Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74 % вопросов/задач)       |
| 2                                     | Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50 %) |

### Индивидуальное задание (высокий уровень):

Целью индивидуального задания является закрепление студентами теоретических сведений и приобретение практических навыков по расчету рабочего процесса поршневых двигателей внутреннего сгорания. Расчет рабочего процесса (или тепловой расчет) производится на стадии эскизного проектирования двигателя. Целью расчета является определение параметров рабочего процесса, при которых возможна реализация заданной мощности с минимальным расходом топлива.

В процессе теплового расчета определяются параметры рабочего тела в характерных точках цикла, диаметр цилиндра и ход поршня, индикаторные и эффективные показатели двигателя. По полученным расчетным параметрам строится, при необходимости, индикаторная диаграмма в  $p\phi$ - и  $pV$  координатах.

При выполнении теплового расчета следует обращать внимание на его точность, так как ошибка в подсчете одного показателя влечет за собой искажение всего расчета. Поэтому рекомендуется основные параметры теплового расчета проектируемого двигателя сопоставлять с аналогичными параметрами существующих типов двигателей.

Индивидуальное задание оформляется в виде пояснительной записки, которая содержит следующие разделы:

Титульный лист

Исходные данные к индивидуальному заданию

**Основная часть (методика, программы, результаты)**

**Заключение**

**Список литературных источников.**

При выполнении индивидуального задания могут быть использованы методики расчета, расчетные формулы, опытные коэффициенты и другие данные, отличные от приведенных в предлагаемых методических указаниях, но с обязательной ссылкой на источник. При этом требования по номенклатуре выходных данных и их графическому представлению должны быть соблюдены.

Расчеты производятся в системе СИ и там, где это необходимо, сопровождаются иллюстрациями и расчетными схемами. Расчеты, графики и пояснительная записка могут быть выполнены и оформлены с применением ЭВМ. Задание выполняется на листах формата А4 с соблюдением требований действующих стандартов.

#### Варианты индивидуальных заданий.

1. Определение температуры выхлопных газов.
2. Моделирование работы турбины.
3. Наддув ПД.
4. Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_T = \text{const}$ ).
5. Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $P_T = \text{var}$ ).
6. Внешний тепловой баланс ПД.
7. Внутренний тепловой баланс.
8. Характеристики ПД.
9. Характеристики ПД.
10. Особенности расчета рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах.
11. Моделирование рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах
12. Моделирование работы турбокомпрессоров при стационарных и переходных режимах ПД с ГТН.

#### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству индивидуальное задание

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | Индивидуальное задание представлено на высоком уровне (студент полностью представил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста полностью соответствует требованиям оформления технического текста |
| 4                                     | Индивидуальное задание представлено на среднем уровне (студент в                                                                                                                                                                                                                                                               |

| Шкала оценивания<br>(интервал баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | целом изложил рассматриваемую проблематику, привел мало аргументов в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). Изложение и оформление текста в основном соответствует требованиям оформления технического текста                                                                       |
| 3                                     | Индивидуальное задание представлено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). Изложение и оформление текста частично соответствует требованиям оформления технического текста |
| 2                                     | Индивидуальное задание представлено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.). Изложение и оформление текста полностью не соответствует требованиям оформлению технического текста                                                                 |

### Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен):

1. Форсирование поршневых двигателей (ПД).
2. Факторы, влияющие на литровую мощность.
3. Способы форсирования. Форсирование по среднему эффективному давлению цикла.
4. Форсирование по частоте вращения вала ПД.
5. Наддув ПД. Способы наддува.
6. Типы нагнетателей, их достоинства и недостатки. Системы газотурбинного наддува.
7. Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $p_t = \text{const}$ ).
8. Определение давления газов в цилиндре в процессе выпуска.
9. Уравнение Рато для определения давления в выхлопном коллекторе.
10. Расчет процессов в выпускных системах ПД с ГТН ( $p_t = \text{var}$ ).
11. Определение давления в выхлопном коллекторе для систем наддува с переменным давлением в выхлопном коллекторе.
12. Внешний тепловой баланс ПД. Составление теплового баланса для ПД без наддува, с приводным нагнетателем и газотурбинным наддувом.
13. Определение составляющих теплового баланса.
14. Внутренний тепловой баланс. Уравнение внутреннего теплового баланса для определения температуры выхлопных газов.
15. Факторы, влияющие на температуру выхлопных газов.
16. Характеристики ПД. Виды характеристик ПД.
17. Скоростные характеристики ПД. Изменение параметров двигателя по скоростным характеристикам.
18. Характеристики ПД. Нагрузочные, винтовые, регуляторные и генераторные характеристики.
19. Универсальные и регулировочные характеристики.
20. Использование альтернативных топлив.
21. Особенности расчета рабочего процесса ПД при работе на альтернативных топливах.
22. Частичные и переходные режимы ПД.
23. Моделирование рабочего процесса ПД на частичных и переходных режимах.
24. Моделирование работы турбокомпрессоров на частичных и переходных режимах ПД с ГТН.
25. Моделирование параметров компрессора.
26. Моделирование параметров турбины.
27. Определение КПД и мощности турбины.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточной аттестации (экзамен )

| Шкала<br>оценивания<br>(интервал<br>баллов) | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                           | Письменная работа выполнена на высоком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 75-100 %, соответствуют правильному решению на 90-100 % вопросов/задач) |
| 4                                           | Письменная работа выполнена на среднем уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно на 50-75 %, соответствуют правильному решению на 75-89 % вопросов/задач)   |
| 3                                           | Письменная работа выполнена на низком уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически правильно 40-50 %, соответствуют правильному решению на 50-74 % вопросов/задач)       |
| 2                                           | Письменная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (измерения, расчеты, оформление, представление итогового материала даны технически неправильно, соответствуют правильному решению менее чем на 50 %)       |

## 9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
  - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
  - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;

– продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

## Лист изменений и дополнений

[illegible]