

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.  
09 2023 г.



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по учебной дисциплине  
**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ДВИГАТЕЛЕЙ**

(наименование учебной дисциплины, практики)

**13.03.03. Энергетическое машиностроение**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**«ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»**

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчики:

ст. преп.  А.С.Ковтун

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры двигателей внутреннего сгорания

(наименование кафедры)

от «25» 02.2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой  А.А. Данилейченко

(подпись)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине  
«Специальные виды двигателей»**

**Задания закрытого типа**

**Задания закрытого типа на выбор правильного ответа**

*Выберите один правильный ответ*

1. Какой КПД выражает долю подведенной тепловой энергии, преобразуемую в механическую работу, снимаемую с выходного вала двигателя?

- А) механический
- Б) индикаторный
- В) эффективный.
- Г) термический
- Д) адиабатический

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Во сколько раз теоретически мощность роторно-поршневого двигателя больше мощности поршневого четырехтактного ДВС при одинаковом рабочем объеме, степени сжатия, частоте вращения вала, низшей теплоте сгорания топлива и прочих равных условиях?

- А) 2.
- Б) 1,5
- В) 3
- Г) 0,5
- Д) 2,5

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. В каком из указанных специальных видов двигателей достаточно просто с точки зрения конструкции реализовать двухсторонний рабочий процесс (по обе стороны днища поршня)?

- А) двигатель Стирлинга
- Б) двигатель Ванкеля
- В) газотурбинный двигатель
- Г) волновой дисковый двигатель
- Д) двигатель Баландина.

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. Какой из теоретических газовых циклов не реализуется на практике в натурном тепловом двигателе?

- А) цикл Отто
- Б) цикл Карно.

В) цикл Брайтона

Г) цикл Стирлинга

Д) цикл Дизеля

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

### Задания закрытого типа на установление соответствия

*Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.*

1. Найти соответствие между указанными элементами конструкции и специальными видами двигателей, в конструкции которых эти элементы применяются.

- |                         |                                     |
|-------------------------|-------------------------------------|
| 1) Поршень-вытеснитель  | А) Двигатель Ванкеля                |
| 2) Эксцентриковый вал   | Б) Свободнопоршневой генератор газа |
| 3) Буферная полость     | В) Волновой дисковый двигатель      |
| 4) Направляющий аппарат | Г) Газотурбинный двигатель          |
|                         | Д) Двигатель Стирлинга              |

Правильный ответ: 1-Д, 2-А, 3-Б, 4-Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Найти соответствие между особенностями, присущими конкретному специальному виду двигателей и видом двигателя.

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1) Низкий уровень излучаемого шума при работе              | А) Роторно-поршневой двигатель |
| 2) Высокая удельная мощность на единицу массы              | Б) Двигатель Стирлинга         |
| 3) Полное уравнивание                                      | В) Двигатель Баландина         |
| 4) Отсутствие боковой силы, действующей на стенку цилиндра | Г) Паровой двигатель           |
|  | Д) Газотурбинный двигатель     |

Правильный ответ: 1-Б, 2-Д, 3-А, 4-В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. Найти соответствие между теоретическими циклами специальных видов двигателей и составляющими их термодинамическими процессами.

- |                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| 1) Цикл Эриксона  | А) две изохоры и две изотермы  |
| 2) Цикл Стирлинга | Б) две изобары и две изохоры   |
| 3) Цикл Карно     | В) две адиабаты и две изотермы |
|                   | Г) две изотермы и две изобары  |

Правильный ответ: 1-Г, 2-А, 3-В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. Найти соответствие между указанными видами специальных двигателей и областями их фактического и возможного применения.

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1) Двигатель Стирлинга              | А) Авиация, морской и наземный транспорт, стационарные установки, электростанции |
| 2) Двигатель Баландина              | Б) Космический транспорт   |
| 3) Свободнопоршневой генератор газа | В) Стационарные установки, автомобильный транспорт, подводные лодки              |
| 4) Газотурбинный двигатель          | Г) Наземный транспорт<br>Д) Морской и железнодорожный транспорт                  |

Правильный ответ: 1-В, 2-Г, 3-Д, 4-А

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

### **Задания закрытого типа на установление правильной последовательности**

1. В какой последовательности осуществляется рабочий процесс двигателя Стирлинга, начиная от начала сжатия рабочего тела (газ)?

А) Вытеснительный поршень медленно движется вблизи НМТ. Под давлением газов рабочий поршень движется к НМТ, совершая полезную работу.

Б) Газ охлаждается, проходя через охладитель, тепло, отведенное от газа, излучается в окружающую среду. Рабочий поршень медленно движется вблизи ВМТ. Вытеснительный поршень перемещает рабочее тело из холодной полости через регенератор и нагреватель в горячую полость. Давление и температура газа увеличиваются до максимальных значений.

В) Сначала рабочий поршень сжимает газ и подаёт его в холодную полость под вытеснительный поршень.

Г) Рабочий поршень медленно движется вблизи НМТ. Вытеснительный поршень движется к ВМТ, перемещая газ из горячей полости в холодную. Проходя регенератор, газ охлаждается до минимальной температуры цикла. Давление рабочего тела падает до величины предварительной закачки. Суммарный объём цилиндров остаётся постоянным. Далее рабочий процесс повторяется.

Правильный ответ: В, Б, А, Г

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. В какой последовательности осуществляется рабочий процесс свободнопоршневого генератора газа (СПГГ)?

А) С момента перекрытия газообменных окон рабочими поршнями начинается сжатие заряда в рабочем цилиндре. В конце такта сжатия происходит впрыск топлива (дизельный цикл) или подача искры (бензиновый цикл).

Б) Давление в буферных полостях превышает давление в рабочем цилиндре. Поршни начинают сходиться.

В) Под действие горячих газов поршни расходятся. Открываются выхлопные окна. Горячий газ поступает на линию потребителей (силовая турбина, расширительная машина объёмного типа и др.). Далее рабочий процесс повторяется.

Г) С момента закрытия впускных клапанов свежий заряд сжимается в компрессорных полостях и затем поступает через перепускные клапаны в рабочий цилиндр через впускные окна.

Д) Сначала поршни расходятся, сжимая воздух в буферных полостях. Под действием разрежения открываются клапаны и в компрессорные полости поступает атмосферный воздух.

Правильный ответ: Д, Б, Г, А, В

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. В какой последовательности осуществляется рабочий процесс свайного дизель-молота?

А) С момента открытия газообменных окон начинается продувка цилиндра от отработавших газов атмосферным воздухом. Далее рабочий процесс повторяется.

Б) Сначала под действием силы тяжести боёк молота движется вниз, сжимая воздушный заряд в цилиндре.

В) Под давлением продуктов сгорания поршень движется вверх, поднимая боёк молота и совершая работу против силы тяжести.

Г) В сжатый воздух в углубление шабота впрыскивается топливо и вследствие удара по топливу, находящемуся в углублении шабота, последнее распыливается и воспламеняется, образуются продукты сгорания.

Правильный ответ: Б, Г, В, А

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. В какой последовательности передаётся энергия горячего рабочего тела к внешнему потребителю в роторно-поршневом двигателе?

А) от ротора

Б) трансмиссии

В) к зубчатой шестерне наружного зацепления к зубчатому колесу внутреннего зацепления через

Г) эксцентриковый вал и к

Правильный ответ: А, В, Г, Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

## **Задания открытого типа**

### **Задания открытого типа на дополнение**

*Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

1. Газообмен в роторно-поршневом двигателе Ванкеля осуществляется через \_\_\_\_\_ окна.

Правильный ответ: газообменные

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. В аксиально-поршневом двигателе поршень совмещает возвратно-\_\_\_\_\_ движения в цилиндре.

Правильный ответ: вращательное

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. В силовой установке со свободно - поршневым генератором газа расширение рабочего тела осуществляется в \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: силовой турбине

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. \_\_\_\_\_ механизм – это механизм газораспределения сверхвысокооборотных ДВС, в котором открытие и закрытие клапана осуществляется двумя отдельными коромыслами.

Правильный ответ: Десмодромный/ десмодромный

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

### **Задания открытого типа с кратким свободным ответом**

1. Площадь поршня двигателя составляет  $20 \text{ см}^2$ , давление газов в цилиндре в данный момент  $5 \text{ кгс/см}^2$ . Какова сила давления газа на поршень в кгс? *Ответ представить в виде числа.*

Правильный ответ: 100

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Какой основной элемент газотурбинного двигателя отвечает за сжатие воздуха?

Правильный ответ: компрессор

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. Как называется часть газотурбинного двигателя, где происходит сгорание топлива?

Правильный ответ: камера сгорания

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. Определить угловую скорость (рад/с) вращения вала аксиально-поршневого двигателя, если линейная скорость точки, лежащей на диаметре винта, закрепленного на валу, равна  $400 \text{ м/с}$ , диаметр винта  $D = 0,8 \text{ м}$ ? *Ответ представить в виде числа.*

Правильный ответ: 1000

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

### **Задания открытого типа с развернутым ответом**

*Решите задачу.*

1. Какое нормальное напряжение возникает в штоке диаметром  $d = 30 \text{ мм}$  двигателя Баландина с диаметром цилиндра  $D = 82 \text{ мм}$  с двухсторонним рабочим процессом, если текущее давление сгорания в рабочей камере  $p_i = 3 \text{ МПа}$ , а скорость поршня в текущий момент времени достигает максимальной величины? В камере сгорания по другую сторону днища поршня происходит выпуск в атмосферу. Давление в этой камере принять атмосферным.

Время выполнения: 20 мин.

Ожидаемый результат:

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Решение:

А) Шток нагружен только силой  $P_{\Gamma}$  давления расширяющихся горячих газов в камере сгорания под поршнем, давящих на кольцевую площадь  $F_c$

$$P_{\Gamma} = p_i \cdot F_c = p_i \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 3 \cdot \frac{3,14}{4} (82^2 - 30^2) \cdot 10^{-3} = 13,7 \text{ кН.}$$

Б) Нормальное напряжение, возникающее в штоке, определяется по формуле

$$\sigma = \frac{P_{\Gamma}}{F_s} = \frac{4P_{\Gamma}}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 13,7 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 30^2} = 19,4 \text{ МПа,}$$

где  $F_s$  – площадь поперечного сечения штока.

Правильный ответ: Нормальное напряжение равно 19,4 МПа.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

2. Определить среднюю скорость  $C_m$  рабочего поршня двигателя Стирлинга с кривошипно-шатунным механизмом при частоте вращения коленчатого вала  $n = 2100$  об/мин, если относительная длина шатуна  $\lambda = 0,25$ . В положении рабочего поршня в ВМТ расстояние между осью поршневого пальца и осью коленчатого вала составляет 300 мм.

Время выполнения: 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

Решение:

А) Средняя скорость поршня определяется по известной формуле

$$C_m = \frac{S \cdot n}{30},$$

где  $S$  – ход рабочего поршня.

Б) По определению относительная длина шатуна  $\lambda$  равна отношению радиуса кривошипа  $R$  к длине шатуна  $L$ . Для аксиального кривошипно-шатунного механизма радиус кривошипа равен половине хода поршня  $S$

$$\lambda = \frac{R}{L} = \frac{S}{2 \cdot L} \Rightarrow S = 2R = 2 \cdot L \cdot \lambda.$$

В записанном уравнении две неизвестные величины ход поршня  $S$  и длина шатуна  $L$ . Вторым уравнением, связывающим  $R$  и  $L$ , является сказанное в условии:  $R + L = 300$  мм. Тогда получаем систему двух линейных уравнений

$$\begin{cases} R + L = 300 \\ R = \lambda \cdot L \end{cases}.$$

Исключая из системы длину шатуна  $L$ , получаем

$$R + \frac{R}{\lambda} = 300.$$

И после алгебраических преобразований

$$R = 300 \frac{\lambda}{\lambda + 1} = 300 \frac{0,25}{0,25 + 1} = 60 \text{ мм.}$$

Тогда средняя скорость рабочего поршня

$$C_m = \frac{S \cdot n}{30} = \frac{2 \cdot R \cdot n}{30} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 2100}{30} = 8,4 \text{ м/с.}$$

Правильный ответ: Средняя скорость рабочего поршня двигателя Стирлинга равна 8,4 м/с.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

3. Какое давление условного конца сжатия  $p_c$  создаётся в цилиндре атмосферного двигателя Баландина, если рабочий объём цилиндра  $V_h = 0,5$  л, а объём камеры сгорания  $V_c = 54$  см<sup>3</sup>. Атмосферное давление  $B = 100$  кПа, процесс сжатия считать адиабатным. Аэродинамическим сопротивлением впускного коллектора двигателя и клапанной щели пренебречь.

Время выполнения: 20 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

Решение:

Определяем давление условного конца сжатия

$$p_c = p_a \frac{V_a^k}{V_c^k} = p_a \cdot \varepsilon^k = B \cdot \varepsilon^k = 100 \cdot 10,3^{1,4} = 2618 \text{ кПа,}$$

где  $\varepsilon$  – геометрическая степень сжатия  $\varepsilon = \frac{V_h}{V_c} + 1 = \frac{0,5 \cdot 10^3}{54} + 1 = 10,3$ ;

$p_a = B$  - так как по условию гидравлическое сопротивление впускного трактора двигателя равно нулю.

Правильный ответ: Давление в условном конце сжатия равно 2618 кПа.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

4. На какую высоту может поднять боёк массой 500 кг свайный дизель-молот, рабочим объёмом  $V_h = 73,6$  л, если среднее эффективное давление цикла  $p_e = 400$  кПа?  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения.

Время выполнения: 10 мин.

Ожидаемый результат:

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Решение:

В дизель-молоте полезная работа расширения газов  $L_e = p_e \cdot V_h$  затрачивается на поднятие бойка на заданную высоту  $H$ . При этом боёк массой  $m$  приобретает потенциальную энергию  $E = m \cdot g \cdot H$ . Зная, что  $L_e = E$  или  $p_e \cdot V_h = m \cdot g \cdot H$  искомую высоту поднятия бойка определим по формуле

$$H = \frac{p_e \cdot V_h}{m \cdot g} = \frac{400 \cdot 73,6}{500 \cdot 9,81} = 6 \text{ м.}$$

Правильный ответ: Высота поднятия бойка 6 м.

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1)

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине «Специальные виды двигателей» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической  
комиссии института транспорта и логистики



Е.И. Иванова

## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)