

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

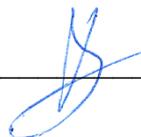
УТВЕРЖДАЮ
Директор института транспорта и логистики
Быкадоров В.В.
« 26 » 02 2025 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине
Моделирование процессов в поршневых двигателях
13.04.03. Энергетическое машиностроение
«Двигатели внутреннего сгорания»

Разработчики:

доцент



А.А. Данилейченко,

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры двигателей внутреннего сгорания

(наименование кафедры)

от « 25 » 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой


(подпись)

А.А. Данилейченко

Луганск 2025г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Моделирование процессов в поршневых двигателях»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ.

1. Какие параметры чаще всего анализируются при математическом моделировании работы ДВС?

А) температура, давление, расход топлива.

Б) цвет выхлопных газов

В) шумность работы двигателя

Г) вес двигателя

Д) стоимость топлива

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

2. Какая программа используется для моделирования тепловых процессов в ДВС в табличной форме?

А) MATLAB

Б) Microsoft Excel.

В) Adobe Photoshop

Г) AutoCAD

Д) логарифмическая линейка

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

3. Какие данные необходимы для математического моделирования работы ДВС?

А) геометрические параметры двигателя

Б) физические свойства топлива

В) граничные условия окружающей среды (температура, давление).

Г) физические свойства воздуха

Д) все перечисленные.

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

4. По каким причинам качество газообмена в двухтактных ДВС хуже, чем в четырехтактных?

А) газообмен происходит при положении поршня вблизи НМТ, т.е. при почти максимальном объеме

Б) процессы выпуска, продувки и наполнения практически не разделены во времени, что накладывает на конструкцию органов газообмена взаимоисключающие требования

В) перепад давлений, необходимый для смены заряда, создается не поршнем (как в четырехтактном ДВС), а за счет продувочного компрессора, кривошипной камеры или волновых процессов в выпускной и впускной системах

Г) время отводимое на процесс газообмена в двухтактных ДВС примерно в два раза меньше по сравнению с четырехтактным, работающим на сходном скоростном режиме

Д) все перечисленные ответы правильные.

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие понятий и определений этапов газообмена четырехтактного двигателя.

- | | |
|--------------------------|--|
| 1) дозарядка | А) происходит при открытых впускных клапанах и движении поршня от ВМТ к НМТ (при этом происходит генерирование волн разрежения во впускной системе и ее интенсивность зависит от перепада давлений и от проходного сечения впускных органов- клапанов). |
| 2) наполнение | Б) при перемещении поршня от НМТ к ВМТ до момента закрытия впускных клапанов (в этот период, используя волновые процессы во впускном ГВТ согласованные с движением впускного клапана, можно добиться существенного увеличения коэффициента наполнения). |
| 3) продувка камеры | В) происходит при небольшом увеличении объема РК от начала открытия выпускного клапана до НМТ (в период свободного выпуска в выпускной трубопровод перетекает наиболее работоспособная часть газов и порождает в нем интенсивную волну сжатия). |
| 4) принудительный выпуск | Г) сгорания происходит в период, так называемого перекрытия клапанов (одновременного открытия впускного и выпускного клапанов) при положении поршня в районе ВМТ (продувка в ДВС с внешним смесеобразованием, вообще говоря, приводит к потерям смеси, являясь дополнительным средством снижения кол-ва остаточных газов).
Д) происходит под действием перемещающегося поршня от НМТ к ВМТ до момента открытия впускных клапанов (выталкивание ОГ в выпускную систему происходит в основном уже при небольшом перепаде давления). |

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

2. Установите соответствие параметров рабочего процесса ДВС их формулам.

- | | | |
|--------------------------------|----|--|
| 1) расход топлива | А) | $P_k / (R_b \cdot T_k)$ |
| 2) плотность заряда на впуске | Б) | $G_b / (\varphi \cdot \alpha \cdot L_0)$ |
| 3) эффективная мощность | В) | $T_a \cdot \varepsilon^{k_c - 1}$ |
| 4) эффективный крутящий момент | Г) | $\eta_e \cdot G_T \cdot H_u$ |
| | Д) | $9550 \cdot N_e / n$ |

Правильный ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

3. Установите соответствие понятий и их описаний

- | | | |
|------------------------|----|--|
| 1) оптимизация модели | А) | уточняются существенные параметры, ограничения на значения управляемых параметров, показатели исхода операции, связи показателей исхода операции с существенными параметрами, критерий эффективности. После внесения изменений в модель вновь выполняется оценка адекватности. |
| 2) адекватность модели | Б) | состоит в упрощении при заданном уровне адекватности. Основными показателями выступают время и затраты средств для проведения исследований на ней. В основе лежит возможность преобразования моделей из одной формы в другую. Преобразование может выполняться либо с использованием математических методов, либо эвристическим путем. |
| 3) формализация модели | В) | это замена реального объекта его формальным описанием, т. е. его информационной моделью. |
| | Г) | совпадение свойств (функций/параметров/характеристик и т. п.) модели и соответствующих свойств моделируемого объекта. Проверка может производиться путем сравнения показателей, полученных на модели, с реальными, а также путем экспертного анализа. |

Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-В

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

4. Установите соответствие формул названиям составляющих теплового баланса ДВС.

- | | | |
|--|----|---|
| 1) теплота, унесенная отработавшими газами | А) | $1000 \cdot N_e$ |
| 2) общее количество теплоты, введенной в | Б) | $\frac{G_T}{3,6} [M_2 \cdot (m_{c_{pmr}}) \cdot (T_r - 273) - M_1 (m_{c_{pms}}) \cdot (T_s - 273)]$ |

двигатель с топливом

- 3) теплота, передаваемая В) $c \cdot i \cdot D^{1+2m} \cdot n^m / \alpha$
охлаждающей среде

$$\Gamma) \frac{Q_H \cdot G_T}{3,6}$$

Правильный ответ: 1-Б, 2-Г, 3-В

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо

1. Необходимо построить развернутую индикаторную диаграмму двигателя, представляющую собой зависимость давления в цилиндре P от угла поворота кривошипа φ . Заданы давление в конце наполнения P_a и давление остаточных газов P_r . Установите последовательность построения зависимости $P_i=f(\varphi)$.

А) Перед началом вычисления текущих давлений газа в цилиндре двигателя P_i необходимо определить промежуточные величины: безразмерное перемещение поршня; текущее перемещение поршня; площадь поршня; рабочий объем цилиндра; текущая часть рабочего объема цилиндра под поршнем при соответствующем угле поворота коленчатого вала; объем камеры сжатия; текущий объем надпоршневого пространства при повороте кривошипа на угол φ ; полный объем цилиндра .

Б) Текущее давление в цилиндре P_i на такте расширения $\varphi=360^\circ-540^\circ$ определяется по формулам: $P_i = P_Z \cdot \left(\frac{V_Z}{V_i}\right)^{n_p}$

В) Текущее давление в цилиндре P_i на тактах сжатия $\varphi=180^\circ-360^\circ$ определяется по формуле: $P_i = P_a \cdot \left(\frac{V_a}{V_i}\right)^{n_c}$

Г) При отсутствии уточненного расчета газообмена для четырехтактных двигателей давление на такте наполнения ($\varphi=0^\circ-180^\circ$) приближенно можно принять постоянным и равным P_a

Д) Для четырехтактных двигателей давление на такте выпуска ($\varphi=540^\circ-720^\circ$) приближенно можно принять постоянным и равным P_r .

Правильный ответ: А, Г, В, Б, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

2. Составьте алгоритм поиска максимальной высоты подъема клапана h_k^{\max} газораспределительного механизма с диаметром цилиндра D .

А) определяем диаметр клапана $d=(0,35-0,47)*D$.

Б) определяем диаметр тарелки клапана $D_t=(1,05-1,15)d$.

В) определяем диаметр стержня клапана $d_s=(0,15-0,4)d$.

Г) задаемся углом фаски клапана Φ_k .

Д) определяем максимальную высоту подъема клапана

$$h_k^{\max} = \sqrt{\left(\frac{d^2 - d_c^2}{2 \cdot (D_T + d)}\right)^2 - \left(\frac{D_T - d}{2}\right)^2} + \frac{D_T - d}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_k$$

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

3. Расположите этапы математического моделирования работы ДВС в правильной последовательности.

А) проведение расчетов и анализ результатов моделирования

Б) постановка задачи и определение целей моделирования

В) оценка точности модели на основе экспериментальных данных

Г) разработка математической модели, включая выбор уравнений и граничных условий

Правильный ответ: Б, Г, А, В

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

4. Установите правильную последовательность расчета рабочего процесса ДВС.

А) расчет процесса сжатия

Б) расчет процесса наполнения

В) расчет процесса сгорания

Г) расчет процесса расширения

Д) расчет эффективных показателей

Правильный ответ: Б, А, В, Г, Д

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Математические модели включают _____, которые описывают поведение систем (например, уравнения дифференциальные и разностные).

Правильный ответ: уравнения/ выражения/ формулы/ алгоритмы

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

2. Моделирование позволяет _____ затраты на проведение реальных экспериментов, ускорить процесс разработки, выявить оптимальные параметры работы двигателя и улучшить его характеристики.

Правильный ответ: сократить /снизить/ уменьшить

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

3. Симуляция – это процесс _____ реальных процессов и систем с помощью моделей для исследования их поведения при различных условиях.

Правильный ответ: имитации /замены/ замещения/ моделирования /воспроизведения

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

4. Основным методом при проведении физического и математического моделирования процессов сгорания в ДВС является численное моделирование, которое включает в себя использование математических моделей и _____ симуляций.

Правильный ответ: компьютерных/ машинных/ электронных/ цифровых/ вычислительных

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. Отношение массы свежего заряда, проходящего через камеру сгорания за один рабочий цикл к теоретической массе свежего заряда, который мог бы разместиться в объеме, описываемом поршнем при атмосферных условиях принято называть коэффициентом _____ камеры сгорания.

Правильный ответ: продувки / очистки

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

2. Процесс проверки адекватности математической или компьютерной модели путем сравнения ее результатов с экспериментальными данными или реальными измерениями называют валидация модели или по простому проверка _____.

Правильный ответ: точности

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

3. MATLAB, ANSYS, GT-Power, COMSOL Multiphysics, Python используются для моделирования ДВС, позволяют решать сложные задачи, связанные с теплопередачей, гидродинамикой, механическими напряжениями и оптимизацией параметров работы двигателя и называются _____.

Правильный ответ: программные средства/ программными средствами/ программы / программами/ инструментами

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

4. Отношение массы воздуха, поступающего в цилиндр за цикл, к массе воздуха, которая бы могла поместиться в цилиндре при параметрах воздуха перед цилиндром называют коэффициентом _____ продувочного воздуха.

Правильный ответ: избытка

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

Дайте ответ на вопрос.

1. Напишите алгоритм расчета процесса сжатия со степенью сжатия ε , температурой T_a и давлением P_a заряда в конце процесса наполнения и показателем адиабаты сжатия k_c .

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Правильный ответ:

1) Показатель политропы сжатия определим из формулы: $n_c = k_c - 0,02$.

2) Температуру и давление заряда в конце сжатия определяем по показателю политропы сжатия: $T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_c - 1}$ и $P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_c}$.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

2. Продувка двухтактных двигателей со специальным продувочным агрегатом? Укажите на каких двигателях используется, что используют для привода внешнего агрегата, недостатки.

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Правильный ответ: Продувка двухтактных двигателей со специальным продувочным агрегатом используется как правило в двигателях большой мощности. Для привода внешнего агрегата используют либо - непосредственную механическую связь двигателя с ним (механически приводные компрессоры), либо - газовую связь (турбокомпрессор), или же комбинированную связь. Как недостаток у таких схем можно отметить: возрастающие габариты и масса всего двигателя, сложность системы управления двигателем, дополнительные потери энергии на привод.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

3. Как проводится оптимизация параметров ДВС на основе математической модели? Какие параметры модели изменяются?

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Правильный ответ: Оптимизация параметров двигателя на основе математической модели проводится путем изменения параметров модели (например, геометрических параметров ДВС - диаметра, хода поршня или типа топлива, а также давления наддува, температуры на впуске, состава смеси и др.) и анализа влияния этих изменений на характеристики двигателя, такие как мощность, крутящий момент и расход топлива.

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Решите задачу.

1. Определить эффективный КПД дизеля мощностью $N_e = 150$ кВт, если за 1 час он расходует $G_{T1} = 0,037$ м³/час дизельного топлива (низшая теплота сгорания топлива $Q_n = 42000$ кДж/кг, плотность топлива 850 кг/м³).

Время выполнения: 10 мин.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному ниже пояснению.

Ожидаемый результат:

Решение:

1) Определяем часовой расход топлива

$$G_T = G_{T1} (\text{м}^3/\text{час}) \cdot \rho (\text{кг}/\text{м}^3) = 0,037 \cdot 850 = 31,45 \text{ кг}/\text{час}.$$

2) Определяем удельный эффективный расход топлива

$$g_e = G_T / N_e = 31,45 / 150 = 0,209 \text{ кг}/\text{кВт} \cdot \text{час}.$$

3) Используем известную формулу

$$\eta_e = 3600 / (g_e \cdot Q_H) = 3600 / (0,209 \cdot 42000) = 0,408.$$

Правильный ответ: 0,408

Компетенции (индикаторы): ПК-2 (ПК-2.2)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине «*Моделирование процессов в поршневых двигателях*» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.03 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)