

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 гидрогазодинамики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

транспорта и логистики

Быкадоров В.В.



«26» 02 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Теплофизические свойства жидкостей и газов»

13.03.03 Энергетическое машиностроение

«Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»

Разработчик:

канд. техн. наук, доцент  Бугаенко В.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры гидрогазодинамика

от «14» января 2025г., протокол №3

Заведующий кафедрой  Мальцев Я.И.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Теплофизические свойства жидкостей и газов»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выбрать один правильный ответ

1. Формула для определения коэффициента объёмного сжатия имеет вид:

А) $\beta_p = \frac{dV}{dp} \frac{1}{V}$;

Б) $\beta_p = -\frac{dV}{dp} \frac{1}{V}$;

В) $\beta_p = -\frac{dp}{dV} \frac{1}{p}$;

Г) $\beta_p = \frac{dp}{dV} \frac{1}{p}$.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

2. Формула для определения объёма жидкости, при изменении давления, имеет вид:

А) $V \approx V_1(1 + \beta_p \Delta p)$;

Б) $V_1 \approx V(1 - \beta_p \Delta p)$;

В) $V \approx V_1(1 - \beta_p \Delta p)$;

Г) $V \approx V_1(1 - \beta_T \Delta p)$;

Д) $V \approx V_1(\beta_p \Delta p - 1)$;

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

3 Формула для определения коэффициента объёмного расширения имеет вид:

А) $\beta_T = \frac{dV}{dT} \frac{1}{V_1}$;

Б) $\beta_T = \frac{\partial V}{\partial T} \frac{1}{V_1}$

В) $\beta_T = -\frac{\partial V}{\partial T} \frac{1}{V_1}$;

Г) $\beta_T = \frac{\partial V}{\partial T} \frac{1}{V}$;

Д) $\beta_p = \frac{\partial V}{\partial T} \frac{1}{V_1}$;

Е) $\beta_T = \frac{\partial V_1}{\partial T} \frac{1}{V_1}$

Правильный ответ: Б.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

4. Формула для определения объёма жидкости, при изменении её температуры, имеет вид:

А) $V = V_1(1 + \beta_T \Delta T)$;

Б) $V = V_1(1 - \beta_T \Delta T)$;

В) $V_1 = V(1 + \beta_T \Delta T)$;

Г) $V = V_1(\beta_T \Delta T - 1)$

Правильный ответ: А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

Выберите все правильные варианты ответов

5. Перечислите основные физические свойства капельных жидкостей:

А) Плотность;

Б) Сжимаемость;

В) Температурное расширение;

Г) Поверхностное натяжение;

Д) Вязкость;

Е) Испаряемость.

Ж) Прозрачность.

Правильный ответ: А, Б, В, Г, Д, Е.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

Установите соответствие между названием и формулой для определения физической величины.

1) $\rho = \rho_1 / (1 + \beta_T \Delta T)$

2) $\rho \approx \rho_1 / (1 - \beta_p \Delta p)$

А) Динамическая вязкость жидкости

Б) Обобщённый закон Гука

3) $\Delta V/V = -\Delta p/K$

4) $\nu = \mu / \rho$

5) $\mu = \tau \frac{dv}{dy}$

В) Плотность жидкости при изменении давления

Г) Плотность жидкости при изменении температуры

Д) кинематическая вязкость жидкости

Правильный ответ:

1

2

3

4

5

Г

В

Б

Д

А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

2. Установите соответствие между названием и формулой для определения физической величины.

1) Относительный объём газа растворённого в жидкости по закону Генри

А) $\mu = \mu_0 e^{-\beta(T-T_0)}$

2) Изменение вязкости жидкости при изменении температуры

Б) $\frac{V_{\Gamma}}{V_{\text{ж}}} = k \frac{p}{p_0}$

3) Изменение вязкости жидкости при изменении давления

В) $\tau = \mu \frac{dv}{dy}$

4) Касательные напряжения в жидкости

Г) $\mu = \mu_0 e^{-\alpha(p-p_0)}$

Правильный ответ:

1

2

3

4

Б

А

Г

В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

3. Установите соответствие между названием и формулой для определения физической величины.

1) Высота подъема смачивающей жидкости (или опускание несмачивающей жидкости) в стеклянной трубке диаметром d

А) $p = 2\sigma/r$

2) Дополнительное давление, обусловленное силами поверхностного натяжения

Б) $h = \frac{4\sigma}{d \cdot \gamma} = k/d$

3) Формула, связывающая плотность и удельный вес жидкости

В) $\frac{\Delta V}{V} = -\frac{\Delta p}{K}$

4) Обобщённый закон Гука

Г) $\rho = \gamma/g$

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	А	Г	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Запишите правильную последовательность действий при решении задачи в буквенном обозначении слева направо.

1. Запишите правильную последовательность определения парциального давления азота, кислорода и углекислого газа при атмосферном давлении $p_{\text{ат}} = 0,1 \text{ МПа}$ и при избыточном давлении $p_1 = 0,4 \text{ МПа}$, если в атмосферном воздухе содержится по объёму 78% азота, 21% кислорода и 0,03% углекислого газа.

А) Определяем величины парциальных давлений азота, кислорода и углекислого газа при атмосферном давлении:

$$p_{N_2} = r_{N_2} \cdot p_{\text{ат}} = \frac{78 \cdot 100000}{100} = 78 \text{ кПа},$$

$$p_{O_2} = r_{O_2} \cdot p_{\text{ат}} = \frac{21 \cdot 100000}{100} = 21 \text{ кПа},$$

$$p_{CO_2} = r_{CO_2} \cdot p_{\text{ат}} = \frac{0,03 \cdot 100000}{100} = 0,03 \text{ кПа}.$$

Б) Определяем величины парциальных давлений азота, кислорода и углекислого газа при абсолютном давлении $p_{\text{абс}} = 500 \text{ кПа}$:

$$p_{N_2} = \frac{78 \cdot 500000}{100} = 390 \text{ кПа},$$

$$p_{O_2} = \frac{21 \cdot 500000}{100} = 105 \text{ кПа}$$

$$p_{CO_2} = \frac{0,03 \cdot 500000}{100} = 0,15 \text{ кПа}$$

В) Определяем абсолютное давление воздуха при избыточном давлении $p_1 = 0,4 \text{ МПа}$:

$$p_{\text{абс}} = p_1 + p_{\text{ат}} = 0,1 \cdot 10^6 + 0,4 \cdot 10^6 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Правильный ответ: А, В, Б.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

2. Запишите правильную последовательность определения объёмных долей азота, кислорода и углекислого газа при избыточном давлении $p_1 = 0,4 \text{ МПа}$, при которых их парциальное давление будет равно парциальному давлению при атмосферном

давлении $p_{ат} = 0,1 \text{ МПа}$, при содержании по объёму 78% азота, 21% кислорода и 0,03% углекислого газа.

А) Для определения объёмных долей азота, кислорода и углекислого газа при избыточном давлении $p_1 = 0,4 \text{ МПа}$ и значениях парциального давления $p_{N_2} = 78 \text{ кПа}$, $p_{O_2} = 21 \text{ кПа}$, $p_{CO_2} = 0,03 \text{ кПа}$ воспользуемся соотношением $p_i = r_i p_{см}$:

$$\text{Объёмная доля азота } r_{N_2} = \frac{p_{N_2}}{p_{1абс}} = \frac{78000}{500000} = 0,156 = 15,6\%;$$

$$\text{Объёмная доля кислорода } r_{O_2} = \frac{p_{O_2}}{p_{1абс}} = \frac{21000}{500000} = 0,042 = 4,2\%;$$

$$\text{Объёмная доля углекислого газа } r_{CO_2} = \frac{p_{CO_2}}{p_{1абс}} = \frac{30}{500000} = 0,0006 = 0,06\%;$$

Б) Определяем абсолютное давление воздуха при избыточном давлении $p_1 = 0,4 \text{ МПа}$:

$$p_{1абс} = p_1 + p_{ат} = 0,1 \cdot 10^6 + 0,4 \cdot 10^6 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

В) Определяем величины парциальных давлений азота, кислорода и углекислого газа при атмосферном давлении:

$$p_{N_2} = r_{N_2} \cdot p_{ат} = \frac{78 \cdot 100000}{100} = 78 \text{ кПа},$$

$$p_{O_2} = r_{O_2} \cdot p_{ат} = \frac{21 \cdot 100000}{100} = 21 \text{ кПа},$$

$$p_{CO_2} = r_{CO_2} \cdot p_{ат} = \frac{0,03 \cdot 100000}{100} = 0,03 \text{ кПа}.$$

Правильный ответ: Б, В, А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

3. Запишите правильную последовательность определения дополнительного объема ΔV масла, который необходимо подать в полость трубы с внутренним диаметром $d = 40 \text{ мм}$, длиной $l = 8 \text{ м}$, заполненной маслом при атмосферном давлении, в процессе гидравлического испытания избыточным давлением $p_{изб} = 20 \text{ МПа}$, пренебрегая деформацией трубы (коэффициент объёмного сжатия масла $\beta_p = 6 \cdot 10^{10} \text{ м}^2 / \text{Н}$).

А) Определяем объем внутренней полости испытываемой трубы:

$$V = \frac{\pi d^2 l}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 8}{4} = 0,010048 \text{ м}^3$$

Б) Обозначим объём жидкости, необходимый для проведения испытания, который складывается из объёма внутренней полости трубы V и дополнительного объёма масла, поданного в полость трубы при испытаниях ΔV , V_1 , тогда

$$V_1 = V + \Delta V$$

В) Применим формулу для определения объёма жидкости, при воздействии на неё дополнительного давления

$$V = V_1(1 - \beta_p \Delta p)$$

Г) Подставим в формулу $V_1 = V + \Delta V$ и изменение давления $\Delta p = p_{изб}$

$$V = (V + \Delta V)(1 - \beta_p p_{изб}).$$

Д) Преобразуем формулу и получим величину дополнительного объёма масла ΔV

$$\Delta V = \frac{V}{1 - \beta_p p_{изб}} - V = \frac{0,010048}{1 - 6 \cdot 10^{-10} \cdot 20 \cdot 10^6} - 0,010048 = 122 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Правильный ответ: Б, А, В, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Вставьте пропущенное слово (словосочетание)

1. Уравнение $p = \rho RT$ связывающее давление, плотность и температуру идеального газа называется уравнением _____.

Правильный ответ: состояния.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

2. Величина $\beta_p = -\frac{dV}{dp} \frac{1}{V}$ называется коэффициентом объёмного _____.

Правильный ответ: сжатия.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

3. Величина $K = \frac{1}{\beta}$ называется объёмным модулем _____.

Правильный ответ: упругости.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

4. Величина $\beta_T = \frac{\partial V}{\partial T} \frac{1}{V_1}$ называется коэффициентом объёмного _____.

Правильный ответ: расширения.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

5. Сумма _____ давлений идеальных газов, входящих в газовую смесь, равна полному давлению газовой смеси.

Правильный ответ: парциальных.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. В формуле $\rho = \frac{m}{V}$ величину ρ называют _____.

Правильный ответ: плотностью/ удельной массой

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

2. В формуле $\gamma = \frac{G}{V}$ величину γ называют _____ весом.

Правильный ответ: удельным/ объёмным

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

3. Величина $c = \sqrt{\frac{dp}{d\rho}}$ называется скоростью распространения _____.

Правильный ответ: продольных волн/ скоростью звука

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

4. Характеристикой испаряемости жидкости является _____ насыщенных паров, выраженное в функции температуры.

Правильный ответ: давление/ упругость

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

5. Уравнение $p = \rho RT$ связывающее давление, плотность и температуру идеального газа называется уравнением _____.

Правильный ответ: состояния/ Клапейрона

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

Задания открытого типа с развёрнутым ответом

1. Определить дополнительный объем ΔV масла, который необходимо подать в полость трубы с внутренним диаметром $d = 40 \text{ мм}$, длиной $l = 8 \text{ м}$, которая полностью заполнена маслом при атмосферном давлении, в процессе гидравлического испытания избыточным давлением $p_{изб} = 20 \text{ МПа}$, пренебрегая деформацией трубы (принять коэффициент объёмного сжатия масла $\beta_p = 6 \cdot 10^{10} \text{ м}^2 / \text{Н}$).

Привести расширенное решение.

Время выполнения 35 минут.

Ожидаемый результат:

А) Определяем объем внутренней полости испытуемой трубы:

$$V = \frac{\pi d^2 l}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 8}{4} = 0,010048 \text{ м}^3$$

Б) Обозначим объем жидкости, необходимый для проведения испытания, V_1 который складывается из объема внутренней полости трубы V и дополнительного объема масла, поданного в полость трубы при испытаниях ΔV ,

$$V_1 = V + \Delta V$$

В) Применим формулу для определения объема жидкости, при воздействии на неё дополнительного давления

$$V = V_1 (1 - \beta_p \Delta p)$$

Г) Подставим в формулу $V_1 = V + \Delta V$ и изменение давления $\Delta p = p_{изб}$

$$V = (V + \Delta V) (1 - \beta_p p_{изб}).$$

Д) Преобразуем формулу и получим величину дополнительного объема масла ΔV

$$\Delta V = \frac{V}{1 - \beta_p p_{изб}} - V = \frac{0,010048}{1 - 6 \cdot 10^{-10} \cdot 20 \cdot 10^6} - 0,010048 = 122 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

2. Определить плотность рабочей жидкости для объемного гидропривода, которая была получена смешиванием двух марок масел: «Индустриальное 12» (плотность $\rho_1 = 880 \text{ кг} / \text{м}^3$, масса $m_1 = 44 \text{ кг}$) и «Индустриальное 45» (плотность $\rho_2 = 925 \text{ кг} / \text{м}^3$, $m_2 = 37 \text{ кг}$).

Привести расширенное решение.

Время выполнения 20 минут.

Ожидаемый результат:

А) Объемы составляющих смесь отдельных марок масел равны, соответственно,

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1}, \quad V_2 = \frac{m_2}{\rho_2}.$$

Б) Для полученной смеси масел общая масса $m_{см} = m_1 + m_2$ и общий объем $V_{см} = V_1 + V_2$,

В) Находим плотность полученной рабочей жидкости:

$$\rho_{см} = \frac{m_{см}}{V_{см}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + m_2}{(m_1 / \rho_1) + (m_2 / \rho_2)} = \frac{44 + 37}{\frac{44}{880} + \frac{37}{925}} = 900 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

3. Определить максимальный объем заполнения сливного бака системы гидропривода маслом при повышении его температуры до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Общий объем циркулирующего в объемном гидроприводе минерального масла, включая объем масла в сливном баке, при температуре 20°C составляет 200 дм^3 . Максимальный объем заполнения сливного бака маслом с температурой 20°C за цикл работы гидропривода достигает 80 дм^3 .

Температурным расширением металла конструкции гидропривода пренебречь.

Принять температурный коэффициент объемного расширения $\beta_T = 0,0007\text{ град}^{-1}$.

Привести расширенное решение.

Время выполнения 30 минут.

Ожидаемый результат:

А) Определяем объём внутренних полостей конструкции гидропривода при максимальном заполнении сливного бака, при начальной температуре 20°C :

$$V_{\text{зн}} = V_{\text{общ}} - V_{\text{бак}} = 200 - 80 = 120\text{ дм}^3.$$

Б) Определяем общий объём масла после нагревания до температуры 50°C :

$$V'_{\text{общ}} = V_{\text{общ}} (1 + \beta_T \Delta T) = 200 (1 + 0,0007 \cdot (50 - 20)) = 204,2\text{ дм}^3.$$

В) Определяем максимальный объем заполнения сливного бака маслом при повышении его температуры до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, с учётом того, что объём внутренних полостей конструкции гидропривода остался неизменным:

$$V'_{\text{бак}} = V'_{\text{общ}} - V_{\text{зн}} = 204,2 - 120 = 84,2\text{ дм}^3.$$

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному выше решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3, ОПК-6

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) *по дисциплине «Термодинамические свойства жидкостей и газов»* соответствует требованиям ГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

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

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров, 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)