


**ФГБОУ ВО Университет биотехнологий**  
**Кафедра механизации животноводства и переработки**  
**сельскохозяйственной продукции**

Рег. № ЭТб-26.24ф  
« 27 » января 2026 г.

**УТВЕРЖДЕН**  
на заседании кафедры  
Протокол №6 от 13 января 2026 г.  
Заведующий кафедрой  
  
\_\_\_\_\_ А.А. Мезенов  
(подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Б1.О.24 Гидравлика и теплотехника**

Шифр и наименование дисциплины

**23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Код и наименование направления подготовки

**Автомобильный сервис**

Направленность (профиль)

## Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочных средств**
1	Введение. Гидростатика	ОПК-1	Вопросы, тесты, типовые задачи
2	Гидродинамика	ОПК-1	Вопросы, тесты, типовые задачи
3	Техническая термодинамика	ОПК-1	Вопросы, тесты, типовые задачи
4	Основы теории теплообмена	ОПК-1	Вопросы, тесты, типовые задачи, задания для контрольной работы

# ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ

## Раздел 1. Введение. Гидростатика

### Вопросы:

1. Абсолютное и избыточное давление, вакуум - дать определение. Приборы для замера этих величин. Единицы измерения давления. Что называется пьезометрическим напором?
2. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для жидкостей, находящихся в покое.
3. Преобразование уравнений Эйлера для покоящейся жидкости в дифференциальное уравнение приведенного вида. Уравнение поверхности равного давления.
4. Исследование поверхности равного давления для трех случаев действия массовых сил на жидкость: только силы тяжести; силы тяжести и силы инерции; силы тяжести и центробежной силы.
5. Основные уравнения гидростатики, как частный случай приведенного уравнения Эйлера.
6. Сила давления жидкости на плоскую стенку, центр давления. Дать определение, вывести формулы для определения силы давления и координаты центра давления аналитическим способом.
7. Эпюры гидростатического давления на плоскую стенку. Вывод формулы для определения силы давления и центра давления. Силы давления на плоскую стенку графоаналитическим способом.
8. Определение силы давления и центра давления на криволинейную стенку. Вывести формулу силы давления для цилиндрической поверхности.
9. Записать формулы для определения силы давления и центра давления на плоскую стенку аналитическим способом. Формулы пояснить чертежом.

### Тесты

#### На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

- а) силы инерции и поверхностного натяжения;
- б) внутренние и поверхностные;
- в) массовые и поверхностные;
- г) силы тяжести и давления.

#### Какие силы называются массовыми?

- а) сила тяжести и сила инерции;
- б) сила молекулярная и сила тяжести;
- в) сила инерции и сила гравитационная;
- г) сила давления и сила поверхностная.

#### Какие силы называются поверхностными?

- а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
- б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел;
- в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
- г) вызванные воздействием атмосферного давления.

#### Жидкость находится под давлением. Что это означает?

- а) жидкость находится в состоянии покоя;
- б) жидкость течет;
- в) на жидкость действует сила;
- г) жидкость изменяет форму.

#### Гидростатическое давление:

- а) напряжение, возникающее в точке жидкости под действием поверхностных и массовых сил;
- б) свойство, характеризующее физическую природу жидкости;
- в) поверхностное натяжение жидкости за счет вязкости.

**Первое свойство гидростатического давления гласит:**

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

**Второе свойство гидростатического давления гласит:**

- а) гидростатическое давление постоянно и всегда перпендикулярно к стенкам резервуара;
- б) гидростатическое давление изменяется при изменении местоположения точки;
- в) гидростатическое давление неизменно в горизонтальной плоскости;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях

**Третье свойство гидростатического давления гласит:**

- а) гидростатическое давление в любой точке не зависит от ее координат в пространстве;
- б) гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве;
- в) гидростатическое давление зависит от плотности жидкости;
- г) гидростатическое давление всегда превышает давление, действующее на свободную поверхность жидкости.

**Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется**

- а) основным уравнением гидростатики;
- б) основным уравнением гидродинамики;
- в) основным уравнением гидромеханики;
- г) основным уравнением гидродинамической теории.

**Основное уравнение гидростатики определяется**

- а) произведением давления газа над свободной поверхностью к площади свободной поверхности;
- б) разностью давления на внешней поверхности и на дне сосуда;
- в) суммой давления на внешней поверхности жидкости и давления, обусловленного весом вышележащих слоев;
- г) отношением рассматриваемого объема жидкости к плотности и глубине погружения точки.

**Чему равно гидростатическое давление при глубине погружения точки, равной нулю**

- а) давлению над свободной поверхностью;
- б) произведению объема жидкости на ее плотность;
- в) разности давлений на дне резервуара и на его поверхности;
- г) произведению плотности жидкости на ее удельный вес.

**Поверхность уровня - это**

- а) поверхность, во всех точках которой давление изменяется по одинаковому закону;
- б) поверхность, во всех точках которой давление одинаково;
- в) поверхность, во всех точках которой давление увеличивается прямо пропорционально удалению от свободной поверхности;
- г) свободная поверхность, образующаяся на границе раздела воздушной и жидкой сред при относительном покое жидкости.

### **Относительным покоем жидкости называется**

- а) равновесие жидкости при постоянном значении действующих на нее сил тяжести и инерции;
- б) равновесие жидкости при переменном значении действующих на нее сил тяжести и инерции;
- в) равновесие жидкости при неизменной силе тяжести и изменяющейся силе инерции;
- г) равновесие жидкости только при неизменной силе тяжести.

### **Как изменится угол наклона свободной поверхности в цистерне, двигающейся с постоянным ускорением**

- а) свободная поверхность примет форму параболы;
- б) будет изменяться;
- в) свободная поверхность будет горизонтальна;
- г) не изменится.

### **Во вращающемся цилиндрическом сосуде свободная поверхность имеет форму**

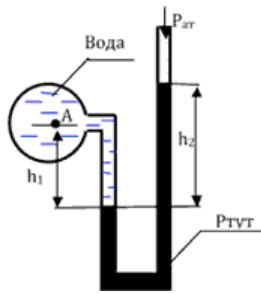
- а) параболы;
- б) гиперболы;
- в) конуса;
- г) свободная поверхность горизонтальна.

### **Как приложена равнодействующая гидростатического давления относительно центра тяжести прямоугольной боковой стенки резервуара?**

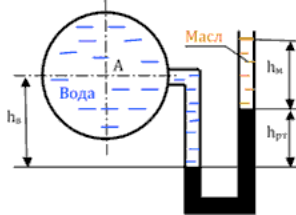
- а) ниже;
- б) выше;
- в) совпадает с центром тяжести;
- г) смещена в сторону.

### **Типовые задачи**

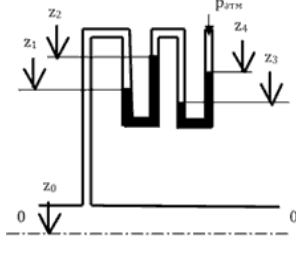
1. Определить плотность жидкости, если известно, что жидкость занимает объем  $V = 150$  л, при этом масса жидкости  $m = 122$  кг.
2. Вычислить плотность жидкости и ее удельный объем, если жидкость находится в емкости массой  $m_{\text{емк}} = 5,5$  кг. Масса заполненной жидкостью емкости  $m_{\text{общ}} = 18,9$  кг, а ее объем  $V = 15$  л.
3. Вычислить кинематическую вязкость воды при  $t_1 = 20$  °С, если значение динамической вязкости составляет  $\mu = 1,02 \cdot 10^{-3}$  Па · с (плотность воды при данной температуре принять равной  $\rho = 998$  кг/м<sup>3</sup>). Чему будет равна кинематическая вязкость воды после повышения ее температуры на  $\Delta t = 2$  °С?
4. После сжатия воды в цилиндре под поршнем давление в ней увеличилось на 3 кПа. Необходимо определить конечный объем воды в цилиндре, если ее первоначальный объем составлял  $W_1 = 2,55$  л, коэффициент объемного сжатия воды  $\beta_w = 4,75 \cdot 10^{-10}$  1/Па.
5. Определить объем воды, который необходимо дополнительно подать в водовод диаметром  $d = 500$  мм и длиной  $l = 1$  км для повышения давления до  $\Delta p = 5 \cdot 10^6$  Па. Водовод подготовлен к гидравлическим испытаниям и заполнен водой при атмосферном давлении. Деформацией трубопровода можно пренебречь.
6. Определить манометрическое и абсолютное давление в точке А сосуда, заполненного водой, если  $h_1 = 30$  см, показание ртутного манометра  $h_2 = 60$  см.



7. Определить абсолютное и избыточное давление в точке А на оси трубы, если разность уровней ртути в дифференциальном манометре  $h_{рт} = 160$  мм, высота масла  $h_m = 160$  мм, высота воды в резервуаре  $h_в = 0,8$  м, плотность ртути  $\rho_{рт} = 13,6$  т/м<sup>3</sup>, плотность масла  $\rho_m = 0,85$  т/м<sup>3</sup>.



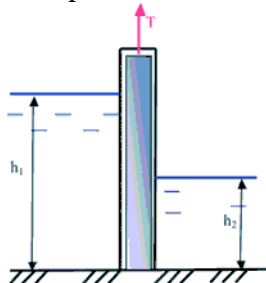
8. Определить избыточное давление воды в трубе по показаниям батарейного ртутного манометра. Отметки уровней ртути от оси трубы:  $z_1 = 1,75$  м;  $z_2 = 3$  м;  $z_3 = 1,5$  м;  $z_4 = 2,5$  м.



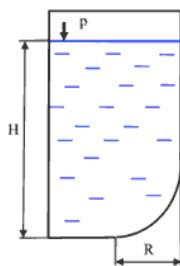
9. Определить величину и точку приложения силы гидростатического давления на плоскую боковую стенку, если глубина воды  $H = 2$  м, а ширина стенки  $B = 3$  м. Построить эпюру избыточного гидростатического давления.

10. Плоский щит перекрывает канал шириной  $b = 1,8$  м. Глубина воды перед щитом  $h = 2,5$  м. Определить силу давления воды на щит и точку приложения этой силы аналитическим и графоаналитическим методом. Определить минимальное подъемное усилие щита  $T$ , если его вес  $G = 20$  кН. Коэффициент трения щита по опорам при подъеме  $f = 0,25$ .

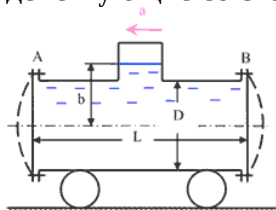
11. Определить подъемное усилие  $T$  для прямоугольного плоского щита, перекрывающего водопропускное отверстие рудничной плотины. Пролет затвора в свету  $b = 2$  м, глубина воды до щита –  $h_1 = 2,2$  м, после щита –  $h_2 = 0,8$  м, коэффициент трения между щитом и поверхностью пазов  $f = 0,15$ . Масса щита  $M = 450$  кг. Решить аналитически и графически.



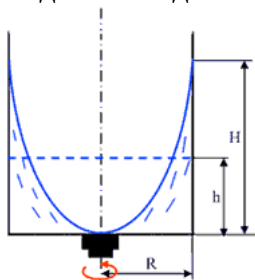
12. Определить величину и направления равнодействующей давления воды на криволинейную стенку резервуара в виде четверти цилиндрической поверхности радиусом  $R = 0,8$  м, шириной  $b = 4$  м, если глубина воды в резервуаре  $H = 2$  м, избыточное давление на поверхности воды  $p = 5$  кПа.



13. Цистерна диаметром  $D = 1,2$  м и длиной  $L = 2,5$  м, наполненная водой до высоты  $b = 1$  м, движется горизонтально с постоянным ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>. Определить усилия, действующие со стороны нефти на плоские боковые крышки А и В цистерны.



14. Открытый в атмосферу вертикальный цилиндрический сосуд радиусом  $R = 0,4$  м заполнен первоначально  $h = 1,0$  м водой при температуре  $t = 40$  °С. Сосуд приводится во вращения с числом оборотов  $n$ , обеспечивающим касания дна вершиной параболоида. Определить высоту поднятия воды в сосуде и силу гидростатического давления на дно сосуда.



**Виды движения жидкости. Основные гидравлические характеристики потока и элементы живого сечения.**

15. Труба, по которой течет вода, имеет переменное сечение. Определить скорость во втором сечении, если скорость в первом сечении  $v_1 = 0,05$  м/с;  $d_1 = 0,2$  м;  $d_2 = 0,1$  м.

16. По полностью затопленному трубопроводу перекачивается жидкость со скоростью  $v = 0,2$  м/с. Определить расход жидкости  $Q$ , если гидравлический радиус  $R = 0,015$  м.

## Раздел 2. Гидродинамика

### Вопросы:

1. Основные понятия гидродинамики:  $R$ ,  $\omega$ ,  $i_{\text{гидр}}$ ,  $Q$ ,  $V_{\text{ср}}$ . Вязкость жидкости и ее измерение.
2. Вывод основного уравнения равномерного движения  $\tau = \gamma \cdot R \cdot i$ .
3. опыты Рейнольдса, режимы движения жидкости, критерий режима жидкости.
4. Закон внутреннего трения внутри жидкости при ламинарном режиме.
5. Вывод формулы распределения скоростей при ламинарном режиме (формула Стокса).
- 18 Вывод формулы для определения потерь напора на трение при ламинарном режиме (формула Пуазейля).
6. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл этого уравнения.
7. Основные положения и теории турбулентности (теория Прандтля).  
Структура турбулентного потока и его особенности.
8. Распределение скоростей в трубах при турбулентном режиме.
9. опыты Никурадзе и анализ графика Никурадзе по зависимости  $\lambda$ -коэффициента сопротивления трению от числа  $Re$  и шероховатости труб.
10. Формула Шези и области её применения. Связь коэффициента Шези «С» с  $\lambda$ -коэффициентом сопротивления трению.

11. Виды потерь напора при движении жидкости. Определения потерь напора на трение по длине пути и определение напора на преодоление местных сопротивлений.
12. Определение потерь напора при внезапном сужении и внезапном расширении. Начертить линию пьезометрических напоров и объяснить с энергетической позиции.
13. Истечение жидкости из гидравлически малых отверстий с гидравлически тонкой стенкой. Определение величины скорости и расхода при постоянном напоре.
14. Истечение жидкости из цилиндрического насадка. Определение скорости и расхода. Вывод формул.
15. Истечение жидкости из гидравлически больших отверстий. Определение расхода. Вывод формулы.
16. Истечение жидкости из-под щита через полузатопленное отверстие. Определение расхода для этого случая.
17. Истечение жидкости из гидравлически малого отверстия при переменном напоре, вывод формулы для определения времени понижения уровня с  $H_1$  до  $H_2$ ; и опорожнения резервуара
18. Классификация водопроводов. Вывод водопроводных формул для  $Q$  и  $h_e$ .
19. Расчет параллельных ветвей водопровода и участки с непрерывной раздачей и транзитным расходом.
20. Гидравлический удар. Сущность явления, прямой и непрямо́й гидравлический удар. Определение повышения давления в трубопроводе при ГУ и способы борьбы с ним.
21. Гидротаран. Устройство и принцип действия.

### **Тесты**

**Геометрическое место точек находящихся на бесконечно малом расстоянии друг от друга и образующих кривую так что вектор скорости в каждой ее точке является касательной к этой кривой:**

- а) трубка потока
- б) трубка тока;
- в) струйка тока;
- г) линия тока.

**Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется:**

- а) открытым сечением;
- б) живым сечением;
- в) полным сечением;
- г) площадь расхода.

**Часть периметра живого сечения, ограниченная твердыми стенками называется:**

- а) мокрый периметр;
- б) периметр контакта;
- в) смоченный периметр;
- г) гидравлический периметр.

**Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется:**

- а) расход потока;
- б) объемный поток;
- в) скорость потока;
- г) скорость расхода.

**Уравнение неразрывности течений имеет вид**

- а)  $\omega_1 v_2 = \omega_2 v_1 = \text{const}$ ;
- б)  $\omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = \text{const}$ ;

- в)  $\omega_1\omega_2 = v_1v_2 = \text{const}$ ;  
 г)  $\omega_1 / v_1 = \omega_2 / v_2 = \text{const}$ .

**Уравнение Бернулли для идеальной жидкости имеет вид**

- а)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$   
 б)  $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \frac{v_2^2}{\rho g}$   
 в)  $z_1 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$   
 г)  $z_1 + \frac{v_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{P_1^2}{2g} = z_2 + \frac{v_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{P_2^2}{2g}$

**Уравнение Бернулли для реальной жидкости имеет вид**

- а)  $z_1 + \alpha_1 \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \alpha_2 \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} - \sum h$   
 б)  $z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum h$   
 в)  $z_1 + \frac{P_1}{2g} + \alpha_1 \frac{v_1^2}{\rho g} = z_2 + \frac{P_2}{2g} + \alpha_2 \frac{v_2^2}{\rho g} + \sum h$

**Член уравнения Бернулли, обозначаемый буквой z, называется**

- а) геометрической высотой;  
 б) пьезометрической высотой;  
 в) скоростной высотой;  
 г)потерянной высотой.

**Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением  $P/\rho g$  называется:**

- а) скоростной высотой;  
 б) геометрической высотой;  
 в) пьезометрической высотой;  
 г)потерянной высотой.

**Член уравнения Бернулли, обозначаемый выражением  $\rho v^2/2g$  называется**

- а) пьезометрической высотой;  
 б) скоростной высотой;  
 в) геометрической высотой;  
 г)такого члена не существует.

**Критическое число Рейнольдса при уменьшении скорости движения жидкости в 10 раз**

...

- а) не изменится  
 б) увеличится в 100 раз  
 в) уменьшится  
 г)увеличится в 10 раз

**Число Рейнольдса при уменьшении скорости движения жидкости в 10 раз ...**

- а) не изменится

- б) увеличится в 100 раз
- в) уменьшится в 10 раз
- г) увеличится в 10 раз

**Если коэффициент гидравлического трения составляет 0,08, а режим движения ламинарный, то число Рейнольдса для потока жидкости равно ...**

- а) 1600
- б) 400
- в) 800
- г) 6400

**Критическая скорость, при которой наблюдается переход от ламинарного режима к турбулентному определяется по формуле:**

а) 
$$v_{кр} = \frac{Q_{кр}}{d \cdot Re_{кр}}$$

б) 
$$v_{кр} = \frac{d}{\nu} \cdot Re_{кр}$$

в) 
$$v_{кр} = \frac{\nu \cdot d}{Re_{кр}}$$

г) 
$$v_{кр} = \frac{\nu}{d} \cdot Re_{кр}$$

**Различают потери напора**

- а) местные и по длине
- б) постоянные и кратковременные
- в) частичные и полные
- г) напорные и безнапорные

**Укажите правильную запись формулы Вейсбаха)Дарси:**

а) 
$$h_{пот} = l \cdot \frac{d}{\lambda} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

б) 
$$h_{пот} = \lambda \cdot \frac{l}{\nu} \cdot \frac{d^2}{2g}$$

в) 
$$h_{пот} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

г) 
$$h_{пот} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{2v^{-2}}{g}$$

**Для определения потерь напора служит**

- а) число Рейнольдса;
- б) формула Вейсбаха-Дарси;
- в) номограмма Колбрука-Уайта;
- г) график Никурадзе.

**От чего зависит коэффициент гидравлического трения в первой области турбулентного режима?**

- а) только от числа  $Re$ ;
- б) от числа  $Re$  и шероховатости стенок трубопровода;
- в) только от шероховатости стенок трубопровода;
- г) от числа  $Re$ , от длины и шероховатости стенок трубопровода.

**От чего зависит коэффициент гидравлического трения во второй области турбулентного режима?**

- а) только от числа  $Re$ ;
- б) от числа  $Re$  и шероховатости стенок трубопровода;
- в) только от шероховатости стенок трубопровода;
- г) от числа  $Re$ , от длины и шероховатости стенок трубопровода.

**От чего зависит коэффициент гидравлического трения в третьей области турбулентного режима?**

- а) только от числа  $Re$ ;
- б) от числа  $Re$  и шероховатости стенок трубопровода;
- в) только от шероховатости стенок трубопровода;
- г) от числа  $Re$ , от длины и шероховатости стенок трубопровода.

**Какие трубы имеют наименьшую абсолютную шероховатость?**

- а) чугунные;
- б) стеклянные;
- в) стальные;
- г) медные.

**Что такое короткий трубопровод?**

- а) трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают 5...10% местных потерь напора;
- б) трубопровод, в котором местные потери напора превышают 5...10% потерь напора по длине;
- в) трубопровод, длина которого не превышает значения  $100d$ ;
- г) трубопровод постоянного сечения, не имеющий местных сопротивлений.

**Что такое длинный трубопровод?**

- а) трубопровод, длина которого превышает значение  $100d$ ;
- б) трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают 5...10% местных потерь напора;
- в) трубопровод, в котором местные потери напора меньше 5...10% потерь напора по длине;
- г) трубопровод постоянного сечения с местными сопротивлениями.

**На какие виды делятся длинные трубопроводы?**

- а) на параллельные и последовательные;
- б) на простые и сложные;
- в) на прямолинейные и криволинейные;
- г) на разветвленные и составные.

**Что такое характеристика трубопровода?**

- а) зависимость давления на конце трубопровода от расхода жидкости;
- б) зависимость суммарной потери напора от давления;
- в) зависимость суммарной потери напора от расхода;
- г) зависимость сопротивления трубопровода от его длины.

**Статический напор Нст это:**

- а) разность геометрической высоты  $\Delta z$  и пьезометрической высоты в конечном сечении трубопровода;
- б) сумма геометрической высоты  $\Delta z$  и пьезометрической высоты в конечном сечении трубопровода;
- в) сумма пьезометрических высот в начальном и конечном сечении трубопровода;
- г) разность скоростных высот между конечным и начальным сечениями.

**При истечении жидкости из отверстий основным вопросом является**

- а) определение скорости истечения и расхода жидкости;
- б) определение необходимого диаметра отверстий;
- в) определение объема резервуара;
- г) определение гидравлического сопротивления отверстия.

**Чем обусловлено сжатие струи жидкости, вытекающей из резервуара через отверстие**

- а) вязкостью жидкости;
- б) движением жидкости к отверстию от различных направлений;
- в) давлением соседних с отверстием слоев жидкости;
- г) силой тяжести и силой инерции.

**Что такое совершенное сжатие струи?**

- а) наибольшее сжатие струи при отсутствии влияния боковых стенок резервуара и свободной поверхности;
- б) наибольшее сжатие струи при влиянии боковых стенок резервуара и свободной поверхности;
- в) сжатие струи, при котором она не изменяет форму поперечного сечения;
- г) наименьшее возможное сжатие струи в непосредственной близости от отверстия.

**Коэффициент сжатия струи характеризует**

- а) степень изменение кривизны истекающей струи;
- б) влияние диаметра отверстия, через которое происходит истечение, на сжатие струи;
- в) степень сжатия струи;
- г) изменение площади поперечного сечения струи по мере удаления от резервуара.

**В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие буквой  $\varphi$  обозначается**

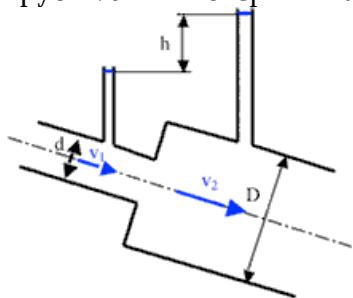
- а) коэффициент скорости;
- б) коэффициент расхода;
- в) коэффициент сжатия;
- г) коэффициент истечения.

**При истечении жидкости через отверстие произведение коэффициента сжатия на коэффициент скорости называется**

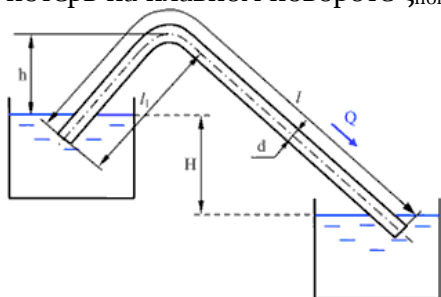
- а) коэффициентом истечения;
- б) коэффициентом сопротивления;
- в) коэффициентом расхода;
- г) коэффициентом инверсии струи.

## Типовые задачи

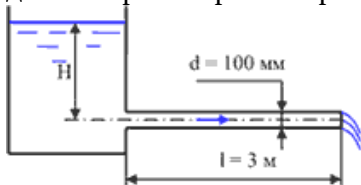
1. При внезапном расширении трубопровода скорость жидкости в трубе меньшего диаметра равна  $v_1 = 4$  м/с. Определить разность показаний пьезометров  $h$ , если отношение диаметров труб  $D/d = 2$ . Потерями напора пренебречь.



2. Из одного резервуара в другой поступает вода по сифонному трубопроводу диаметром  $d = 50$  мм, длиной  $l = 10$  м. Разность уровней воды в резервуарах  $H = 1,2$  м. Превышение наивысшей точки сифона над уровнем воды в первом резервуаре  $h = 1$  м. Определить расход воды в сифоне и абсолютное давление в наивысшей точке сифона, если длина от начала сифона до этой точки  $l_1 = 4$  м. Коэффициент Дарси принять равным  $\lambda = 0,03$ , коэффициент потерь на плавном повороте  $\zeta_{пов} = 0,45$ .



3. По трубопроводу диаметром  $d = 100$  мм и длиной  $l = 3$  м движется вода. Чему равен напор  $H$ , при котором происходит смена ламинарного режима турбулентным? Местные потери напора не учитывать. Температура жидкости  $t = 20$  °С. Указания. Воспользоваться формулой для потерь на трение при ламинарном режиме (формула Пуазейля).



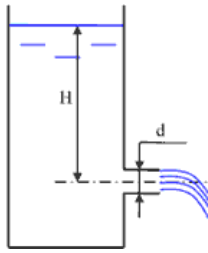
4. По трубе диаметром  $d = 50$  мм движется вода. Определить расход, при котором турбулентный режим движения сменится ламинарным, если температура воды  $t = 15$  °С.

5. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром  $d = 300$  мм, если расход  $Q = 0,136$  м<sup>3</sup>/с. Коэффициент кинематической вязкости для воды (при  $t = 10$  °С)  $\nu = 1,306 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

22. Как изменяется число Рейнольдса при переходе трубопровода от меньшего диаметра к большему при сохранении постоянства расхода ( $Q = \text{const}$ )?

6. Определить потери напора в трубопроводе прямоугольного сечения размером (300 x 400) мм и длиной  $L = 300$  м. Эквивалентная шероховатость  $\Delta = 0,3$  мм, расход воды  $Q = 60$  л/с. Температура 20 °С

7. Определить напор в баке, если расход воды при истечении через цилиндрический насадок диаметром  $d = 0,05$  м составляет  $Q = 0,05$  м<sup>3</sup>/с. Истечение происходит при постоянном напоре.



### Раздел 3. Техническая термодинамика

#### Вопросы:

1. Что такое термодинамическая система, термодинамический процесс?
2. Термические параметры состояния.
3. Уравнения состояния для идеальных газов.
4. Что такое работа, теплота. Понятие о внутренней энергии. Изображение работы и тепла в диаграммах P-V и T-S.
5. Математическое выражение первого закона термодинамики для идеальных реальных газов.
6. Теплоемкость. Различные виды теплоемкости и связь между ними.
7. Физическая сущность энтальпии.
8. Зависимость энтропии от основных термодинамических параметров.
9. Исследование изохорного процесса, изобразить в диаграммах P-V и T-S.
10. Исследование изобарического процесса, изобразить в диаграммах P-V и T-S.
11. Исследование изотермического процесса, изобразить в диаграммах P-V и T-S.
12. Исследование адиабатного процесса, изобразить в диаграммах P-V и T-S.
13. Исследование политропного процесса, изобразить в диаграммах P-V и T-S.
14. Сущность второго закона термодинамики и основные его формулировки.
15. Цикл Карно, вывод формулы КПД цикла.

#### Тесты

**Если условно в объеме, который занимает смесь газов, оставить только один компонент, не изменяя температуры, то давление оставленного компонента будет равно:**

- Абсолютному давлению.
- Парциальному давлению.
- Избыточному давлению

**Величина  $\mu R$  в уравнении состояния идеального газа носит название:**

- Газовой постоянной.
- Универсальной газовой постоянной.
- Постоянной Больцмана.

**Укажите формулу связи теплоемкостей  $c_v$  и  $c_p$  для идеального газа (формулу Майера).**

- $c_p = c_v$ .
- $c_p - c_v = R$ .
- $c_p / c_v = k$ .

**Определить массовую теплоемкость  $c_p$ , если:  $\mu c_p = 32,8$  кДж/(кмоль·К);  $\mu = 27,8$ .**

- 1,18
- 1,26
- 1,46
- 1,09

**При увеличении энтропии ( $S_2 > S_1$ ):**

- Теплота не подводится и не отводится.
- Теплота отводится.
- Теплота подводится.

**Укажите аналитическое выражение второго закона термодинамики.**

- $ds \geq \delta q/T$ .
- $\delta q = du + pdv$ .
- $\delta q = dh - vdp$ .

**Для изотермического процесса:**

- показатель политропы равен 1
- показатель политропы равен 0
- показатель политропы равен  $k$
- показатель политропы равен  $\pm \infty$

**Указать формулу изменения энтропии в изохорном процессе.**

- $c_p \ln(T_2/T_1)$
- $c_v \ln(T_2/T_1)$
- $c_v \ln(T_2/T_1) + R \ln(v_2/v_1)$
- $R \ln(v_2/v_1)$

**Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме:**

- реализуется в дизелях
- реализуется в дизелях и бензиновых двигателях
- реализуется только в бензиновых двигателях
- реализуется в бензиновых и газовых двигателях

**К газу в круговом процессе подведено 250 кДж/кг теплоты. Термический КПД равен 0,5.**

**Найти работу, полученную в цикле.**

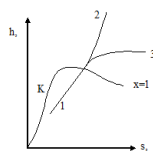
- 125 кДж/кг.
- 500 кДж/кг.
- 250 кДж/кг.

**Пар, вода и лед одновременно находятся в равновесии в \_\_\_\_\_ точке.**

- тройной
- критической
- кюри
- росы

**Процесс 1-3, показанный на h-s диаграмме:**

- Изохорный
- Изобарный
- Изотермический



**Укажите температуру начала выпадения влаги из влажного воздуха.**

- При температуре мокрого термометра.
- При температуре выше температуры точки росы.
- При температуре точки росы.

**Отношение массы водяного пара  $m_v$ , содержащегося во влажном воздухе, к массе сухого воздуха  $m_b$  называется...**

- влажностью
- относительной влажностью
- абсолютной влажностью
- точкой росы

#### **Типовые задачи**

1. Ртутный вакуумметр, присоединенный к сосуду (см. рис. 2), показывает разрежение  $p = 56$  кПа (420 мм рт. ст.) при температуре ртути в вакуумметре  $t = 20^\circ\text{C}$ . Давление атмосферы по ртутному барометру  $B = 102,4$  кПа (768 мм рт. ст.) при температуре ртути  $t = 18^\circ\text{C}$ . Определить абсолютное давление в сосуде.
2. Определить абсолютное давление в конденсаторе паровой турбины, если показание присоединенного к нему ртутного вакуумметра равно 94 кПа (705 мм рт. ст.), а показание

ртутного барометра, приведенное к  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $B_0 = 99,6$  кПа (747 мм рт. ст.). Температура воздуха в месте установки прибором  $t = 20^{\circ}\text{C}$ .

3. Определить массу кислорода, содержащегося в баллоне емкостью 60 л, если давление кислорода по манометру равно 1,08 МПа, а показание ртутного барометра – 99 325 Па при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ .
4. Резервуар объемом  $4\text{ м}^3$  заполнен углекислым газом. Найти массу и силу тяжести (вес) газа в резервуаре, если избыточное давление газа  $p = 40$  кПа, температура его  $t = 80^{\circ}\text{C}$ , а барометрическое давление воздуха  $B = 102,4$  кПа.
5. Определить среднюю массовую теплоемкость при постоянном объеме для азота в пределах  $200 - 800^{\circ}\text{C}$ , считая зависимость теплоемкости от температуры нелинейной.
6. Вычислить значение истинной мольной теплоемкости кислорода при постоянном давлении для температуры  $1000^{\circ}\text{C}$ , считая зависимость теплоемкости от температуры линейной. Найти относительную ошибку по сравнению с табличными данными.
7. Мощность турбогенератора 12 000 кВт, к. п. д. генератора 0,97. Какое количество воздуха нужно пропустить через генератор для его охлаждения, если конечная температура воздуха не должна превышать  $55^{\circ}\text{C}$ ? Температура в машинном отделении равна  $20^{\circ}\text{C}$ ; среднюю теплоемкость воздуха  $c_{pm}$  принять равной  $1,0$  кДж/(кг·К).
8. В котельной электрической станции за 20 ч работы сожжены 62 т каменного угля, имеющего теплоту сгорания  $28\,900$  кДж/кг. Определить среднюю мощность станции, если в электрическую энергию превращено 18% теплоты, полученной при сгорании угля.
9. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть  $2\text{ м}^3$  воздуха при постоянном избыточном давлении  $p = 0,2$  МПа от  $t_1 = 100^{\circ}\text{C}$  до  $t_2 = 500^{\circ}\text{C}$ ? Какую работу при этом совершит воздух? Давление атмосферы принять равным  $101\,325$  Па.
10. Определить количество теплоты, необходимое для нагревания  $2000\text{ м}^3$  воздуха при постоянном давлении  $p = 0,5$  МПа от  $t_1 = 150^{\circ}\text{C}$  до  $t_2 = 600^{\circ}\text{C}$ . Зависимость теплоемкости от температуры считать нелинейной.
11. Найти давление, удельный объем и плотность воды, если она находится в состоянии кипения и температура ее равна  $250^{\circ}\text{C}$ .
12. Найти диаметр паропровода, по которому протекает пар при давлении  $p = 1,2$  МПа и температуре  $t = 260^{\circ}\text{C}$ . Расход пара  $350$  кг/ч, скорость пара  $\omega = 50$  м/с.
13. Найти массу, внутреннюю энергию, энтальпию и энтропию  $6\text{ м}^3$  насыщенного водяного пара при давлении  $p = 1,2$  МПа и сухости пара  $x = 0,9$ .
14. Задано состояние пара:  $p = 2$  МПа;  $t = 340^{\circ}\text{C}$ . Определить, пользуясь диаграммой  $is$  значения  $s$ ,  $t_n$  и перегрев пара.

#### Раздел 4. Основы теории тепломассообмена

##### Вопросы:

1. Назовите основные виды теплообмена.
2. Уравнение температурного поля, температурный градиент.
3. Дать определение теплопроводности, закон Фурье.
4. Закон Ньютона – Рихмана.
5. Что называется коэффициентом теплопроводности, от каких параметров он зависит.
6. Вывод уравнения теплопроводности однослойной плоской стенки.
7. Вывод уравнения теплопроводности многослойной плоской стенки.
8. Вывод уравнения теплопроводности через однослойную цилиндрическую стенку.
9. Вывод уравнения теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку.
10. Что называется теплопередачей. Вывод уравнения теплопередачи.
11. Определение коэффициента теплопередачи.

12. Вывод уравнения теплопередачи через однослойную плоскую стенку.
13. Вывод уравнения теплопередачи через многослойную плоскую стенку.
14. Вывод уравнения теплопередачи через однослойную цилиндрическую стенку.
15. Вывод уравнения теплопередачи через многослойную цилиндрическую стенку.

## Тесты

**Тепловой поток – это количество теплоты:**

- Передаваемое в единицу времени через произвольную поверхность.
- Передаваемое в единицу времени через единичную площадь.
- Проходящее в единицу времени через единичную площадь при градиенте температуры, равном единице.

**Коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , Вт/(м·К) характеризует:**

- Способность вещества передавать теплоту.
- Интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой.
- Интенсивность собственного излучения тела.

**В каком случае интенсивность теплоотдачи ниже**

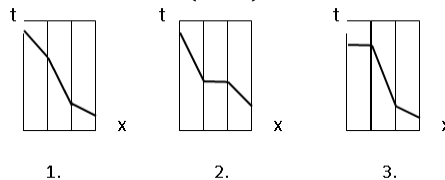
- При кипении.
- В случае вынужденной конвекции.
- В случае свободной конвекции.

**О режиме течения жидкости судят по значению числа:**

- Рейнольдса (Re).
- Нуссельта (Nu).
- Прандтля (Pr).

**Какой из температурных графиков соответствует случаю: стальная стенка, с одной стороны покрыта слоем сажи с теплопроводностью 0,09 Вт/(м·К), с другой слоем накипи с теплопроводностью 1,75 Вт/(м·К).**

- 1
- 2
- 3



**Коэффициент теплопередачи для плоской стенки вычисляется по формуле**

$$\begin{array}{cccc}
 k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} & k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_2}} & k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} - \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} & k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} \\
 \square & \square & \square & \square
 \end{array}$$

**С повышением температуры максимум интенсивности излучения:**

- Смещается в сторону более длинных волн.
- Смещается в сторону более коротких волн.
- Не изменяется.

**Какое из тел при прочих равных условиях имеет большую интенсивность излучения.**

- Со степенью черноты 0,3.
- Со степенью черноты 0,7.
- Со степенью черноты 0,9.

**Поверхность, необходимая для передачи теплового потока  $Q$  от горячего теплоносителя к холодному, определяется из уравнения...**

- теплопередачи
- теплового баланса
- Фурье
- Ньютона-Рихмана

**Твердая поверхность охлаждается в потоке жидкости. Укажите изменение температуры поверхности при уменьшении коэффициента теплоотдачи.**

- Температура поверхности увеличится.
- Температура поверхности уменьшится.
- Температура поверхности не изменится.

**Регенераторы – это:**

- Теплообменные аппараты, в которых передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку.
- Теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей.
- Теплообменные аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью.

**Теплообменником называют аппарат, предназначенный:**

- для отвода теплоты от теплоносителей
- для подвода теплоты к теплоносителям
- для сообщения теплоты одному из теплоносителей в результате его отвода от другого теплоносителя
- для сообщения теплоты одному из теплоносителей в результате его сообщения к другому теплоносителю

**С какой стороны плоской поверхности установка ребер позволит в наибольшей степени интенсифицировать теплопередачу.**

- Со стороны большего коэффициента теплоотдачи.
- Со стороны меньшего коэффициента теплоотдачи.
- Не имеет значения, с какой стороны.

**Поглощательная способность равна единице:**

- Для абсолютно черных тел.
- Для серых тел.
- Для абсолютно прозрачных тел.

**Типовые задачи**

1. Стенка камеры нагревательной печи состоит из двух слоёв: изоляционного кирпича толщиной  $\delta_1=250$  мм и слоя изоляции из листового асбеста толщиной  $\delta_2=100$  мм. Температура газа в печи  $t_T=1500$  °С, температура воздуха в помещении  $t_B=25$  °С, коэффициент теплоотдачи от газа к внутренней стенке печи  $\alpha_1=120$  Вт/(м<sup>2</sup>·К) и от наружной стенки к воздуху  $\alpha_2=40$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Определить теплоту теряемую 1 м<sup>2</sup> через стенку, температуру на наружной поверхности стенки?
2. Стальной трубопровод диаметром 108×5 мм с коэффициентом теплопроводности [ $\lambda_1 = 50,3$  Вт/(м·К)] имеет трехслойную изоляцию. Толщина первого слоя  $\delta_2=25$  мм [ $\lambda_2 = 0,038$  Вт/(м·К)], второго -  $\delta_3=35$  мм [ $\lambda_3=0,052$  Вт/(м·К)], третьего -  $\delta_4=4$  мм [ $\lambda_4 = 0,116$  Вт/(м·К)]. Температура на внутренней поверхности трубы  $t_1 = 218$  °С, на наружной поверхности второго слоя изоляции  $t_4 = 76$  °С. Определить неизвестные температуры на поверхностях слоев.
3. Стенка печи изготовлена из двух слоев кирпича. Внутренний слой – огнеупорный кирпич толщиной – 300 мм. Наружный слой – красный кирпич – толщиной 150 мм. Определить температуру на наружной поверхности стенки и красного кирпича, если на внутренней стороне стенки и кирпича температура – 40 °С. Потери тепла через 1 м<sup>2</sup> площади составляют 0,9 кВт/м<sup>2</sup>.  $\lambda_{\text{огнеупор}} = 1,0$  Вт/(м·К),  $\lambda_{\text{красн}} = 0,6$  Вт/(м·К).
4. Температура внутренней поверхности стенки – 600 °С, наружной - 80 °С. Толщина стенки – 0,6 м. Удельный тепловой поток, проходящий через стенку, равен 580 Вт/м<sup>2</sup>. Определить коэффициент теплопроводности кирпича.

5. Определить теплопередачу излучением от  $1 \text{ м}^2$  поверхности отопительного радиатора в большом помещении. Температура стенок радиатора  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура стен помещения  $18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Степень черноты поверхности радиатора  $\epsilon = 0,9$ .
6. Найти тепловой поток, передаваемый от стенки канала спирального теплообменника к воде, если поверхность стенки  $30 \text{ м}^2$ . Температура воды  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Температура стенки  $-45 \text{ }^\circ\text{C}$ . Коэффициент теплоотдачи от стенки к воде  $6500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ .
7. Определить толщину стенки, если температура воздуха внутри помещения  $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; снаружи  $(-10 \text{ }^\circ\text{C})$ . Коэффициент теплопроводности кирпича  $-0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ . Удельный тепловой поток через плоскую стенку  $-2000 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .
8. Определить температуры поверхностей кирпичной стенки. Коэффициенты теплоотдачи от теплового воздуха к стенке  $-8 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ ; от стенки к холодному воздуху  $15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$ .
9. Степень черноты серого тела составляет  $0,75$ . Определить коэффициент излучения серого тела.
10. Определить потери тепла излучением с  $1 \text{ м}$  паропровода, если наружный диаметр паропровода  $d = 0,3 \text{ м}$ , коэффициент поглощения  $A = 0,9$ , температура стенки  $450 \text{ }^\circ\text{C}$ , температура окружающей среды  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .
11. По трубке с внутренним диаметром  $d = 8 \text{ мм}$  и длиной  $l > d50$  движется вода со скоростью  $1,2 \text{ м}/\text{с}$ . Температура поверхности трубки  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ , средняя температура воды в трубке  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к воде и среднюю по длине трубки плотность теплового потока.
12. Определить средний коэффициент конвективной теплоотдачи от потока воздуха к стенкам пятирядного пучка труб при поперечном его обтекании, если известны средняя скорость потока в узком сечении  $W = 10,2 \text{ м}/\text{с}$ , средняя температура воздуха  $t_{603} = 450 \text{ }^\circ\text{C}$  и диаметр трубы  $d = 82 \text{ мм}$ . Характер расположения труб в пучке, шахматный.

#### **Критерии оценки результатов устного ответа обучающегося:**

«Зачтено» – ставится в том случае, когда студент обнаруживает знание программного материала по дисциплине, допускает несущественные погрешности в ответе. Ответ самостоятелен, логически выстроен. Основные понятия употреблены правильно.

«Незачтено» – ставится в том случае, когда студент демонстрирует пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, обнаруживает непонимание основного содержания теоретического материала или допускает ряд существенных ошибок и не может их исправить при наводящих вопросах преподавателя, затрудняется в ответах на вопросы. Ответ носит поверхностный характер; наблюдаются неточности в использовании научной терминологии.

#### **Критерии оценки результатов тестирования:**

– оценка «отлично» выставляется студенту, если процент правильных ответов составляет 80-100%;

– оценка «хорошо» – 70-79%;

– оценка «удовлетворительно» – 60-69%;

– оценка «неудовлетворительно» – менее 60%.

#### **Критерии оценки результатов решения типовых задач:**

«Зачтено» – ставится в том случае, когда студент грамотно применяет полученные знания по дисциплине, прописывает правильный, логически выстроенный ход решения задачи, допускает несущественные погрешности в ответе. Основные формулы употреблены правильно.

«Незачтено» – ставится в том случае, когда студент не способен подобрать необходимые знания и формулы для решения поставленной задачи. Демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала или допускает ряд существенных ошибок и не может их исправить при наводящих вопросах преподавателя.

## 2. Тематика контрольных работ

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), студенты выполняют письменную контрольную работу по дисциплине «Гидравлика и теплотехника». Номера задач выбираются по таблице в зависимости от номера зачетной книжки.

Номера задач контрольной работы

Предпоследняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	10, 20, 30, 40, 41	1, 12, 23, 34, 41	10, 19, 28, 37, 41	2, 14, 26, 38, 41	3, 11, 29, 37, 41	5, 14, 25, 34, 41	6, 17, 26, 37, 41	7, 20, 23, 36, 41	8, 15, 22, 39, 41	9, 14, 29, 34, 41
1	1, 11, 21, 31, 41	2, 13, 24, 35, 41	9, 18, 27, 36, 41	3, 27, 39, 41	4, 12, 30, 38, 41	6, 15, 26, 35, 41	5, 16, 25, 36, 41	8, 11, 24, 37, 41	9, 16, 23, 40, 41	10, 16, 23, 39, 41
2	2, 12, 22, 32, 41	3, 14, 25, 36, 41	8, 17, 26, 35, 41	4, 16, 28, 40, 41	5, 13, 21, 39, 41	7, 16, 27, 36, 41	4, 15, 24, 35, 41	9, 12, 25, 38, 41	10, 17, 24, 31, 41	1, 16, 21, 36, 41
3	3, 13, 23, 33, 41	4, 15, 26, 37, 41	7, 16, 25, 34, 41	5, 17, 29, 31, 41	6, 14, 22, 40, 41	8, 17, 28, 37, 41	3, 14, 23, 34, 41	10, 13, 26, 39, 41	7, 14, 21, 38, 41	4, 20, 26, 32, 41
4	4, 14, 24, 34, 41	5, 16, 27, 38, 41	6, 15, 24, 33, 41	6, 18, 30, 32, 41	7, 17, 23, 31, 41	9, 18, 29, 38, 41	2, 13, 22, 33, 41	1, 14, 27, 40, 41	6, 13, 30, 37, 41	5, 11, 27, 33, 41
5	5, 15, 25, 35, 41	6, 17, 28, 39, 41	5, 14, 23, 32, 41	7, 19, 21, 33, 41	8, 16, 24, 32, 41	10, 19, 30, 39, 41	1, 12, 21, 32, 41	2, 15, 28, 31, 41	5, 12, 29, 36, 41	8, 14, 30, 36, 41
6	6, 16, 26, 36, 41	7, 18, 29, 40, 41	4, 13, 22, 31, 41	8, 20, 22, 34, 41	9, 17, 25, 33, 41	2, 11, 22, 31, 41	7, 18, 27, 38, 41	3, 16, 29, 32, 41	1, 18, 25, 32, 41	7, 13, 29, 35, 41
7	7, 17, 27, 37, 41	8, 19, 30, 31, 41	3, 12, 21, 40, 41	9, 11, 23, 35, 41	10, 18, 26, 34, 41	3, 12, 23, 31, 41	10, 11, 30, 31, 41	4, 17, 30, 33, 41	2, 19, 26, 33, 41	6, 12, 28, 34, 41
8	8, 18, 28, 38, 41	9, 20, 21, 32, 41	2, 11, 30, 39, 41	10, 12, 24, 36, 41	1, 19, 27, 35, 41	4, 13, 24, 33, 41	9, 20, 29, 40, 41	5, 18, 21, 34, 41	3, 20, 27, 34, 41	2, 17, 23, 39, 41
9	9, 19, 29, 39, 41	10, 11, 22, 33, 41	1, 20, 29, 38, 41	1, 13, 25, 37, 41	2, 20, 28, 36, 41	1, 20, 21, 40, 41	8, 19, 28, 39, 41	6, 19, 22, 35, 41	4, 11, 28, 35, 41	3, 18, 24, 40, 41

### **Критерии оценивания результатов выполнения контрольных работ:**

- оценка «отлично» выставляется при правильно выполненной задаче, аккуратно и чисто, в соответствии с требованиями, оформленном решении;
- оценка «хорошо» выставляется при правильно решенной задаче и при наличии в ходе выполнения незначительных помарок;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если после проверки в задаче будут исправлены все ошибки и она будет оформлена в соответствии с пунктом выше.
- во всех остальных случаях работа не засчитывается и выдается другой вариант.

# ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ

## Вопросы к экзамену

1. Физические свойства жидкости и силы, действующие в жидкости.
2. Что называется гидростатическим давлением? Какими свойствами оно обладает? Доказать эти свойства.
3. Абсолютное и избыточное давление, вакуум - дать определение. Приборы для замера этих величин. Единицы измерения давления. Что называется пьезометрическим напором?
4. Вывод дифференциальных уравнений Эйлера для жидкостей, находящихся в покое.
5. Преобразование уравнений Эйлера для покоящейся жидкости в дифференциальное уравнение приведенного вида. Уравнение поверхности равного давления.
6. Исследование поверхности равного давления для трех случаев действия массовых сил на жидкость: только силы тяжести; силы тяжести и силы инерции; силы тяжести и центробежной силы.
7. Основные уравнения гидростатики, как частный случай приведенного уравнения Эйлера.
8. Сила давления жидкости на плоскую стенку, центр давления. Дать определение, вывести формулы для определения силы давления и координаты центра давления аналитическим способом.
9. Эпюры гидростатического давления на плоскую стенку. Вывод формулы для определения силы давления и центра давления. Силы давления на плоскую стенку графоаналитическим способом.
10. Определение силы давления и центра давления на криволинейную стенку. Вывести формулу силы давления для цилиндрической поверхности.
11. Записать формулы для определения силы давления и центра давления на плоскую стенку аналитическим способом. Формулы пояснить чертежом.
12. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл этого уравнения.
13. Основные понятия гидродинамики:  $R$ ,  $\omega$ ,  $i$  гидр,  $Q$ ,  $V_{ср}$ . Вязкость жидкости и ее измерение.
14. Вывод основного уравнения равномерного движения  $\tau = \gamma \cdot R \cdot i$ .
15. Опыты Рейнольдса, режимы движения жидкости, критерий режима жидкости.
16. Закон внутреннего трения внутри жидкости при ламинарном режиме.
17. Вывод формулы распределения скоростей при ламинарном режиме (формула Стокса).
18. Вывод формулы для определения потерь напора на трение при ламинарном режиме (формула Пуазейля).
19. Основные положения и теории турбулентности (теория Прандтля).
20. Структура турбулентного потока и его особенности.
21. Распределение скоростей в трубах при турбулентном режиме.
22. Опыты Никурадзе и анализ графика Никурадзе по зависимости  $\lambda$  -коэффициента сопротивления трению от числа  $Re$  и шероховатости труб.
23. Формула Шеши и области её применения. Связь коэффициента Шеши «С» с  $\lambda$  - коэффициентом сопротивления трению.
24. Виды потерь напора при движении жидкости. Определения потерь напора на трение по длине пути и определение напора на преодоление местных сопротивлений.
25. Определение потерь напора при внезапном сужении и внезапном расширении. Начертить линию пьезометрических напоров и объяснить с энергетической позиции.
26. Истечение жидкости из гидравлически малых отверстий с гидравлически тонкой стенкой. Определение величины скорости и расхода при постоянном напоре.
27. Истечение жидкости из цилиндрического насадка. Определение скорости и расхода. Вывод формул.
28. Истечение жидкости из гидравлически больших отверстий. Определение расхода. Вывод формулы.
29. Истечение жидкости из гидравлически малого отверстия при переменном напоре, вывод формулы для определения времени понижения уровня с  $H_1$  до  $H_2$ ; и опорожнения резервуара
30. Гидравлический удар. Сущность явления, прямой и непрямого гидравлического удара. Определение повышения давления в трубопроводе при ГУ и способы борьбы с ним.

31. Гидротаран. Устройство и принцип действия.
32. Что такое термодинамическая система, термодинамический процесс?
33. Термические параметры состояния.
34. Уравнения состояния для идеальных газов.
35. Что такое работа, теплота. Понятие о внутренней энергии. Изображение работы и тепла в диаграммах P-V и T-S.
36. Математическое выражение первого закона термодинамики для идеальных реальных газов.
37. Теплоемкость. Различные виды теплоемкости и связь между ними.
38. Физическая сущность энтальпии. 39. Зависимость энтропии от основных термодинамических параметров.
40. Сущность второго закона термодинамики и основные его формулировки.
41. Цикл Карно, вывод формулы КПД цикла.
42. Изменение энтропии в необратимых процессах, физический смысл энтропии.
43. Дать определения: влажный, насыщенный, сухой насыщенный и перегретый пар.
44. Математическое выражения первого закона для потока.
45. Теоретическая индикаторная диаграмма одноступенчатого компрессора. Понятие о вредном пространстве.
46. Индикаторная диаграмма многоступенчатого компрессора.
47. Определение термической работы для одноступенчатого и многоступенчатого компрессора.
48. Назовите основные виды теплообмена.
49. Уравнение температурного поля, температурный градиент.
50. Дать определение теплопроводности, закон Фурье.
51. Закон Ньютона – Рихмана.
52. Что называется коэффициентом теплопроводности, от каких параметров он зависит.
53. Что называется теплопередачей. Вывод уравнения теплопередачи.
54. Определение коэффициента теплопередачи.
55. Определение коэффициента теплоотдачи при помощи критериального уровня. Определение критериального уровня. Виды общего критериального уровня.
56. Что называется коэффициентом поглощения, отражения и проницаемости.
57. Закон Стефана – Больцмана.
58. Типы теплообменных аппаратов.
59. Порядок расчета теплообменного аппарата.
60. Определение среднего температурного напора

#### **Критерии оценки знаний студентов на экзамене:**

– отметка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

– отметка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

– отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, демонстрирует недостаточно систематизированы теоретические знания программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

– отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при его изложении, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

### Задания для оценки сформированности компетенции «ОПК-1»:

- Сила избыточного гидростатического давления на горизонтальную прямоугольную площадку (дно сосуда) в открытом сосуде будет равна ... при следующих исходных данных: площадка заглублена в воду на 2 м и имеет площадь 2 м<sup>2</sup>.
  - 40 кН
  - 400 кН
  - 140 Н
  - 40 кПа
- Если длина трубопровода 200 м, расход жидкости 0,10 м<sup>3</sup>/с, диаметр трубы 0,25 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,06, то потери по длине для потока жидкости равны ... м.
- Если коэффициент гидравлического трения составляет 0,08, а режим движения ламинарный, то число Рейнольдса для потока жидкости равно ...
- Диаметр отверстия в резервуаре равен 10 мм, а диаметр истекающей через это отверстие струи равен 8 мм. Чему равен коэффициент сжатия струи?
- Первый закон термодинамики есть частный случай:
  - Закона сохранения массы веществ.
  - Закона сохранения и превращения энергии.
  - Закона сохранения количества движения.
- Укажите аналитическое выражение второго закона термодинамики.
  - $ds \geq \delta q/T$ .
  - $\delta q = du + pdv$ .
  - $\delta q = dh - vdp$ .
- Плотность воздуха равна 1,293 кг/м<sup>3</sup>. Определить удельный объем воздуха.
- В системе находится воздух с избыточным давлением  $p_{изб} = 0.4$  МПа. Атмосферное давление  $p_{в} = 0.1$  МПа. Определить абсолютное давление.
- Коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К) характеризует:
  - способность вещества проводить теплоту.
  - интенсивность собственного излучения тела.
  - интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой.
- С какой стороны плоской поверхности установка ребер позволит в наибольшей степени интенсифицировать теплопередачу.
  - Со стороны большего коэффициента теплоотдачи.
  - Со стороны меньшего коэффициента теплоотдачи.
  - Не имеет значения, с какой стороны.

### Ответы

#### ОПК-1

- 40 кН
- 1,02
- 1600
- 1,08
- 2
- 1
- 0,77 м<sup>3</sup>/кг
- 0,5 МПа
- 3
- 2

Разработчики: А.А. Диденко, Е.А. Пшенов

## МАТРИЦА СООТВЕТСТВИЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ УРОВНЮ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Критерии оценки	Уровень сформированности компетенций
<b>Оценка по пятибалльной системе</b>	
«Отлично»	«Высокий уровень»
«Хорошо»	«Повышенный уровень»
«Удовлетворительно»	«Пороговый уровень»
«Неудовлетворительно»	«Не достаточный»
<b>Оценка по системе «зачет – незачет»</b>	
«Зачтено»	«Достаточный»
«Не зачтено»	«Не достаточный»

### **Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

1. Положение «О балльно-рейтинговой системе аттестации студентов (<https://edubiotech.ru/file/403>: режим доступа свободный);
2. Положение «О проведении текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся (<https://edubiotech.ru/file/104821>: режим доступа свободный).