

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых
производств»

Оценочные материалы по дисциплине

Б.1.1.21 «Механика жидкости и газа»

направления подготовки

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

профиль 2

«Оборудование химических и нефтегазовых производств»

Энгельс 2026

1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Механика жидкости и газа» должна сформироваться компетенция: ОПК-6

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-1 _{ОПК-6} Способен решать технологические задачи химических и нефтегазовых производств, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа	Устный опрос, решение задач, вопросы для проведения экзамена, тестовые задания

Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p>Знает: распределение давления в покоящейся жидкости; основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.</p> <p>Умеет: проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки жидкостей, в том числе нефти и газа, к транспорту; проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки.</p> <p>Владеет: методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем; методами оптимизации гидродинамических процессов;</p>

	гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.
Повышенный (хорошо)	<p>Знает: в достаточной степени распределение давления в покоящейся жидкости; основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.</p> <p>Умеет: в достаточной степени проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки жидкостей, в том числе нефти и газа, к транспорту; проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки.</p> <p>Владеет: в достаточной степени методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем; методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p>Знает: частично распределение давления в покоящейся жидкости; основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.</p> <p>Умеет: на минимально приемлемом уровне проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки жидкостей, в том числе нефти и газа, к транспорту; проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки.</p> <p>Владеет: на минимально приемлемом уровне методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем; методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>

2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

2.1 Оценочные средства для текущего контроля¹

Вопросы для устного опроса

¹ Перечень оценочных средств, рекомендованных к использованию при формировании оценочных материалов представлены в Приложении 2.

Тема 1. Вводная часть.

Предмет и задачи курса.

История возникновения и развитие науки «Механика жидкости и газа».

Основные понятия и определения,

Идеальная и реальная жидкость?

Основные физические свойства жидкости?

Силы, действующие в жидкости.

Тема 2. Гидростатика.

Гидростатическое давление?

Свойства гидростатического давления?

Дифференциальные уравнения равновесия жидкости Эйлера?

Основное уравнение гидростатики.

Поверхности равного давления.

Геометрический смысл основного уравнения гидростатики?

Энергетический смысл основного уравнения гидростатики?

Давление жидкости на плоские поверхности, центр давления.

Может ли давление в жидкости быть меньше нуля, равно нулю?

В каких случаях плоскость пьезометрического напора располагается выше или ниже свободной поверхности покоящейся жидкости?

Что такое абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давление?

Как можно измерить атмосферное давление?

В чем разница между физической и технической атмосферой?

Может ли движущаяся жидкость находиться в состоянии покоя? Если может, то при каких условиях?

По каким формулам определяется сила давления и центр давления на цилиндрические поверхности?

Давление жидкости на криволинейные поверхности.

Уравнение поверхности равного давления.

Закон Архимеда.

Основы теории плавания тел.

Сформулируйте основное условие равновесия жидкости?

Перечислите приборы для измерения давления.

Закон Архимеда.

Что такое остойчивость плавающего тела?

Тема 3. Гидродинамика.

Назовите основные задачи гидродинамики.

Методы исследования гидродинамики.

Основы теория подобия.

Траектория, линии тока, трубка тока.

Элементарная струйка и ее свойства.

Уравнение неразрывности для элементарной струйки.

Характеристики потока.

Уравнение неразрывности в гидравлической форме.

Виды движения потока жидкости.
Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.
Дифференциальное уравнения неразрывности движения жидкости.
Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Новье-Стокса.
Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
Гидравлический уклон. Понятие о плавно-изменяющемся потоке жидкости.
Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

Тема 4. Гидравлические сопротивления.

Два режима движения жидкости их характерные особенности.

Физические свойства жидкости и влияние характеристик потока на режимы движения жидкости.

Критерии оценки режимов движения жидкости.

Запишите и поясните критерий оценки для круглого сечения потока и потока произвольной формы.

Как определяется граница между ламинарным и турбулентным режимами?

Для каких целей введено критическое число Рейнольдса?

Чем можно объяснить то, что при ламинарном движении потери напора по длине пропорциональны первой степени скорости?

Как определить число Рейнольдса для круглого трубопровода?

Что называется критической скоростью?

Влияет ли температура жидкости на величину критической скорости?

По какой формуле определяются потери напора по длине трубопровода и каков её физический смысл?

Что такое коэффициент гидравлического трения и по какой формуле он определяется при ламинарном движении жидкости?

По какой формуле определяются местные потери? Физический смысл потерь на местном сопротивлении?

Приведите пример местных сопротивлений.

В каких случаях применяется формула Борда для расчёта потерь на местных сопротивлениях?

Какие трубы называются гидравлически гладкими и гидравлически шероховатыми?

Классификация потерь напора.

Режимы движения жидкости.

Механизм и структура турбулентного потока.

Распределение скоростей по живому сечению трубы при турбулентном режиме.

Потери напора при турбулентном режиме.

Гидравлические гладкие и шероховатые стенки.

Зоны гидравлических сопротивлений. График Никурадзе.

Потери напора в местных сопротивлениях. Уравнение Дарси-Вейсбаха.

Тема 5. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

Истечение жидкости через малое незатопленное отверстие в тонкой стенке.

Истечение через отверстия в тонкой стенке.

Сжатие струи.

Истечение при переменном напоре.

Истечение из насадков.

Влияние числа Рейнольдса на истечение жидкости, коэффициент расхода.

Истечение под уровень.

Напор жидкости.

Действительный расход.

Влияние размера и формы отверстия на величину коэффициента сжатия струи.

Тема 6. Движение тел в жидкости.

Внешняя задача гидродинамики.

Осаждение под действием силы тяжести.

Режимы осаждения.

Кинетика осаждения, скорость осаждения.

Критериальные уравнения для определения скорости осаждения.

Осаждение частиц неправильной формы.

Стесненное осаждение.

Смешанная задача гидродинамики.

Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.

Тема 7. Движение жидкости в напорных трубопроводах.

Дайте классификацию трубопроводов.

Приведите примеры их назначения и использования.

Гидравлические характеристики трубопроводов.

Расчёт простого трубопровода.

Короткие и длинные трубопроводы.

Простые и сложные трубопроводы.

Основные формулы для расчёта трубопровода.

Наивыгоднейший диаметр трубопровода.

Особенность расчета трубопроводов с параллельным соединением линий.

Что такое сифон и каковы особенности его гидравлического расчета.

Основы технико-экономического расчета трубопроводов.

Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в трубопроводах.

Движение газа по трубам.

Гидравлический удар в напорных трубопроводах.

Скорость распространения ударной волны.

Формула Жуковского.

Практические задания для текущего контроля

Тема 1. Вводная часть.

Задание 1. Определить плотность жидкости ρ , полученную смешиванием двух

жидкостей объемами V_1 и V_2 , имеющими плотности соответственно ρ_1 и ρ_2 .

Вариант	ρ_1	ρ_2	V_1	V_2
	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	л	л
а	810	900	20	100
б	820	910	30	120
в	830	920	40	140
г	840	930	50	160
д	850	940	60	180

Задание 2. Кинематический коэффициент вязкости жидкости равен ν . Определить ее динамический коэффициент вязкости, если удельный вес жидкости равен γ .

Вариант	ν	γ
	сСт	$\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$
а	25	7,0
б	30	7,5
в	35	8,0
г	40	8,5
д	45	9,0

Задание 3. Емкость массой m и объемом V заполняется жидкостью. Чему равен вес емкости с жидкостью? (Плотность материала емкости $\rho_m=7800 \text{ кг/м}^3$)

Вариант	m	V	Рабочая жидкость
	кг	л	-
а	20	100	Масло соляровое
б	30	150	Нефть
в	40	200	Воздух
г	50	250	Мазут жидкий
д	60	300	Керосин

Задание 4. Определить, на сколько уменьшится давление жидкости в закрытом объеме V_0 гидропривода, если утечки жидкости составили ΔV , а модуль объемной упругости жидкости равен E . Деформацией объемного гидропривода пренебречь.

Ва- ри- ант	V_0	ΔV	E
	л	л	МПа
а	50	0,1	1500
б	100	0,25	1200
в	125	0,5	1100
г	150	0,75	1000
д	175	1	1200

Задание 5. Емкость объемом V_0 заполнена жидкостью и закрыта герметически. Коэффициент температурного расширения жидкости β_t , модуль объемной упругости жидкости E . Определить повышение давления в емкости при увеличении температуры на величину Δt . Объемной деформацией элементов конструкции емкости пренебречь.

Ва- ри- ант	β_t	V_0	Δt
	$1/^\circ\text{C}$	л	$^\circ\text{C}$
а	0,0006	50	50
б	0,0007	100	55
в	0,0008	125	60
г	0,0009	150	65
д	0,0010	175	70

Задание 6. Канистра объемом V_0 , наполненная жидкостью и не содержащая воздуха, нагрелась на солнце до температуры t . На сколько повысилось бы давление внутри канистры, если бы она была абсолютно жесткой? Начальная температура жидкости t_0 . Модуль объемной упругости бензина принять равным E , коэффициент температурного расширения β_t .

Вари- ант	V_0	t	t_0	E	β_t
	л	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	МПа	$1/^\circ\text{C}$
а	20	50	15	1300	0,0008
б	30	55	20	1400	0,0009
в	40	60	25	1500	0,0010
г	50	65	30	1600	0,0011
д	60	70	35	2000	0,0012

Задание 7. При гидравлическом испытании трубопровода диаметром d и длиной l давление в трубопроводе было принято до значения p_1 . Через час давление вследствие утечек понизилось до значения p_2 . Определить, пренебрегая деформацией трубы, объем утечек жидкости. Модуль объемной упругости жидкости E .

Вариант	d	l	p_1	p_2	E
	м	м	МПа	МПа	МПа
а	0,25	0,5	5,0	4,75	2000
б	0,30	1,0	5,5	5,0	1400
в	0,35	1,5	6,0	5,75	1200
г	0,40	2,0	6,5	6,15	1100
д	0,45	2,5	7,0	6,80	1000

Задание 8. В отопительный котел поступает объем воды V_0 при температуре t_0 . Какой объем V_1 будет выходить из котла при нагреве воды до температуры t_1 ? Коэффициент β_t задан.

Вариант	V_0	t_0	t_1	β_t
	м ³	°С	°С	1/°С
а	20	15	70	0,00015
б	30	20	75	0,00016
в	40	25	80	0,00017
г	50	30	85	0,00018

Задание 9. Трубопровод диаметром d и длиной L заполнили водой при атмосферном давлении. Определить, какой объем воды необходимо добавить в трубопровод, чтобы давление в нем повысилось до давления p ? Деформацией стенок трубопровода пренебречь.

Вариант	d	L	p
	мм	км	ат
а	250	1	70
б	300	1,5	71
в	350	2,0	72
г	400	2,5	73
д	450	3,0	75

Задание 10. Определить плотность нефти и ее удельный вес, если ее масса помещается в заданном объеме.

Вариант	$m_{неф}$	V
	кг	м ³
а	320000	380
б	330000	385
в	340000	390
г	350000	395
д	360000	400

Задание 11. Нефть весом G занимает объем V . Определить плотность и удельный вес этой плотности в трех системах единиц.

Вариант	G	V
	кгс	см ³
а	90	100000
б	100	200000
в	110	300000
г	120	400000
д	130	500000

Задание 12. Определить объем, удельный объем, занимаемый жидкостью массой m .

Вариант	m	Рабочая жидкость
	кг	-
а	125000	Масло соляровое
б	130000	Нефть
в	135000	Воздух
г	140000	Мазут жидкий
д	150000	Керосин

Задание 13. Определить потребное число бочек (баллонов для газа) объемом V для транспортировки жидкости весом G .

Вариант	G	V	Рабочая жидкость
	кН	л	-
а	117	200	Мазут жидкий
б	120	150	Бензин
в	125	50	Углекислый газ
г	130	250	Спирт этиловый
д	140	100	Масло соляровое

Задание 14. Сосуд, объем которого V , заполнен жидкостью. На сколько уменьшится и чему станет равным объем жидкости при увеличении давления на величину Δp ? Модуль объемной упругости жидкости принять равным E .

Вариант	V	Δp	E
	л	кПа	МПа
а	10	20000	1962
б	15	30000	2000
в	20	40000	2100
г	25	50000	2200
д	30	60000	2300

Задание 15. В резервуар залит объем жидкости V_1 плотностью ρ_1 . Сколько

необходимо долить такой же жидкости, но плотностью ρ_2 , чтобы в резервуаре образовалась смесь плотностью $\rho_{см}$, а также определить удельный объем жидкости.

Вариант	V_1	ρ_1	ρ_2	$\rho_{см}$
	м^3	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
а	50	800	824	816
б	20	850	830	834
в	25	900	945	934
г	30	950	970	966
д	40	1000	1030	1016

Задание 16. Стальной толстостенный баллон, объем которого равен V , заполнен нефтью и плотно закрыт при атмосферном давлении. Какое количество нефти необходимо закачать в баллон дополнительно, чтобы давление в нем повысилось в 25 раз? Модуль объемной упругости нефти равен $E=1280$ МПа. Деформацией стенок баллона пренебречь.

Вариант	V
	дм^3
а	36
б	40
в	45
г	50
д	56

Задание 17. Резервуар диаметром d и высотой h имеет массу m . Определить вес резервуара G , заполненного водой.

Вариант	d	h	m
	мм	м	кг
а	700	1,2	10
б	725	1,4	20
в	750	1,6	30
г	775	1,8	40
д	790	2,0	50

Задание 18. Кинематическая вязкость воды при температуре t_1 равна ν . Определить динамическую вязкость воды. Как изменится вязкость воды при подогреве ее до t_2 ?

Вариант	t_1	ν	t_2
	$^{\circ}\text{C}$	Ст	$^{\circ}\text{C}$
а	15	0,0115	60
б	20	0,0120	65
в	25	0,0125	70
г	30	0,0130	75
д	35	0,0135	80

Задание 19. В гидромотор ежеминутно поступает объем V минерального масла, температура которого t $^{\circ}\text{C}$. Отработанное масло, сливаемое из гидромотора, имеет температуру t_1 $^{\circ}\text{C}$. Принять температурный коэффициент объемного расширения β_t . Определить, какой объем масла ежеминутно сливается из гидромотора.

Вариант	V	t	t_1	β_t
	м^3	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$1/^{\circ}\text{C}$
а	0,5	30	50	0,0007
б	0,75	35	55	0,0008
в	1,0	40	60	0,0009
г	1,25	45	65	0,0010
д	1,5	55	70	0,0015

Задание 20. Определить удельный объем и удельный вес жидкости.

Вариант	Рабочая жидкость
	-
а	Ртуть
б	Битум
в	Керосин
г	Воздух
д	Бензин

Задание 21. Баллон объемом V_0 , заполненный сжиженным газом, нагрелся на солнце до температуры t . На сколько повысилось бы давление газа внутри баллона, если бы он был абсолютно жесткий? Начальная температура t_0 . Модуль объемной упругости газа принять равным E , коэффициент температурного расширения β_t .

Вариант	V_0	t	t_0	E	β_t
	л	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	МПа	$1/^{\circ}\text{C}$
а	20	50	15	1300	0,0008
б	30	55	20	1400	0,0009
в	40	60	25	1500	0,0010
г	50	65	30	1600	0,0011
д	60	70	35	2000	0,0012

Задание 22. Определить коэффициент динамической вязкости нефти, если

коэффициент кинематической вязкости составляет $0,624 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$. Плотность нефти $750 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Задание 23. Определить массу воды в пожарном рукаве диаметром 51 мм и длиной 20 м.

Задание 24. В отопительной системе (котел, радиаторы, трубопроводы) частного дома содержится $V = 0,3 \text{ м}^3$ воды. Сколько воды дополнительно войдет в расширительный бак при нагревании от 20 до 80°C .

Задание 25. Максимальная высота заполнения цилиндрического вертикального резервуара мазутом $H = 5 \text{ м}$, его диаметр $D = 3 \text{ м}$. Определить массу мазута, которую можно налить в резервуар, если его температура может подняться до $t_1 = 40^\circ\text{C}$. Плотность мазута при температуре $t_0 = 15^\circ\text{C}$ $\rho_0 = 920 \text{ кг}/\text{м}^3$. Деформацией материала стенок резервуара можно пренебречь. Коэффициент температурного расширения мазута $\beta_t = 0,0008 \text{ 1}/^\circ\text{C}$.

Тема 2. Гидростатика.

Задание 1. Водолазы при подъеме затонувших судов работали в море на глубине 50 м. Определить давление воды на этой глубине и силу давления на скафандр водолаза, если площадь его поверхности равна $2,5 \text{ м}^2$. Атмосферное давление считать нормальным (1013 гПа).

Задание 2. Определить давление в резервуаре p_0 и высоту подъема уровня воды h_1 в трубке 1, если показания ртутного манометра $h_2 = 0,15 \text{ м}$ и $h_3 = 0,8 \text{ м}$. (рис. 1)

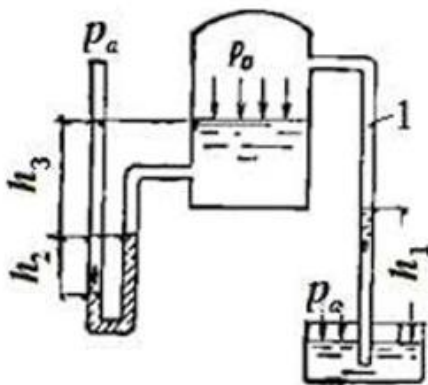


Рис. 1

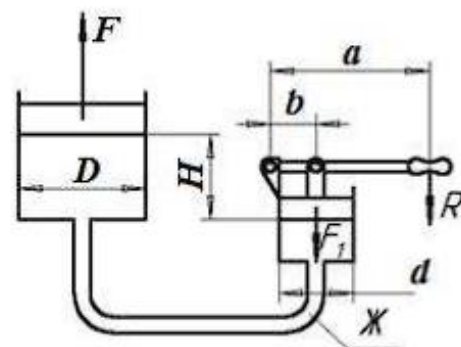


Рис. 2

Задание 3. Определить силу прессования, развиваемую гидравлическим прессом, у которого диаметр большего плунжера 500 мм , меньшего 50 мм , высота $H = 1 \text{ м}$. Рабочая жидкость с плотностью $\rho = 850 \text{ кг}/\text{м}^3$. К рычагу приложено усилие $R = 250 \text{ Н}$. Отношение плеч рычага равно $a/b = 12$. (рис. 2)

Задание 4. Две вертикальные трубы центрального отопления соединены горизонтальным участком, на котором установлена задвижка диаметром $0,2 \text{ м}$. Температура воды в правой вертикальной трубе 80°C , а в левой 20°C . Найти разность сил суммарного давления на задвижку справа $F_{\text{пр}}$ и слева $F_{\text{л}}$. Высота воды в вертикальных трубах над уровнем горизонтальной трубы $h = 20 \text{ м}$. (рис. 3)

Задание 5. Два горизонтальных цилиндрических трубопровода содержат

минеральное масло, плотностью 900 кг/м^3 и воду, плотностью 1000 кг/м^3 . Высоты составляют: $h_M = 0,2 \text{ м}$; $h_{PT} = 0,4 \text{ м}$, $h_B = 0,9 \text{ м}$. Зная, что гидростатическое давление на оси в трубопроводе А равно $0,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$, определить давление на оси трубопровода В. (рис. 4)

Задание 6. Несмешивающиеся жидкости, плотностями $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\rho_2 = 850 \text{ кг/м}^3$, $\rho_3 = 760 \text{ кг/м}^3$ находятся в сосуде. Определить избыточное давление на основании сосуда, если высоты жидкостей составляют $h_1 = 1 \text{ м}$, $h_2 = 3 \text{ м}$, $h_3 = 6 \text{ м}$.

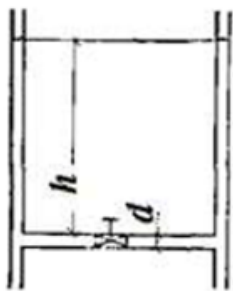


Рис. 3

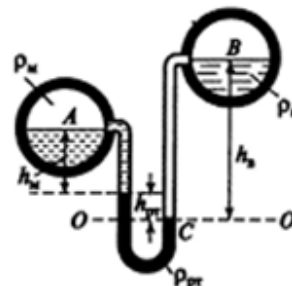


Рис. 4

Задание 7. Цилиндр, диаметром $d = 20 \text{ см}$, заполнен водой и закрыт сверху без зазора плавающим поршнем, на который положен груз, массой 5 кг . На какую высоту поднимется вода в пьезометре, соединенным с поршнем?

Задание 8. Каково давление на дне озера глубиной 5 м ? Атмосферное давление принять равным 100 кПа .

Задание 9. Определить абсолютное и избыточное давление на дне океана, глубина которого H , приняв плотность морской воды ρ , считая ее несжимаемой.

Вариант	H	ρ
	км	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
а	5	1030
б	7	1000
в	9	900
г	11	950
д	15	960

Задание 10. Закрытый сосуд наполнен жидкостью. Уровень жидкости в сосуде h , а поверхностное давление равно p . Определить давление на дно сосуда.

Вариант	Жидкость	h	ρ
	-	м	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$
а	Керосин	5	3
б	Нефть	5,5	5
в	Ртуть	2	7
г	Бензин	1,5	10
д	Масло соляровое	3	15

Задание 11. Найти давление на свободной поверхности воды p_0 в замкнутом резервуаре, если уровень жидкости в открытом пьезометре выше уровня жидкости в резервуаре на h .

Вариант	h
	м
а	2,0
б	2,0
в	2,4
г	2,6
д	2,8

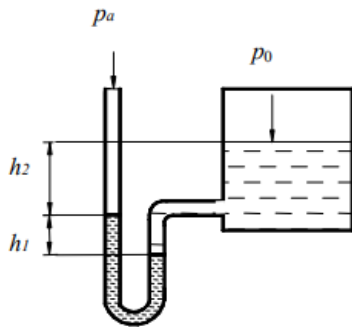
Задание 12. Резервуар с квадратным дном со стороной L , вертикальными стенами вкопан в землю на всю высоту. Уровень грунтовых вод расположен на глубине h от поверхности. Вес резервуара G . Проверить резервуар на всплытие.

Вариант	L	G	h
	м	кгс	м
а	1	100	1
б	2	200	2
в	3	300	3
г	4	400	4
д	5	500	5

Задание 13. Найти величину и направление силы гидростатического давления на 1 погонный метр ширины секторного затвора радиусом R , если задан угол α .

Вариант	R	α
	м	град
а	2,5	60
б	3,0	60
в	3,5	60
г	4,0	60
д	5,0	60

Задание 14. U-образный ртутный манометр подключен к резервуару, заполненному водой (рис. 5). Определить давление на поверхности воды в резервуаре p_0 , если заданы h_1 , h_2 , p_a .



Вари- ант	h_1	h_2	p_a
	мм	мм	кПа
а	150	250	100
б	175	260	120
в	190	270	100
г	200	280	110
д	210	290	115

Рис. 5

Задание 15. Вычислить избыточное давление на забое скважины глубиной h , заполненной глинистым раствором удельным весом γ .

Вари- ант	h	γ
	м	$\frac{\text{кгс}}{\text{м}^3}$
а	1200	1200
б	1300	1300
в	1400	1400
г	1500	1500
д	1600	1600

Задание 16. Вычислить избыточное гидростатическое давление на забое скважины, в которой имеется столб воды высотой $h_в$, а поверх него столб нефти высотой $h_н$. Плотность нефти принять равной ρ .

Вари- ант	$h_в$	$h_н$	ρ
	м	м	$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
а	94	46	872
б	100	50	880
в	102	55	890
г	104	60	895
д	106	65	900

Задание 17. Чему равно полное давление в трубе в единицах СИ, если манометр показывает давление p ?

Вари- ант	p
	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$
а	2,0
б	4,0
в	5,75
г	8,0
д	10,0

Задание 18. Манометр, установленный на водопроводной трубе, показывает давление p . Какой пьезометрической высоте соответствует это давление?

Вариант	ρ
	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$
а	1,5
б	2,0
в	2,5
г	3,0
д	3,5

Задание 19. Тело, погруженное в воду, потеряло $1/8$ своего веса. Определить плотность тела.

Вариант	ΔG
	-
а	$1/8$
б	$2/8$
в	$3/7$
г	$5/6$
д	$1/2$

Задание 20. Определить полное гидростатическое давление на дно сосуда, наполненного водой. Сосуд сверху открыт, давление на свободной поверхности атмосферное. Глубина воды в сосуде $h = 0,60$ м.

Тема 3. Гидродинамика.

Задание 1. По трубе диаметром $d = 20$ см под напором движется минеральное масло с температурой $t = 30$ °С. Определить критическую скорость и расход, при котором происходит смена режимов движения жидкости. Кинематический коэффициент вязкости равен 1 Ст.

Задание 2. На трубопроводе имеется переход с диаметра 50 мм на диаметр 100 мм. По трубопроводу движется вода температурой 26 °С. Скорость воды в узком сечении 2,5 м/с. Определить объемный и массовый расходы воды.

Задание 3. На трубопроводе имеется переход с диаметра 80 мм на диаметр 50 мм. По трубопроводу движется вода температурой 20 °С. Скорость воды в узком сечении 1,8 м/с. Определить скорость воды в широком сечении и сделать вывод о режимах движения в узком и широком сечениях.

Задание 4. 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.

Задание 5. По трубопроводу диаметром $d = 150$ мм перекачивается нефть плотностью $\rho = 800$ кг/м³ в количестве 1200 т. в сутки. Определить секундный объемный расход нефти Q и среднюю скорость ее течения v .

Задание 6. По полностью затопленному трубопроводу перекачивается жидкость со скоростью $v = 0,2$ м/с. Определить расход жидкости Q , если гидравлический радиус $R = 0,015$ м.

Задание 7. Трубопровод состоит из трех последовательно соединенных участков труб, внутренние диаметры которых d_1 , d_2 , d_3 . Определить средние

скорости жидкости на участках, если объемный расход в трубопроводе Q .

Вари- ант	d_1	d_2	d_3	Q
	мм	мм	мм	л/мин
а	51	76	82	48
б	54	80	83	50
в	56	82	84	52
г	60	84	85	54
д	63	86	86	56

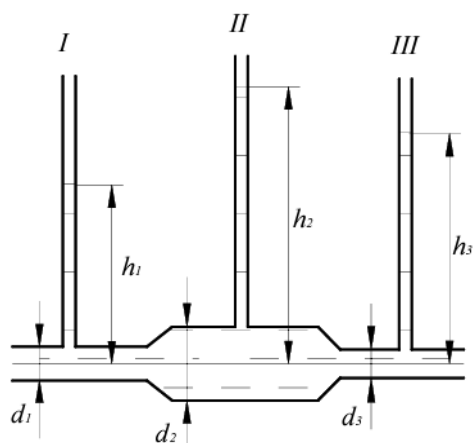
Задание 8. Вычислить потерю напора в трубопроводе внутренним диаметром d , длиной L при перекачке нефти с кинематической вязкостью ν и скоростью движения v .

Вари- ант	d	L	v	ν
	мм	мм	м/с	Ст
а	50	100	0,3	0,2
б	52	200	0,5	0,3
в	54	300	0,7	0,4
г	56	400	0,9	0,5
д	58	500	1,1	0,6

Задание 9. Нефть с кинематической вязкостью ν движется по трубопроводу. Определить минимальный диаметр трубопровода d , при котором нефть будет двигаться при ламинарном режиме с расходом Q .

Вари- ант	ν	Q
	$\frac{\text{см}^2}{\text{с}}$	л/с
а	0,3	8,14
б	0,4	9,14
в	0,5	10,14
г	0,6	11,14
д	0,7	12,0

Задание 10. Горизонтальный трубопровод составлен из трех участков различных диаметров d_1, d_2, d_3 (рис. 5). Высота уровней в пьезометрических трубках I и II при движении жидкости по трубопроводу устанавливается соответственно h_1, h_2 . Вычислить пьезометрическую высоту h_3 , установившуюся в пьезометре III. Жидкость считать идеальной.



Вари-ант	d_1	d_2	d_3	h_1	h_2
	мм	мм	мм	мм	мм
а	24	56	40	68	84
б	26	58	42	70	86
в	28	60	43	72	88
г	30	62	44	74	90
д	32	64	45	76	92

Рис. 6

Задание 11. Определить расход воды в горизонтальном трубопроводе переменного сечения, скорость на каждом участке и построить пьезометрическую линию, если заданы соответственно H -полный напор, d_1 , $d_2=d_4$, d_3 – диаметры гидролиний.

Вари-ант	H	d_1	d_2	d_3	d_4
	м	мм	мм	мм	мм
а	5	120	60	100	60
б	6	130	65	105	65
в	7	140	70	110	70
г	8	150	80	115	75
д	9	160	85	120	80

Задание 12. Из напорного бака вода течет по трубе диаметром $d_1 = 20$ мм, и затем вытекает в атмосферу через насадок с диаметром выходного отверстия $d_2 = 10$ мм. Избыточное давление воздуха в баке $p_0 = 0,18$ МПа; высота $H = 1,6$ м. Пренебрегая потерями энергии, определить скорости течения воды в трубе v_1 и на выходе из насадка. (рис. 7)

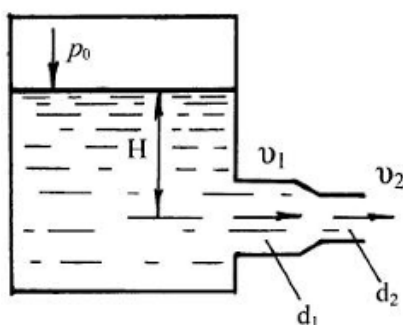


Рис. 7

Задание 13. Определить, на какую высоту поднимется вода в трубке (рис. 8), один конец которой присоединен к суженному сечению трубопровода, а другой конец опущен в воду. Расход воды в трубе $Q = 0,025$ м³/с; избыточное давление $p_1 = 49$ кПа; диаметры $d_1 = 100$ мм и $d_2 = 50$ мм. Потерями напора пренебречь.

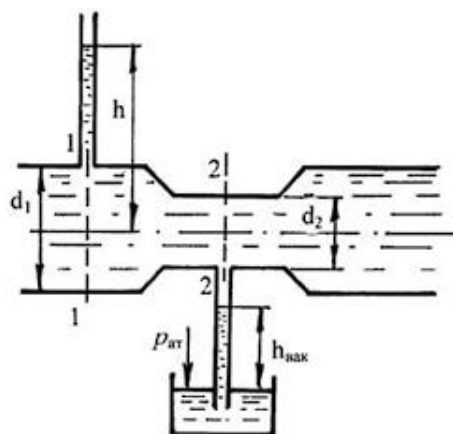


Рис. 8

Задание 14. По трубопроводу диаметром $d = 150$ мм перекачивается нефть плотностью $\rho = 800$ кг/м³ в количестве 1200 т в сутки. Определить секундный объемный расход нефти Q и среднюю скорость ее течения v .

Задание 15. Вопросы для устного опроса по теме:

1. В чем разница между линией тока и траекторией? Могут ли они совпадать?
2. В чем различие установившегося и неуставившегося движения?
3. Что такое трубка тока, элементарная струйка жидкости?
4. Дайте определение живого сечения струйки, расхода жидкости и средней по живому сечению скорости.
5. Какой физический закон применительно к жидкости отражает уравнение неразрывности?
6. Каковы особенности безнапорных потоков, напорных потоков и гидравлических струй?
7. Что такое смоченный периметр и гидравлический радиус?
8. Напишите уравнение Бернулли для элементарной струйки движущейся жидкости и объясните, какие параметры оно связывает.
9. Объясните геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли?
10. Чем обусловлены потери напора в потоке реальной жидкости?
11. Что такое гидродинамический напор? Чему он равен?
12. От чего зависит скоростной напор и чему он равен?

Тема 4. Гидравлические сопротивления.

Задание 1. При прокачке бензина ($\rho = 700$ кг/м³) по трубе длиной $l = 5,5$ м и диаметром $d = 15$ мм падение давления в трубопроводе $\Delta p = 0,11$ МПа. Принимая закон сопротивления квадратическим, определить эквивалентную шероховатость трубы Δ , если расход $Q = 0,9$ л/с.

Задание 2. Определить коэффициент сопротивления вентиля, установленного в конце трубопровода диаметром $d = 50$ мм, если показание манометра перед вентиляем $p_{\text{ман}} = 3,7$ кПа, а расход воды $Q = 2,5$ л/с.

Задание 3. Определить потери напора в системе охлаждения двигателя внутреннего сгорания, включающей в себя центробежный насос, радиатор ($\zeta_1 = 5$),

термостат ($\zeta_2 = 3$), трубопроводы ($\zeta_3 = 1,5$) и водяную рубашку двигателя ($\zeta_4 = 4,5$), если расход воды $Q = 4,2$ л/с, рис. 8. Все коэффициенты местных сопротивлений отнесены к скорости в трубе диаметром $d = 50$ мм. Потерями напора на трение пренебречь. (рис. 9)

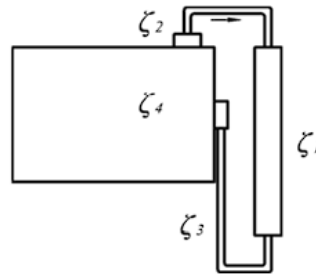


Рис. 9

Задание 4. Определить потери напора на трение в трубопроводе диаметром $d = 250$ мм, длиной $l = 1000$ м, с абсолютной шероховатостью стен $\Delta = 0,15$ мм, служащего для транспортирования нефти с весовым расходом $G = 2 \cdot 10^6$ Н/ч, плотностью $\rho = 880$ кг/м³ и коэффициентом кинематической вязкости $\nu = 0,3$ см²/с.

Задание 5. Горизонтальная труба диаметром $d = 5$ см соединяет резервуары с водой, в которых поддерживаются постоянные уровни $H_1 = 4,5$ м, $H_2 = 2,5$ м. Для регулирования расхода на трубопроводе установлен вентиль. Определить коэффициент сопротивления вентиля и потерю напора в нем, если расход воды $Q = 12,5$ л/с, а избыточное давление на поверхности воды в напорном баке $p_{0и} = 25$ кПа. Другими потерями напора пренебречь. (рис. 10)

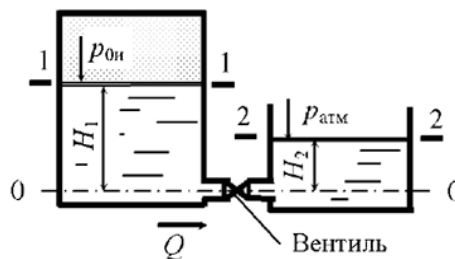


Рис. 10

Задание 6. По горизонтальному трубопроводу длиной $l = 150$ м и диаметром $d = 200$ мм движется жидкость плотностью $\rho = 950$ кг/м³, имеющая кинематический коэффициент вязкости $\nu = 15$ сСт. Трубы бесшовные стальные, бывшие в эксплуатации. Определить среднюю по живому сечению скорость движения жидкости, если перепад давлений в начале и конце участка трубопровода составляет $\Delta p = 12$ кПа. Местные потери напора не учитывать.

Задание 7. Горизонтальная труба (рис. 10) диаметром $d = 45$ мм соединяет резервуары, в которых поддерживаются постоянные уровни $H_1 = 1,3$ м, $H_2 = 0,7$ м. Для регулирования расхода на трубопроводе установлен вентиль. Определить потерю напора на вентиле, если расход воды $Q = 30$ м³/ч, а избыточное давление в напорном баке $p_{0и} = 17$ кПа.

Задание 8. Горизонтальная труба (рис. 10) диаметром $d = 75$ мм соединяет резервуары, в которых поддерживаются постоянные уровни $H_1 = 1,5$ м, $H_2 = 0,5$ м. Для

регулирования расхода на трубопроводе установлен вентиль. Определить расход в трубопроводе, если избыточное давление в напорном баке $p_{0и} = 15$ кПа, коэффициент сопротивления вентиля $\xi = 8,5$.

Задание 9. Из открытого резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень, по стальному трубопроводу (эквивалентная шероховатость $\Delta_{эКВ} = 0,1$ мм), состоящему из труб различного диаметра ($d_1 = 50$ мм, $d_2 = 75$ мм, $d_3 = 50$ мм) и различной длины ($l_1 = 5$ м, $l_2 = 10$ м, $l_3 = 15$ м), в атмосферу вытекает вода, расход которой $Q = 6$ л/с. (рис. 11). Определить скорости движения воды и потери напора (по длине и местные) на каждом участке трубопровода. При определении местных потерь коэффициент местного сопротивления входа принять $\zeta_{вх} = 0,5$, на внезапном сужении $\zeta_{в.с} = 0,38$. Потери на расширение определить по формуле Борда. Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu = 0,0101$ см²/с.

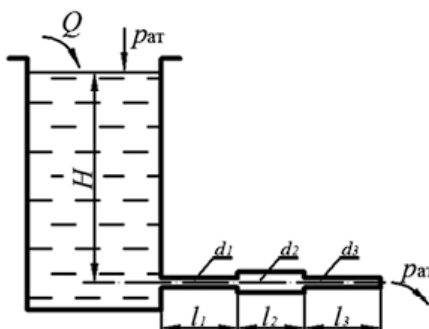


Рис. 11

Задание 10. Определить требуемый диаметр горизонтального трубопровода длиной 186 м, по которому подается 13,5 м³/ч керосина, допустимая потеря напора 17 м, коэффициент трения 0,027.

Задание 11. Из рефлюксной емкости, установленной на высоте 6,3 м по медному трубопроводу длиной 47 м, диаметром 40 мм, при температуре 40° С, течет 50%-ный глицерин. На трубопроводе располагается три колена с углом поворота 90° и отношением $R_0/d = 4$ и пробковый кран, давление в колонне атмосферное, коэффициент трения предварительно принять равным 0,025. Найти скорость спирта, уточнить значение коэффициента трения. Определить скорость течения глицерина.

Задание 12. По трубопроводу диаметром 38×4 мм при температуре 20° С перекачивается вода. Расход воды составляет 6 т/ч. Определить коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси), если трубопровод стальной с незначительной коррозией. Определить потери давления и напора на трение, если общая длина трубопровода 20 м.

Задание 13. По трубопроводу диаметром 38×4 мм при температуре 20° С перекачивается вода. Расход воды составляет 6 т/ч. Определить коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси), если трубопровод стальной с незначительной коррозией. Определить потери давления и напора на местные сопротивления, если трубопроводе установлены: диафрагма (с диаметром отверстия 15,87 мм), колено-угольник (4 шт.), нормальный вентиль, если общая длина трубопровода 20 м.

Задание 14. Определить гидравлическое сопротивление кожухотрубчатого теплообменника при движении через него потока воды. Средняя температура в

теплообменнике 60 °С. Массовый расход жидкости 300 т/ч. Диаметр труб 20×2 мм, длина труб 6 м, число труб 1658, число ходов теплообменника по трубному пространству 2. Трубы стальные с незначительной коррозией.

Задание 15. По горизонтальному трубопроводу длиной 150 м и диаметром $d = 200$ мм движется жидкость плотностью $\rho = 950$ кг/м³, имеющая кинематический коэффициент вязкости $\nu = 15$ сСт. Трубы бесшовные стальные, бывшие в эксплуатации. Определить среднюю по живому сечению скорость движения жидкости, если перепад давлений в начале и конце участка трубопровода составляет $\Delta p = 12$ кПа. Местные потери напора не учитывать

Тема 5. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

Задание 1. Вода вытекает из закрытого резервуара в атмосферу через отверстие диаметром $d = 20$ мм (рис. 12). Глубина погружения центра отверстия $h = 0,45$ м, избыточное давление на поверхности жидкости $p_{0н} = 8,3$ кПа. Определить расход жидкости, а также необходимое избыточное давление для пропуска того же расхода, если к отверстию присоединить цилиндрический внешний насадок длиной 0,1 м.

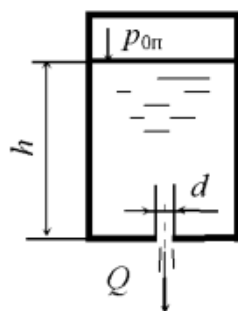


Рис. 12

Задание 2. Открытый призматический резервуар с вертикальными стенками опорожняется через отверстие диаметром $d = 2,5$ см (рис. 13). Площадь поперечного сечения резервуара 1,2 м². Через 5 мин напор составил $H_2 = 0,7$ м. Определить расход и дальность полета струи в начальный момент времени, если отверстие расположено на высоте $h = 0,45$ м от пола.

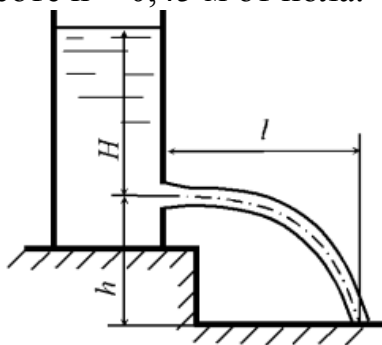


Рис. 13

Задание 3. Жидкость вытекает из закрытого резервуара в атмосферу через отверстие диаметром $d = 25$ мм (рис. 12). Избыточное давление на свободной поверхности жидкости $p_{0н} = 17$ кПа, глубина погружения отверстия $h = 0,6$ м. Определить расход жидкости через отверстие, если относительная плотность жидкости $\delta = 1,12$.

Задание 4. Вода вытекает из открытого резервуара через внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 3,2$ см и длиной 16 см в атмосферу (рис. 14) при $h = 55$ см. В резервуар поступает вода с расходом Q . Определить глубину воды в резервуаре, если насадок заменить отверстием того же диаметра.

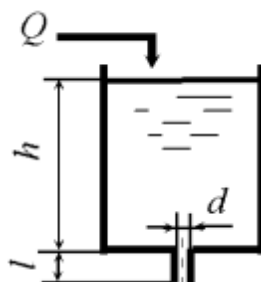


Рис. 14

Задание 5. Вода вытекает в атмосферу через установленный на боковой поверхности закрытого резервуара насадок диаметром $d = 6$ см. Избыточное давление на свободной поверхности жидкости $p_{0и} = 6,1$ кПа, расход жидкости $Q = 5$ л/с, глубина погружения насадка $H = 90$ см. Определить коэффициент расхода насадка.

Задание 6. Определить время полного опорожнения открытого резервуара с постоянной площадью сечения и объемом $V = 50$ л через отверстие в дне при начальном расходе $Q = 1,8$ м³/ч и напоре $H = 0,5$ м.

Задание 7. Жидкость вытекает из закрытого резервуара в атмосферу через внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 35$ мм и длиной 170 мм (рис. 15). Избыточное давление на свободной поверхности жидкости $p_{0и} = 15$ кПа, глубина жидкости в резервуаре $h = 0,75$ м. Определить расход жидкости через насадок, если ее относительная плотность $\delta = 0,85$.

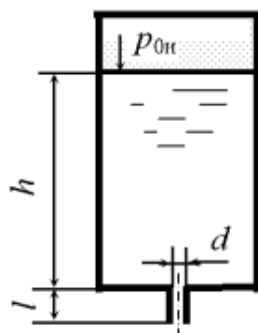


Рис. 15

Задание 8. Жидкость вытекает в атмосферу из открытого резервуара через отверстие в его боковой стенке, при постоянном напоре $H = 7,5$ м. Диаметр отверстия $d = 4,1$ см. В резервуар поступает жидкость с постоянным расходом Q . Определить, какой будет напор, если к отверстию присоединить цилиндрический внешний насадок того же диаметра.

Задание 9. Жидкость вытекает из открытого резервуара в атмосферу (рис. 13) через малое отверстие в тонкой стенке под напором $H = 1,2$ м. Центр отверстия расположен на высоте $h = 50$ см от пола. Какой напор нужно создать, чтобы дальность полета струи осталась прежней, если к отверстию присоединить внешний цилиндрический насадок.

Задание 10. Определить время полного опорожнения открытого бака с вертикальными стенками через внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 5,5$ мм. Площадь бака $2,5 \text{ м}^2$, первоначальный напор $H = 1,5$ м. Насадок длиной 27 мм присоединен к отверстию в дне бака.

Задание 11. Жидкость вытекает из открытого резервуара в атмосферу (рис. 13) через малое отверстие в тонкой стенке под напором $H = 0,8$ м. Центр отверстия расположен на высоте $h = 75$ см от пола. Какой напор нужно создать, чтобы дальность полета струи осталась прежней, если центр отверстия расположить относительно пола на высоте $h = 90$ см.

Задание 12. Определить время наполнения мерного бака объемом $0,02 \text{ м}^3$, если истечение происходит при постоянном уровне воды через внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 0,02$ м при избыточном давлении на поверхности воды $p_{0н} = 30 \text{ кПа}$ (рис. 16). Глубина погружения насадка $h = 2,4$ м.

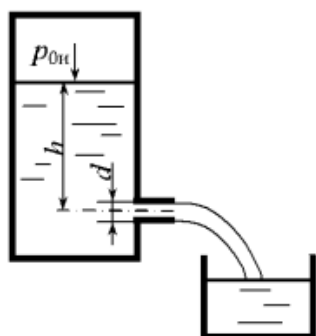


Рис. 16

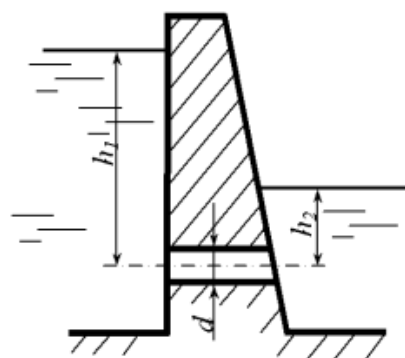


Рис. 17

Задание 13. Через водоспуск плотины, имеющей форму цилиндрического насадка, протекает вода с расходом $Q = 2,3 \text{ м}^3/\text{с}$ при постоянных уровнях (рис. 17). Определить диаметр водоспуска, если $h_1 = 12,0$ м, $h_2 = 2,0$ м.

Задание 14. Через отверстие в тонкой боковой стенке вытекает вода под напором $H = 16$ м. Изменится ли расход, если к отверстию подсоединить внешний цилиндрический насадок с тем же диаметром?

Задание 15. По короткой трубе диаметром $d = 0,10$ м из одного резервуара в другой перетекает бензин ($\rho_б = 800 \text{ кг/м}^3$). Определить начальный расход, если $h_1 = 2,0$ м, $h_2 = 0,5$ м, избыточное давление в одном резервуаре $p_{0н} = 0,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (рис. 18).

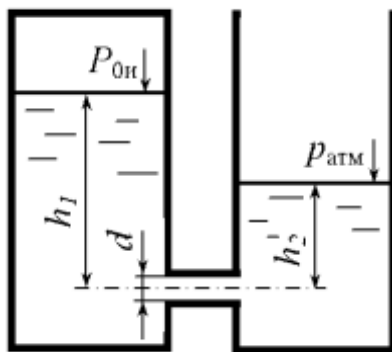


Рис. 18

Задание 16. Из закрытого резервуара вода вытекает через отверстие диаметром $d_0 = 0,02$ м и внешний цилиндрический насадок диаметром $d_n = 0,02$ м. Определить избыточное давление в резервуаре, если разность расходов через насадок и

отверстие $\Delta Q = 7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$, а глубина $h = 1,5 \text{ м}$ (рис. 19).

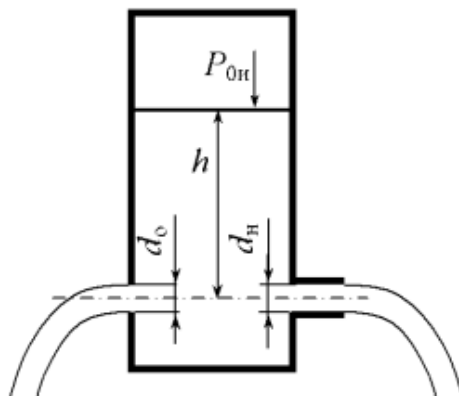


Рис. 19

Задание 17. В бак, разделенный тонкой перегородкой на два отсека, поступает вода с расходом $Q = 0,028 \text{ м}^3/\text{с}$. В перегородке имеется отверстие диаметром $d_1 = 0,10 \text{ м}$. Из второго отсека вода выливается через внешний цилиндрический насадок диаметром $d_2 = 0,08 \text{ м}$. Определить h_1 и h_2 (рис. 20).

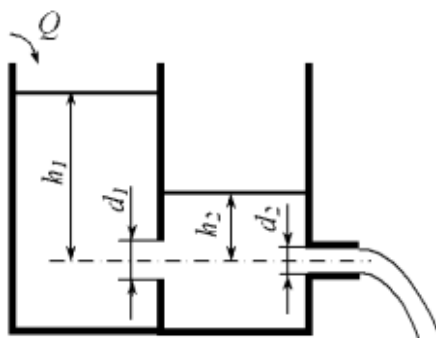


Рис. 20

Задание 18. Из открытого бака вода вытекает через малое отверстие в атмосферу. Глубина воды в баке $h = 3 \text{ м}$ поддерживается постоянной. При какой высоте h_1 отверстия от пола дальность падения струи l будет максимальной (рис. 21)?

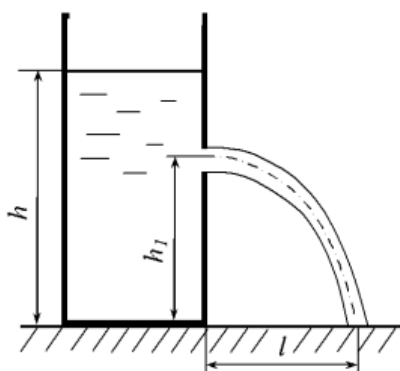


Рис. 21

Задание 19. Из бака при постоянном напоре вытекает вода через внешний цилиндрический насадок диаметром $d = 20 \text{ мм}$. Определить расход, если давление в насадке равно 70 кПа .

Задание 20. Определить расход и давление в отверстии плотины, если $d = 0,5 \text{ м}$, $l = 2 \text{ м}$; $H = 8,5 \text{ м}$ (рис. 22)

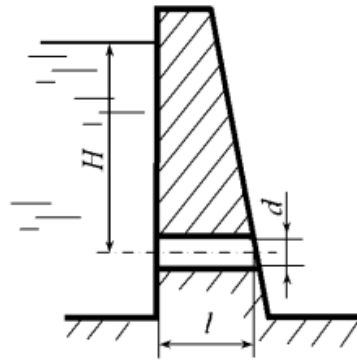


Рис. 22

Тема 6. Движение тел в жидкости.

Вопросы для устного опроса:

1. Какие процессы называются гидромеханическими?
2. Что называется скоростью осаждения?
3. Под действием, каких сил может проводиться осаждение?
4. Дайте качественное и количественное описание режимов осаждения?
5. Какие силы определяют сопротивление среды при ламинарном режиме осаждения?
4. Какие силы определяют сопротивление среды при турбулентном режиме осаждения?
7. Как зависит коэффициент сопротивления среды от критерия Re ?
8. Раскройте физический смысл критериев Re и Ar .
9. От каких параметров и каким образом зависит скорость осаждения?
10. Применение формулы Стокса для прогнозирования процессов осаждения.
11. Что такое коэффициент формы?
12. Опишите кинетику осаждения частицы под действием силы тяжести.
13. Составьте уравнение баланса под действием сил действующих на частицу.
14. Как рассчитать скорость осаждения методом последовательных приближений?
15. Как рассчитать скорость осаждения по методу Лященко?

Тема 7. Движение жидкости в напорных трубопроводах.

Задание 1. Определить режим движения воды в водопроводной трубе диаметром $d=300$ мм, если протекающий по ней расход $Q= 0,136$ м³/с. Температура воды 10°C.

Задание 2. Найти минимальный диаметр d напорного трубопровода, при котором нефть будет двигаться при турбулентном режиме, если кинематический коэффициент вязкости нефти $\nu= 0,3$ см²/с, а расход в трубопроводе $Q= 8$ л/с.

Задание 3. По трубе диаметром $d= 0,1$ м под напором движется вода. Определить расход, при котором турбулентный режим сменится ламинарным, если температура воды $t= 25^\circ\text{C}$.

Задание 4. Определить режим движения воды в водопроводной трубе

диаметром $d = 300$ мм, если протекающий по ней расход $Q = 0,136$ м³/с. Температура воды 10°C.

Задание 5. Определить критическую скорость, соответствующую переходу от ламинарного режима к турбулентному в трубе диаметром $d = 0,03$ м при движении воды, воздуха и глицерина при температуре 25 °С.

Задание 6. Определить число Рейнольдса и режим движения воды в водопроводной трубе диаметром $d = 300$ мм при расходе $Q = 0,136$ м³/с и температуре воды 10 °С ($\nu = 1,306 \cdot 10^{-6}$ м²/с).

Задание 7. Горизонтальный отстойник для осветления сточных вод представляет собой удлиненный прямоугольный в плане резервуар. Глубина его $h = 2,5$ м, ширина $b = 6$ м. Кинематический коэффициент вязкости $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Определить среднюю скорость и режим движения сточной жидкости, если ее расчетный расход $Q = 0,08$ м³/с. При какой скорости движения в отстойнике будет наблюдаться ламинарный режим движения жидкости?

Задание 8. Определить критическую скорость, при которой происходит переход от ламинарного режима к турбулентному, в трубопроводе диаметром $d=30$ мм при движении воды ($\nu= 0,009$ Ст), воздуха ($\nu= 0,162$ Ст) и глицерина ($\nu= 4,1$ Ст).

Задание 9. Определить потери напора по длине при равномерном движении жидкости по трубопроводу со средней скоростью $V_{cp} = 0,4$ м/с, если кинематический коэффициент вязкости $\nu = 0,4 \cdot 10^{-4}$ м²/с, диаметр трубопровода $d = 100$ мм и длина $l = 1000$ м.

Задание 10. Из напорного бака, в котором поддерживается постоянный уровень $H = 3$ м, по наклонному трубопроводу переменного сечения движется вода. Диаметры участков трубопровода $d_1 = 40$ мм, $d_2 = 25$ мм, длины соответственно $l_1 = 50$ м, $l_2 = 75$ м. Начало трубопровода расположено выше его конца на величину $z = 1,5$ м. Определить расход воды в трубопроводе, если коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,035$ для обоих участков трубопровода. Местными потерями напора пренебречь. (рис. 23)

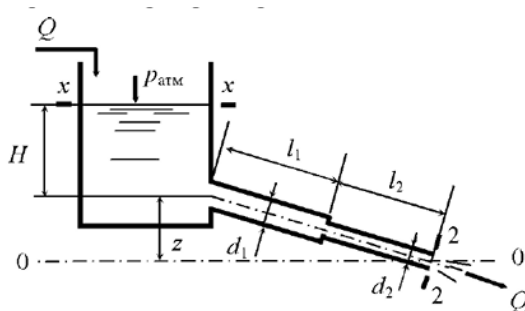


Рис. 23

Задание 11. Из напорного бака по наклонному трубопроводу переменного сечения (рис. 23) движется жидкость с относительной плотностью $\delta = 0,85$. Диаметры участков трубопровода $d_1 = 50$ мм, $d_2 = 30$ мм, а длины соответственно $l_1 = 80$ м, $l_2 = 40$ м. Начало трубопровода расположено выше его конца на $z = 3,5$ м. Для обоих участков трубопровода коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,038$. Какой уровень H необходимо поддерживать в напорном баке, чтобы скорость движения

жидкости на выходе из трубопровода была $v=1,8$ м/с? Местными потерями напора пренебречь.

Задание 12. Вода из реки по самотечному трубопроводу длиной $L = 100$ м и диаметром $d = 150$ мм подается в водоприемный колодец с расходом $Q = 26,2$ л/с. Определить общие потери напора $h_{тр}$ в трубопроводе, если эквивалентная шероховатость трубы $\Delta_{экр} = 1$ мм, коэффициент кинематической вязкости $\nu = 0,01$ см²/с, коэффициент местного сопротивления входа в трубу $\zeta_{вх} = 3$, а выхода $\zeta_{вых} = 1$ (рис. 24).

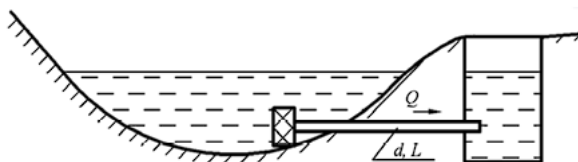


Рис. 24

Задание 13. Найти диаметр трубопровода для транспортирования водорода при массовом расходе $G = 120$ кг/ч. Длина трубопровода 1000 м, допускаемое падение давления $\Delta p = 1080$ Па. Плотность водорода $\rho = 0,0825$ кг/м³. Коэффициент трения $\lambda = 0,03$.

Задание 14. По сифону диаметром $d = 10$ см, длина которого $L = 20$ м, вода поступает из резервуара А в резервуар В. Разность уровней воды в резервуарах $H = 1$ м, а расстояние от уровня воды в резервуаре А до наивысшей точки сифона $h = 3$ м. Определить расход воды Q и величину наибольшего вакуума в сифоне. Труба старая стальная (рис. 25).

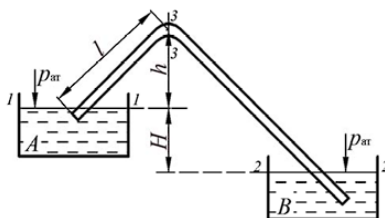


Рис. 25

Задание 15. Насос при рабочем ходе гидроцилиндра развивает давление $p_{ман}^H = 3$ МПа. Масло ($\rho_m = 900$ кг/м³; $\nu = 0,85$ см²/с) подается по трубопроводу диаметром $d = 20$ мм и длиной $l = 3$ м в гидроцилиндр $D = 80$ мм. Определить силу P на штоке гидроцилиндра при рабочем ходе, если расход масла $Q = 0,003$ м³/с, а коэффициент сопротивления дросселя $\zeta_{др} = 15$ (рис. 26).

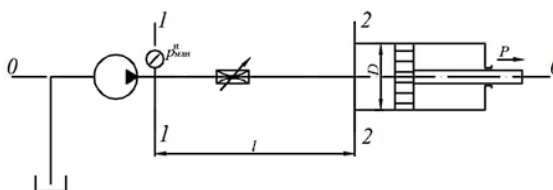


Рис. 26

Задание 16. Всасывающий трубопровод насоса имеет длину $l = 5$ м и диаметр $d = 32$ мм, высота всасывания $h = 0,8$ м. Определить давление в конце трубопровода (перед насосом), если расход масла ($\rho = 890$ кг/м³; $\nu = 10$ мм²/с), $Q = 50$ л/мин, коэффициент сопротивления колена $\zeta_k = 0,3$, вентиля $\zeta_v = 4,5$, фильтра $\zeta_f = 10$ (рис. 27).

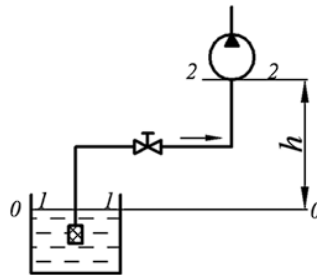


Рис. 27

Задание 17. Сифонный трубопровод длиной $L = 200$ м, диаметром $d = 200$ мм с горизонтальным участком CD соединяет водоем А с колодцем В. Разность уровней $h_1 = 2$ м; $h_2 = 3$ м; $h_3 = 6$ м. На трубопроводе имеются всасывающая коробка с сеткой, два колена и задвижка. Определить пропускную способность трубопровода Q и проверить условия его нормальной работы при температуре воды $t = 20$ °С (рис. 28).

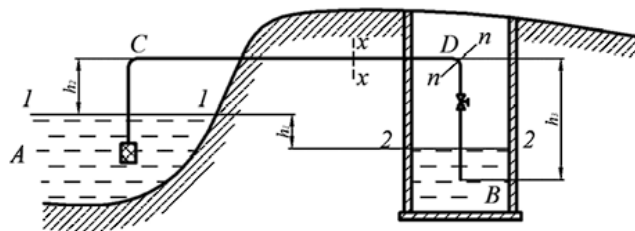


Рис. 28

Задание 18. Определить требуемый напор, который необходимо создать в сечении 1–1 для подачи в бак воды с вязкостью $\nu = 0,008 \cdot 10^{-4}$ м²/с, если длина трубопровода $l = 80$ м; его диаметр $d = 50$ мм; расход жидкости $Q = 15$ л/с; высота $H_0 = 30$ м; давление в баке $p_2 = 0,2$ МПа; коэффициент сопротивления крана $\zeta_1 = 5$; колена $\zeta_2 = 0,8$; шероховатость стенок $\Delta = 0,04$ мм (рис. 29).

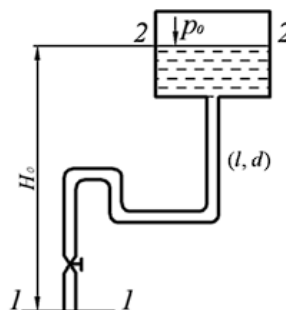


Рис. 29

Задание 19. Определить показания манометра p_m , если расход воды, проходящей по трубопроводу, составляет $Q = 30$ м³/ч. Длина трубопровода $l = 120$ м,

высота $h = 710$ мм, диаметр труб $d = 100$ мм, шероховатость $\Delta = 0,5$ мм, степень открытия задвижки Лудло $h/d = 0,7$, радиус скругления отводов $R = 200$ мм (рис. 30).

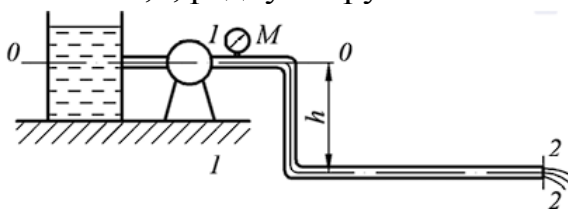


Рис. 30

Задание 20. Вода (20°C) из водонапорной башни подается в приемный резервуар по новому трубопроводу из сварных стальных труб диаметром d длиной 120 м. На трубопроводе имеется задвижка, обратный клапан. Определить диаметр трубопровода при условии открытия задвижки на $\frac{x}{d} = 0,75$ и обеспечении расхода 80 л/с. Разность уровней воды в башне и резервуаре считать постоянной и равной 5 м (рис. 31).

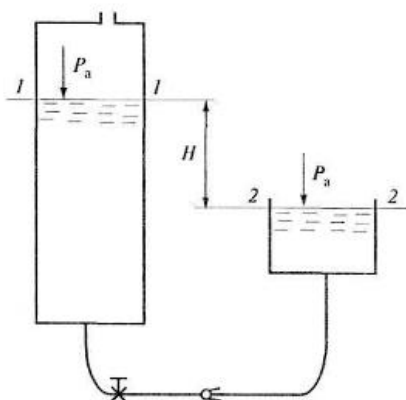


Рис. 31

Задание 21. По трубопроводу, соединяющему два резервуара, в которых поддерживаются постоянные уровни, перетекает вода с плотностью $\rho = 1000$ кг/м³. Диаметр трубопровода $d = 20$ мм. В верхнем баке поддерживается избыточное давление $p_{\text{изб}} = 15$ кПа, а в нижнем - вакуумметрическое давление $p_{\text{вак}} = 7$ кПа. Разность уровней в баках $H = 5$ м. Определить расход жидкости, если коэффициент гидравлического трения $\lambda = 0,028$, а длина трубопровода $l = 15$ м. Местными потерями напора пренебречь (рис. 32).

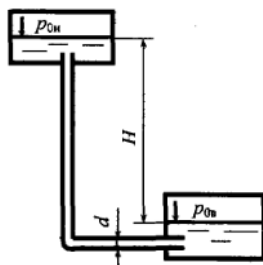


Рис. 32

Задание 22. Определить расход воды через сифонный трубопровод, если высота $H_1 = 1$ м, $H_2 = 2$ м, $H_3 = 4$ м. Общая длина трубы $l = 20$ м, диаметр $d = 20$ мм. Режим течения считать турбулентным. Учесть потери на входе в трубу $\zeta_1 = 1$, в

коленах $\zeta_2 = 0,2$, в вентиле $\zeta_3 = 4$, на трение в трубе $\lambda = 0,035$. Подсчитать вакуум в верхнем сечении x-x трубы, если длина участка от входа в трубу до этого сечения $l_x = 8$ м (рис. 33).

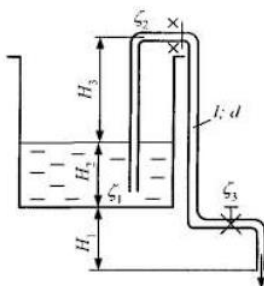


Рис. 33

Задание 23. Вода перетекает из бака А в резервуар Б по трубе диаметром $d=25$ мм, длиной $l=10$ м. Определить расход воды Q , если избыточное давление в баке $p_1=200$ кПа, высота уровней $H_1=1$ м, $H_2=5$ м. Режим течения считать турбулентным. Принять следующие коэффициенты сопротивления: на входе в трубу $\zeta_1=0,5$, в вентиле $\zeta_2=4$, в коленах $\zeta_3=0,2$, на трение $\lambda=0,025$. Учесть потери при выходе трубопровода в бак Б (рис. 34).

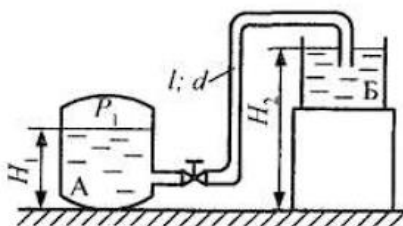


Рис. 34

Задание 24. Определить расход воды с вязкостью $\nu=0,01$ Ст, перетекающей через трубу из бака А в резервуар Б, если диаметр трубы $d=55$ мм, ее длина $l=10$ м, высота $H=8$ м. При решении принять коэффициент сопротивления крана $\zeta_1=3$, каждого колена $\zeta_2=1$, а эквивалентную шероховатость трубы $\Delta=0,05$ мм. Учесть потери на внезапное сужение потока, при выходе из бака А и внезапное расширение при входе потока в резервуар Б (рис. 35).

Указание: Задачу решить методом последовательных приближений, задавшись коэффициентом Дарси λ , а затем, уточняя его.

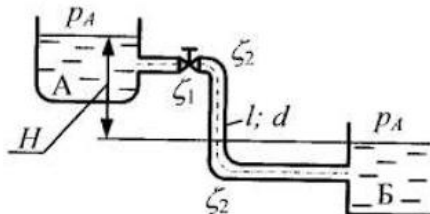


Рис. 35

Задание 25. Расход в основной гидрوليнии $Q=3$ л/с. Определить расходы Q_1 и Q_2 в параллельных одинаковых по длине и диаметру трубах ($l=1$ м, $d=10$ мм),

если в одной из них установлен дроссель D с коэффициентом сопротивления $\zeta = 9$. Коэффициент сопротивления трения $\lambda_1 = \lambda_2 = 0,03$ (рис. 36).

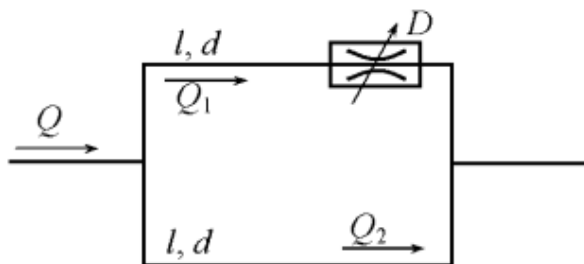


Рис. 36

Задания для выполнения лабораторных работ

Тема 3. Гидродинамика.

Лабораторная работа № 1. Определение режимов потока жидкости.

Вопросы для устного опроса:

1. Определение режимов движения потока.
2. Что называется критической скоростью?
3. Критерий Re и его физический смысл.
4. Критическое значение критерия Re .
5. График распределения скоростей по сечению трубопровода при различных режимах.
6. Определение эквивалентного диаметра.
7. Понятие мгновенной и средней скорости.
8. Уравнение расхода.
9. Размерность ρ и μ в различных системах.
10. Структура потока (ядро, пограничный слой).

Тема 4. Гидравлические сопротивления.

Лабораторная работа № 2. Исследование коэффициента гидравлического трения.

Вопросы для устного опроса:

1. Виды гидравлических сопротивлений.
2. Уравнение Бернулли. Статистический, геометрический, скоростной напоры.
3. Определение потерь напора на трение.
4. Влияние шероховатости стенок канала на потери напора.
5. Влияние скорости на потери напора.
6. Эквивалентный диаметр.
7. Режимы движения жидкости, число Re .
8. Единицы измерения ρ , μ , ν .
9. Уравнение расхода.

Лабораторная работа № 3. Определение коэффициентов местных сопротивлений.

Вопросы для устного опроса:

1. В какую форму переходит механическая энергия потока, теряемая при движении?
2. Чем обусловлены местные сопротивления?
3. Как вычисляются потери напора на преодоление местных сопротивлений?
4. Как меняются скорость и давление потока при его внезапном расширении?
5. Почему уровень воды в расходном баке должен поддерживаться постоянным при проведении опыта?

Тема 5. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

Лабораторная работа № 4. Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки.

Вопросы для устного опроса:

1. Когда отверстие считается малым?
2. Какая стенка называется тонкой?
3. По какой формуле определяется теоретическая скорость истечения жидкости через малое отверстие в тонкой стенке?
4. По какой формуле определяется действительная скорость истечения через малое отверстие в тонкой стенке?
5. По какой формуле определяется в процессе выполнения данной работы действительный расход жидкости, вытекающей из отверстия?
6. По какой формуле определяется теоретический расход жидкости при истечении через отверстие?
7. Что называется коэффициентом сжатия струи?
8. По какой формуле определяется коэффициент местного сопротивления при входе в отверстие?
9. Какие потери учитываются при изучении истечения жидкости через малое отверстие?
10. Укажите уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
11. От каких факторов зависит кинематический коэффициент вязкости.

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля⁴

Вопросы к экзамену

1. Предмет задачи курса. История возникновения и развития курса.
2. Основные определения и физические свойства жидкости. Силы, действующие в жидкости.
3. Гидростатическое давление и его свойство.
4. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера.
5. Основное уравнение гидростатики. Эпюры гидростатического давления.
6. Геометрический и энергетический смысл основного уравнения гидростатики.

7. Способы измерения гидростатического давления. Приборы для измерения давления.
8. Суммарное давление жидкости на плоские поверхности.
9. Закон Архимеда. Основы теории плавания тела.
10. Относительный покой жидкости. Поверхности равного давления. Практическое применение законов гидростатики.
11. Основные задачи гидростатики. Методы изучения движения жидкости.
12. Траектория движения. Линия тока. Трубка тока.
13. Элементарная струйка и ее свойства. Объемный расход жидкости. Уравнение неразрывности для элементарной струйки капельной жидкости при установившемся движении.
14. Поток жидкости. Основные характеристики потока жидкости. Средняя скорость потока.
15. Уравнение неразрывности для потока жидкости при установившемся (в гидравлической форме).
16. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.
17. Дифференциальные уравнения неразрывности движения жидкости.
18. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнение Эйлера).
19. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
20. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
21. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
22. Понятие о плавно изменяющемся движении потока жидкости.
23. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Условие применимости уравнения Бернулли.
24. Практическое применение уравнение Бернулли. Струйные насосы. Трубка Пито-Прандтля. Изменение расхода с помощью сужающих устройств.
25. Режимы движения жидкости. Критерии Рейнольдса.
26. Ламинарное движение жидкости. Распределение скоростей по живому сечению. Распределение напряжения силы трения по живому сечению.
27. Определение расхода и средней скорости при ламинарном режиме.
28. Определение потерь напора на гидравлические сопротивления при ламинарном режиме течения. Формула Дарси.
29. Механизм и структура турбулентного потока.
30. Толщина ламинарного слоя в турбулентном потоке. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.
31. Напряжение сил трения в турбулентном потоке.
32. Распределение скоростей по живому сечению потока при турбулентном режиме.
33. Потери напора на гидравлические сопротивления при турбулентном режиме. График Никурадзе.
34. Потери напора в местных сопротивлениях.
35. Истечение жидкости через малые незатопленные отверстия и тонкой стенке при постоянном напоре.
36. Истечение через затопленные отверстия.

37. Истечение через насадки при постоянном напоре.
38. Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре.
39. Внешняя задача гидродинамики, движение тел в жидкости. Осаждение под действием силы тяжести. Режимы осаждения.
40. Кинетика осаждения. Скорость осаждения.
41. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения.
42. Степенное осаждение.
43. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
44. Виды трубопроводов. Основные расчетные формулы при движении жидкости в напорных трубопроводах.
45. Расчет трубопроводов с последовательным соединением.
46. Гидравлический расчет тупиковых и параллельно-разветвленных трубопроводов.
47. Гидравлические характеристики трубопроводов.
48. Гидравлический расчет коротких трубопроводов и сифинов. Предельная высота всасывания.
49. Гидравлическая характеристика трубопровода.
50. Расчет диаметра трубопроводов. Экономически наиболее выгодная скорость движения жидкости в трубопроводах.
51. Гидравлический удар в напорных трубопроводах.
52. Скорость распространения ударной волны. Периоды гидравлического удара.
53. Прямой и не прямой гидравлический удар.

Экзаменационные билеты.

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Предмет задачи курса. История возникновения и развития курса.
2. Напряжение сил трения в турбулентном потоке.
3. Система отопления промышленного корпуса заполнена водой и имеет ёмкость 1000 л. При отключении системы вода охлаждается от 90 до 10 °С. Коэффициент температурного расширения воды $4,5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$. Сколько воды необходимо добавить в систему отопления при её отключении?

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2.

1. Основные определения и физические свойства жидкости. Силы, действующие в жидкости.
2. Распределение скоростей по живому сечению потока при турбулентном режиме.
3. Определить объем вылившейся нефти, при прорыве трубы на магистральном нефтепроводе, если давление в нем упало на 0,6 МПа. Длина нефтепровода 31 км, диаметр 550 мм, модуль упругости нефти $1,2 \cdot 10^3$ МПа.

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Гидростатическое давление и его свойство.
2. Потери напора на гидравлические сопротивления при турбулентном режиме. График Никурадзе.

3. При гидравлическом испытании теплотрассы длиной 275 м и диаметром 600 мм, понизилось рабочее давление по манометру и составило соответственно, в начале испытания 1,3 МПа, в конце 650 кПа. Модуль объёмной упругости воды $2 \cdot 10^3$ МПа, деформацией трубопровода пренебречь. Определить объёмную утечку воды?

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4.

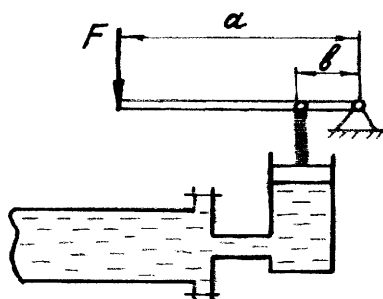
1. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера.
2. Потери напора в местных сопротивлениях.
3. Уровень ацетона в сосуде диаметром 200 мм при температуре 20 °С составлял 345 мм. Определить температуру ацетона после нагрева, если его уровень в сосуде повысился на 10 мм.

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5.

1. Основное уравнение гидростатики. Эпюры гидростатического давления.
2. Истечение жидкости через малые незатопленные отверстия и тонкой стенке при постоянном напоре.
3. В полном реакторе при гидравлических испытаниях нужно создать давление 4,6 МПа. Диаметр реактора 1,2 м, высота 3,8 м, коэффициент сжимаемости воды $0,5 \cdot 10^{-9}$ м²/Н. Сколько дополнительно воды нужно в него закачать?

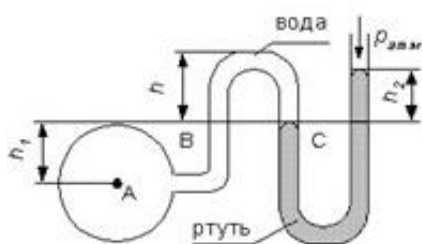
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6.

1. Геометрический и энергетический смысл основного уравнения гидростатики.
2. Истечение через затопленные отверстия.
3. С помощью ручного пресса трубопровод опрессовывается на давление 2 МПа. Чему будет равно усилие на рукоятке пресса в последний момент опрессовки, если диаметр поршня 35 мм, а соотношение плеч рычажного механизма a:b - 6?



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7.

1. Способы измерения гидростатического давления. Приборы для измерения давления.
2. Истечение через насадки при постоянном напоре.
3. Определить манометрическое давление в трубопроводе А, если высота столба ртути по пьезометру 25 см. Центр трубопровода расположен на 40 см ниже линии раздела между водой и ртутью.



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8.

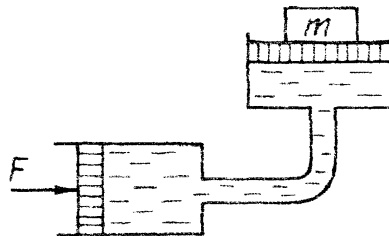
1. Суммарное давление жидкости на плоские поверхности.
2. Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре.
3. Давление на свободной поверхности воды, которая находится в баке, 0,2 МПа, уровень жидкости в баке 6 м, к баку присоединен кран на высоте 1,2 м. Определить манометрическое давление в точке присоединения водоразборного крана к баку с водой?

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9.

1. Закон Архимеда. Основы теории плавания тела.
2. Внешняя задача гидродинамики, движение тел в жидкости. Осаждение под действием силы тяжести. Режимы осаждения.
3. Две несмешивающиеся жидкости находятся в открытом резервуаре, их плотность соответственно 930 кг/м^3 и 1260 кг/м^3 . На какой высоте над данной точкой находится свободная поверхность жидкости в резервуаре, если $H_1 = 0,5 \text{ м}$, а манометр, присоединенный в некоторой точке резервуара, показывает давление 0,55 атм.

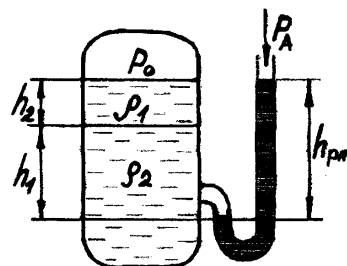
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10.

1. Относительный покой жидкости. Поверхности равного давления. Практическое применение законов гидростатики.
2. Кинетика осаждения. Скорость осаждения.
3. Гидросистема заполнена минеральным маслом, определить давление в гидросистеме и массу груза лежащего на большом поршне, если для его подъема к меньшему поршню приложена сила 240 Н. Диаметры поршней соответственно 250 и 50 мм, разностью высот поршней пренебречь.



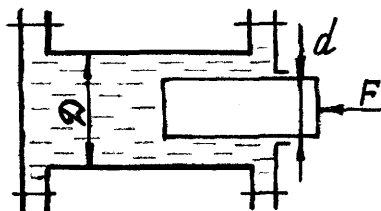
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11.

1. Основные задачи гидростатики. Методы изучения движения жидкости.
2. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения.
3. Определить показания ртутного манометра, установленного в нижней части экстракционной колонны, в которой находится слой воды высотой 3 м и несмешивающийся с ней слой бензола высотой 1 м. Абсолютное давление над поверхностью жидкости в колонне $2,5 \text{ кгс/см}^2$, атмосферное давление 760 мм рт. ст., температура $20 \text{ }^\circ\text{C}$.



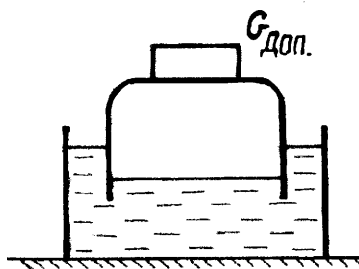
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12.

1. Траектория движения. Линия тока. Трубка тока.
2. Степенное осаждение.
3. Диаметр гироцилиндра 200 мм, определить нагрузки на болты левой и правой крышек, если к плунжеру диаметром 40 мм приложена сила 420 Н.



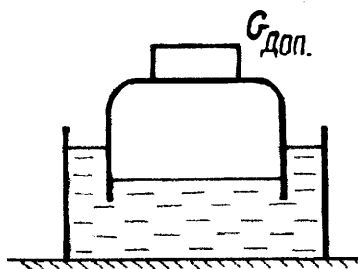
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13.

1. Элементарная струйка и ее свойства. Объемный расход жидкости. Уравнение неразрывности для элементарной струйки капельной жидкости при установившемся движении.
2. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
3. Колокол мокрого газгольдера (газохранилища) для азота диаметром 5 м весит 1000 кгс. Определить вес дополнительного груза, если давление в колоколе 1000 Па.



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14.

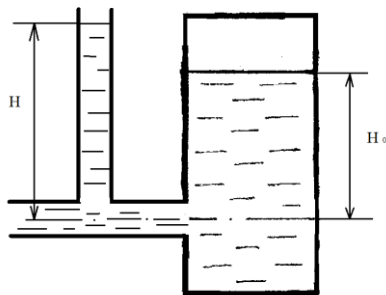
1. Поток жидкости. Основные характеристики потока жидкости. Средняя скорость потока.
2. Виды трубопроводов. Основные расчетные формулы при движении жидкости в напорных трубопроводах.
3. Определить избыточное давление в колоколе мокрого газгольдера (газохранилища) для азота диаметром 6 м, если колокол с дополнительным грузом весит 3200 кгс.



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15.

1. Уравнение неразрывности для потока жидкости при установившемся (в гидравлической форме).
2. Расчет трубопроводов с последовательным соединением.

3. Бензин вытекает из бака, избыточное давление в котором 22 кПа, по трубопроводу диаметром 40 мм при температуре 35° С. Уровень жидкости в баке 1,32 м, высота подъема бензина в пьезометре 1,74 м, потерями энергии пренебречь. Определить расход бензина?

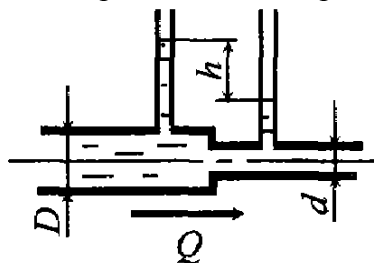


Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16.

1. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.
2. Гидравлический расчет тупиковых и параллельно-разветвленных трубопроводов.
3. По трубопроводу диаметром 50 мм, протекает 27000 кг/мин этилового спирта при температуре 30°С. Определить местную скорость на оси трубопровода?

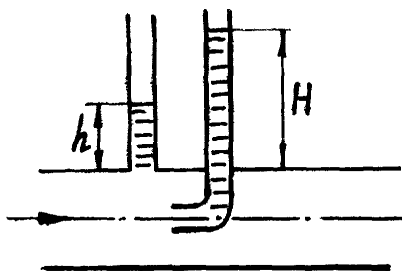
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17.

1. Дифференциальные уравнения неразрывности движения жидкости.
2. Гидравлические характеристики трубопроводов.
3. На трубе диаметром 250 мм имеется местное сужение диаметром 150 мм. Определить разность высот уровней в пьезометрических трубках, если известно, что по трубе течет ацетон со скоростью в широком сечении 1,2 м/с. Сопротивлениями пренебречь.



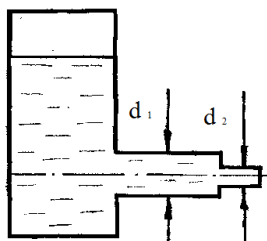
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18.

1. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнение Эйлера).
2. Гидравлический расчет коротких трубопроводов и сифинов. Предельная высота всасывания.
3. Определить расход воды и давление в трубопроводе. Если уровень жидкости в пьезометре и трубке Пито, установленных на водопроводе диаметром 150 см, соответственно равны 50 см, 70 см.



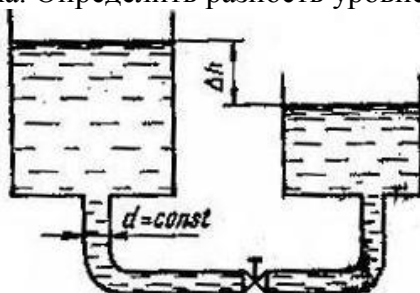
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19.

1. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
2. Гидравлическая характеристика трубопровода.
3. Определить скорость течения воды, на первом и втором (выходе) участке насадка, вытекающей из напорного бака по трубе диаметром 30 мм и затем через насадку с диаметром выходного отверстия 12 мм. Уровень жидкости в баке 2,4 м, избыточное давление воздуха 200 кПа, потерями энергии пренебречь.



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20.

1. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
2. Расчет диаметра трубопроводов. Экономически наивыгоднейшая скорость движения жидкости в трубопроводах.
3. Вода из одного бассейна в другой подается по новой стальной трубе диаметром 50 мм длиной 120 м с расходом 12 л/с. На трубе имеются местные сопротивления два колена с углом поворота 90° и полностью открытая задвижка. Определить разность уровней воды в резервуарах.

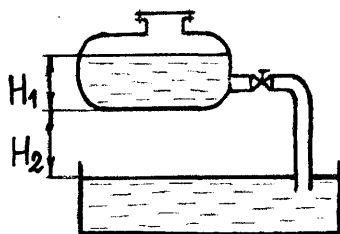


Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21.

1. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
2. Гидравлический удар в напорных трубопроводах.
3. По стальному трубопроводу, длиной 32 м и диаметром 50 мм, бывшему в эксплуатации, перекачивается 2900 кг/ч 28%-го раствора метилового спирта при температуре 20° С. Определить потери напора на трение в трубопроводе.

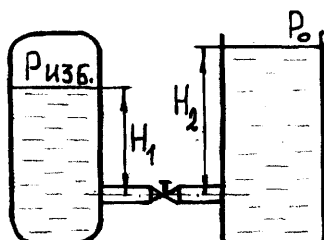
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22.

1. Понятие о плавно изменяющемся движении потока жидкости.
2. Скорость распространения ударной волны. Периоды гидравлического удара.
3. Из цистерны, установленной на высоте 0,9 м, по трубе диаметром 40 мм, на которой установлен кран, сливается дизельное топливо, уровень топлива в цистерне 1,4 м. В верхней части цистерны имеет место вакуум 73,5 мм. рт. ст., радиус колена 100 мм, потерями на трение пренебречь. Определить расход дизельного топлива.



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23.

1. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Условие применимости уравнения Бернулли.
2. Прямой и не прямой гидравлический удар.
3. Из напорного бака с избыточным давлением 0,35 МПа, перетекает вода в открытый резервуар по короткой трубе диаметром 30 мм, с расходом 4,1 л/с. Уровни соответственно в напорном баке и резервуаре 1,2 и 2,9 м, потерями на трение пренебречь. Определить коэффициент сопротивления крана.

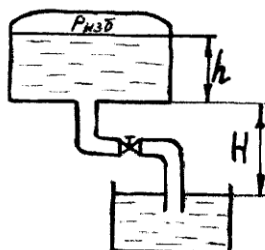


Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24.

1. Практическое применение уравнение Бернулли. Струйные насосы. Трубка Пито-Прандтля. Изменение расхода с помощью сужающих устройств.
2. Распределение скоростей по живому сечению потока при турбулентном режиме.
3. Определить требуемый диаметр горизонтального трубопровода длиной 186 м, по которому подается 13,5 м³/ч керосина, допустимая потеря напора 17 м, коэффициент трения 0,027.

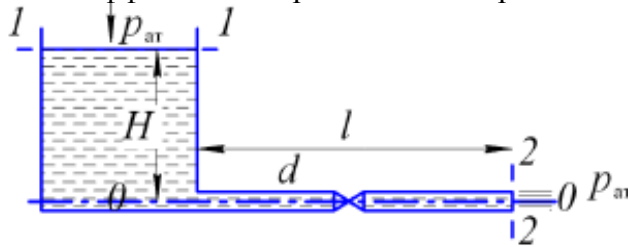
Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25.

1. Режимы движения жидкости. Критерии Рейнольдса.
2. Потери напора на гидравлические сопротивления при турбулентном режиме. График Никурадзе.
3. Из напорного бака, давление в котором 12 кПа вода перетекает в резервуар по трубе длина и диаметр которой, соответственно 3м и 30 мм. Бак установлен на высоте 2,2 м, уровень жидкости в нем 1,7 м. На трубе имеется прямоочный вентиль и два колена с углом поворота 90° и $R_0/d = 2$, коэффициент трения 0,025. С учетом всех видов потерь, необходимо определить расход воды.



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26.

1. Ламинарное движение жидкости. Распределение скоростей по живому сечению. Распределение напряжения силы трения по живому сечению.
2. Потери напора в местных сопротивлениях.
3. По горизонтальной трубе постоянного сечения длиной 50 м и диаметром 100 мм из открытого резервуара вода вытекает в атмосферу при постоянном напоре $H = 5$ м. Определить скорость и расход вытекающей воды, если заданы коэффициенты местных сопротивлений: входа в трубу $\zeta_{вх}=0,5$ и крана $\zeta_{кр}=5$, а также коэффициент гидравлического трения $\lambda=0,02$.



Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27.

1. Определение расхода и средней скорости при ламинарном режиме.
2. Истечение жидкости через малые незатопленные отверстия и тонкой стенке при постоянном напоре.
3. Определить потери напора на трение в трубопроводе диаметром $d = 250$ мм, длиной $l = 1000$ м, с абсолютной шероховатостью стен $\Delta = 0,15$ мм, служащего для транспортирования нефти с весовым расходом $G = 2 \cdot 10^6$ Н/ч, плотностью $\rho = 880$ кг/м³ и коэффициентом кинематической вязкости $\nu = 0,3$ см²/с.

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28.

1. Определение потерь напора на гидравлические сопротивления при ламинарном режиме течения. Формула Дарси.
2. Истечение через насадки при постоянном напоре.
3. Определить массу воды в пожарном рукаве диаметром 51 мм и длиной 20 м.

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29.

1. Механизм и структура турбулентного потока.
2. Гидравлические характеристики трубопроводов.
3. Нефть весом $G=90$ кгс занимает объем $V=100000$ см³. Определить плотность и удельный вес этой плотности в трех системах единиц.

Дисциплина: «Механика жидкости и газа» Кафедра: ТОХП
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30.

1. Толщина ламинарного слоя в турбулентном потоке. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.
2. Расчет диаметра трубопроводов. Экономически наиболее выгодная скорость движения жидкости в трубопроводах.
3. Несмешивающиеся жидкости, плотностями $\rho_1 = 1000$ кг/м³, $\rho_2 = 850$ кг/м³, $\rho_3 = 760$ кг/м³ находятся в сосуде. Определить избыточное давление на основании сосуда, если высоты жидкостей составляют $h_1 = 1$ м, $h_2 = 3$ м, $h_3 = 6$ м.

2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

Компетенции²:

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.		Что такое жидкость? 1. физическое вещество, способное заполнять пустоты; 2. физическое вещество, способное изменять форму под действием сил; 3. физическое вещество, способное изменять свой объем; 4. физическое вещество, способное течь.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
2.		Какая из этих жидкостей не является капельной? 1. ртуть; 2. керосин; 3. нефть; 4. азот.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
3.		Какая из этих жидкостей не является газообразной? 1. жидкий азот; 2. ртуть; 3. водород; 4. кислород.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
4.		Идеальной жидкостью называется: 1. жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение; 2. жидкость, подходящая для применения; 3. жидкость, способная сжиматься; 4. жидкость, существующая только в определенных условиях.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

² Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
5.		<p>На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. силы инерции и поверхностного натяжения; 2. внутренние и поверхностные; 3. массовые и поверхностные; 4. силы тяжести и давления. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
6.		<p>Какие силы называются поверхностными?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости; 2. вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел; 3. вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда; 4. вызванные воздействием атмосферного давления. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
7.		<p>Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. давление вакуума; 2. атмосферным; 3. избыточным; 4. абсолютным. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
8.		<p>Какое давление обычно показывает манометр?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. абсолютное; 2. избыточное; 3. атмосферное; 4. давление вакуума. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
9.		<p>Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. находящиеся на дне резервуара; 2. находящиеся на свободной поверхности; 3. находящиеся у боковых стенок резервуара; 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		4. находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости.		
10.		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.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
11.		Поверхность уровня – это: 1. поверхность, во всех точках которой давление изменяется по одинаковому закону; 2. поверхность, во всех точках которой давление одинаково; 3. поверхность, во всех точках которой давление увеличивается прямо пропорционально удалению от свободной поверхности; 4. свободная поверхность, образующаяся на границе раздела воздушной и жидкой сред при относительном покое жидкости.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
12.		Способность плавающего тела, выведенного из состояния равновесия, вновь возвращаться в это состояние называется... 1. устойчивостью; 2. остойчивостью; 3. плавучестью; 4. непотопляемостью.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
13.		Как называется площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения? 1. открытым сечением; 2. живым сечением; 3. полным сечением;	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		4. площадь расхода.		
14.		<p>Как называется объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. расход потока; 2. объемный поток; 3. скорость потока; 4. скорость расхода. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
15.		<p>Если при движении жидкости в данной точке русла давление и скорость не изменяются, то такое движение называется...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. установившемся; 2. неустановившемся; 3. турбулентным установившимся; 4. ламинарным неустановившемся. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
16.		<p>Как называется при неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. траектория тока; 2. трубка тока; 3. струйка тока; 4. линия тока. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
17.		<p>Элементарная струйка – это...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. трубка потока, окруженная линиями тока; 2. часть потока, заключенная внутри трубки тока; 3. объем потока, движущийся вдоль линии тока; 4. неразрывный поток с произвольной траекторией. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
18.		<p>Как называется течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. безнапорное; 2. напорное; 3. неустановившееся; 4. несвободное (закрытое). 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
19.		<p>Турбулентный режим движения жидкости это:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (движутся послойно); 2. режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно; 3. режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно; 4. режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
20.		<p>От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости; 2. от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода; 3. от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости; 4. от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
21.		<p>При $2300 < Re < 4000$ режим движения жидкости?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ламинарный; 2. турбулентный; 3. переходный; 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		4. кавитационный.		
22.		Кавитация это... 1. воздействие давления жидкости на стенки трубопровода; 2. движение жидкости в открытых руслах, связанное с интенсивным перемешиванием; 3. местное изменение гидравлического сопротивления; 4. изменение агрегатного состояния жидкости при движении в закрытых руслах, связанное с местным падением давления.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
23.		Какой буквой греческого алфавита обозначается коэффициент гидравлического трения? 1. γ ; 2. ζ ; 3. λ ; 4. μ .	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
24.		Что является основной причиной потери напора в местных гидравлических сопротивлениях? 1. наличие вихреобразований в местах изменения конфигурации потока; 2. трение жидкости о внутренние острые кромки трубопровода; 3. изменение направления и скорости движения жидкости; 4. шероховатость стенок трубопровода и вязкость жидкости.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
25.		С помощью чего определяется режим движения жидкости? 1. по графику Никурадзе; 2. по номограмме Колбрука-Уайта; 3. по числу Рейнольдса; 4. по формуле Вейсбаха-Дарси.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
26.		<p>Для определения потерь напора служит:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. число Рейнольдса; 2. формула Вейсбаха-Дарси; 3. номограмма Колбрука-Уайта; 4. график Никурадзе. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
27.		<p>При истечении жидкости из отверстий основным вопросом является</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определение скорости истечения и расхода жидкости; 2. определение необходимого диаметра отверстий; 3. определение объема резервуара; 4. определение гидравлического сопротивления отверстия. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
28.		<p>Первое свойство гидростатического давления гласит...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема; 2. в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема; 3. в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно; 4. гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
29.		<p>Водоизмещение – это...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. объем жидкости, вытесняемый судном при полном погружении; 2. вес жидкости, взятой в объеме судна; 3. максимальный объем жидкости, вытесняемый плавающим судном; 4. вес жидкости, взятой в объеме погруженной части судна. 	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
30.		Трубопровод можно считать коротким если...	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
31.		Если длина трубопровода 200 м, расход жидкости 0,10 м ³ /с, диаметр трубы 0,25 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,06, то потери по длине для потока жидкости равны ...	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
32.		Если два открытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 150 мм (модуль расхода K=160,62 л/с), длина трубы составляет 100 м, перепад уровней в баках равен 6 м, то расход воды в трубопроводе равен _____ л/с.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
33.		Если длина трубы 200 м, средняя скорость 1,2 м/с, диаметр трубы 0,125 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,025, то потери по длине для потока жидкости равны ...	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
34.		Перепад уровней воды между баками равен 2,5 м, а диаметр отверстия 5 см. Расход воды при истечении из малого отверстия в стенке открытого бака при совершенном сжатии и истечении под уровень равен _____ м ³ /с.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
35.		Гидравлическое сопротивление – это:	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
36.		Формулировка закона Архимеда?	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
37.		На чем основывается уравнение неразрывности потока?	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
38.		Приведите формулу гидродинамического напора?	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
39.		Приведите простейший вид записи уравнение Бернулли?	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
40.		Объясните разность понятий разность напоров и потери напора?	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
41.		Что представляет собой явление гидравлического удара?	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
42.		Понятие жидкости. Реальная и идеальная жидкость. Дайте определения.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
43.		Что собой представляет насадок?	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
44.		Средняя скорость жидкости в трубе круглого сечения с гидравлическим радиусом, равным 0,5 м, при расходе 2 м ³ /с, составляет _____ м/с.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}
45.		Классификация трубопроводов.	ОПК-6	ИД-1 _{ОПК-6}