

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

04 2021г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

**Б1.О.28 «Механика жидкости и газа»**

(наименование дисциплины (модуля))

**18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической техно-**  
**логии, нефтехимии и биотехнологии»**

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

**Машины и аппараты химических производств**

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

**бакалавр**

квалификация

**очная, очно-заочная, заочная**

форма обучения

Нижнекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

          доцент            
(должность)

                      
(подпись)

М.А.Рузанова  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ПАХТ,  
протокол от 16 02 2021 № 5

Зав. кафедрой

                      
(подпись)

Д.Н.Латыпов  
(Ф.И.О.)

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры МАХП , реализующей подготовку основ-  
ной образовательной программы  
от 10 03 2021 № 7

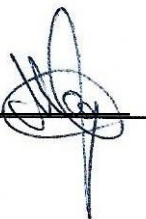
Зав. кафедрой

                      
(подпись)

И.А.Сабанаев  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

И.Н.Мадышев, к.т.н., доц. каф. МАХП НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Ф.И.О., должность, организация, подпись

**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

Компетенция:

ОПК-2- Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Индикаторы достижения компетенций:

ОПК-2.1 - Знает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.2 - Умеет использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.3 - Владеет математическими, физическими, физико-химическими, химическими методами для решения задач профессиональной деятельности

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b> (указать все темы из РПД)				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические Занятия, лабораторный практикум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ОПК-2.1	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	лабораторная работа, контрольная работа, экзамен
ОПК-2.2	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	лабораторная работа, контрольная работа, экзамен
ОПК-2.3	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Раздел 1,2</i>	<i>Не предусмотрены</i>	лабораторная работа, контрольная работа, экзамен



*Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)*

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа №1</i>	<i>1;1*;1***</i>	<i>4;4*;6**</i>	<i>12;12*;8**</i>
<i>Лабораторная работа №2-9;2-9*;2-6**</i>	<i>8;8*;5**</i>	<i>4;4*;5**</i>	<i>6;6*;8**</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1*</i>	<i>6**</i>	<i>12**</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет Механический*

*Кафедра Процессов и аппаратов химической технологий*

Учебным планом по направлению подготовки **18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»** для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине **Б1.О.28 «Механика жидкостей и газов»**.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

**Лабораторная работа №1. Определение гидростатического давления**

*(тема лабораторной работы)*

1. Что такое гидростатическое давление?
2. Какие единицы измерения давления вы знаете?
3. Записать и объяснить основное уравнение гидростатики.
4. Рассказать про гидропресс.

**Лабораторная работа №2. Определение режима течения воды в цилиндрической трубе**

*(тема лабораторной работы)*

1. Что такое расход жидкости?
2. Какие расходы знаете?
3. Виды течения жидкости.
4. Режимы течения жидкости.

**Лабораторная работа №3. Опытная демонстрация уравнения Бернулли**

*(тема лабораторной работы)*

1. Записать и объяснить уравнение Бернулли.
2. Как называются слагаемые?
3. Физический смысл каждого слагаемого?
4. Смысл уравнения Бернулли?

**Лабораторная работа №4. Определение потерь давления в трубе круглого сечения**

1. Что такое потери напора?
2. Из чего они складываются?
3. Для чего их нужно рассчитывать?
4. Что такое сеть трубопроводов?

**Лабораторная работа №5. Измерение расхода воды с помощью диафрагмы**

1. Что такое диафрагма?



2. Для чего она используется?
3. Написать основные формулы.
4. Что такое расход?

**Лабораторная работа №6.** Испытание центробежного насоса.

1. Классификация насосов.
2. Зарисовать центробежный насос.
3. Объяснить принцип действия.
4. Записать основные расчетные формулы.

**Лабораторная работа №7.** Перемешивание в жидкой среде

1. Объяснить процесс перемешивания.
2. Зарисовать основные аппараты.
3. Записать основные расчетные формулы.

**Лабораторная работа №8.** Исследование гидродинамики псевдоожижения

1. Что такое псевдоожижение?
2. Что такое порозность?
3. Зарисовать график псевдоожижения.
4. Рассказать о критических скоростях.

**Лабораторная работа №9.** Изучение фильтрования

1. Что такое фильтрование?
2. Классификация фильтров.
3. Зарисовать конструкции фильтров.
4. Записать основные расчетные формулы.

Задания на лабораторную работу берутся из учебного пособия «Лабораторный практикум по гидравлике и гидравлическим машинам» Н.Х.Зиннатуллин, М.Г.Гарипов, Д.Н.Латыпов. НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ» 2011.

### Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине **Б1.О.28 «Механика жидкостей и газов»** в 4/3/5 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

Лабораторная работа №1.

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	0,5/1*	2/1,5*
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	0,5/1*	2/1,5*

Выполнение необходимого эксперимента	1/1*	2/1,5*
Обработка результатов исследования, построение графиков	1/1*	2/1,5*
Анализ результатов исследования и вывод по работе	1/2*	4/2*
<b>ИТОГО :</b>	<b>4/6*</b>	<b>12/8*</b>

Таким образом, первая лабораторная работа оценивается минимум в **4/6\*** баллов, максимум в **12/8\***баллов.

#### Лабораторная работа №2-9.

<b>Виды работ</b>	<b>Минимальный балл</b>	<b>Максимальный балл</b>
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	0,5/1*	1/1,5*
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	0,5/1*	1/1,5*
Выполнение необходимого эксперимента	1/1*	1/1,5*
Обработка результатов исследования, построение графиков	1/1*	1/1,5*
Анализ результатов исследования и вывод по работе	1/2*	2/2*
<b>ИТОГО :</b>	<b>4/6*</b>	<b>6/8*</b>

Таким образом, лабораторная работа №2-9 оценивается минимум в **4/6\*** баллов, максимум в **6/8\***баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как среднее арифметическое по всем лабораторным работам.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет Механический

Кафедра Процессов и аппаратов химической технологий

Направление подготовки: 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств

Комплект заданий для контрольной работы  
 по дисциплине Б1.О.28 «Механика жидкостей и газов».

Решите задачи:

- I. Имеется гидропресс (см. рис.1) с цилиндрами диаметрами  $d_1$  и  $d_2$ . При равновесии на поршни действуют силы  $R_1$  и  $R_2$ . Найдите давление  $P$  и неизвестную величину для своего варианта.

вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$d_1$ , мм	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$d_2$ , мм	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$R_1$ , кН											
$R_2$ , МН	,1	,4	,3	,2	,1	,3	,4	,3	,4	,2	,1

Примечание: обратите внимание на размерность: милли –  $10^{-3}$ ,  
 сантиметры –  $10^{-2}$ , кило –  $10^3$ , мега –  $10^6$ .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
0		0	0	0	0	0	0		0		0	0		0
,2	,4		,2		,2		,3	,4	,3	,2		,1	,2	,3

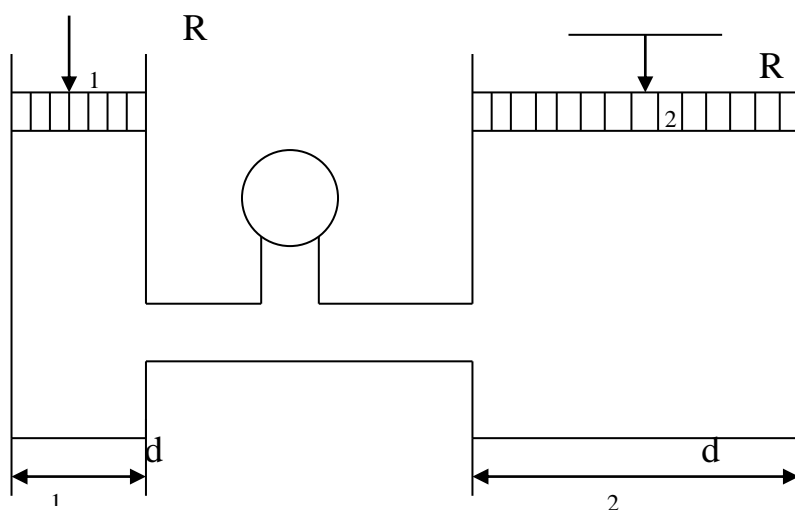


Рис.1. Гидропресс.

- II. Воспроизведите рис.2, объясните вид эпюры избыточного давления, дорисуйте эпюру для наклонной стенки. Найдите избыточное давление на глубине  $h=(3+N_B)$  м в Паскалях, технических атмосферах ( $1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2$ ), если плотность жидкости  $\rho = (800+30N_B) \text{ кг/м}^3$ . Здесь  $N_B$  – номер варианта.

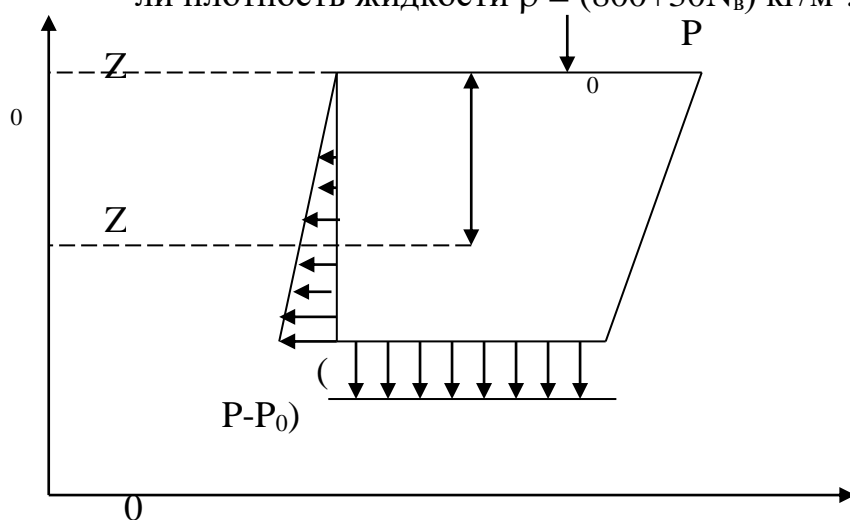


Рис. 2. Эпюра избыточного давления.

- III. Рассчитать плотность воздуха в емкости Е1 при  $\Delta P$  разряжения =  $5,9 \cdot 10^3$  Па, атмосферном давлении  $P = 1 \text{ бар}$  и температуре  $t=(10+N_B)^\circ\text{C}$ . Молярная масса воздуха  $M = 29 \text{ кг/моль}$ .
- IV. По трубе диаметром  $50+10 \cdot N_B$  мм перекачивается нефтепродукт со среднерасходной скоростью  $1,5 \text{ м/с}$ . За какое время заполнится железнодорожная цистерна объемом  $60 \text{ м}^3$ ?

- V. По трубам диаметром 25x2 мм теплообменника должно проходить 20 т/ч воды со средней температурой  $t$ , °C. Сколько трубок должно быть в теплообменнике для обеспечения развитого турбулентного режима ( $Re=20000$ )?

$N_B$										0	1
$t, ^\circ C$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
$\rho, \text{кг/м}^3$	000	000	98	96	92	88	83	78	72	65	000
$\nu \cdot 10^{-6}, \text{м}^2/\text{с}$	,79	,31	,01	,81	,66	,56	,48	,42	,37	,33	,69

2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0
99	97	94	90	86	81	75	69	63	98	92	88	83	78
,13	,91	,73	,61	,52	,45	,39	,35	,31	,01	,66	,56	,48	,42

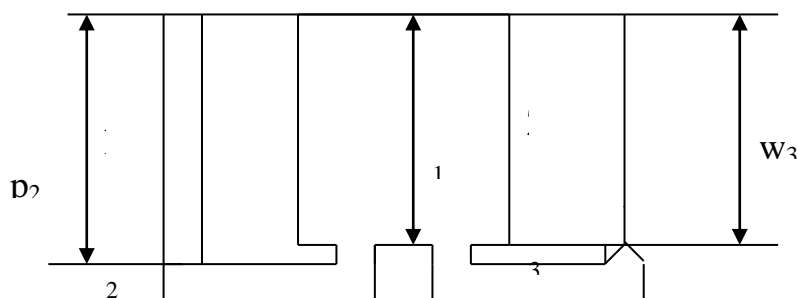
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
10	30	50	70	80	90	20	40	60	85
1000	996	988	978	972	965	998	992	983	969
1,31	0,81	0,56	0,42	0,37	0,33	1,01	0,66	0,48	0,35

- VI. Через трубку диаметром 17,5 мм течет вода с температурой  $t = (7+N_B)$ . Найти объемный расход воды в кубических сантиметрах в секунду, при котором будет обеспечен  $Re = Re_{кр} = 2320$ . Зависимость коэффициента кинематической вязкости воды  $\nu$  от температуры имеет вид:

$$\nu = \frac{1,78}{100 + 3,37 \cdot t + 0,0221 \cdot t^2} \cdot 10^{-4}, \text{ м/с.}$$

- VII. Уровень воды в емкости  $Z_1$  составляет 100 ( $3+N_B$ ) мм (см.рис.3) Найти избыточное давление на дне емкости и теоретическую скорость истечения воды из сопла.

Рис.3.



VIII. Конический расширяющийся канал (диффузор) (рис.4) имеет входной диаметр  $d_1=(20+2N_B)$ , выходной диаметр  $d_2=(30+2N_B)$  мм. На входе скорость воды  $W_1 = 3$  м/с, показания пьезометра  $h_{p1}=(30+N_B)$ см.. Пренебрегая потерями на трение найти:

- объемный расход воды;
- скорость воды на выходе;
- скоростной напор на входе и выходе;
- пьезометрический напор на выходе.

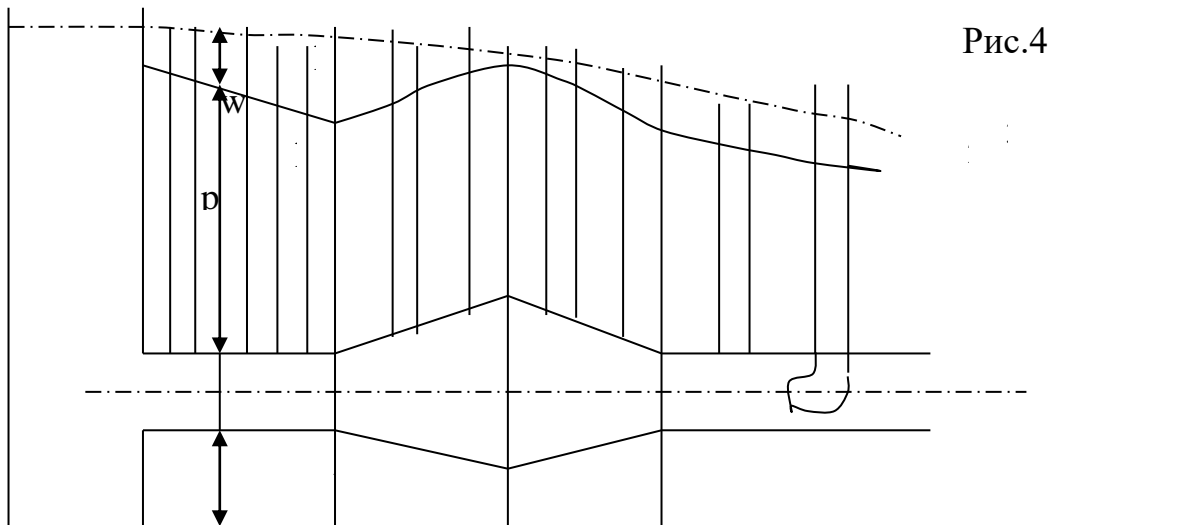


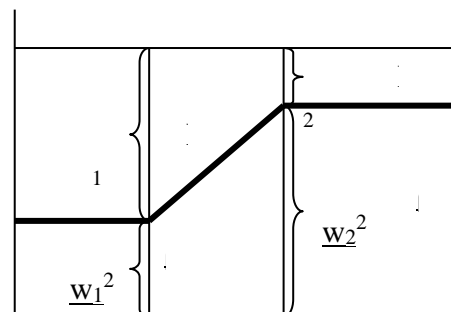
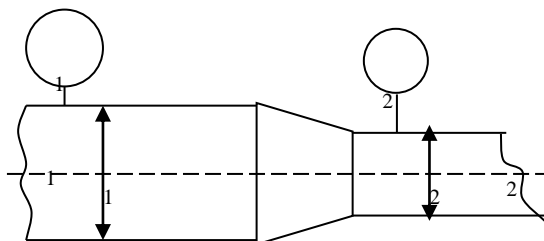
Рис.4

IX. Рассчитайте величину скоростного напора во втором сечении при показании ротаметра  $Pr = (20+3 \cdot N_B)$ , %.

X. Найдите массовый расход и неизвестную величину для переходника (рис.1а), если плотность жидкости

$\rho = (800+30 \cdot N_B)$  кг/м<sup>3</sup>. Остальные необходимые данные приведены в таблице 1.

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>В</b>										
d	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,MM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,М/с	,5	,8	,2	,7	,7	,6	,9	,1	,1	,1
d	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,MM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,М/с	,6	,0	,4	,1	,4	,1	,0	,2	,2	,2



- XI. Во сколько раз и как нужно изменить диаметр трубопровода, чтобы сопротивление его уменьшилось в  $(10+0,2 \cdot N_v)$  раз, если объемный расход, длина трубы и коэффициент  $\lambda$  постоянны?
- XII. Вода подается из озера в аппарат насосом. Общее гидравлическое сопротивление сети  $\Delta P = (5+0,5 \cdot N_v)$  атм., где  $N_v$  – номер варианта. Длина трубопровода 100 м, диаметр трубы 76x4 мм. Геометрическая высота подачи 20 м. Коэффициент трения  $\lambda = 0,03$ . Сумма коэффициентов местных сопротивлений  $\sum \xi_{mc} = 10$ . Избыточное давление в аппарате 3 атм. Найти массовый расход воды при плотности  $10^3 \text{ кг/м}^3$ .

*К комплекту заданий для контрольной работы прилагаются разработанные преподавателем критерии оценки по дисциплине в баллах (в соответствии с положением о БРС).*

*Максимальный балл за контрольную работу составляет 12, минимальный балл 6. Каждая задача оценивается минимум в 0,5 балла максимум в 1 балл. Для того чтобы контрольная работа считалась сданной, необходимо написать ее на 6 баллов и выше. При повторном переписывании контрольной в итоговый рейтинг идет средний балл по всем попыткам.*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет механический*  
*Кафедра Процессов и аппаратов химических технологий*

Направление подготовки: **18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»**

Профиль/программа: **Машины и аппараты химических производств**

Семестр 4/3/5

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Н.Латыпов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

**Экзаменационный билет №1**  
**По дисциплине (модулю) «Механика жидкостей и газов»**

1. Уравнение неразрывности (сплошности) потока, или постоянства расхода (массового или объемного) жидкости. Зависимость средней скорости потока от живого сечения или диаметра трубы при постоянном расходе жидкости.
2. Расчет гидравлического сопротивления трубопровода. Принцип наложения потерь. Расход энергии на перекачивание жидкости по трубопроводу. Характеристика сети.

**Вопросы к экзамену.**

3. Предмет и основные задачи курса Механика жидкости и газов. Классификация химико – технологических процессов. Предмет гидравлики. Гидростатика и гидродинамика.



4. Основные свойства жидкостей (текучесть, липкость, удельный вес, вязкость, плотность, гидростатическое давление). Свойства и размерности давления.
5. Закон внутреннего трения Ньютона. Динамическая и кинематическая вязкость. Градиент локальной скорости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
6. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Практическое применение основного уравнения гидростатики.
7. Поток жидкости и его параметры (живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр, абсолютная и относительная шероховатость стенки, средняя, локальная, мгновенная и осредненная скорость, массовый и объемный расход).
8. Виды течения жидкости (стационарное и нестационарное, равномерное и неравномерное, напорное и безнапорное течение). Режимы течения жидкости (ламинарный, переходный, турбулентный). Критерий Рейнольдса. Структура ламинарного и турбулентного потока.
9. Уравнение неразрывности (сплошности) потока, или постоянства расхода (массового или объемного) жидкости. Зависимость средней скорости потока от живого сечения или диаметра трубы при постоянном расходе жидкости.
10. Уравнение Бернулли для идеальной и вязкой жидкости. Геометрический, пьезометрический, динамический и полный напор. Физический смысл уравнения Бернулли и его членов. Потеря напора. Диаграмма Бернулли.
11. Уравнения баланса. Пространственный контур и временной интервал. Приход и уход, источник и сток субстанции. Накопление субстанции. Результат процесса. Основное балансовое соотношение.
12. Сопротивление трения в гладких и шероховатых трубах. Формула Дарси – Вейсбаха. Физический смысл коэффициента гидравлического трения.
13. Местные сопротивления. Коэффициент местного сопротивления, его физический смысл. Определение потери напора в местных сопротивлениях.
14. Расчет гидравлического сопротивления трубопровода. Принцип наложения потерь. Расход энергии на перекачивание жидкости по трубопроводу. Характеристика сети.
15. Классификация насосов: динамические (лопастные и трения) и объемные (поршневые и ротационные насосы). Принцип их действия. Специальные насосы (газлифт, монтежю).
16. Устройство и принцип действия поршневого насоса. Воздушные колпаки. Индикаторная диаграмма. Диаграмма подачи. Насосы простого и кратного действия.
17. Основные рабочие параметры поршневого насоса (напор, производительность, мощность, КПД, предельная высота всасывания).
18. Устройство и принцип действия центробежного насоса. Конструкция рабочего колеса.
19. Характеристика центробежного насоса. Оптимальный режим работы насоса. Законы пропорциональности.
20. Работа центробежного насоса на сеть. Рабочая точка ЦБН. Параллельное и последовательное соединение насосов.

21. Сравнительная характеристика поршневых и центробежных насосов (по производительности, напору, КПД, равномерности подачи, сложности устройства, компактности, необходимости заливки жидкостью и т.д.).

22. Классификация компрессоров и вакуум – насосов: а) по степени сжатия – вентиляторы, газодувки, компрессоры, вакуум – насосы; б) по принципу действия – поршневые, центробежные, ротационные, осевые, струйные.

### **Критерии оценки**

Максимальное количество баллов за экзамен 40: максимальное количество баллов за первый вопрос 10, максимальное количество баллов за второй вопрос 20, максимальное количество баллов на ответы 2 дополнительных вопросов 10.

Минимальное количество баллов за экзамен 24: минимальное количество баллов за первый вопрос 6, минимальное количество баллов за второй вопрос 12, минимальное количество баллов на ответы 2 дополнительных вопросов 6.

