

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры ТМО протокол от 20 апрель
2022 г. №8

Согласовано:
Председатель УМК факультета



/ Баннова А.В.

Зав. кафедрой  / Юминов И.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина

Механика жидкости и газа

Б1.О.12 Обязательная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)


15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Направленность (профиль) подготовки

Нефтегазопромысловое оборудование и оборудование нефтегазопереработки

Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель) <u>старший преподаватель</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 _____/Лобанов М.А. (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Для приема: 2022

Уфа 2022 г.

Составитель / составители: старший преподаватель Лобанов М.А.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры: протокол от 20 апрель 2022 г. №8

Заведующий кафедрой



/ Юминов И.П.

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
 - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Аналитическое мышление	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования	Знать основные законы гидрогазодинамики, физические свойства веществ, влияние давления, гидравлических сопротивлений и скорости потока на физические свойства жидких и газообразных веществ.
		ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Уметь пользоваться справочными системами и паспортами объектов для освоения технологического оборудования, разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление сосудов, аппаратов, теплообменников нефтегазоперерабатывающей промышленности.
		ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеть выполнять прикладные задачи с помощью электронно-вычислительной техники и информационно-коммуникативных технологий по расчету нефтегазопромыслового и нефтегазоперерабатывающего оборудования.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) «Механика жидкости и газа» относится к обязательной части образовательной программы.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре для очной формы обучения, на 4 курсе в зимнюю сессию для заочной формы обучения, на 3 курсе в 6 семестре для очно-заочной формы обучения.

Целью учебной дисциплины «Механика жидкости и газа» является овладение указанными видами профессиональной (трудовой) деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающимися в ходе освоения дисциплины:

– освоить практический опыт (приобрести навыки выполнения трудовых действий): проектирования технических и технологических комплексов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства сосудов, аппаратов и теплообменников; освоить методику разработки технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки с использованием современных САПР;

– приобрести умения: проектирования теплообменных аппаратов и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технической и технологической подготовки производства технических и технологических комплексов;

– получить знания: по использованию современных САПР в условиях производства.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-1 – Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования	Знать основные законы гидрогазодинамики, физические свойства веществ, влияние давления, гидравлических сопротивлений и скорости потока на физические свойства жидких и газообразных веществ.	Не имеет базовых знаний по работе на персональном компьютере.	Знает основные функции работы инженерного программного обеспечения.	Знает принцип работы современных САПР.	Применяет теоретические знания на практике для решения прикладных задач в области гидрогазодинамики.
ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Уметь пользоваться справочными системами и паспортами объектов для освоения технологического оборудования, разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление сосудов, аппаратов, теплообменников нефтегазоперерабатывающей промышленности.	Не умеет использовать базовые функции систем автоматизированного проектирования.	Умеет использовать базовые и расширенные функции современных систем автоматизированного проектирования.	Умеет выполнять расчет процессов передачи тепла между простыми объектами.	Умеет выполнять расчет процессов передачи тепла между сложными промышленными объектами
ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеть выполнять прикладные задачи с помощью электронно-вычислительной техники и информационно-коммуникативных технологий по расчету нефтегазопромышленного и нефтегазоперерабатывающего оборудования.	Не владеет базовыми навыками расчета машин и аппаратов.	Владеет базовыми навыками расчета тепловых машин и аппаратов в САПР.	Способен учитывать внешние факторы при проектировании и оборудования в САПР.	Способен проектировать теплообменные аппараты в современных САПР.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Этапы освоения	Результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1.1 Знает основы математики, естественнонаучных дисциплин, вычислительной техники и программирования	Знать основные законы гидрогазодинамики, физические свойства веществ, влияние давления, гидравлических сопротивлений и скорости потока на физические свойства жидких и газообразных веществ.	Компьютерное тестирование, реферат
ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	Уметь пользоваться справочными системами и паспортами объектов для освоения технологического оборудования, разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление сосудов, аппаратов, теплообменников нефтегазоперерабатывающей промышленности.	Контрольная работа, коллоквиум
ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Владеть выполнять прикладные задачи с помощью электронно-вычислительной техники и информационно-коммуникативных технологий по расчету нефтегазопромыслового и нефтегазоперерабатывающего оборудования.	Контрольная работа

Вопросы для экзамена

Вопросы к экзамену оформлены в виде экзаменационных билетов. Каждый экзаменационный билет состоит из 3 вопросов. Один из трех вопросов в большинстве случаев подразумевает дополнительный ответ с приведением примера.

Примерные вопросы для подготовки к экзамену:

1. Испарение жидкости.
2. Конденсация.

3. Гидравлические сопротивления.
4. Динамическая вязкость. Кинематическая вязкость.
5. Ламинарный поток.
6. Турбулентный поток.
7. Критическое число Рейнольдса.
8. Классификация кожухотрубчатых теплообменников по процессам
9. Классификация кожухотрубчатых теплообменников по назначению
10. В чем особенность ребойлера?
11. В каких случаях применяется аппарат воздушного охлаждения?
12. Какой продукт получается на установке ЭЛОУ и какая роль теплообменников в данной установке?
13. Какие продукты получаются на установке атмосферной перегонки нефти и какая роль теплообменников в данной установке?
14. Какой продукт получается на установке гидрокрекинга и какая роль теплообменников в данной установке?
15. Какой продукт получается на установке каталитического риформинга и какая роль теплообменников в данной установке?
16. Примерное соотношение теплообменников к остальному технологическому оборудованию и почему.
17. Почему задача повышения энергоэффективности теплообменных аппаратов актуальна и к чему приводит данное направление развития техники и технологий страны?
18. Какие компоновки трубного пучка применяются и в чем их различие. Преимущество и недостатки.
19. Перечислите потоки межтрубной зоны. Какой поток наименее эффективен для теплопередачи и почему?
20. В каких случаях применяется плоское днище, а в каких выпуклое (эллиптическое, сферическое)?
21. Как влияет на теплопередачу конструкция с плавающей головкой?
22. Перечислите основные исходные данные для проектирования теплообменника.
23. Как будет изменяться показатель давления межтрубной зоны на выходе при увеличении перегородок?
24. Как будет изменяться скорость потока в трубной зоне при уменьшении количества теплообменных труб?
25. Как будет изменяться скорость потока в трубной зоне при увеличении количества ходов?
26. Как будет изменяться давление в трубной зоне при увеличении количества ходов?

Образец экзаменационного билета:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Башкирский государственный университет»
Инженерный факультет
Кафедра «Технологические машины и оборудование»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

По учебной дисциплине «Механика жидкости и газа»

Направление: 15.03.02 – Технологические машины и оборудование

Профиль: Нефтегазопромысловое оборудование и оборудование нефтегазопереработки

1. Уравнение Бернулли для струйки вязкой несжимаемой жидкости.
2. Задача. Найдите давление жидкости, если высота столба жидкости равна 3 м, а плотность равна 860 кг/м^3 .
3. Задача. Получите скорость газа в гладкой прямой трубе, если внутренний диаметр трубы 300 мм, массовый расход газа 500 кг/ч , а его плотность равна 0.8 кг/м^3 .

Утверждено на заседании кафедры _____, протокол № ____
(дата)

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Перевод оценки из 100-балльной в четырех балльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Тесты

Примеры тестов:

1. При увеличении температуры удельный вес жидкости

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) не изменяется.
- г) сначала увеличивается, а затем уменьшается.

2. Сжимаемость это свойство жидкости

- а) изменять свою форму под действием давления;
- б) изменять свой объем под действием давления;
- в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму;
- г) изменять свой объем без воздействия давления.

3. Сжимаемость жидкости характеризуется

- а) коэффициентом Генри;
- б) коэффициентом температурного сжатия;
- в) коэффициентом поджатия;
- г) коэффициентом объемного сжатия.

4. Текучестью жидкости называется

- а) величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости;
- б) величина обратная динамическому коэффициенту вязкости;
- в) величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости;
- г) величина пропорциональная градусам Энглера.

5. Вязкость жидкости не характеризуется

- а) кинематическим коэффициентом вязкости;
- б) динамическим коэффициентом вязкости;
- в) градусами Энглера;
- г) статическим коэффициентом вязкости.

6. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- а) ν ;
- б) μ ;
- в) η ;
- г) τ .

7. Динамический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой

- а) ν ;
- б) μ ;
- в) η ;
- г) τ .

8. В вискозиметре Энглера объем испытуемой жидкости, истекающего через капилляр равен

- а) 300 см^3 ;

- б) 200 см³;
- в) 200 м³;
- г) 200 мм³.

9. Вязкость жидкости при увеличении температуры

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

10. Вязкость газа при увеличении температуры

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

Критерии оценки (в баллах):

- 0 - баллов выставляется студенту, если правильно выполнено от 0-25% от всего объема теста;
- 1-2 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено от 25-50% от всего объема теста;
- 3-4 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено от 50-75% от всего объема теста;
- 5 баллов выставляется студенту, если правильно выполнено от 75-100% от всего объема теста.

Вопросы для семинаров (коллоквиум)

1. Преимущества и недостатки метода конечных элементов для инженерного анализа процесса движения потоков жидкостей и газов.
2. Использование накопленных знаний в повседневной жизни.
3. Применение того или иного компонента в качестве нагревающей или охлаждающей среды. Их теплофизические свойства.

Критерии оценки (в баллах):

- 1 балл выставляется студенту, если студент участвовал в одном вопросе;
- 2 балла выставляется студенту, если студент участвовал в двух вопросах;
- 3 баллов выставляется студенту, если студент затронул все темы.

Примеры тем рефератов

1. Виды теплообменных аппаратов. Их применение в промышленности и бытовых нуждах.
2. Современные конструкции теплообменных аппаратов и способы повышения их

эффективности.

3. Испарители и конденсаторы. Фазовые переходы.
4. Современные способы теплоизоляции.
5. Свободная и вынужденная конвекции. Конвективные потоки в машинах и аппаратах.

Задания для контрольной работы

Нормативно-техническая документация. Исходные данные к проектированию теплообменного аппарата. Расчет кожухотрубчатого теплообменника. Подготовка отчета.

Тема: Гидравлический расчет кожухотрубчатого теплообменного аппарата

Пример варианта задания:

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № ТА001

на поставку кожухотрубчатого теплообменного аппарата

1.1. Общие сведения

Предприятие - заказчик:	-
Наименование установки:	-
Назначение аппарата:	-
Вид аппарата:	<i>кожухотрубчатый</i>
Тип аппарата:	<i>по усмотрению претендента</i>
Техническое обозначение:	-
Номер стандарта:	<i>ТУ 3612-023-00220302-01</i> <i>ТУ 3612-024-00220302-02</i>

1.2. Технические требования

Ориентация аппарата:	<i>горизонтальный</i>
Тип изоляции:	<i>по усмотрению претендента</i>
Материальное исполнение	
1) кожух:	<i>по усмотрению претендента</i>
2) трубы:	<i>по усмотрению претендента</i>
3) опора:	<i>по усмотрению претендента</i>

1.3. Дополнительные требования

Срок службы аппарата:	<i>не менее 10 лет</i>
Межремонтный пробег:	<i>не менее 5 лет</i>

1.4. Приложения

Приложение 1 - Опросный лист на проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата по данным технологического процесса.

Приложение 1

2. ОПРОСНЫЙ ЛИСТ

на проектирование кожухотрубчатого теплообменного аппарата по данным технологического процесса

2.1. Характеристики

№	Наименование	Ед. изм.	Межтрубная зона			Внутритрубная зона
1.	Наименование среды:	-	Керосин			Вода
2.	Химический состав:	-	-			-
3.	Общий расход:	м ³ /ч				
3.1.	Расход жидкости:	кг/ч	243			180
3.2.	Расходы пара/газа:	кг/ч				
4.	Температура	°С				
	1) на входе:		96			34
	2) на выходе:		72			53
5.	Давление	МПа				
	1) расчетное:		0,6			0,6
	2) рабочее:		0,6			0,6
6.	Допустимые перепады давления:	КПа	100			100
7.	Теплофизические свойства рабочих сред	при	96	84	72	в справочнике
7.1	плотность:	кг/м ³	766	781	788	
7.2	вязкость:	мПа·с	0,545	0,664	0,735	
7.3	теплопроводность:	Вт/м·°С	0,1115	0,112	0,1133	
7.4	теплоёмкость:	кДж/кг·°С	2,38	2,28	2,23	

Один из примеров результата работы:

Выполним расчёт рабочих параметров трубопровода, а также прочностной расчёт трубопровода.

Сначала подберём трубу для трубопровода в соответствии с расчётными параметрами и ГОСТами – 8732-78 и 10704-91.

Рассчитаем внутренний диаметр трубы, исходя из следующих формул.

Зависимость площади сечения трубы от расхода и скорости течения жидкости выражается следующей формулой:

$$S = \frac{G}{v} \quad (1),$$

где G – массовый расход, кг/ч;

v – скорость течения жидкости, м/ч;

В то же время площадь сечения выражается формулой:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2),$$

где π – число пи;

d – внутренний диаметр трубы, м.

Из данных формул выводим формулу 3 для нахождения внутреннего диаметра трубы:

$$d = \sqrt{\frac{4*G}{v*\pi}} \quad (3),$$

где G – массовый расход, кг/ч;

v – скорость течения жидкости, м/ч;

π – число пи;

d – внутренний диаметр трубы, м.

В нашем случае:

$$d = \sqrt{\frac{4*G}{v*\pi}} = \sqrt{\frac{4*75}{3960*3,14}} = 0,155, \text{ м} = 155, \text{ мм}.$$

Теперь по приведённым выше ГОСТам находим трубу с ближайшим к полученному значению диаметра 155 мм. Согласно ГОСТам выбираем трубы с внутренним диаметром 156 мм, внешним 168 мм (Приложение 1), толщина стенки составляет 6 мм. Теперь определим тип потока жидкости. Существует 3 типа потоков: ламинарный (нет перемешивания между слоями жидкости), турбулентный (идёт активное перемешивание между слоями жидкости, вихревой поток), переходный (начинается локальное перемешивание между слоями жидкости, однако такой поток ещё нельзя отнести к турбулентному). Для определения типа потока жидкости найдём число Рейнольдса (Re) по формуле 4.

$$Re = \frac{vd}{\nu} \quad (4),$$

где v – скорость потока, м/с;

d – внутренний диаметр трубы, м;

ρ – плотность дизельной фракции, кг/м³;

ν – динамическая вязкость дизельной фракции, Па*с;

В нашем случае:

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{1,1*0,156*1000000}{4} = 42625.$$

Далее находим коэффициент λ , необходимый для расчёта гидравлических сопротивлений трубопровода. Коэффициент λ определим по формуле 5:

$$\lambda = 0,11 * \left(\frac{\Delta\varepsilon*68}{d*Re}\right)^{0,25} \quad (5),$$

где $\Delta\varepsilon$ – коэффициент шероховатости материала трубопровода;

d – внутренний диаметр трубы, м;

Re – число Рейнольдса.

В нашем случае материал трубы «Сталь 45», $\Delta\varepsilon = 0,010$. Расчёт коэффициента λ :

$$\lambda = 0,11 * \left(\frac{\Delta\varepsilon*68}{d*Re}\right)^{0,25} = 0,11 * \left(\frac{0,11*68}{0,156*42625}\right)^{0,25} = 0,01.$$

Находим гидравлические потери трубопровода h (м водного столба) согласно формуле 6:

$$h = \frac{\lambda * L * v^2}{d * 2 * g} \quad (6),$$

где λ – коэффициент;

L – общая длина трубопровода, м;

v – скорость потока жидкости, м/с;

d – внутренний диаметр трубопровода, м;

g – ускорение свободного падения, м/с².

В нашем случае:

$$h = \frac{\lambda * L * v^2}{d * 2 * g} = \frac{0,01 * 174 * 1,1 * 1,1}{0,156 * 2 * 9,8} = 0,65, \text{ м. вод. ст.}$$

Зная потери в м. вод. ст., находим потери давления по формуле 7:

$$\Delta P = \rho * g * h \quad (7),$$

где ρ – плотность дизельной фракции, кг/ч;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

h – гидравлические потери, м. вод. ст.

В нашем случае:

$$\Delta P = \rho * g * h = 75 * 9,8 * 0,65 = 5478,2, \quad \text{Па} = 5,5, \text{ кПа.}$$

Потери давления в теплообменных аппаратах указаны в ТЗ и равны 70 кПа. Исходя из этого найдём общие потери системы, состоящей из трубопровода и 4-х теплообменных аппаратов (ТА) по формуле 8:

$$P_{\text{общ}} = \Delta P + \sum P_{\text{ТА}} \quad (8),$$

где ΔP – потери трубопровода, кПа;

$\sum P_{\text{ТА}}$ – суммарные потери в ТА, кПа.

Потри в ТА составляют $4 * 70 = 280$ (кПа), поэтому общие потери давления составят:

$$P_{\text{общ}} = \Delta P + \sum P_{\text{ТА}} = 5,5 + 280 = 285,5 \text{ (кПа)} \approx 290, \text{ кПа.}$$

Теперь мы знаем общие потери давления в системе, однако для того, чтобы система работала в ней должно быть некоторое давление. Принимаем рабочее давление 3 атм. (300кПа). В этом случае насосы должны создавать следующее давление:

$$P = P_{\text{общ}} + P_{\text{раб}} \quad (9),$$

где $P_{\text{общ}}$ – общие потери давления в системе, кПа;

$P_{\text{раб}}$ – рабочее давление, кПа.

$$P = P_{\text{общ}} + P_{\text{раб}} = 290 + 300 = 590, \text{ кПа.}$$

Мы нашли давление, которое должен создавать насос, но нужно ещё внести запас прочности на случай перепадов давления в системе. Запас прочности принимаем равным $\frac{1}{4}$ (25%) от давления в системе.

Находим $P_{\text{сзп}}$ – давление с запасом прочности:

$$P_{\text{сзп}} = 1,25 * P \quad (10),$$

где P – давление в системе, кПа.

$$P_{\text{сзп}} = 1,25 * P = 1,25 * 590 = 737,5, \quad \text{кПа} \approx 740, \text{ кПа.}$$

Выполнив все необходимые расчёты, мы можем подобрать насос с нужными характеристиками. Поскольку у нас в системе имеются два насоса, каждый насос должен создавать давление, равное половине от $P_{\text{сзп}}$, то есть 370 кПа, иметь пропускную способность 75 м³/ч (625л/мин). Нашим требованиям соответствует, например, насос In-Line Calpeda NR 50/125F.



Рисунок 1 – Насос In-Line Calpeda NR 50/125F

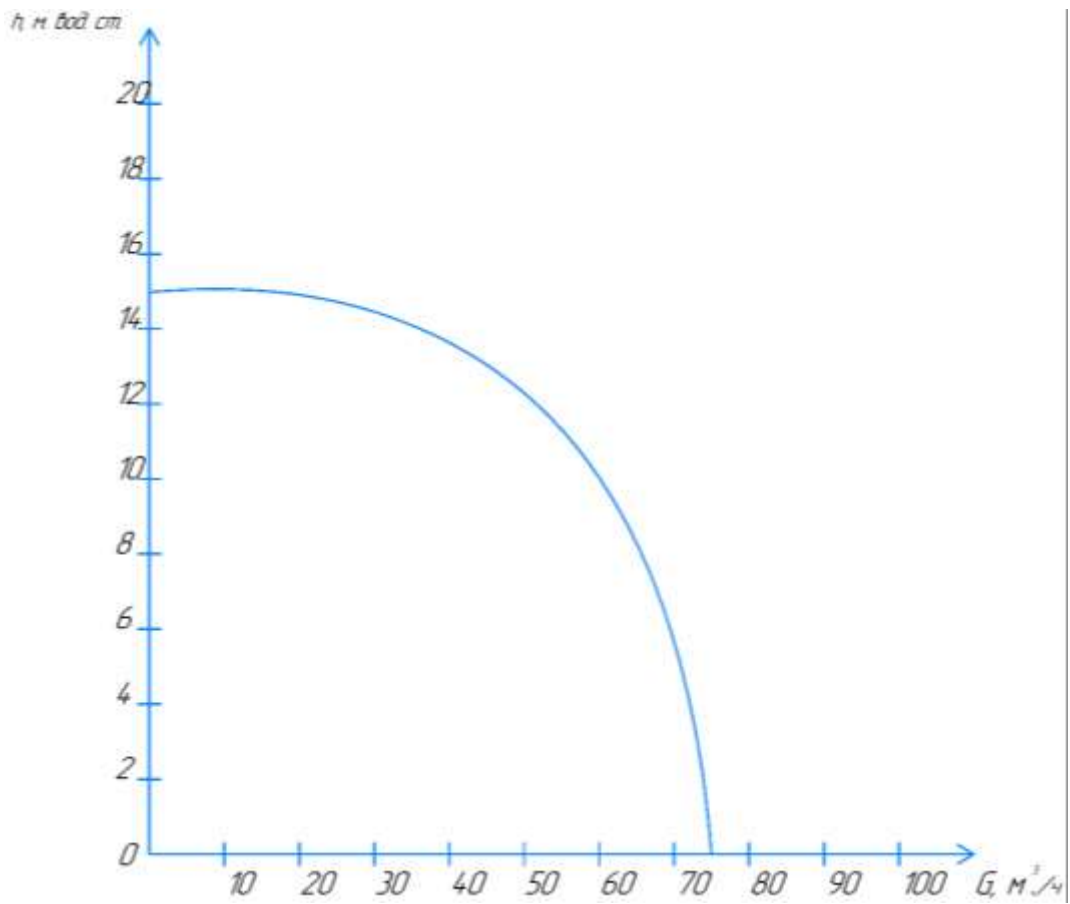


Рисунок 2 – Характеристики выбранного насоса

Мощность насоса $W=1,1$ (кВт).

Описание методики оценивания:

Подготовленная и оформленная в соответствии с требованиями контрольная работа оценивается по следующим критериям:

- достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в контрольной работе проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

- уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

- личные заслуги автора контрольной работы (новые знания, которые получены помимо образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

- культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора)

- культура оформления материалов работы (соответствие работы всем стандартным требованиям);

- знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

- степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

- качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

- использование литературных источников.

При положительном заключении работа допускается к защите, о чем делается запись на титульном листе работы.

При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

Критерии оценки (в баллах):

- 15 баллов выставляется студенту, если все выполнено в соответствии с требованиями;

- 10 баллов выставляется студенту, если все выполнено с замечаниями;

- 5 баллов выставляется студенту, если частично выполнено;

- 3 балла выставляется студенту, если частично выполнено с серьезными замечаниями.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Емельянов В. Н. Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели: учебное пособие для академического бакалавриата. — М.: Юрайт, 2018. — 162 с.
2. Крестин Е. А. Гидравлика: курс лекций. — Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. — 189 с. — ЭВК, ЭБС УБО http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=256108&sr=1
3. Давыдов А. П., Валиуллин М. А., Каратаев О. Р. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов: монография. — Казань: Издательство КНИТУ, 2014. — 109 с. — ЭВК, ЭБС УБО http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=427856&sr=1
4. Корабельников Д. В., Ханефт А. В. Практикум по основам механики сплошных сред: учебное пособие. — Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. — 103 с. — ЭВК, ЭБС УБО http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232408&sr=1
5. Черняк, В. Г., Суетин П. Е. Механика сплошных сред: учеб. пособие.— Москва : Физматлит, 2006. — ЭВК, ЭБС УБО.

Дополнительная литература:

1. Графические и текстовые документы. Требования к построению, изложению, оформлению: Учебное пособие для высших учебных заведений / В.В.Райский, Р.Н.Галиахметов [Электронный ресурс] - Уфа: БашГУ, 2012.
2. Гумерова Г. Х. Основы компьютерной графики: учебное пособие. — Казань: КНИТУ, 2013. — ЭВК, ЭБС УБО
(<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258794&sr=1>)

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. www.biblioclub.ru
2. www.e.lanbook.com
3. www.elibrary.ru
4. www.elib.bashedu.ru
5. www.truboprovod.ru
6. <http://kompas.ru/>
7. www.plm.automation.siemens.com
8. Система дистанционного обучения БашГУ (СДО БашГУ) на базе Moodle.
9. Пакет офисных приложений профессионального уровня OfficeProfessionalPlus 2013 RussianOLPNLAcademicEdition № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
10. Серверная операционная система Windows Server Standard 2012 Russian OLP NL AcademicEdition 2Proc № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.
11. Операционная система для персонального компьютера Win SL & Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

12. Обновление операционной системы для персонального компьютера WindowsProfessional 8 RussianUpgradeOLPNLAcademicEdition№ 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г.

13. Desktop Education ALNG LicSAPk OLVS E 1Y Academic Enterprise № 0301100003613000104-1 от 17.06.2013 г..2017.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 1 - Требования к материально-техническому оснащению для реализации дисциплины

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория №301, аудитория №302 (инженерный факультет)	Лекционные занятия	Аудитория № 301: Доска, мел, парты, стулья. Аудитория № 302: Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, проектор Nec M361X(M361XG) LCD 3600Lm XGA(1024x768) 3000:1, экран ScreenMedia Economy-P 1:1 180x180с
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория №001, Учебный компьютерный класс для проведения практических (семинарских) и лабораторных занятий (инженерный факультет)	Практические (семинарские) занятия	Столы – 7 шт. Стулья, 14 шт. Ноутбуки Packard Bell ENTf71BM-C36P с зарядным устройством – 14 шт. Компьютерная оптическая USB-мышь – 14 шт. Телевизор с ЖК дисплеем DEXP SmartTV – 1 шт. HDMI кабель для подключения ноутбука к телевизору (проектору) – 1 шт.
3. Учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ): аудитория №001 (инженерный факультет)	Контрольная работа	Столы – 7 шт. Стулья, 14 шт. Ноутбуки Packard Bell ENTf71BM-C36P с зарядным устройством – 14 шт. Компьютерная оптическая USB-мышь – 14 шт. Телевизор с ЖК дисплеем DEXP SmartTV – 1 шт. HDMI кабель для подключения ноутбука к телевизору (проектору) – 1 шт.
4. Проведение групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	Консультации, текущий контроль	Доска, мел, парты, стулья.

промежуточной аттестации: аудитория №301 (инженерный факультет)		
5. Помещения для самостоятельной работы: читальный зал 201 (физмат. корпус)	Самостоятельная работа студентов	Pentium G2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -50 шт., ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.

Для освоения студентами профессиональных компетенций необходимо создать обязательные условия для аудиторных занятий и самостоятельной работы.

Для аудиторной работы:

- обеспечение рабочего места каждому студенту;
- достаточное освещение в соответствии с нормативной документацией по охране труда и техники безопасности;
- хорошая звукоизоляция;
- вентилируемое помещение;
- доступ к компьютеру и сети Интернет;
- мастер-классы преподавателя на практических и лабораторных занятиях для эффективного освоения навыков.

Для самостоятельной работы:

- выдача индивидуального задания студенту;
- предоставление методических рекомендаций и справочной литературы студентам;
- удаленного доступа к рабочим компьютерам для выполнения самостоятельной работы в программном обеспечении;
- оказание очных и дистанционных консультаций преподавателем.

Реализация дисциплины предполагает наличие учебного кабинета и следующих технических средств и оборудования для обеспечения образовательного процесса:

- рабочие места студентов, включающие столы, стулья и лампу (по возможности) для удобства ручного черчения на бумаге;
- персональные компьютеры или ноутбуки с мышкой;
- инженерное лицензионное программное обеспечение;
- учебная доска или интерактивная доска (по возможности);
- мультимедиа проектор и экран;
- методическая и справочная литература;
- копия рабочей программы дисциплины;
- запасные линейки, циркули, транспортиры (по возможности).

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Механика жидкости и газа на 5 семестр

Очная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4 / 144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	37.2
лекций	18
практических/ семинарских	18
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	61.8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	45

Форма контроля:

экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Тема 1.1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Тема 1.2. Конденсация и испарение. Тема 1.3. Ламинарность и турбулентность. Число Рейнольдса. Тема 1.4. Вязкость и плотность. Самостоятельная работа по модулю 1. Текущий контроль. Рубежный контроль.	8	6	-	20	[2 -гл. 2 и 3], [4 - гл. 3, 4, 7]	КТ РФ
2.	Тема 2.1. Гидравлические сопротивления. Тема 2.2. Давление в сосудах и аппаратах. Тема 2.3. Гидравлический расчет теплообменников методом конечных элементов. Самостоятельная работа по модулю 1. Текущий контроль. Итоговый контроль.	10	12	-	41.8	[1 -гл. 2 и 3], [5 - гл. 3, 4]	КР
	Всего часов:	18	18	-	61.8		

Принятые сокращения:

ЛК - лекция, ПР - практические занятия, СЕМ - семинар, ЛР - лабораторные работы, СР - самостоятельная работа студентов, Контроль - контроль самостоятельной работы и подготовка к экзамену, РГР - расчетно-графическая работа, КР - контрольная работа, КТ - компьютерное тестирование.

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Механика жидкости и газа на 6 семестр

Очно-заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4 / 144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33.2
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	74.8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	36

Форма контроля:

экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Тема 1.1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Тема 1.2. Конденсация и испарение. Тема 1.3. Ламинарность и турбулентность. Число Рейнольдса. Тема 1.4. Вязкость и плотность. Самостоятельная работа по модулю 1. Текущий контроль. Рубежный контроль.	6	6	-	20	[2 -гл. 2 и 3], [4 - гл. 3, 4, 7]	КТ РФ
2.	Тема 2.1. Гидравлические сопротивления. Тема 2.2. Давление в сосудах и аппаратах. Тема 2.3. Гидравлический расчет теплообменников методом конечных элементов. Самостоятельная работа по модулю 1. Текущий контроль. Итоговый контроль.	10	10	-	54.8	[1 -гл. 2 и 3], [5 - гл. 3, 4]	КР
	Всего часов:	16	16	-	74.8		

Принятые сокращения:

ЛК - лекция, ПР - практические занятия, СЕМ - семинар, ЛР - лабораторные работы, СР - самостоятельная работа студентов, Контроль - контроль самостоятельной работы и подготовка к экзамену, РГР - расчетно-графическая работа, КР - контрольная работа, КТ - компьютерное тестирование.

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Механика жидкости и газа на 4 курс

Заочная форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4 / 144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	17.2
лекций	8
практических/ семинарских	8
лабораторных	-
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	117.8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	9

Форма контроля:
экзамен 4 курс

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	8	9
1.	Тема 1.1. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Тема 1.2. Конденсация и испарение. Тема 1.3. Ламинарность и турбулентность. Число Рейнольдса. Тема 1.4. Вязкость и плотность. Самостоятельная работа по модулю 1. Текущий контроль. Рубежный контроль.	2	2	-	40	[2 -гл. 2 и 3], [4 - гл. 3, 4, 7]	КТ РФ
2.	Тема 2.1. Гидравлические сопротивления. Тема 2.2. Давление в сосудах и аппаратах. Тема 2.3. Гидравлический расчет теплообменников методом конечных элементов. Самостоятельная работа по модулю 1. Текущий контроль. Итоговый контроль.	6	6	-	77.8	[1 -гл. 2 и 3], [5 - гл. 3, 4]	КР
	Всего часов:	8	8	-	117.8		

Принятые сокращения:

ЛК - лекция, ПР - практические занятия, СЕМ - семинар, ЛР - лабораторные работы, СР - самостоятельная работа студентов, Контроль - контроль самостоятельной работы и подготовка к экзамену, РГР - расчетно-графическая работа, КР - контрольная работа, КТ - компьютерное тестирование.