Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 13:57:20
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Герметизация оборудования

Направление подготовки/специальность
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/специализация
Компьютерное моделирование энерго- и ресурсосберегающих технологий и производств

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

профессор каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
д.т.н., профессор  /Г.В. Божко/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н.  /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
9. Материально-техническое обеспечение 10
10. Методические рекомендации 10
11. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Герметизация оборудования» следует отнести:

– формирование системных знаний об основах герметичности оборудования, применяемого в химической технологии, а также о методах конструирования и расчёта узлов герметизации;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Герметизация оборудования» следует отнести:

– приобретение теоретических знаний по основам герметичности оборудования, необходимых для изучения дисциплин профильной подготовки;

– изучение работы существующих герметичных узлов уплотнения оборудования, работающего под давлением;

– освоение студентами навыков конструирования и расчёта подвижных и неподвижных узлов герметизации.

Обучение по дисциплине «Герметизация оборудования» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Знает физическую сущность и механизм герметизации сопрягаемых уплотняющих поверхностей; общие закономерности и зависимости проницаемости рабочих сред через каналы в зоне уплотнения и через материал уплотнителя, необходимые методики для определения сближения уплотняющих поверхностей и определения утечки рабочей среды из разъемных соединений для расчета типовых уплотнений; принципиальные конструкции разъемных соединений, работающих под повышенным давлением, их достоинства, области применения; принципы их рационального использования, методы определения геометрических и силовых параметров; способы и направленияусовершенствования конструкций уплотнительных узлов. ИУК-1.2. Умеет осуществлять выбор типовых конструкций разъемных соединений оборудования для проведения различных процессов при заданных условиях; рассчитывать и проектировать их для проведения технологических процессов химических и нефтехимических производств; ИУК-1.3. Владеет методами обработки экспериментальных данных и техникой планирования эксперимента

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Герметизация оборудования» относится к обязательной части блока дисциплин (Б.1) к элективным дисциплинам основной образовательной программы бакалавриата Б1.2.ЭД.1.

Дисциплина «Герметизация оборудования» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части цикла (Б1):

– физика;
– химия;
– инженерная и компьютерная графика;
– промышленная экология;
– теоретические основы защиты окружающей среды;
– процессы и аппараты химической технологии;
– расчет технологических процессов и оборудования.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			8	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**36**	**36**	
	В том числе:			
2.1	Курсовое проектирование			
2.2	Подготовка и выполнение промежуточных и итоговых тестов			
2.3	Подготовка к промежуточной аттестации			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**	
	Итого	**72**	**72**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение**						
1.1	Герметичность разъемных герметичных соединений (РГС) оборудования	16	2	2			4
1.2	Зона сопряжения двух уплотняющих поверхностей.		2	2			4
2	**Раздел 2. Неподвижные разъемные соединения.**						
2.1	Жесткость и коэффициент жесткости разъемного соединения.	24	2	2			4
2.2	Концепции герметичности. Критерий герметичности.		2	2			4
2.3.	Влияние внешних факторов на герметичность соединения		2	2			4
3	**Раздел 3. Подвижные разъемные соединения.**						
3.1	Сальниковые уплотнения.	32	2	2			4
3.2	Торцовые и торцово-сальниковые уплотнения		2	2			4
3.3	Неконтактные уплотнительные соединения.		2	2			4
3.4	Гидродинамические уплотнения.		2	2			4
Итого		**72**	18	18			36

3.3 Содержание дисциплины

Лекции

Раздел 1. Введение

Тема 1. Герметичность разъемных герметичных соединений (РГС) оборудования Предмет и содержание курса «Техника и технология герметизации в отрасли», его цели и задачи. Значение курса в знаниях бакалавра по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность"

Герметичность разъемных герметичных соединений (РГС) оборудования – важнейший фактор его безопасной эксплуатации, соблюдения технологии производства и его экономичности. Примеры аварийных ситуаций и потерь продукта как результат утечек взрыво- и пожароопасных рабочих сред.

Тема 2. Зона сопряжения двух уплотняющих поверхностей.

Номинальная и действительная площадь контакта сопрягаемых поверхностей. Шероховатость поверхностей, их сближение под осевой нагрузкой. Уплотняемые газовые и жидкие среды и их характеристики

Раздел 2. Неподвижные разъемные соединения.

Тема 1. Жесткость и коэффициент жесткости разъемного соединения.

Общая классификация разъемных герметичных соединений. Неподвижные разъемные соединения с пластичным уплотнительным элементом, с упругим уплотнительным элементом, их достоинства и недостатки. Способы размещения уплотнительных деталей. Неподвижные разъемные соединения с самоуплотнением и принудительного типа.

Детали разъемного соединения, относящиеся к системе «болта» и к системе «прокладка». Определение понятий податливости и жесткости деталей соединения. Выражения для определения коэффициентов осевой податливости болтов, шпилек, гаек, фланцев и уплотнительных деталей. Коэффициент жесткости разъемного соединения.

Тема 2. Концепции герметичности. Критерий герметичности.

Герметичность разъемных соединений. Две концепции герметичности. Критерий герметичности. Экспериментальные исследования и определение критерия герметичности. Аналитическое определение критерия герметичности. Критерий герметичности и его влияние на расчет разъемного соединения на герметичность и прочность деталей соединения.

Тема 3. Влияние внешних факторов на герметичность соединения

Свойства уплотнителя (прокладки). Материалы уплотнителей их свойства и применение. Влияние внешних факторов на герметичность соединения и расчет нагрузок на элементы разъемного соединения, необходимых для определения их геометрических параметров.

Раздел 3. Подвижные разъемные соединения.

Тема 1. Сальниковые уплотнения

Уплотнения подвижных соединений. Классификация. Контактные подвижные уплотнения. Сальниковые уплотнения. Метод расчета сальниковых уплотнений с мягкой сальниковой набивкой.

Тема 2. Торцовое уплотнение и торцово-сальниковые уплотнения.

Уплотнения подвижных соединений. Торцовое уплотнение и методы его расчета. Торцово-сальниковые уплотнения.

Тема 3. Неконтактные уплотнительные соединения.

Уплотнения подвижных соединений. Неконтактные уплотнительные соединения. Лабиринтные уплотнения. Щелевые уплотнения. Уплотнение с плавающими кольцами. Схема подачи масла в уплотнение. Уплотнение магнитными жидкостями.

Тема 4. Гидродинамические уплотнения.

Уплотнения подвижных соединений. Гидродинамические уплотнения. Винтоканавочное уплотнение. Центробежное уплотнение.

Практические занятия

Семинар 1.

Оценка сближения контактирующих поверхностей, получение кривой и ее математическое описание. Сравнение силовых нагрузок при затяжке плоских и конических сопрягаемых поверхностей.

Семинар 2.

Конструкции неподвижных разъемных соединений и их особенности. Силовая диаграмма работы соединения принудительного типа, расчет нагрузок
на детали соединения. Оценка влияния конструкции разъемного соединения на его жесткость и податливость системы «болта» и системы «прокладка».

Механические характеристики материалов деталей разъемного соединения и влияние на них условий эксплуатации соединения.

Семинар 3.

Расчет разъемного фланцевого соединения на герметичность и прочность. Расчет разъемных соединений с применением электрической аналогии. Влияние времени эксплуатации разъемного соединения на падение нагрузки в соединении.

Семинар 4.

Расчет коэффициентов осевой податливости прокладки, болтов и фланцев фланцевого соединения. Коэффициент жесткости соединения. Общий подход к расчету разъемных соединений принудительного типа.

Семинар 5.

Коэффициент бокового давления сальникового уплотнения. Методы его определения. Экспериментальное определение коэффициента бокового давления и комплекса kf.

Семинар 6.

Совершенствование конструкций уплотнений подвижных соединений на примере сальникового уплотнения с мягкой набивкой.

Семинар 7.

Конструкции подвижных разъемных соединений и их особенности. Расчет мощности приводных устройств.

Семинар 8.

Конструкция и расчет стояночного торцевого уплотнения.

Семинар 9.

Общий подход к расчету подвижных разъемных соединений.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 2.302-68. Единая система конструкторской документации Масштабы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.302-68*
2. ГОСТ 2.304-81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные (с Изменениями № 1, 2).
https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.304-81

3. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии (с Изменениями № 1, 2). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.303-68*

4.ГОСТ 2.306-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графичиские материалов и правила их нанесения на чертёж. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.306-68*

5. ГОСТ 2.307-68. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.307-68*

6. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.301-68*

7. ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.051-2013

8. ГОСТ 55430-2013 Соединения трубопроводов разъемные. Оценка технического состояния и методы испытаний. Безопасность эксплуатации. ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», Москва, 2015. www.gostinfo.ru

a. Основная литература

1. Тимонин А.С. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник для ВУЗов / А.С. Тимонин, Г.В. Божко, В.Я. Борщев и др./под общей редакцией А.С. Тимонина. – Калуга: Издательство «Ноосфера, 2017. – 948 с.

2. Продан В.Д. Герметичность разъемных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды: учебное пособие /В.Д. Продан – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2012. – 280 с.

b. Дополнительная литература

1. Продан В.Д. Сальниковые уплотнения с мягкой набивкой: учебное пособие /В.Д. Продан, Г.В. Божко. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 124 с.

2. Продан В.Д. Герметичность оборудования: учебное пособие /В.Д. Продан, Г.В. Божко. – М: Университет машиностроения, 2014. – 109 с.

3. Демкин Н.Б. Фактическая площадь касания твердых поверхностей. М., АН СССР, 1962, 110 с.

4. Гошко А.И., Продан В.Д., Асцатуров А.С. Монтаж и техника герметизации фланцевой арматуры. Технический справочник. М., Инструмент, 2004, 156 с.

5. Погодин В.К. Разъемные соединения и герметизация в оборудовании высокого давления. Иркутск, 2001, 406 с.

6. Продан В.Д. Техника герметизации разъемных неподвижных соединений. М., машиностроние,1991, 160 с.

c. Электронные образовательные ресурсы

В процессе создания.

d. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

e. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ИСС Гарант https://www.garant.ru/

9. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций и практических занятий осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

10. Методические рекомендации

a. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу необходимо продумать план его проведения, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены. В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам по вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

b. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час (или два) следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

11. Фонд оценочных средств

a. Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Герметизация оборудования»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Контрольная работа	Оформленная в соответствии с требованиями по расчету варианта задачи. Защита контрольной работы с получением зачета в соответствии со шкалой в пункте 7.2.1..

b. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания курсового проекта

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Сделаны все расчеты с получением верных ответов по стадиям методики. Даны правильные ответы на дополнительные ответы по теме контрольной работы. Хорошо владеет материалом.
Незачтено	Плохо выполнены расчеты, получены неверные результаты. Слабые ответы на дополнительные вопросы. Плохо владеет материалом.

7.2.2. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Герметизация оборудования».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебнымпланом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки,неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

с. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Контрольная работа № 1. Неподвижные разъемные соединения.

Дано:

Фланцевое соединение патрубка внутренним диаметром $Д_{вн}$ = мм и толщиной стенки $h_{ст}$ = 4 мм с вентилем находится под давлением среды p = МПа. Между фланцами установлена прокладка без радиальных ограничений толщиной $h_{п}$ = мм. Материал прокладки имеет следующие характеристики: допускаемое напряжение сжатия $[\sigma]_{п}$ = 25 МПа, модуль упругости $E_{п}$ = 500 МПа, прокладочный коэффициент k = 3.

Фланцы и болты выполнены из стали с пределом текучести $\sigma_{ф,б}$ = МПа и модулем упругости $E_{ф,б}$ = 2000 МПа. Длина болта $l_б$ = 40 мм, шаг между болтами t = π $Д_б$ / m = а-б, где $Д_б$ – диаметр болтовой окружности, m – количество болтов. Коэффициент податливости каждого фланца $\lambda_ф$ = м/Н.

Определить оптимальную ширину прокладки, нагрузку на прокладку в рабочих условиях, диаметр болтовой окружности $Д_б$ и диаметр фланцев $Д_ф$, выбрать диаметр и количество болтов согласно шагу их расположения, определить коэффициенты осевой податливости прокладки, болтов и жесткости соединения, а также усилие затяжки и нагрузку на болты в рабочих условиях. Провести проверку выбранного диаметра болтов на прочность.

№ вар.	$Д_{вн}$	p	$h_п$	$\sigma_{ф,б}$	$\lambda_ф$	а-б
1	160	5	3	100	0,1 10^{-9}	20 - 30
2	165	5	3	100	0,1 10^{-9}	20 - 30
3	170	5	3	100	0,12 10^{-9}	20 - 30
4	175	5	3	100	0,12 10^{-9}	20 - 30
5	180	5	3	100	0,15 10^{-9}	20 - 40
6	185	10	4	110	0, 15 10^{-9}	20 - 40
7	190	10	4	110	0,2 10^{-9}	20 - 40
8	195	10	4	110	0,2 10^{-9}	20 - 40
9	200	10	4	110	0,23 10^{-9}	30 - 50
10	205	10	4	110	0,23 10^{-9}	30 - 50
11	210	16	5	125	0,25 10^{-9}	30 - 50
12	215	16	5	125	0,28 10^{-9}	30 - 60
13	220	16	5	125	0,28 10^{-9}	30 - 60
14	225	16	5	125	0,3 10^{-9}	30 - 60
15	230	16	5	125	0,3 10^{-9}	30 - 60

Контрольная работа № 2. Подвижные разъемные соединения.

Дано:

Диаметр вала d = мм, число оборотов вала n = мин$^{-1}$, уплотняемая среда – воздух, ее вязкость $\mu = 1{,}9\ 10^{-3}$ Па с, давление уплотняемой среды p = МПа, коэффициент бокового давления сальниковой набивки k = , коэффициент трения набивки по стали f = , длина набивки $L = 14\ d^{0,5}$.

Определить требуемое усилие набивки нажимным кольцом, мощность, теряемую на трение вала в сальнике, величину утечки уплотняемой среды через сальник, если коэффициент C в выражении для определения величины утечки имеет значение $C = 1{,}4\ 10^{-6}$.

№ вар.	**d**	**n**	**p**	**k**	**f**
1	40	750	3	0,2	0,1
2	45	750	3	0,2	0,1
3	50	750	3	0,2	0,1
4	55	950	3	0,3	0,15
5	60	950	3	0,3	0,15
6	65	950	2	0,3	0,15
7	70	1100	2	0,4	0,2
8	75	1100	2	0,4	0,2
9	80	1100	2	0,4	0,2
10	85	1200	2	0,2	0,22
11	90	1200	1,2	0,2	0,22
12	95	1200	1,2	0,2	0,22
13	100	1500	1,2	0,3	0,25
14	105	1500	1,2	0,3	0,25
15	110	1500	1,2	0,3	0,25

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы для подготовки к зачету

1. Герметичность разъемных соединений. От чего зависит герметичность РС и к чему приводит ее нарушение.
2. В чем заключается расчет на герметичность и прочность РС, работающих под давлением среды.
3. Неподвижные разъемные соединения. Основные их отличия. Соединение с мягким уплотнителем.
4. Неподвижные разъемные соединения. Основные их отличия. Соединение с упругим уплотнителем.
5. Разъемные герметичные соединения принудительного типа
6. Разъемные герметичные соединения с самоуплотнением.
7. Конструкции разъемных неподвижных соединений.

8. Фланцевые, резьбовые и бугельные соединения.

9. Фланцевые, байонетные и штуцерные соединения.

10. Разъемное герметичное соединение принудительного типа с коническими уплотняющими поверхностями.

11. Подвижные разъемные герметичные соединения, принципы разделения конструкций. Основное отличие от неподвижных разъемных соединений.

12. Контактные и неконтактные подвижные разъемные соединения.

13. Сальниковое соединение и принципы его расчета.

14. Торцовое соединение.

15. Критерий герметичности РГС. Две концепции оценки герметичности РГС.

16. Силовая диаграмма работы разъемного соединения принудительного типа.

17. Факторы, влияющие на значение нагрузок на прокладку в рабочих условиях. Основное уравнение расчета на герметичность РГС.

18. Модуль упругости материалов деталей разъемного соединения и его влияние на расчет соединений на герметичность.

19. Сальниковые соединения. Коэффициент бокового давления сальникового соединения.

20. Определение потери мощности на трение в сальниковых набивках при вращающемся движении вала.

21. Определение потери мощности на трение в сальниковых набивках при возвратно-поступающем движении вала.

22. Силовой и тепловой расчет торцовых уплотнений. Расчет потребляемой мощности.

23. Торцово-сальниковое уплотнение.

24. Уплотнение валов с плавающими кольцами с магнитными жидкостями.

25. Гидродинамические уплотнения.

26. Методы оценки герметичности соединений.

27. Затвор высокого давления с волнообразным кольцом.

28. Соединения трубопроводов высокого давления с линзовым уплотнением и овальным кольцом.