

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 22.09.2023 14:55:36

Уникальный идентификатор:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
химической технологии и биотехнологии
/ С.В. Белуков /
« 31 августа » 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Техника и технология герметизации отрасли»

Направление подготовки

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

Профиль «Техника и технология полимерных материалов» (2020)

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Москва 2020 г.

1. Цели освоения дисциплины.

Дисциплина «Техника и технология герметизации отрасли» должна дать ясное представление о методах и технике герметизации оборудования, в котором происходят химические, нефтехимические и биотехнологические процессы.

К **основным целям** освоения дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли» следует отнести:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению подготовки;
- подготовка специалистов в области конструирования, расчетов и эксплуатации разъемных герметичных соединений оборудования, работающего под давлением или вакуумом и по различным аспектам, связанным с методами и техникой герметизации оборудования.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли» следует отнести:

- Дать знания по герметичности разъемных соединений оборудования для технологических процессов;
- Дать знания по различным видам уплотняющих устройств разъемных соединений оборудования для технологических процессов;
- Дать знания по расчёту и проектированию уплотнительных узлов оборудования для технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Техника и технология герметизации отрасли» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б.1.2) основной образовательной программы бакалавриата, взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части базового цикла (Б.1.):

- высшая математика;
- физика;
- общая и неорганическая химия;
- органическая химия;
- конструирование и расчет элементов оборудования отрасли.

В вариативной части базового цикла (Б.1.):

- введение в специальность;
- оборудование и процессы химических производств;
- разработка конструкторской и технологической документации;
- машины и оборудование энергосберегающих производств;
- безотходные технологии;
- очистка и рекуперация промышленных отходов.

**3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
«Техника и технология герметизации отрасли
соотнесенные с планируемыми результатами
освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	Знать: - теоретические основы герметичности разъемных соединений технологического оборудования; Уметь: - применять теоретические знания при расчете технологического оборудования на герметичность с учетом проблем энерго- и ресурсосбережения; Владеть: - навыками расчета разъемных соединений технологического оборудования химических и биологических производств на прочность и плотность.
ПК-5	готовностью обосновывать конкретные технические решения	Знать: - конструкции разъемных соединений оборудования химических и биологических производств;

	при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать технические решения при разработке узлов уплотнения оборудования и давать рекомендации по условиям их расчета; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - информацией об основных достижениях и перспективах применения узлов уплотнения оборудования в производстве и охране окружающей среды.
ПК – 7	готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Классификацию и принцип действия существующих типов разъемных соединений оборудования технологических производств; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать техническое состояние узлов уплотнения разъемных соединений оборудования технологических производств; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проверки технического состояния разъемных соединений оборудования технологических производств.

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, т.е. **72** академических часов (из них 36 часа – самостоятельная работа студентов).

Лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов).

Разделы дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли» изучаются на **третьем** курсе в шестом семестре, форма итогового контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины

Лекция 1. Введение.

Предмет и содержание курса «Техника и технология герметизации отрасли», его цели и задачи. Значение курса в знаниях бакалавра по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». 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.

Раздел 1. 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

Лекция 2. Раздел 2. Неподвижные разъемные 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.

Лекция 3.

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.

Лекция 4.

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.

Лекция 5.

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.

Лекция 6. Раздел 3. Подвижные разъемные соединения.

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

Лекция 7.

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

Лекция 8.

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

Лекция 9.

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

Лекция 10. Раздел 4. Разъемные соединения для высокого давления.

Герметичность разъемных соединений, работающих под высоким давлением. Затворы принудительного типа. Самоуплотняющиеся затворы. Затворы с осевым самоуплотнением.

Лекция 11.

Герметичность разъемных соединений, работающих под высоким давлением. Самоуплотняющиеся затворы. Затворы с радиальным самоуплотнением. Затвор с двойным коническим уплотнением. Затвор с дельта-уплотнением. Затворы с волнообразным уплотнительным кольцом.

Лекция 12.

Соединения трубопроводов высокого давления. Соединение с линзовой прокладкой. Соединение с овальной стальной прокладкой.

Лекция 13.

Соединения трубопроводов высокого давления. Соединение с овальной стальной прокладкой. Соединение с восьмигранной стальной прокладкой.

Лекция 14. Раздел 5. Герметичные приводы.

Герметичные приводы. Гидрозатворы. Мембранное шарнирное соединение.

Лекция 15.

Герметичные приводы. Магнитные муфты. Герметические электронасосы.

Лекция 16. Раздел 6. Контроль герметичности.

Способы контроля герметичности. Классификация методов контроля герметичности. Газовые методы. Масс-спектрометрический метод.

Лекция 17.

Способы контроля герметичности. Газовые методы. Галоидный течеискатель. Оценка герметичности по падению давления. Радиоактивный метод. Химические методы.

Лекция 18.

Способы контроля герметичности. Гидравлические методы. Газогидравлические методы. Метод «аквариума». Метод обмыливания.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- организация и проведение лекций;
- подготовка по тематике семинарских занятий;
- организация и проведение семинарских занятий.

Удельный вес семинарских занятий, проводимых по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли» составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли», позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся используются контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий и контрольных работ.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли».

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-2	способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду
ПК-5	готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду
ПК -7	готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли», описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли».

ПК-2 способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<p>знать: - теоретические основы герметичности разъемных соединений технологического оборудования.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний - теоретических основ герметичности разъемных соединений технологического оборудования</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний по основным понятиям теоретических основ герметичности разъемных соединений технологического оборудования Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по терминологии, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании терминологическими понятиями.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний теоретических основ герметичности разъемных соединений технологического оборудования допускаются незначительные ошибки, неточности, оперировании терминологическими понятиями.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний теоретических основ герметичности разъемных соединений технологического оборудования, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь: - применять теоретические знания при расчете технологического оборудования на герметичность с учетом проблем энерго- и ресурсосбережения.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять теоретические знания при расчете технологического оборудования на герметичность с учетом проблем энерго- и ресурсосбережения.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений: применять теоретические знания при расчете технологического оборудования на герметичность с учетом проблем энерго- и ресурсосбережения. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений: применять теоретические знания при расчете технологического оборудования на герметичность с учетом проблем энерго- и ресурсосбережения. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при расчете технологического оборудования на герметичность.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений: применять теоретические знания при расчете технологического оборудования на герметичность с учетом проблем энерго- и ресурсосбережения. Свободно оперирует приобретенными умениями</p>

		затруднения при расчете технологического оборудования.		при расчете технологического Оборудования на герметичность.
владеть: - навыками расчета разъемных соединений технологического оборудования химических и биологических производств на прочность и плотность.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками расчета разъемных соединений технологического оборудования химических и биологических производств на прочность и плотность.	Обучающийся частично владеет навыками расчета разъемных соединений технологического оборудования химических и биологических производств на прочность и плотность, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при использовании этих навыков.	Обучающийся частично владеет навыками расчета разъемных соединений технологического оборудования химических и биологических производств на прочность и плотность, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при их использовании.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками расчета разъемных соединений технологического оборудования химических и биологических производств на прочность и плотность, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

ПК-5 готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду

знать: конструкции разъемных соединений оборудования химических и биологических производств .	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний конструкции разъемных соединений оборудования химических и биологических производств.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний конструкции разъемных соединений оборудования химических и биологических производств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний конструкции разъемных соединений оборудования химических и биологических производств, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний конструкции разъемных соединений оборудования химических и биологических производств , свободно оперирует приобретенны
---	---	--	--	---

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	операциях.	ми знаниями.
уметь: - выбирать технические решения при разработке узлов уплотнения оборудования и давать рекомендации по условиям их расчета.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать технические решения при разработке узлов уплотнения оборудования и давать рекомендации по условиям их расчета.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений выбирать технические решения при разработке узлов уплотнения оборудования и давать рекомендации по условиям их расчета. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения по рекомендации расчета узлов уплотнения с целью повышения их герметичности.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений выбирать технические решения при разработке узлов уплотнения оборудования и давать рекомендации по условиям их расчета.. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения по рекомендации расчета узлов уплотнения с целью повышения их герметичности.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений выбирать технические решения при разработке узлов уплотнения оборудования и давать рекомендации по условиям их расчета. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - информацией об основных достижениях и перспективах применения узлов уплотнения оборудования в производстве и охране окружающей среды.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет информацией об основных достижениях и перспективах применения узлов уплотнения оборудования в производстве и охране окружающей среды.	Обучающийся владеет информацией об основных достижениях и перспективах применения узлов уплотнения оборудования в производстве и охране окружающей среды в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей.	Обучающийся частично владеет информацией об основных достижениях и перспективах применения узлов уплотнения оборудования в производстве и охране окружающей среды, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, переносе умений на новые,	Обучающийся в полном объеме владеет информацией об основных достижениях и перспективах применения узлов уплотнения оборудования в производстве и охране окружающей среды, свободно

		Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков.	нестандартные ситуации.	применяет полученные навыки в сложных ситуациях.
--	--	---	-------------------------	--

ПК – 7 готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств.

знать: - Классификацию и принцип действия существующих типов разъемных соединений оборудования технологических производств.	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний классификации и принципа действия существующих типов разъемных соединений оборудования технологических производств.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний классификации и принципа действия существующих типов разъемных соединений технологических производств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний классификации и принципа действия существующих типов разъемных соединений технологических производств, допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при их выборе.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: классификации и принципа действия существующих типов разъемных соединений оборудования технологических производств, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - оценивать техническое состояние узлов уплотнения разъемных соединений оборудования технологических производств.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет - оценивать техническое состояние узлов уплотнения разъемных соединений оборудования технологических производств.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений: - оценивать техническое состояние узлов уплотнения разъемных соединений технологических производств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений: оценивать техническое состояние узлов уплотнения разъемных соединений оборудования технологических производств. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности,	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений оценивать техническое состояние узлов уплотнения разъемных соединений оборудования технологических

		обучающийся испытывает значительные затруднения при оценке технического состояния узлов уплотнения разъемных соединений оборудования.	затруднения при оценке технического состояния узлов уплотнения разъемных соединений оборудования.	производств. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - навыками проверки технического состояния разъемных соединений оборудования технологических производств.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками проверки технического состояния разъемных соединений оборудования технологических производств.	Обучающийся владеет навыками проверки технического состояния разъемных соединений оборудования технологических производств в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков.	Обучающийся частично владеет навыками проверки технического состояния разъемных соединений оборудования технологических производств, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при применении этих навыков.	Обучающийся в полном объеме владеет навыками проверки технического состояния разъемных соединений оборудования технологических производств.

Шкалы оценивания результатов аттестации и их описание:

Форма аттестации: зачет.

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

К аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли» - зачтены ответы на контрольные вопросы для текущего контроля знаний по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, 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 показателей, 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.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Рекомендуемая литература

а) 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. Тимониной. – 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.

б) 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., машиностроение, 1991, 160 с.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru/ebooks/> в разделе «Библиотека».

Интернет-ресурсы:

№ п/п	Электронный ресурс	№ договора. Срок действия доступа	Названия коллекций
1.	ЭБС «Издательства Лань» - договор № 73-МП-23-ЕП/17 от 28.05.2017. (e.lanbook.com)	Договор № 73-МП-23-ЕП/17 от 28.05.2017.	Инженерно-технические науки – Издательство «Машиностроение»; Инженерно-технические науки – Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана; Инженерно-технические науки – Издательство «Физматлит»; (см. сайт университета раздел библиотека)
2.	Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru)	Свободный доступ	1134165 научных статей
3.	ЭБС «Polpred» (polpred.com)	Постоянный доступ	Обзор СМИ (архив публикаций за 15 лет)
4.	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru	Постоянный доступ	3800 наименований журналов в открытом доступе
5.	Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus»	ООО «Эко-Вектор» - договор № 76-223-ЕП/16 от 06.06.2016 г. С 10 июня 2016 г. по 31 мая 2017 г.	Доступ к реферативной наукометрической электронной базе данных «Scopus» (http://www.scopus.com)
6.	Патентная база данных Questel Orbit	Сублицензионный договор № Questel/129 от 09.01.2017 г. По 31 декабря 2017 г.	Доступ к патентной базе данных Questel Orbit

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированные учебные лаборатории кафедры ауд. ав. 1810, ав. 1101, оснащенные компьютером и проектором для проведения занятий по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли». При изучении данного курса используются компьютерные программы: Word, Excel, MathCAD, Автокад, Adobe Photoshop, PowerPoint, Компас.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

– Для подготовки к занятиям необходимо использовать лекционный материал, а также указанную на лекции техническую литературу по теме семинара.

– При подготовке к контрольной работе необходимо использовать лекционный материал, указанную на лекции техническую литературу и материалы семинаров по теме контрольной работы.

– Для подготовки к зачету по теме дисциплины необходимо использовать лекционный материал, а также указанную на лекции техническую литературу по дисциплине, а также интернет-ресурсы.

10. Методические рекомендации для преподавателя

– Для проведения занятий по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли» необходимо использовать курс лекций, составленный по тематическому плану, представленному в программе курса, а также слайды и фильмы по тематике лекций. При изложении материала рекомендуется пользоваться интернет –ресурсами по тематике материала.

– При проведении семинарских занятий необходимо использовать вопросы по тематике лекций, представленные в программе.

– Контрольные работы проводятся на семинарах после рассмотрения тем: неподвижные разъемные соединения и подвижные разъемные соединения. Варианты контрольных работ даны в приложении к программе.

Приложение 1

**Структура и содержание дисциплины «Техника и технология герметизации отрасли»
по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
(бакалавр)**

n/ n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Форм ы аттест ации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Шестой семестр														
1.	Лекция 1. Введение. Предмет и содержание курса «Техника и технология герметизации отрасли его цели и задачи. Значение курса в знаниях бакалавра по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии». Герметичность разъемных герметичных соединений (РГС) оборудования – важнейший фактор его безопасной эксплуатации, соблюдения технологии производства и его	6	1	1											

	<p>экономичности. Примеры аварийных ситуаций и потерь продукта как результат утечек взрыво- и пожароопасных рабочих сред.</p> <p>Раздел 1. Зона сопряжения двух уплотняющих поверхностей.</p> <p>Номинальная и действительная площадь контакта сопрягаемых поверхностей. Шероховатость поверхностей, их сближение под осевой нагрузкой. Уплотняемые газовые и жидкие среды и их характеристики</p>														
2.	<p>Семинар 1.</p> <p>Экспериментальная оценка сближения контактирующих поверхностей, получение кривой и ее математическое описание.</p> <p>Сравнение силовых нагрузок при затяжке плоских и конических сопрягаемых поверхностей.</p>			1		1									
3.	<p>Лекция 2. Раздел 2.</p> <p>Неподвижные разъемные соединения.</p> <p>Общая классификация разъемных герметичных соединений. Неподвижные разъемные соединения с пластичным уплотнительным элементом, с упругим уплотнительным элементом, их достоинства и недостатки. Способы размещения</p>	6	2	1											

	уплотнительных деталей. Неподвижные разъемные соединения с самоуплотнением и принудительного типа.													
4.	Семинар 2. Конструкции неподвижных разъемных соединений и их особенности. Силовая диаграмма работы соединения принудительного типа, расчет нагрузок на детали соединения.			1	1									
5.	Лекция 3. 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.	6	3	1										
6.	Семинар 3. Оценка влияния конструкции разъемного соединения на его жесткость и податливость системы «болта» и системы «прокладка».			1	1									
7.	Лекция 4. Герметичность разъемных соединений. Две концепции герметичности. Критерий	6	4	1										

	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.													
8.	Семинар 4. Механические характеристики материалов деталей разъемного соединения и влияние на них условий эксплуатации соединения.			1		1								
9.	Лекция 5. 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.	6	5	1										
10	Семинар 5. Расчет разъемных соединений с применением электрической аналогии. Влияние времени эксплуатации разъемного соединения на падение нагрузки в соединении.				1		1							

11	<p>Лекция 6. Раздел 3. Подвижные разъемные соединения. Уплотнения подвижных соединений. Классификация. Контактные подвижные уплотнения. Сальниковые уплотнения. Метод расчета сальниковых уплотнений с мягкой сальниковой набивкой.</p>	6	6	1											
12	<p>Семинар 6. Расчет разъемного фланцевого соединения на герметичность и прочность.</p>				1		1								
13	<p>Лекция 7. Уплотнения подвижных соединений. Торцовое уплотнение и методы его расчета. Торцово-сальниковые уплотнения.</p>	6	7	1											
14	<p>Семинар 7. Расчет коэффициентов осевой податливости прокладки, болтов и фланцев фланцевого соединения.</p>					1		1							

15	<p>Лекция 8. Уплотнения подвижных соединений. Неконтактные уплотнительные соединения. Лабиринтные уплотнения. Щелевые уплотнения. Уплотнение с плавающими кольцами. Схема подачи масла в уплотнение. Уплотнение магнитными жидкостями.</p>	6	8											
16	<p>Семинар 8. Общий подход к расчету разъемных соединений принудительного типа.</p>				0,5		1							
17	<p>Контрольная работа по расчету разъемных соединений принудительного типа на герметичность.</p>				0,5		9							
18	<p>Лекция 9. Уплотнения подвижных соединений. Гидродинамические уплотнения. Винтоканавочное уплотнение. Центробежное уплотнение.</p>	6	9	1										
19	<p>Семинар 9. Коэффициент бокового давления сальникового уплотнения. Методы его определения. Экспериментальное определение коэффициента бокового давления и комплекса kf.</p>				1		1							

20	<p>Лекция 10. Раздел 4. Разъемные соединения для высокого давления. Герметичность разъемных соединений, работающих под высоким давлением. Затворы принудительного типа. Самоуплотняющиеся затворы. Затворы с осевым самоуплотнением.</p>	6	10	1											
21	<p>Семинар 10. Совершенствование конструкций уплотнений подвижных соединений на примере сальникового уплотнения с мягкой набивкой.</p>				1		1								
22	<p>Лекция 11. Герметичность разъемных соединений, работающих под высоким давлением. Самоуплотняющиеся затворы. Затворы с радиальным самоуплотнением. Затвор с двойным коническим уплотнением. Затвор с дельта-уплотнением. Затворы с волнообразным уплотнительным кольцом.</p>	6	11	1											
23	<p>Семинар 11. Конструкции подвижных разъемных соединений и их особенности. Расчет мощности приводных устройств.</p>				1		1								

24	Лекция 12. Соединения трубопроводов высокого давления. Соединение с линзовой прокладкой. Соединение с овальной стальной прокладкой.	5	12	1												
25	Семинар 12. Конструкция и расчет стояночного торцевого уплотнения.				2		1									
26	Лекция 13. Соединения трубопроводов высокого давления. Соединение с овальной стальной прокладкой. Соединение с восьмигранной стальной прокладкой.	6	13	1												
27	Семинар 13. Общий подход к расчету подвижных разъемных соединений.				0,5		1									
28	Контрольная работа по расчету подвижных соединений сальникового типа с мягкой набивкой.				0,5		9									
29	Лекция 14. Раздел 5. Герметичные приводы. Герметичные приводы. Гидрозатворы. Мембранное шарнирное соединение.	6	14	1												
30	Семинар 14. Затворы разъемных соединений, работающих под высоким давлением. Затворы принудительного типа. Самоуплотняющиеся затворы.				1		1									

31	Лекция 15. Герметичные приводы. Магнитные муфты. Герметические электронасосы.	6	15	1											
32	Семинар 15. Разъемные соединения трубопроводов высокого давления.				1		1								
33	Лекция 16. Раздел 6. Контроль герметичности. Способы контроля герметичности. Классификация методов контроля герметичности. Газовые методы. Масс- спектрометрический метод.	6	16	1											
34	Семинар 16. Затяжка резьбовых соединений приложением крутящего момента к гайке.				1		1								
35	Лекция 17. Способы контроля герметичности. Газовые методы. Галоидный течеискатель. Оценка герметичности по падению давления. Радиоактивный метод. Химические методы.	6	17	1											
36	Семинар 17. Затяжка резьбовых соединений осевым растяжением стержня болта.				1		1								

37	Лекция 18. Способы контроля герметичности. Гидравлические методы. Газогидравлические методы. Метод «аквариума». Метод обмыливания.	6	18	1										
38	Семинар 18. Обзорный семинар по дисциплине.				1		1							
39	Форма аттестации	4	19											3
	Всего часов по дисциплине в шестом семестре			18	18		36							

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

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

ОП (профиль): «Техника и технология полимерных материалов»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Техника и технология герметизации отрасли

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составители:

профессор, д.т.н.

/ Г.В. Божко /

профессор, к. т. н.

/И.В. Скопинцев/

Москва, 2020год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Техника и технология герметизации отрасли					
ФГОС ВО 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВ-КА				
ПК-2	способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы герметичности разъемных соединений технологического оборудования; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять теоретические знания при расчете технологического оборудования на герметичность с учетом проблем энерго- и ресурсосбережения; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета разъемных соединений технологического оборудования химических и биологических производств на прочность и плотность. 	лекция, самостоятельная работа, семинар	УО, К/Р	<p>Базовый уровень:</p> <p>воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля.</p> <p>Повышенный уровень:</p> <p>практическое применение полученных знаний в процессе ответа на семинаре и в контрольной работе.</p>

ПК-5	<p>готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду</p>	<p>Знать: - конструкции разъемных соединений оборудования химических и биологических производств; Уметь: - выбирать технические решения при разработке узлов уплотнения оборудования и давать рекомендации по условиям их расчета; Владеть: - информацией об основных достижениях и перспективах применения узлов уплотнения оборудования в производстве и охране окружающей среды.</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, семинар</p>	<p>УО, К/Р.</p>	<p>Базовый уровень - способен грамотно обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов. Повышенный уровень - способен выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.</p>
ПК – 7	<p>готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств</p>	<p>Знать: - Классификацию и принцип действия существующих типов разъемных соединений оборудования технологических производств; Уметь: - оценивать техническое состояние узлов уплотнения разъемных соединений оборудования технологических производств; Владеть: - навыками проверки технического состояния разъемных соединений</p>	<p>лекция, самостоятельная работа, семинар, зачет.</p>	<p>УО, К/Р, З.</p>	<p>Базовый уровень -владеет знаниями, обеспечивающими готовность осваивать и эксплуатировать новое оборудование. Повышенный уровень -владеет знаниями и умением для участия в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств.</p>

Перечень оценочных средств по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
4	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
12	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам семинарских занятий

Контрольные задания по вариантам

Контрольная работа № 1. Неподвижные разъемные соединения.

Дано:

Фланцевое соединение патрубка внутренним диаметром $D_{вн} =$ 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: допустимое 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 $t = \pi D_б / m = a-б$, где $D_б$ – 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 $D_б$ и диаметр фланцев $D_ф$, 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}	р	h _п	σ _{ф,б}	λ _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 $\mu = 1,9 \cdot 10^{-3}$ 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 $C = 1,4 \cdot 10^{-6}$.

№ 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

Вопросы по темам семинарских занятий по дисциплине «Техника и технология герметизации отрасли»

Семинар 1.

По рекомендованной литературе изучить:

Экспериментальная оценка сближения контактирующих поверхностей, получение кривой и ее математическое описание.

Сравнение силовых нагрузок при затяжке плоских и конических сопрягаемых поверхностей.

Семинар 2.

По рекомендованной литературе изучить:

Конструкции неподвижных разъемных соединений и их особенности.

Силовая диаграмма работы соединения принудительного типа, расчет нагрузок на детали соединения.

Семинар 3.

По рекомендованной литературе изучить:

Оценка влияния конструкции разъемного соединения на его жесткость и податливость системы «болта» и системы «прокладка».

Семинар 4.

По рекомендованной литературе изучить:

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

Семинар 5.

По рекомендованной литературе изучить:

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

Семинар 6.

По рекомендованной литературе изучить:

Расчет разъемного фланцевого соединения на герметичность и прочность.

Семинар 7.

По рекомендованной литературе изучить:

Расчет коэффициентов осевой податливости прокладки, болтов и фланцев фланцевого соединения.

Семинар 8.

По рекомендованной литературе изучить:

Общий подход к расчету разъемных соединений принудительного типа.

Контрольная работа по расчету разъемных соединений принудительного типа на герметичность.

Семинар 9.

По рекомендованной литературе изучить:

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

Семинар 10.

По рекомендованной литературе изучить:

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

Семинар 11.

По рекомендованной литературе изучить:

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

Семинар 12.

По рекомендованной литературе изучить:

Конструкция и расчет стояночного торцевого уплотнения.

Семинар 13.

Общий подход к расчету подвижных разъемных соединений.

Контрольная работа по расчету подвижных соединений сальникового типа с мягкой набивкой.

Семинар 14.

По рекомендованной литературе изучить:

Затворы разъемных соединений, работающих под высоким давлением. Затворы принудительного типа. Самоуплотняющиеся затворы.

Семинар 15.

По рекомендованной литературе изучить:

Разъемные соединения трубопроводов высокого давления.

Семинар 16.

По рекомендованной литературе изучить:

Затяжка резьбовых соединений приложением крутящего момента к гайке.

Семинар 17.

По рекомендованной литературе изучить:

Затяжка резьбовых соединений осевым растяжением стержня болта.

Семинар 18.

По рекомендованной литературе изучить:
Обзорный семинар по дисциплине.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

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.