

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



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

« 14 » апреля 2021 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.В.12 Оборудование нефтегазопереработки

(наименование дисциплины (модуля))

15.03.03 «Технологические машины и оборудование»

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

Оборудование нефтегазопереработки

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

очно-заочная

форма обучения

Нижекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:

Доцент

(должность)


(подпись)

Осипов Э.В.

(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,
протокол от 10.03.2021 2021 г. № 7

Зав. кафедрой


(подпись)

Сабанаев И.А.

(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадышев И.Н. доц. МАХП НХТИ

Ф.И.О., должность, организация, подпись



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

Компетенция:

ПК-6 - способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

ПК-7 - умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений;

ПК-8 - умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением;

ПК-9 - умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений;

ПК-17 - способностью организовать работу малых коллективов исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами;

ПК-18 - умением составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование) и подготавливать отчетность по установленным формам, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии;

ПК-19 - умением проводить анализ и оценку производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции, анализировать результаты деятельности производственных подразделений;

ПК-20 - готовностью выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции;

ПК-21 - умением подготавливать исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономических расчетов;

ПК-23 - умением проводить организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда.

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ПК-6	Темы 1, 9	Практические работы 1-2	Лабораторная работа 5		Лабораторная работа, Практическая работа, Экзамен
ПК-7	Темы 1, 2	Практические работы 1-2	Лабораторная работа 5		Лабораторная работа, Практическая работа, Экзамен
ПК-8	Темы 1-2, 10, 12	Практические работы 3-4	Лабораторная работа 6		Лабораторная работа, Практическая работа, Курсовой проект, Экзамен
ПК-9	Темы 2, 10, 12	Практические работы 3-4	Лабораторная работа 6		Лабораторная работа, Практическая работа, Экзамен
ПК-17	Темы 3, 5, 6, 10-12	Практические работы 4, 7	Лабораторные работы 1-3		Лабораторная работа, Практическая работа, Экзамен
ПК-18	Темы 3, 5, 6	Практические работы 2-3, 7	Лабораторные работы 1-3		Лабораторная работа, Практическая работа, Экзамен
ПК-19	Темы 3, 5, 6	Практические работы 6-7	Лабораторная работа 4		Лабораторная работа, Практическая работа, Экзамен
ПК-20	Темы 4, 7-8	Практические работы 5-6	Лабораторные работы 1-4, 7-8		Лабораторная работа, Практическая работа, Курсовой проект, Экзамен

ПК-21	<i>Темы 4, 7-9 11</i>	<i>Практические ра- боты 5-6</i>	<i>Лабораторная ра- бота 8</i>		<i>Лабораторная работа, Практическая ра- бота, Экзамен</i>
ПК-23	<i>Темы 4, 7, 9</i>	<i>Практические ра- боты 5-6</i>	<i>Лабораторные ра- боты 7-8</i>		<i>Лабораторная работа, Практическая ра- бота, Экзамен</i>

Перечень оценочных средств по дисциплине

7 семестр

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Практическая работа</i>	<i>4</i>	<i>60</i>	<i>100</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

8 семестр

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>4</i>	<i>24</i>	<i>42</i>
<i>Практическая работа</i>	<i>3</i>	<i>12</i>	<i>18</i>
<i>Экзамен</i>	<i>1</i>	<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов (базовый уро- вень)</i>	<i>Max, баллов (повышенный уро- вень)</i>
<i>Курсовой проект (ра- бота)</i>	<i>1</i>	<i>60</i>	<i>100</i>

Шкала оценивания

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

Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного сред- ства в фонде</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1.	Лабораторная работа	<p>Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта.</p> <p>Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования</p>	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
2.	Практическое занятие	<p>В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работами с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.</p>	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
3.	Проект	<p>Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.</p>	Темы групповых и/или индивидуальных проектов

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

Факультет механический
Кафедра МАХП

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.03 «Технологические машины и оборудование» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Оборудование нефтегазопереработки».

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

Лабораторная работа №1. Исследование герметичности уплотнительных устройств
(тема лабораторной работы)

1. Распространенные типы уплотнения валов машин.
2. Потери мощности, затрачиваемой на уплотнение валов.
3. Методика проведения центровки валов машин.
4. Измерительная и приборная часть, методики обработки экспериментальных данных.

Лабораторная работа №2. Виброизоляция машин
(тема лабораторной работы)

1. Причины возникновения вибраций в машинах и аппаратах.
2. Оценка величины вибрационных эффектов.
3. Методы создания виброизоляции.
4. Измерительная и приборная часть, методики обработки экспериментальных данных.

Лабораторная работа №3. Разборка, сборка и центровка насосной установки
(тема лабораторной работы)

1. Колебательные эффекты в быстровращающихся валах.
2. Понятие о критических числах оборотов валов и роторов.
3. Методика проведения центровки валов машин.
4. Измерительная и приборная часть, методики обработки экспериментальных данных.

Лабораторная работа №4. Монтаж и регулировка колпачковых и клапанных массо-обменных тарелок
(тема лабораторной работы)

1. Влияние неравномерности распределения уровня жидкости на тарелке на её характеристики.
2. Методы монтажа барботажных тарелок, обеспечивающих допустимый градиент уровня жидкости.

3. Методы снижения градиента уровня жидкости для тарелок большого диаметра.
4. Измерительная и приборная часть, методики обработки экспериментальных данных.

Материалы лабораторных работ приведены в методическом указании, разработанном на кафедре МАХП:

В.В. Алексеев, С.В. Рачковский, М.А. Закиров, А.А. Хоменко. Машины и аппараты химических производств. Лабораторный практикум: Казань, КНИТУ, 2011, 226 с.

Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Оборудование нефтегазопереработки» в 8 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	1	2
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	1	2
Выполнение необходимого эксперимента	1	2
Обработка результатов исследования, построение графиков	1	2
Анализ результатов исследования и вывод по работе	2	2,5
ИТОГО :	6	10,5

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 6 баллов, максимум в 10,5 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как сумма баллов по всем практическим работам.

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

Факультет механический

Кафедра МАХП

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.03 «Технологические машины и оборудование» для обучающихся предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Оборудование нефтегазопереработки» в 6 и 7 семестрах. Обучающимся предлагаются разноуровневые задачи и задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Задание 1 Расчет характеристик насосной сети.

1. Основные характеристики насосной сети.
2. Методы регулирования характеристик насосного оборудования.
3. Выбор коэффициентов местных сопротивлений.
4. Подбор центробежного насоса по результатам расчетов.

Задание 2 Подбор теплообменного оборудования

1. Типы теплообменного оборудования.
2. Схемы движения потоков теплообменивающихся сред.
3. Подбор теплообменников по каталогу.
4. Проектный и проверочные расчеты теплообменного оборудования.

Задание 3 Расчет теплообменника по подогреву нефти

1. Методы расчета свойств нефтяной смеси.
2. Схемы движения потоков теплообменивающихся сред.
3. Подбор теплообменника «труба в трубе» по каталогу.
4. Проектный и проверочные расчеты теплообменного оборудования.

Задание 4 Проектный расчет ректификационной колонны

1. Основные закономерности процесса ректификации.
2. Определения числа теоретических тарелок.
3. Гидравлический расчет контактных устройств.
4. Определение толщины стенки аппарата.

3

Задание 5 Расчет процесса однократного испарения для смесей легких углеводородов

1. Основные закономерности процесса однократного испарения (конденсации)
2. Выбор констант фазового равновесия.

3. Определения доли отгона смеси.
4. Расчет составов паровой и жидкой фаз.

Задание 6 Расчет печи пиролиза

1. Основные закономерности процесса пиролиза
2. Определение времени пребывания смеси в реакционной зоне.
3. Определения теплового эффекта реакции.
4. Расчет диаметра змеевика трубопровода.

Задание 7 Расчет печи нагрева мазута.

1. Расчет процесса горения.
2. Определение температуры и состава газов сгорания.
3. Выбор диаметра трубопровода.
4. Гидравлический расчет змеевика.

Материалы парктических работ приведены в методическом указании, разработанном на кафедре МАХП:

В.В. Алексеев, С.В. Рачковский, М.А. Закиров, А.А. Хоменко. Машины и аппараты химических производств. Лабораторный практикум: Казань, КНИТУ, 2011, 226 с.

Критерии оценки практических работ

При подготовке к практической работе по дисциплине «Оборудование нефтегазопереработки» в 7 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к практической работе	3	5
Ознакомление с методикой расчета	3	5
Выполнение необходимых расчетов	3	5
Обработка результатов исследования, построение графиков	3	5
Анализ результатов исследования и вывод по работе	3	5
ИТОГО :	15	25

Таким образом, каждая практическая работа оценивается минимум в 15 баллов, максимум в 25 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как сумма баллов по всем практическим работам.

При подготовке к практической работе по дисциплине «Оборудование нефтегазопереработки» в 8 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

Виды работ	Минимальный балл	Максимальный балл
Самостоятельная проработка теоретического материала к практической работе	0,5	1
Ознакомление с методикой расчета	0,5	1
Выполнение необходимых расчетов	0,5	1
Обработка результатов исследования, построение графиков	0,75	1
Анализ результатов исследования и вывод по работе	1,25	2
ИТОГО :	4	6

Таким образом, каждая практическая работа оценивается минимум в 4 бала, максимум в 6 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как сумма баллов по всем лабораторным работам.

Материалы практических работ приведены в методическом указании, разработанном на кафедре МАХП:

В.В. Алексеев, С.В. Рачковский, М.А. Закиров, А.А. Хоменко. Машины и аппараты химических производств. Лабораторный практикум: Казань, КНИТУ, 2011, 226 с.

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

Факультет механический
Кафедра МАХП

Направление подготовки: 15.03.03 «Технологические машины и оборудование»
(код и наименование)

Профиль/программа: Оборудование нефтегазопереработки
(наименование)

Семестр 7

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

«10 » 03. 2021 г.

Экзаменационный билет № 1

По дисциплине Оборудование нефтегазопереработки

1. Сопоставление кривых ОИ и ИТК по их информативности. Рекомендации по практическому применению.
2. Кубовые реакторы для проведения хим. реакций в системах газ - жидкость: назначение, конструктивное исполнение.

Критерии оценки экзамена

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

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

Дополнительный вопрос - это любой из списка экзаменационных вопросов, ответ на который достаточно дать в краткой форме.

Вопросы на экзамен.

1. Общие свойства нефти и нефтепродуктов
2. Классификация нефтей.
3. Элементный, химический и фракционный состав нефти.
4. Простая (стандартная) разгонка нефти (кривая ОИ).
5. Кривая истинных температур кипения (ИТК).
6. Соотношения между кривыми ИТК и стандартной разгонки (ОИ).
7. Сопоставление кривых ОИ и ИТК по информативности.
8. Порядок представления состава нефти с использованием кривой ИТК.
9. Расчет ФХС нефтяных фракций и псевдокомпонентов, выраженных через кривую ИТК
10. Методы добычи нефти
11. Промысловая система сбора нефти и газа. Технологические приемы сбора и подготовки нефти, газа и воды
12. Требования к подготовке нефти
13. Требования к подготовке к транспортировке природного газа.
14. Основы технологии промысловой подготовки нефти
15. Термохимические установки подготовки нефти (ТХУ)
16. Установка "Тайфун 1-400"
17. Электрообессоливающая установка (ЭЛОУ)
18. Стабилизация нефти
19. Блок атмосферной перегонки нефти, принципиальная схема
20. Принципы работы сложной колонны, стрипинг секции
21. Общие представления о процессе ректификации (на примере колонны АВТ)
22. Особенности конструирования сложных колонн
23. Блок вакуумной перегонки мазута, принципиальная схема.
24. Аппаратурное оформление вакуумного блока
25. Особенности конструирования ВК
26. Вакуумсоздающие системы (ВСС)
27. Классификация контактных устройств массообменных аппаратов.
28. Основные характеристики контактных устройств.
29. Структура барботажного слоя, подходы к описанию процессов массообмена.
30. Конструктивные элементы сложных колонн.
31. Особенности процессов разделения, проводимых под вакуумом.
32. Современные насадки, используемые при переработке нефти (регулярные, нерегулярные, перекрестноточные), их преимущества и недостатки.
33. Расчеты элементов массообменных колонн на прочность и устойчивость.
34. Подбор и проектирование вакуумсоздающих систем.
35. Термический крекинг под давлением. Факторы, влияющие на процесс ТК.
36. Химизм процесса ТК.
37. Виды ТК (парофазный крекинг тяжелого сырья, пиролиз легких углеводородов)
38. Основное оборудование процесса ТК (реактор, реакционная камера, вакуумная колонна).
39. Особенности работы насосного и теплообменного оборудования.

40. Процесс замедленного коксования (основы технологии, основное оборудование)
41. Каталитический крекинг с шариковым катализатором (химизм процесса, технологическая схема).
42. Катализаторы процесса крекинга. Типы. Методы изготовления и поддержания активности катализатора при длительной эксплуатации.
43. Реактор установки каталитического крекинга с шариковым катализатором
44. Регенератор установки каталитического крекинга с шариковым катализатором
45. Система пневмотранспорта установки каталитического крекинга с шариковым катализатором
46. Каталитический крекинг с пылевидным катализатором (химизм процесса, технологическая схема)
47. Реактор установки каталитического крекинга с пылевидным катализатором.
48. Гидродинамические режимы, характеризующие работу аппаратов с КС
49. Регенератор установки каталитического крекинга с пылевидным катализатором.
50. Особенности проведения процессов в «кипящем слое»
51. Принципы организации процесса каталитического риформинга (химизм процесса, технологическая схема).
52. Катализаторы процессов КР и ГО. Методы поддержания активности катализатора при длительной эксплуатации.
53. Конструкции реакторов установки риформинга.
54. Перспективные направления оформления процесса риформинга.
55. Приемы расчета элементов реакционного оборудования на прочность.
56. Тепловой режим процесса КР, методы поддержания теплового режима.
57. Принципы проведения процесса гидроочистки углеводородного сырья.
58. Конструкции реакторов ГО.
59. Источники легкого углеводородного сырья на НПЗ и ГПЗ.
60. Направления использования легкого углеводородного сырья.
61. Принципиальные схемы ГФУ.
62. Основные принципы конструирования колонного оборудования ГФУ.
63. Конденсационные и испарительные узлы ректификационных установок (конструкции, особенности работы).
64. Конструкционные материалы, используемые при строительстве ГФУ.
65. Особенности проведения механических расчетов колонного оборудования ГФУ.
66. Аппаратурное оформление процессов осушки природных газов на ГПЗ.
67. Аппаратурное оформление процессов очистки легкого углеводородного сырья от кислых примесей.
68. Примеры аппаратурно-технологического оформления реакционных процессов (производства этиленгликолей, этаноламинов).
69. Математическое описание и моделирование реакционных процессов.
70. Гидродинамические модели, используемые при моделировании реакционных процессов.
71. Особенности аппаратурного оформления реакторного оборудования.
72. Расчеты реакционного оборудования на прочность.

73. Физико-химические основы технологии разрушения устойчивых водно-нефтяных эмульсий.
74. Особенности аппаратного оформления процессов обезвоживания нефти на промыслах.
75. Особенности хранения нефти в резервуарных парках. Конструкции нефтяных резервуаров, Методы их расчета на прочность.
76. Классификация теплообменного оборудования.
77. Кожухотрубчатые теплообменники (типов ТН, ТЛ, ТУ, ТП). Конструкции, основные элементы.
78. Организация многоходовых режимов движения теплоносителей в трубном и межтрубном пространствах, достигаемые результаты.
79. Расчет элементов теплообменника на прочность при наличии перепада давлений сред в трубном и межтрубном пространствах.
80. Расчет элементов теплообменника на прочность при наличии разницы температур между средами в трубном и межтрубном пространствах.
81. Теплообменники из неметаллических материалов (графитовые, композитные).
82. Тепловые трубы. Принципы работы, примеры конструктивного выполнения, преимущества и недостатки.
83. Аппараты воздушного охлаждения. Принципы работы, примеры конструктивного выполнения, преимущества и недостатки.
84. Классификация насосов. Наиболее распространенные типы, принцип действия.
85. Центробежные насосы. Принципы устройства и работы. Многоступенчатые насосы, области применения.
86. Природа возникновения осевых сил, действующих на ротор. Методы их компенсации.
87. Подшипниковые узлы насосов. Примеры конструкций, особенности подшипников качения и скольжения, области применения.
88. Уплотнения валов (сальниковые, торцевые). Примеры конструкций, области применения, преимущества и недостатки.
89. Насосы центробежные герметичные. Основные принципы работы. Преимущества и недостатки.
90. Герметичные магнитные муфты. Основные принципы работы. Преимущества и недостатки.
91. Теплотехнические процессы, протекающие в печах
92. Термотехнологические (реакционные) процессы, протекающие в печах
93. Химические и физико-химические превращения, протекающие в печах.
94. Принципы расчета и проектирования (подбора) печей. Тепловой баланс процесса.
95. Основные характеристики печей. Расчет процесса горения топлива в греющей камере.
96. Расчет процесса теплопередачи от факела горения топлива или от излучающей стенки к тепловоспринимающей поверхности. Методы интенсификации процесса теплопередачи.
97. Конструкции трубчатых печей. Основные элементы.
98. Змеевики трубчатых печей. Гарнитура трубчатых печей.