

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Высокотемпературные теплотехнические процессы

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Арсланов И.М. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), IIMArslanov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов
ПК-4	способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата
ПК-8	готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- классификацию, устройство, принцип работы теплотехнического оборудования и генераторов тепла;
- структурные, технологические и тепловые схемы высокотемпературных теплотехнологий энергоемких отраслей промышленности;
- причины и факторы, влияющие на мощность и надёжность установок;
- системы и схемы их регулирования и защиты;
- методы формирования и анализа материальных и тепловых балансов высокотемпературных процессов и установок.

Должен уметь:

- производить расчеты различных видов теплотехнического оборудования, их вспомогательных устройств,
- производить расчеты с определением их геометрических размеров и теплотехнических параметров;
- анализировать показатели высокотемпературных установок, определять потенциал энергосбережения.

Должен владеть:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Демонстрировать способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.

Демонстрировать способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам/

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Промышленная теплоэнергетика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4, 5 курсах в 7, 8, 9 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 281 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 13 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 7 семестре; зачет в 8 семестре; экзамен в 9 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в высокотемпературную теплотехнологию и энергетику теплотехнологии	7	2	0	0	16
2.	Тема 2. Конструктивные схемы и элементы высокотемпературных теплотехнологических установок	7	2	0	0	16
3.	Тема 3. Нагревательные и обжиговые процессы и установки	8	1	0	3	32
4.	Тема 4. Плавильные процессы и установки	8	1	0	0	32
5.	Тема 5. Процессы и установки термохимической переработки топлив	8	0	0	3	32
6.	Тема 6. Внешний тепломассообмен в реакторе высокотемпературной теплотехнологической установки	9	2	0	4	51
7.	Тема 7. Расчет времени теплотехнологической обработки материалов в реакторе	9	1	0	2	25
8.	Тема 8. Материальные балансы высокотемпературных теплотехнологических процессов	9	1	0	2	25
9.	Тема 9. Тепловые балансы высокотемпературных теплотехнологических процессов в теплотехнологическом реакторе	9	1	0	2	26
10.	Тема 10. Тепловые и энергетические балансы высокотемпературной теплотехнологической установки в целом	9	1	0	2	26
	Итого		12	0	18	281

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в высокотемпературную теплотехнологию и энергетику теплотехнологии

Вводные понятия и термины. Общие особенности высокотемпературных теплотехнологических процессов. Теплотехническая классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов. Классификация реакторов и источников энергии высокотемпературных теплотехнологических установок. Тепловые схемы высокотемпературных теплотехнологических установок с топливным источником энергии. Энергетика теплотехнологии как инструмент энергосберегающей политики.

Тема 2. Конструктивные схемы и элементы высокотемпературных теплотехнологических установок

Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки. Элементы конструктивной схемы теплотехнологического реактора. Огнеупорные материалы и изделия в высокотемпературных теплотехнологических установках. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок. Классификация с гидродинамической точки зрения. Классификация с термодинамической точки зрения. Высокотемпературные химические реакторы (печи и плазмохимические реакторы).

Тема 3. Нагревательные и обжиговые процессы и установки

Физико-химические особенности процессов нагрева. Температурные и тепловые режимы нагрева. Конструкции и показатели работы нагревательных установок. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Схемы, конструкции и показатели работы обжиговых установок. Тепловой расчет электрических печей сопротивления. Определение установленной мощности. Расчет полезной мощности. Расчет тепловых потерь. Режимы работы печи. Режим нагрева. Разогрев теплотехнически "тонкой" загрузки. Время разогрева ЭПС. Разогрев теплотехнически "массивной" загрузки. Режим охлаждения загрузки. Режим изотермической выдержки. Рекомендации по выбору футеровочных материалов. Расчет и конструирование нагревательных элементов. Рекомендации по выбору материала и конструированию нагревателей. Рекомендации по конструированию металлических нагревателей. Карборундовые электронагреватели (КЭН). Нагреватели из дисилицида молибдена. Нагреватели из тугоплавких металлов.

Тема 4. Плавильные процессы и установки

Классификация плавильных процессов. Технологические основы доменного процесса. Технологические основы производства стали. Схемы, конструкции элементов и показатели работы сталеплавильных установок. Тепловой расчет электрических печей сопротивления. Определение установленной мощности. Расчет полезной мощности. Расчет тепловых потерь. Режимы работы печи. Режим нагрева. Разогрев теплотехнически "тонкой" загрузки. Время разогрева ЭПС. Разогрев теплотехнически "массивной" загрузки. Режим охлаждения загрузки. Режим изотермической выдержки. Рекомендации по выбору футеровочных материалов. Расчет и конструирование нагревательных элементов. Рекомендации по выбору материала и конструированию нагревателей. Рекомендации по конструированию металлических нагревателей. Карборундовые электронагреватели (КЭН). Нагреватели из дисилицида молибдена. Нагреватели из тугоплавких металлов.

Тема 5. Процессы и установки термохимической переработки топлив

Назначение, основные виды и классификация процессов термохимической переработки топлив.

Пирогенетическое разложение топлив: Полукоксование и коксование твердых топлив. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов.

Термохимическая переработка топлив с применением окислителей и восстановителей. Процессы газификации твердых топлив. Гидрогенизация углей и получение синтетических жидких топлив. Конверсия углеводородных газов.

Тема 6. Внешний тепломассообмен в реакторе высокотемпературной теплотехнологической установки

Общие положения. Внешний лучистый теплообмен (длина электромагнитной волны, диапазон излучения, интегральная степень черноты "е" различных тел в диапазоне ИК-излучения).

Конвективный и смешанный теплообмен (свободная и вынужденная конвективная теплоотдача при конвекции; теплопроводность через кладку печи и внутри изделия, коэффициенты теплопроводности огнеупорных и теплоизоляционных материалов). Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов. Внешний массообмен. Тепловые и энергетические балансы высокотемпературной теплотехнологической установки.

Тема 7. Расчет времени теплотехнологической обработки материалов в реакторе

Исходные положения.

Длительность нагрева и плавления термически тонких тел. Время нагрева термически тонких тел. Время нагрева тел простой формы. Расчет плавления (сублимации) термически тонких тел простой формы. Нагрев и плавление термически тонкого тела простой формы в ванне с перегретым расплавом. Время термообработки с учетом фазовых превращений, реакций и массообмена тела со средой.

Нагрев термически массивных тел. Краевые условия нагрева тел простой формы. Время нагрева и температурное поле тел простой формы при граничном условии первого рода. Температурное поле тела при граничном условии второго рода. Температурное поле тела при граничных условиях третьего рода. Нагрев параллелепипеда и цилиндра конечной длины. Нагрев тел сложной формы. Несимметричный и местный нагрев. Одномерные температурные поля в полуграниченных массивах.

Тема 8. Материальные балансы высокотемпературных теплотехнологических процессов

Структура уравнений материальных балансов. Материальные балансы, как выражение закона сохранения массы в высокотемпературном теплотехнологическом процессе. Разновидности материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП): материальный баланс компонентов; материальный баланс веществ; материальный баланс химических элементов. Единица измерения величин, входящих в уравнения материальных балансов.

Расчеты материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов

Две характерные постановки задач материальных расчетов: 1) задан состав только исходных компонентов; 2) задан состав и исходных компонентов, и продуктов процесса.

Задача материального расчета равновесных процессов. Математическая формулировка задачи материального расчета равновесного процесса.

Состав сухого топлива. Влажесодержание топлива. Равновесный состав продуктов горения.

Коэффициенты диссоциации диоксида углерода и водяных паров.

Тема 9. Тепловые балансы высокотемпературных теплотехнологических процессов в теплотехнологическом реакторе

Виды тепловых балансов: баланс теплотехнологического реактора (ТР); баланс отдельных зон ТР; баланс теплотехнических элементов высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ); тепловые и энергетические балансы ВТУ в целом. Тепловой баланс теплотехнологического реактора (ТР). Уравнение теплового баланса ТР, как аналитическое выражение закона сохранения энергии. Структура теплового баланса ТР.

Зональные тепловые балансы теплотехнологического реактора. Зависимость тепловых балансов от структурной схемы ТР. Уравнения тепловых балансов зон основной технологической обработки, технологической дообработки и технологически регламентируемого охлаждения. Тепловые балансы по периодам технологического процесса как разновидность зональных тепловых балансов, их применение таких зональных балансов и единицы измерения величин, входящих в уравнения балансов. Стационарное и нестационарное тепловое состояния теплотехнологического реактора.

Тема 10. Тепловые и энергетические балансы высокотемпературной теплотехнологической установки в целом

Тепловые и энергетические балансы высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ) в целом. Представление уравнения теплового баланса высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ) как сумму уравнений тепловых балансов всех элементов тепловой схемы и соединительных трубопроводов (газоходов). Смысл индексов у слагаемых уравнения тепловых балансов. Учет тепловых эффектов химических реакций. Особенности уравнений при отсутствии и при наличии в тепловой схеме высокотемпературной теплотехнологической установки автономных подогревателей. Полезная мощность высокотемпературной теплотехнологической установки. Расход кислорода. Расход водяного пара. Суммарные удельные затраты первичного топлива. Расчет слагаемых уравнений тепловых балансов высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Письменная работа	ПК-10, ПК-4, ПК-8	2. Конструктивные схемы и элементы высокотемпературных теплотехнологических установок
2	Устный опрос	ПК-4, ПК-8, ПК-10	1. Введение в высокотемпературную теплотехнологию и энергетику теплотехнологии
Семестр 8			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-8, ПК-4, ПК-10	8. Материальные балансы высокотемпературных теплотехнологических процессов
2	Устный опрос	ПК-4, ПК-8, ПК-10	3. Нагревательные и обжиговые процессы и установки

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Письменная работа	ПК-10	4. Плавления процессы и установки
	Зачет	ПК-10, ПК-4, ПК-8	
Семестр 9			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-8 , ПК-4 , ПК-10	6. Внешний теплообмен в реакторе высокотемпературной теплотехнологической установки
2	Устный опрос	ПК-8 , ПК-4 , ПК-10	5. Процессы и установки термохимической переработки топлив
3	Письменная работа	ПК-4 , ПК-8 , ПК-10	7. Расчет времени теплотехнологической обработки материалов в реакторе
	Экзамен	ПК-10, ПК-4, ПК-8	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 7					
Текущий контроль					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Семестр 8					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
					2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
Семестр 9					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1
					2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 7

Текущий контроль

1. Письменная работа

Тема 2

1. Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ). Основные элементы ВТУ и существующие связи между ними.
2. Продукты теплотехнологического процесса в наиболее общем случае (целевой и побочные продукты технологического процесса, технологические отходы, продукты топочного процесса).
3. Устройства дополнительного теплоиспользования ВТУ.
4. Элементы конструктивной схемы теплотехнологического реактора. Разновидности сводов теплотехнологических реакторов.
5. Огнеупорные материалы и изделия в высокотемпературных теплотехнологических установках. Обмуровка. Монолитные обмуровки. Огнеупорные футеровки. Гарниссажные обмуровки и гарниссажные обмуровки с огнеупорной набивкой
6. Классификация огнеупоров по химико-минералогическому составу.

7. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по отраслевой принадлежности.
8. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по содержанию технологических процессов.
9. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по принципу работы.
10. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по источнику теплоты.
11. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по пространственной совмещенности зоны генерации теплоты (ЗГТ) и зоны технологического процесса (ЗТП) реактора ВТУ.
12. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по общности теплотехнологических принципов (с плотным продуваемым слоем материала, с кипящим слоем материала, со взвешенным слоем материала, с пересыпающимся слоем материала, с уложенной объемной загрузкой изделий, с излучающим факелом, с поверхностным излучателем, с погруженным факелом, с комбинированным теплотехническим принципом).

2. Устный опрос

Тема 1

1. Теплотехнология. Понятие.
2. Теплотехнологический процесс. Понятие.
3. Степень (стадия) теплотехнического процесса. Одноступенчатые, двухступенчатые, трехступенчатые, многоступенчатые теплотехнологические процессы. Понятие.
4. Теплотехнологическая схема производства. Понятие. Пример: Теплотехнологическая схема производства меди.
5. Схема теплотехнологического процесса. Понятие.
6. Теплотехнологический реактор (аппарат, рабочее пространство теплотехнологической установки). Понятие.
7. Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки. Понятие.
8. Теплотехнологическая установка. Понятие. Теплотехнологическая установка с элементами внешнего теплоиспользования (теплоэнергоиспользования).
9. Теплотехнологическая система. Понятие.
10. Теплотехнологический комплекс. Понятие.
11. Комбинированная система (установка). Понятие.
12. Тепловая схема теплотехнологической установки. Понятие.
13. Теплотехнический принцип (способ) реализации технологического процесса. Понятие.
14. Теплотехническая схема. Понятие.
15. Температурный и тепловой графики технологического процесса. Понятие.
16. Термодинамически идеальная теплотехнологическая установка. Понятие.
17. Общие особенности высокотемпературных теплотехнологических процессов (агрегатное состояние и состав исходных технологических материалов, число ступеней технологического процесса и их содержание, агрегатное состояние и состав продуктов технологического процесса, термодинамические параметры процесса (температура, давление), участие в технологическом процессе продуктов горения топлива).
18. Исходные материалы высокотемпературных теплотехнологических процессов. Виды твердого минерального сырья. Восстановители. Окислители. Добавки.
19. Продукты теплотехнологического процесса. Понятие.
20. Материалосбережение при высокотемпературной теплотехнологии. Понятие.
21. Физические теплотехнологические процессы. Содержание ступеней. Степень технологически регламентированного охлаждения - как этап (четвертая ступень) ряда многоступенчатых физических теплотехнологических процессов. Понятие.
22. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов по виду основных физических превращений: нагрев, термообработка, обжиг, плавка, возгонка.
23. Химические теплотехнологические процессы. Понятие. Содержание ступеней химических теплотехнологических процессов.
24. Степень технологически регламентированного охлаждения - как этап (четвертая ступень) ряда многоступенчатых физических теплотехнологических процессов.
25. Температурный уровень как важнейший параметр теплотехнологического процесса. Понятие.
26. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов по поглощению и по выделению теплоты при физических и химических превращениях.
26. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (если в основу их классификации положить управляемые теплотехническими средствами физические или физико-химические явления, лимитирующие длительность рабочего цикла и производительность теплотехнологической установки). Преимущества этой классификации.
27. Классификация реакторов и источников энергии высокотемпературных теплотехнологических установок. Однокамерные (однозонные и многозонные) и многокамерные (секционированные и комбинированные) реакторы. Виды зон и камер (ЗПТО и КПТО; ЗОТО и КОТО; ЗТД и КТД; ЗТРО и КТРО). Граница ЗОТО.
28. Источники энергии высокотемпературных топливных теплотехнологических установках (ВТТУ): ТВ, ТОВ, ТК, ПГ (ДГ и ГГ), ЭЭ, комбинированные, экзотермические реакции теплотехнологических процессов, солнечная энергия, высокотемпературные теплоносители атомных реакторов.

29. Теплотехнические принципы организации технологических процессов или их отдельных стадий (принцип плотного фильтруемого слоя, принцип кипящего слоя, принцип взвешенного слоя, принцип пересыпающегося слоя, принцип уложенных загрузок, принцип излучающего факела, принцип поверхностного излучателя, принцип погруженного факела, принцип комбинированный).

30. Классификация тепловых схем высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ). ВТУ без внешнего теплоиспользования. ВТУ с внешним теплоиспользованием. Тепловые схемы ВТУ с топливным источником энергии. Тепловая схема теплотехнологической установки с одним структурным элементом - однокамерным однозонным реактором (с камерой ОТО) (т.н. элементарная тепловая схема).

31. Регенерация энергетических отходов ВТУ. Внешнее использование энергетических отходов ВТУ. Схемы, элементы, принцип действия.

32. Параметры ВТУ: общее количество тепловых отходов ВТУ, которые могут быть использованы для выработки данной (i-й) внешней технологической или энергетической продукции, топливный КПД выработки данной (i-й) энергетической или дополнительной (внешней) технологической продукции в замещаемой установке, приведенный расход топлива на технологический процесс ВТУ, удельный приведенный расход топлива,

33. Энергетика теплотехнологии как инструмент энергосберегающей политики. Пути снижения расхода топлива в теплотехнологии. Принципы безотходной теплотехнологии. Энергетические предпосылки технической реализации производства заданного продукта на основе теплотехнологии (схема). База и результаты реализации энергосберегающей политики в теплотехнологии (схема).

Семестр 8

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 8

1. Структура уравнений материальных балансов.
2. Материальные балансы, как выражение закона сохранения массы в высокотемпературном теплотехнологическом процессе.
3. Разновидности материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП): материальный баланс компонентов; материальный баланс веществ; материальный баланс химических элементов. Единица измерения величин, входящих в уравнения материальных балансов.
4. Расчеты материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов.
5. Две характерные постановки задач материальных расчетов: 1) задан состав только исходных компонентов; 2) задан состав и исходных компонентов, и продуктов процесса.
6. Математическая формулировка задачи материального расчета идеального процесса.
7. Математическая формулировка задачи материального расчета неравновесного процесса.
8. Математическая формулировка задачи материального расчета равновесного процесса. Задача материального расчета равновесных процессов.
9. Состав сухого топлива. Влагосодержание топлива. Равновесный состав продуктов горения.
10. Коэффициенты диссоциации диоксида углерода и водяных паров.

2. Устный опрос

Тема 3

1. Физико-химические особенности процессов нагрева. Основные параметры процесса нагрева: температура и длительность (время) нагрева. Виды нагрева: окислительный, нейтральный и восстановительный.
2. Тепловые и температурные режимы, соответствующие определенным видам технологии нагрева: стационарный и нестационарный.
3. Режимы нагрева в зависимости от целей управления и, следовательно, критериев оценки качества технологии нагрева: энергоэкономичные, форсированные и оптимальные. Наладочные режимы нагрева
4. Конструкции и показатели работы нагревательных установок. Структурная схема нагревательной установки и больших термических печей. Многозонные методические печи. Печи с шагающим подом. Камерные нагревательные печи с выкатным подом. Камерные печи с неподвижным подом (колпаковые). Тепловой режим в этих печах. Система отопления этих печей. Печи для черной металлургии: рекуперативные и регенеративные нагревательные колодцы для нагрева слитков под прокатку, двух- и трехзонные методические печи для нагрева заготовок для сортовых и листовых прокатных станов, кольцевые, проходные (секционные, с роликовым подом, конвейерные, башенные) печи для нагрева и термической обработки заготовок перед прокаткой, муфельные печи для нагрева и термической обработки катанки и проволоки, электрические нагревательные печи.
5. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Время полного обжига. Плотность продукта обжига.
6. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Восстановительный обжиг.
7. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Хлорирующий обжиг.
8. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Окислительный обжиг. Обжиг окатышей.
9. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Сульфатизирующий обжиг
10. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Спекающий окислительный обжиг и его преимущество перед мокрым способом производства цемента.
11. Тепловой режим и схема конвейерной обжиговой установки.

12. Схемы, конструкции и показатели работы обжиговых установок. Классификация обжиговых установок по конструкции и характеристикам реактора: камерные, кольцевые, конвейерные, шахтные, трубчатые (вращающиеся) типы.

13. Схемы, конструкции и показатели работы обжиговых установок. Камерные обжиговые печи. Кольцевые печи. Туннельная обжиговая печь. Щелевые конвейерные печи. Конвейерная роликовая муфельная секционная. Шахтные обжиговые печи. Клинкерные печи.

14. Классификация обжиговых установок по температурному режиму: периодического и непрерывного действия; по конструкции реактора: на одно- и многозонные; по подвижности и конструкции пода: на одно- и многоподовые со стационарным, выкатным, карусельным подом; по степени подвижности обжигаемого материала: на слоевые, пересыпные и с кипящим слоем.

3. Письменная работа

Тема 4

1. Плавильный теплотехнологический процесс (понятие).

2. Процесс переплава(понятие).

3. Пирометаллургические плавильные процессы. Классификация плавильных процессов по разным признакам. Восстановительные плавильные процессы. Окислительные плавильные процессы

4. Технологические основы доменного процесса. Схема плавильной установки с доменной печью. Отличие процессов в шахтной обжиговой печи и в доменной печи.

5. Воздухонагреватель доменной печи. Конструкция.

6. Доменная печь. Конструкция. Объем доменной печи и профиль его рабочего пространства. Удельная (объемная) производительность печи. Коэффициент использования полезного объема (КИПО).

7. Технологические основы производства стали.

8. Схемы, конструкции элементов и показатели работы сталеплавильных установок. Мартеновские печи.

9. Двухванная сталеплавильная печь.

10. Кислородно-конвертерная установка для производства стали. Производительность конвертера.

11. Технологические основы стекловарения. Операции, реализуемые вне рабочего пространства (реактора) стекловаренной установки (подготовка шихты, формование, охлаждение и обработка готовых изделий). Виды и состав шихты.

12. Технологические основы стекловарения. Операции, реализуемые рабочем пространстве (нагрев и плавление шихтовых материалов с процессами силикате- и стеклообразования, дегазация и гомогенизация стекломассы, охлаждение стекломассы до заданной температуры выдачи студка).

13. Тепловые и конструктивные схемы стекловаренных установок. Стекловаренная установка с горшковой регенеративной печью.

14. Тепловые и конструктивные схемы стекловаренных установок. Ванная стекловаренная печь.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Теплотехнология. Понятие.

2. Теплотехнологический процесс. Понятие.

3. Степень (стадия) теплотехнического процесса. Одноступенчатые, двухступенчатые, трехступенчатые, многоступенчатые теплотехнологические процессы. Понятие.

4. Теплотехнологическая схема производства. Понятие. Пример: Теплотехнологическая схема производства меди.

5. Схема теплотехнологического процесса. Понятие.

6. Теплотехнологический реактор (аппарат, рабочее пространство теплотехнологической установки). Понятие.

7. Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки. Понятие.

8. Теплотехнологическая установка. Понятие. Теплотехнологическая установка с элементами внешнего теплоиспользования (теплоэнергоиспользования).

9. Теплотехнологическая система. Понятие.

10. Теплотехнологический комплекс. Понятие.

11. Комбинированная система (установка. Понятие.

12. Тепловая схема теплотехнологической установки. Понятие.

13. Теплотехнический принцип (способ) реализации технологического процесса. Понятие.

14. Теплотехническая схема. Понятие.

15. Температурный и тепловой графики технологического процесса. Понятие.

16. Термодинамически идеальная теплотехнологическая установка. Понятие.

17. Общие особенности высокотемпературных теплотехнологических процессов (агрегатное состояние и состав исходных технологических материалов, число ступеней технологического процесса и их содержание, агрегатное состояние и состав продуктов технологического процесса, термодинамические параметры процесса (температура, давление), участие в технологическом процессе продуктов горения топлива).

18. Исходные материалы высокотемпературных теплотехнологических процессов. Виды твердого минерального сырья. Восстановители. Окислители. Добавки.

19. Продукты теплотехнологического процесса. Понятие.

20. Материалосбережение при высокотемпературной теплотехнологии. Понятие.

21. Физические теплотехнологические процессы. Содержание ступеней. Ступень технологически регламентированного охлаждения - как этап (четвертая ступень) ряда многоступенчатых физических теплотехнологических процессов. Понятие.
22. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов по виду основных физических превращений: нагрев, термообработка, обжиг, плавка, возгонка.
23. Химические теплотехнологические процессы. Понятие. Содержание ступеней химических теплотехнологических процессов.
24. Ступень технологически регламентированного охлаждения - как этап (четвертая ступень) ряда многоступенчатых физических теплотехнологических процессов.
25. Температурный уровень как важнейший параметр теплотехнологического процесса. Понятие.
26. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов по поглощению и по выделению теплоты при физических и химических превращениях.
27. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (если в основу их классификации положить управляемые теплотехническими средствами физические или физико-химические явления, лимитирующие длительность рабочего цикла и производительность теплотехнологической установки). Преимущества этой классификации.
28. Классификация реакторов и источников энергии высокотемпературных теплотехнологических установок. Однокамерные (однозонные и многозонные) и многокамерные (секционированные и комбинированные) реакторы. Виды зон и камер (ЗПТО и КПТО; ЗОТО и КОТО; ЗТД и КТД; ЗТРО и КТРО). Граница ЗОТО.
29. Источники энергии высокотемпературных топливных теплотехнологических установках (ВТТУ): ТВ, ТОВ, ТК, ПГ (ДГ и ГГ), ЭЭ, комбинированные, экзотермические реакции теплотехнологических процессов, солнечная энергия, высокотемпературные теплоносители атомных реакторов.
30. Теплотехнические принципы организации технологических процессов или их отдельных стадий (принцип плотного фильтруемого слоя, принцип кипящего слоя, принцип взвешенного слоя, принцип пересыпающегося слоя, принцип уложенных загрузок, принцип излучающего факела, принцип поверхностного излучателя, принцип погруженного факела, принцип комбинированный).
31. Классификация тепловых схем высокотемпературных теплотехнологических установок (ВТУ). ВТУ без внешнего теплоиспользования. ВТУ с внешним теплоиспользованием. Тепловые схемы ВТУ с топливным источником энергии. Тепловая схема теплотехнологической установки с одним структурным элементом: однокамерным однозонным реактором (с камерой ОТО) (т.н. элементарная тепловая схема).
32. Регенерация энергетических отходов ВТУ. Внешнее использование энергетических отходов ВТУ. Схемы, элементы, принцип действия.
33. Параметры ВТУ: общее количество тепловых отходов ВТУ, которые могут быть использованы для выработки данной (i-й) внешней технологической или энергетической продукции, топливный КПД выработки данной (i-й) энергетической или дополнительной (внешней) технологической продукции в замещающей установке, приведенный расход топлива на технологический процесс ВТУ, удельный приведенный расход топлива,
34. Энергетика теплотехнологии как инструмент энергосберегающей политики. Пути снижения расхода топлива в теплотехнологии. Принципы безотходной теплотехнологии. Энергетические предпосылки технической реализации производства заданного продукта на основе теплотехнологии (схема). База и результаты реализации энергосберегающей политики в теплотехнологии (схема).
35. Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ). Основные элементы ВТУ и существующие связи между ними.
36. Продукты теплотехнологического процесса в наиболее общем случае (целевой и побочные продукты технологического процесса, технологические отходы, продукты топочного процесса).
37. Устройства дополнительного теплоиспользования ВТУ.
38. Элементы конструктивной схемы теплотехнологического реактора. Разновидности сводов теплотехнологических реакторов.
39. Огнеупорные материалы и изделия в высокотемпературных теплотехнологических установках. Обмуровка. Монолитные обмуровки. Огнеупорные футеровки. Гарниссажные обмуровки и гарниссажные обмуровки с огнеупорной набивкой
40. Классификация огнеупоров по химико-минералогическому составу.
41. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по отраслевой принадлежности.
42. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по содержанию технологических процессов.
43. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по принципу работы.
44. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по источнику теплоты.
45. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по пространственной совмещенности зоны генерации теплоты (ЗГТ) и зоны технологического процесса (ЗТП) реактора ВТУ.
46. Классификация высокотемпературных теплотехнологических установок по общности теплотехнологических принципов (с плотным продуваемым слоем материала, с кипящим слоем материала, со взвешенным слоем материала, с пересыпающимся слоем материала, с уложенной объемной загрузкой изделий, с излучающим факелом, с поверхностным излучателем, с погруженным факелом, с комбинированным теплотехническим принципом).
47. Физико-химические особенности процессов нагрева. Основные параметры процесса нагрева: температура и длительность (время) нагрева. Виды нагрева: окислительный, нейтральный и восстановительный.

48. Тепловые и температурные режимы, соответствующие определенным видам технологии нагрева: стационарный и нестационарный.
49. Режимы нагрева в зависимости от целей управления и, следовательно, критериев оценки качества технологии нагрева: энергоэкономичные, форсированные и оптимальные. Наладочные режимы нагрева
50. Конструкции и показатели работы нагревательных установок. Структурная схема нагревательной установки и больших термических печей. Многозонные методические печи. Печи с шагающим подом. Камерные нагревательные печи с выкатным подом. Камерные печи с неподвижным подом (колпаковые). Тепловой режим в этих печах. Система отопления этих печей. Печи для черной металлургии: рекуперативные и регенеративные нагревательные колодцы для нагрева слитков под прокатку, двух- и трехзонные методические печи для нагрева заготовок для сортовых и ли-стовых прокатных станов, кольцевые, проходные (секционные, с роликовым подом, конвейерные, башенные) печи для нагрева и термической обработки заготовок перед прокаткой, муфельные печи для нагрева и термической обработки катанки и проволоки, электрические нагревательные печи.
51. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Время полного обжига. Плотность продукта обжига.
52. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Восстановительный обжиг.
53. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Хлорирующий обжиг.
54. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Окислительный обжиг. Обжиг окатышей.
55. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Сульфатизирующий обжиг
56. Физико-химические и теплофизические особенности процессов обжига. Спекающий окислительный обжиг и его преимущество перед мокрым способом производства цемента.
57. Тепловой режим и схема конвейерной обжиговой установки.
58. Схемы, конструкции и показатели работы обжиговых установок. Классификация обжиговых установок по конструкции и характеристикам реактора: камерные, кольцевые, конвейерные, шахтные, трубчатые (вращающиеся) типы.
59. Схемы, конструкции и показатели работы обжиговых установок. Камерные обжиговые печи. Кольцевые печи. Туннельная обжиговая печь. Щелевые конвейерные печи. Конвейерная роликовая муфельная секционная. Шахтные обжиговые печи. Клинкерные печи.
60. Классификация обжиговых установок по температурному режиму: периодического и непрерывного действия; по конструкции реактора: на одно- и многозонные; по подвижности и конструкции пода: на одно- и многоподовые со стационарным, выкатным, карусельным подом; по степени подвижности обжигаемого материала: на слоевые, пересыпные и с кипящим слоем.
61. Плавильный теплотехнологический процесс (понятие).
62. Процесс переплава (понятие).
63. Пирометаллургические плавильные процессы. Классификация плавильных процессов по разным признакам. Восстановительные плавильные процессы. Окислительные плавильные процессы
64. Технологические основы доменного процесса. Схема плавильной установки с доменной печью. Отличие процессов в шахтной обжиговой печи и в доменной печи.
65. Воздухонагреватель доменной печи. Конструкция.
66. Доменная печь. Конструкция. Объем доменной печи и профиль его рабочего пространства. Удельная (объемная) производительность печи. Коэффициент использования полезного объема (КИПО).
67. Технологические основы производства стали.
68. Схемы, конструкции элементов и показатели работы сталеплавильных установок. Мартеновские печи.
69. Двухванная сталеплавильная печь.
70. Кислородно-конвертерная установка для производства стали. Производительность конвертера.
71. Технологические основы стекловарения. Операции, реализуемые вне рабочего пространства (реактора) стекловаренной установки (подготовка шихты, формование, охлаждение и обработка готовых изделий). Виды и состав шихты.
72. Технологические основы стекловарения. Операции, реализуемые рабочем пространстве (нагрев и плавление шихтовых материалов с процессами силикате- и стеклообразования, дегазация и гомогенизация стекломассы, охлаждение стекломассы до заданной температуры выдачи студка).
73. Тепловые и конструктивные схемы стекловаренных установок. Стекловаренная установка с горшковой регенеративной печью.
74. Тепловые и конструктивные схемы стекловаренных установок. Ванная стекловаренная печь.

Семестр 9

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 6

1. Общие положения.
2. Стадии теплообмена в высокотемпературных теплотехнологических установках.
3. Влияние теплоты химических реакций на баланс тепла.
4. Математическое описание процессов внешнего теплообмена
5. Схемы муфельных печей.
6. Теплообмен

7. Внешний лучистый теплообмен.
8. Конвективный и смешанный теплообмен.
9. Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов.
10. Закон Стефана-Больцмана
11. Закон Ньютона Рихмана.
12. Уравнение Фика.
13. Внешний массообмен.
14. Исходные положения.
15. Уравнение Фурье-Кирхгофа

2. Устный опрос

Тема 5

1. Назначение, основные виды и классификация процессов термохимической переработки топлив.
2. Общая принципиальная схема процессов термохимической переработки топлив.
3. Пирогенетическое разложение топлив. Полукоксование и коксование твердых топлив. Конструктивные схемы промышленных аппаратов для полукоксования твердого топлива.
4. Пирогенетическое разложение топлив. Бертинирирование. Полукоксование. Коксование. Принципиальные технологические схемы установок получения и тушения кокса. Тепловые схемы установок для получения кокса.
5. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Физические методы.
6. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Химические методы.
7. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Конструкции трубчатых печей. Тепловая схема двухступенчатого процесса прямой перегонки нефти.
8. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Технологическая схема двухступенчатой прямой перегонки нефти.
9. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Тепловая схема двухступенчатого процесса прямой перегонки нефти.
10. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Термический крекинг. Технологическая схема термического крекинга мазута.
11. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Каталитический крекинг.
12. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Каталитический реформинг.
13. Термохимическая переработка топлив с применением окислителей и восстановителей. Процессы газификации твердых топлив.
14. Термохимическая переработка топлив с применением окислителей и восстановителей. Гидрогенизация углей и получение синтетических жидких топлив.
15. Термохимическая переработка топлив с применением окислителей и восстановителей. Конверсия углеводородных газов.

3. Письменная работа

Тема 7

1. Термически тонкое тело
2. Диффузно-тонкое тело
3. Время нагрева тел простой формы
4. Длительность нагрева и плавления термически тонких тел
5. Расчет сублимации термически тонких тел
6. Нагрев и плавление тел с перегретым расплавом.
7. Время термообработки с учетом фазового превращения
8. Нагрев термически массивных тел
9. Краевые условия нагрева тел простой формы
10. Время нагрева тел простой формы при граничном условии первого рода
11. Температурное поле тел простой формы при граничном условии первого рода.
12. Температурное поле тел простой формы при граничном условии второго рода.
13. Температурное поле тел простой формы при граничном условии третьего рода.
14. Нагрев параллелепипеда и цилиндра конечной длины
15. Одномерные температурные поля в полуограниченных массивах
16. Нагрев тел сложной формы.
17. Несимметричный и местный нагрев.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Внешний лучистый теплообмен. Теплообмен между твердыми поверхностями, разделенными лучепрозрачной средой
2. Конвективный теплообмен в условиях газового теплоносителя
3. Конвективный теплообмен при нагреве в жидких средах
4. Смешанный теплообмен

5. Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов. Теплообмен в плотном фильтруемом слое
6. Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов. Теплообмен в разуплотненном слое (в кипящем или взвешенном слое)
7. Время нагрева термически тонких тел
8. Время нагрева тел простой формы
9. Расчет плавления (сублимации) термически тонких тел простой формы
10. Нагрев и плавление термически тонкого тела простой формы в ванне с перегретым расплавом
11. Время термообработки с учетом фазовых превращений, реакций и массообмена тела со средой
12. Краевые условия нагрева массивных тел простой формы
13. Время нагрева и температурное поле массивных тел простой формы при граничном условии первого рода
14. Температурное поле массивного тела при граничном условии второго рода
15. Температурное поле массивного тела при граничных условиях третьего рода
16. Нагрев массивного параллелепипеда и массивного цилиндра конечной длины
17. Нагрев массивных тел сложной формы. Несимметричный и местный нагрев массивных тел.
18. Одномерные температурные поля в полуограниченных массивах
19. Структура уравнений материальных балансов.
20. Материальные балансы, как выражение закона сохранения массы в высокотемпературном теплотехнологическом процессе.
21. Разновидности материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП): материальный баланс компонентов; материальный баланс веществ; материальный баланс химических элементов. Единица измерения величин, входящих в уравнения материальных балансов.
22. Расчеты материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов.
23. Две характерные постановки задач материальных расчетов: 1) задан состав только исходных компонентов; 2) задан состав и исходных компонентов, и продуктов процесса.
24. Математическая формулировка задачи материального расчета идеального процесса.
25. Математическая формулировка задачи материального расчета неравновесного процесса.
26. Математическая формулировка задачи материального расчета равновесного процесса. Задача материального расчета равновесных процессов.
27. Состав сухого топлива. Влагосодержание топлива. Равновесный состав продуктов горения.
28. Коэффициенты диссоциации диоксида углерода и водяных паров.
29. Виды тепловых балансов: баланс теплотехнологического реактора (ТР); баланс отдельных зон ТР; баланс теплотехнических элементов высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ); тепловые и энергетические балансы ВТУ в целом.
30. Тепловой баланс теплотехнологического реактора (ТР).
31. Уравнение теплового баланса ТР, как аналитическое выражение закона сохранения энергии.
32. Структура теплового баланса ТР.
33. Зональные тепловые балансы теплотехнологического реактора. Зависимость тепловых балансов от структурной схемы ТР.
34. Уравнения тепловых балансов зон основной технологической обработки, технологической дообработки и технологически регламентируемого охлаждения.
35. Тепловые балансы по периодам технологического процесса как разновидность зональных тепловых балансов, их применение таких зональных балансов и единицы измерения величин, входящих в уравнения балансов.
36. Стационарное и нестационарное тепловое состояния теплотехнологического реактора.
37. Тепловые и энергетические балансы высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ) в целом.
38. Представление уравнения теплового баланса высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ) как сумму уравнений тепловых балансов всех элементов тепловой схемы и соединительных трубопроводов (газоходов). Смысл индексов у слагаемых уравнения тепловых балансов. Учет тепловых эффектов химических реакций.
39. Особенности уравнений при отсутствии и при наличии в тепловой схеме высокотемпературной теплотехнологической установки автономных подогревателей.
40. Полезная мощность высокотемпературной теплотехнологической установки. Расход кислорода. Расход водяного пара. Суммарные удельные затраты первичного топлива.
41. Расчет слагаемых уравнений тепловых балансов высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ).
42. Назначение, основные виды и классификация процессов термохимической переработки топлив.
43. Общая принципиальная схема процессов термохимической переработки топлив.
44. Пирогенетическое разложение топлив. Полукоксование и коксование твердых топлив. Конструктивные схемы промышленных аппаратов для полукоксования твердого топлива.
45. Пирогенетическое разложение топлив. Бertiнование. Полукоксование. Коксование. Принципиальные технологические схемы установок получения и тушения кокса. Тепловые схемы установок для получения кокса.
46. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Физические методы.
47. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Химические методы.

48. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Конструкции трубчатых печей. Тепловая схема двухступенчатого процесса прямой перегонки нефти.
49. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Технологическая схема двухступенчатой прямой перегонки нефти.
50. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Тепловая схема двухступенчатого процесса прямой перегонки нефти.
51. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Термический крекинг. Технологическая схема термического крекинга мазута.
52. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Каталитический крекинг.
53. Термическая и термохимическая переработка нефти и нефтепродуктов. Каталитический реформинг.
54. Термохимическая переработка топлив с применением окислителей и восстановителей. Процессы газификации твердых топлив.
55. Термохимическая переработка топлив с применением окислителей и восстановителей. Гидрогенизация углей и получение синтетических жидких топлив.
56. Термохимическая переработка топлив с применением окислителей и восстановителей. Конверсия углеводородных газов.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 7			
Текущий контроль			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
Семестр 8			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 2	10 10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 9			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	15
		2	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

"cyberleninka.ru" -

<http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-novyh-termodynamicheskikh-metodov-rascheta-svoystv-vysokotemperaturnyh-protsessov>

"ZNANIUM.COM" - znanium.com

ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС "Лань" - e.lanbook.com

Электронный каталог КФУ - <https://kpfu.ru/chelny/study/library/elektronnyj-katalog>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекция - главное звено дидактического цикла, который включает помимо лекций также семинарские занятия, контроль знаний и самостоятельную работу студентов. Ее цель - формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. Значение лекционной формы занятий в процессе изучения дисциплины обусловлено рядом причин: - новый учебный материал по конкретной теме еще не нашел отражение в существующих учебниках; - некоторые разделы существующих учебников устарели. Как готовиться студенту к лекциям. Лекция является важнейшей формой организации учебного процесса. Она - знакомит с новым учебным материалом, -разъясняет учебные элементы, трудные для понимания, - систематизирует учебный материал, - ориентирует в учебном процессе. Для того, чтобы лекция для студента была продуктивной, к ней надо готовиться. Подготовка к лекции заключается в следующем: - узнайте тему лекции (по тематическому плану, по информации лектора), - прочитайте учебный материал по учебнику и учебным пособиям, - уясните место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке, - выпишите основные термины, - ответьте на контрольные вопросы по теме лекции, - уясните, какие учебные элементы остались для вас неясными, - запишите вопросы, которые вы зададите лектору на лекции. На лекционном занятии, согласно учебному плану дисциплины, студенту предлагается рассмотреть основные темы курса, связанные с принципиальными вопросами. Лекция должна быть законспектирована студентом, однако, форма конспекта может быть любой (конспект, схематичное фиксирование материала, запись узловых моментов лекции, основных терминов и определений). Возможно выделение (подчеркивание, выделение разными цветами) важных понятий, положений. Это поможет студенту развить не только слуховую, но и зрительную память. В конце лекционного занятия у студента в тетради должны быть отражены следующие моменты: тема занятия и дата его проведения, план лекции, основные термины, определения, важные смысловые доминанты, необходимые для понимания материала, излагаемого преподавателем, которые желательно записывать своими словами. Это поможет лучше понять тему лекции, осмыслить ее, переработать в соответствии со своими особенностями мышления и, следовательно, запомнить ее. Важно, чтобы материал был внимательно прослушан студентом, иначе ему трудно будет уловить логику изложения. Не следует записывать все, многие факты, примеры, детали, раскрывающие тему лекции, можно дополнительно просмотреть в учебной литературе, рекомендуемой преподавателем. Помимо внимательного прослушивания материала, без переключения на посторонние детали, студенту предлагается участвовать в диалоге с преподавателем, в ходе которого могут обсуждаться моменты, актуальные для его будущей практической деятельности; он может высказать свое мнение после сопоставления разных фактов и разнообразных точек зрения на них. Перед началом курса, на вводном занятии, преподаватель сообщает о форме, в которой будет проводиться диалог с обучающимися на лекционных занятиях. Применяются две формы общения преподавателя с обучающимися. При выборе первой формы, удобной для изложения объемного материала в сжатые сроки, обучающиеся получают право задавать вопросы по теме лекции только после ее окончания. Специально для этой цели преподаватель в обязательном порядке оставляет 10-15 минут в конце занятия. Если предложена именно такая схема работы, обучающимся необходимо записывать все возникающие по ходу лекции вопросы, а затем, с разрешения преподавателя, задать их. При второй схеме общения "преподаватель-обучающийся", вопрос можно задавать по ходу лекции. Для этого следует дождаться окончания текущей фразы преподавателя и поднять руку, показав тем самым, что у вас возник вопрос.</p>
лабораторные работы	<p>В помощь студенту для работы на занятиях, подготовки к ним и правильного составления отчетов. Перед выполнением заданий лабораторных работ студент должен: - внимательно прочитать цель и задачи занятия, - ознакомиться с требованиями к уровню подготовки в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения, - прочитать краткие теоретические и учебно-методические материалы по теме лабораторной работы, - ответить на вопросы для закрепления теоретического материала. Каждую лабораторную работу студент должен выполнять в соответствии с прилагаемой инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной в данном сборнике методике. Отчет по лабораторной работе студент должен выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>К материалам лекций студенту необходимо возвращаться не только в период подготовки к зачету, а перед каждым занятием. Это поможет выявить в целом логику выстраивания материала, предлагаемого для изучения, и логику построения курса, а также лучше запомнить его. К числу важнейших умений, являющихся неотъемлемой частью успешного учебного процесса, относится умение работать с различными литературными источниками, содержание которых так или иначе связано с изучаемой дисциплиной. Подготовку к любой теме курса рекомендуется начинать с изучения конспекта лекций. В лекциях дается систематизированное изложение материала, разъясняется смысл разных терминов и сообщается об изменениях в подходах к изучению тех или иных проблем данного курса. Но нельзя ограничивать изучение учебного курса только чтением конспекта. При всем его совершенстве и полноте конспектирования лекции в нем невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому студенту необходимо освоить приемы работы с учебной литературой, монографиями, журнальными статьями и т.д. Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты организационных проблем, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели. Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с "мысленной проработкой" материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции - это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции. Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна. Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ - это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием Изучить</p>

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	<p>Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Помимо основного материала студент должен изучить дополнительную рекомендованную литературу и информацию по теме, в том числе с использованием Интернет-ресурсов. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 3 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы. Опрос предполагает устный ответ студента на один основной и несколько дополнительных вопросов преподавателя. Ответ студента должен представлять собой развернутое, связанное, логически выстроенное сообщение. При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.</p> <p>При изучении конструкций и схем высокотемпературных теплотехнологических установок необходимо обратить внимание на следующие аспекты: полное название установки, функциональное назначение установки, состав установки (узлы, детали, контрольно-измерительная аппаратура, крепежные элементы), принцип действия, температурные режимы, элементы находящиеся под высоким давлением и т.д. Для проведения расчетов важно знать порядок определения теплофизических параметров материалов по таблицам.</p>
письменная работа	<p>Суть письменной работы состоит в том, что, студент должен на заданную тематику в письменной форме изложить краткое содержание материала данный преподавателем во время лекционных занятий. Работа должна быть конструктивна, логична и охватить всю тематику выданным преподавателем студенту на письменную работу.</p> <p>Письменная работа нацелена на формирование у студента соответствующих практических умений. Решение предлагаемых заданий является средством текущего контроля приобретенных в течение семестра при самостоятельной работе знаний и навыков студентов, а также необходимо для самооценки студентами их подготовленности по теме. По теме необходимо решить (и предъявить для проверки) все предлагаемые примеры. Изложение решения задач должно быть кратким, не загромождено текстовыми формулировками используемых утверждений и определений; простые преобразования и арифметические выкладки пояснять не следует. Степень подробности изложения решений задач должна соответствовать степени подробности решения примеров в соответствующих разделах теоретических материалов. Ключевые идеи решения следует обосновывать ссылкой на использованные утверждения и приводить номера соответствующих формул. Устные опросы проводятся в рамках семинаров или коллоквиумов. В первом случае - это тематический набор вопросов, подлежащих более глубокому осознанию. При проведении письменной работы студенты готовят ответы по нескольким темам или разделу дисциплины.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<p>При подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение семестра. После окончания курса лекций студент должен взять у преподавателя перечень вопросов к зачету и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут непонятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.</p> <p>Изучить следующие вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Теплотехнология. Понятие. 2. Теплотехнологический процесс. Понятие. 3. Степень (стадия) теплотехнического процесса. Одноступенчатые, двухступенчатые, трехступенчатые, многоступенчатые теплотехнологические процессы. Понятие. 4. Теплотехнологическая схема производства. Понятие. Пример: Теплотехнологическая схема производства меди. 5. Схема теплотехнологического процесса. Понятие. 6. Теплотехнологический реактор (аппарат, рабочее пространство теплотехнологической установки). Понятие. 7. Структурная схема высокотемпературной теплотехнологической установки. Понятие. 8. Теплотехнологическая установка. Понятие. Теплотехнологическая установка с элементами внешнего теплоиспользования (теплоэнергоиспользования). 9. Теплотехнологическая система. Понятие. 10. Теплотехнологический комплекс. Понятие. 11. Комбинированная система (установка). Понятие. 12. Тепловая схема теплотехнологической установки. Понятие. 13. Теплотехнический принцип (способ) реализации технологического процесса. Понятие. 14. Теплотехническая схема. Понятие. 15. Температурный и тепловой графики технологического процесса. Понятие. 16. Термодинамически идеальная теплотехнологическая установка. Понятие. 17. Общие особенности высокотемпературных теплотехнологических процессов (агрегатное состояние и состав исходных технологических материалов, число ступеней технологического процесса и их содержание, агрегатное состояние и состав продуктов технологического процесса, термодинамические параметры процесса (температура, давление), участие в технологическом процессе продуктов горения топлива). 18. Исходные материалы высокотемпературных теплотехнологических процессов. Виды твердого минерального сырья. Восстановители. Окислители. Добавки. 19. Продукты теплотехнологического процесса. Понятие. 20. Материалосбережение при высокотемпературной теплотехнологии. Понятие. 21. Физические теплотехнологические процессы. Содержание ступеней. Степень технологически регламентированного охлаждения - как этап (четвертая ступень) ряда многоступенчатых физических теплотехнологических процессов. Понятие. 22. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов по виду основных физических превращений: нагрев, термообработка, обжиг, плавка, возгонка. 23. Химические теплотехнологические процессы. Понятие. Содержание ступеней химических теплотехнологических процессов. 24. Степень технологически регламентированного охлаждения - как этап (четвертая ступень) ряда многоступенчатых физических теплотехнологических процессов. 25. Температурный уровень как важнейший параметр теплотехнологического процесса. Понятие. 26. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов по поглощению и по выделению теплоты при физических и химических превращениях. 27. Классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов (если в основу их классификации положить управляемые теплотехническими средствами физические или физико-химические явления, лимитирующие длительность рабочего цикла и производительность теплотехнологической установки). Преимущества этой классификации. 28. Классификация реакторов и источников энергии высокотемпературных теплотехнологических установок. Однокамерные (однозонные и многозонные) и многокамерные (секционированные и комбинированные) реакторы. Виды зон и камер (ЗПТО и КПТО; ЗОТО и КОТО; ЗТД и КТД; ЗТРО и КТРО). Граница ЗОТО. 29. Источники энергии высокотемпературных топливных теплотехнологических

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение семестра. В каждом билете на экзамен содержатся 2 вопроса. После окончания курса лекций студент должен взять у преподавателя перечень вопросов к экзамену и подготовиться надлежащим образом. Если в перечне вопросов будут вопросы, которые не изучали, то нужно обратиться к преподавателю заранее. Если в перечне вопросов будут не понятные вопросы, то попросить преподавателя разъяснить данные вопросы во время консультации.</p> <p>Изучить следующие вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Внешний лучистый теплообмен. Теплообмен между твердыми поверхностями, разделенными лучепрозрачной средой 2. Конвективный теплообмен в условиях газового теплоносителя 3. Конвективный теплообмен при нагреве в жидких средах 4. Смешанный теплообмен 5. Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов. Теплообмен в плотном фильтруемом слое 6. Теплообмен в слое дробленых и измельченных материалов. Теплообмен в разуплотненном слое (в кипящем или взвешенном слое) 7. Время нагрева термически тонких тел 8. Время нагрева тел простой формы 9. Расчет плавления (сублимации) термически тонких тел простой формы 10. Нагрев и плавление термически тонкого тела простой формы в ванне с перегретым расплавом 11. Время термообработки с учетом фазовых превращений, реакций и массообмена тела со средой 12. Краевые условия нагрева массивных тел простой формы 13. Время нагрева и температурное поле массивных тел простой формы при граничном условии первого рода 14. Температурное поле массивного тела при граничном условии второго рода 15. Температурное поле массивного тела при граничных условиях третьего рода 16. Нагрев массивного параллелепипеда и массивного цилиндра конечной длины 17. Нагрев массивных тел сложной формы. Несимметричный и местный нагрев массивных тел. 18. Одномерные температурные поля в полуограниченных массивах 19. Структура уравнений материальных балансов. 20. Материальные балансы, как выражение закона сохранения массы в высокотемпературном теплотехнологическом процессе. 21. Разновидности материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов (ВТП): материальный баланс компонентов; материальный баланс веществ; материальный баланс химических элементов. Единица измерения величин, входящих в уравнения материальных балансов. 22. Расчеты материальных балансов высокотемпературных теплотехнологических процессов. 23. Две характерные постановки задач материальных расчетов: 1) задан состав только исходных компонентов; 2) задан состав и исходных компонентов, и продуктов процесса. 24. Математическая формулировка задачи материального расчета идеального процесса. 25. Математическая формулировка задачи материального расчета неравновесного процесса. 26. Математическая формулировка задачи материального расчета равновесного процесса. Задача материального расчета равновесных процессов. 27. Состав сухого топлива. Влагосодержание топлива. Равновесный состав продуктов горения. 28. Коэффициенты диссоциации диоксида углерода и водяных паров. 29. Виды тепловых балансов: баланс теплотехнологического реактора (ТР); баланс отдельных зон ТР; баланс теплотехнических элементов высокотемпературной теплотехнологической установки (ВТУ); тепловые и энергетические балансы ВТУ в целом. 30. Тепловой баланс теплотехнологического реактора (ТР). 31. Уравнение теплового баланса ТР, как аналитическое выражение закона сохранения энергии. 32. Структура теплового баланса ТР. 33. Зональные тепловые балансы теплотехнологического реактора. Зависимость тепловых балансов от структурной схемы ТР. 34. Уравнения тепловых балансов зон основной технологической обработки, технологической дообработки и технологически регламентируемого охлаждения. 35. Тепловые балансы по периодам технологического процесса как разновидность зональных тепловых балансов, их применение таких зональных балансов и единицы измерения величин, входящих в уравнения

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и профилю подготовки "Промышленная теплоэнергетика".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2 Высокотемпературные теплотехнические
процессы

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Расчеты материальных и энергетических балансов при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах: Учебно-методическое пособие / Журавлев А.А., Мысик В.Ф., Жданов А.В., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2017. - 128 с.: ISBN 978-5-9765-3104-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/960141>
2. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Дзюзер. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 384 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93750>. - Загл. с экрана.
3. Установки специального электронагрева / Домаров П.В., Мелешко А.А. - Новосибир.: НГТУ, 2012. - 76 с.: ISBN 978-5-7782-2189-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=546476>

Дополнительная литература:

1. Менделев Д.В., Ратников П.Э. - Методы получения композитных конструкционных материалов в высокотемпературных установках. Сообщение 1. Конструкция и тепловая работа установок. Литье и металлургия - 2012г. ♦1. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/184083/#1>
2. Кабишов С.М., Трусова И.А., Ратников П.Э., Менделев Д.В. - Интенсификация тепловых процессов в высокотемпературных установках на примере нагревательных печей оао 'бмз' путем обогащения воздушной смеси кислородом. Литье и металлургия - 2012г. ♦3. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/journalArticle/184145/#1>
3. Суворин, А. В. Электротехнологические установки [Электронный ресурс] учеб. пособие/А.В.Суворин. - Красноярск: Сиб.федер.ун-т, 2011. - 376 с. - ISBN 978-5-7638-2226-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=442851>
4. Установки электрошлаковой металлургической технологии : монография / Ю.М. Миронов. ? 2-е изд., стереотип. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 404 с., [48] с. цв. ил. (Научная мысль). www.dx.doi.org/10.12737/monography_5a40ac170cdab6.31947003. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=949068>
5. Плазменные электротехнологические установки: Уч. для вуз /В.С.Чередниченко, А.С.Аньшаков, М.Г.Кузьмин; Под ред. В.С.Чередниченко. - 3 изд, испр. и доп. - Новосибир.: НГТУ, 2011 - 602 с: ил; 70x100 1/16 - (Уч. НГТУ). (п) ISBN 978-5-7782-1576-4, 3000 экз - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=479932>
6. Электротехнологические установки и системы. Теплопередача в электротехнологии. Упражнения и задачи/Чередниченко В.С., Синецын В.А., Алиферова И.И. и др. - Новосибир.: НГТУ, 2011. - 571 с.: ISBN 978-5-7782-1813-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=548442>
7. Электротехника электрометаллургических печей дугового, резистивного и смешанного нагрева : монография / Ю.М. Миронов. - М. : ИНФРА-М, 2018. - 336 с. - (Научная мысль). - www.dx.doi.org/10.12737/monography_5acf67dd383773.64112431. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=937809>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2 Высокотемпературные теплотехнические
процессы

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.