

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
Естествознания и стандартизации

И.Ю. Мезин

«26» сентября 2016

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТОПЛИВ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки  
18.03.01 *Химическая технология*

Направленность (профиль/ специализация) программы  
*Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки-академический бакалавриат

Форма обучения  
заочная

Институт

Естествознания и стандартизации

Кафедра

физической химии и химической технологии

Магнитогорск  
2016

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 *Химическая технология*, утвержденного приказом МОиН РФ от 11.08.2016 № 1005.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *Физической химии и химической технологии* «23» сентября 2016 г., протокол № 2.


Зав. кафедрой  / А.Н.Смирнов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации «26» сентября 2016 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин/

Рабочая программа составлена:

доцент, к.х.н, доцент





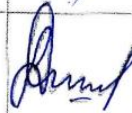


 / С.А. Крылова/

Рецензент:

начальник КХП ОАО «ММК»

 / С.Н. Лахтин /

Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1.	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	1.09.2017 №1	
2	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	1.09.2017 №1	
3	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	15.10.2018 №4	
4	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	15.10.2018 №4	
5	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	04.09.19 №1	
6	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	04.09.19 №1	
7	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	31.08.2020 №1	

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Теоретические основы химической технологии топлив и углеродных материалов» является получение студентами знаний о сущности процессов превращения горючих ископаемых при их подготовке и переработке; формирование практических умений и навыков использования основных теоретических закономерностей при выполнении техно-химических расчетов, проведении экспериментальных исследований, в производственно-технологической деятельности.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина Б1.В.ДВ.2.1 «Теоретические основы химической технологии топлив и углеродных материалов» входит в вариативную часть блока Б1 дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.2 образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 - Химическая технология, профиль подготовки «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, навыки), сформированные в результате изучения дисциплин

Математика

Физика

Общая и неорганическая химия

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Физическая химия

Коллоидная химия

Органическая химия

Общая химическая технология.

Процессы и аппараты химической технологии

Химия, минералогия и петрография горючих ископаемых.

Изучение дисциплины «Теоретические основы химической технологии топлива и углеродистых материалов» является логическим завершением изучения данных дисциплин, т.к. является основной технологической дисциплиной, включающей комплекс технологий переработки угля, нефти и газа. Студенты для изучения данной дисциплины должны знать химические свойства основных классов органических и неорганических соединений, способы выделения основных и побочных продуктов химических реакций; происхождение, состав и физические свойства природных энергоносителей – газа, нефти, углей, физико-химические основы разделения горючих ископаемых, методы анализа.

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения последующих дисциплин:

- Химическая технология топлива и углеродных материалов
- Коксование углей
- Извлечение и переработка химических продуктов коксования
- Моделирование химико-технологических процессов
- Массообменные процессы химической технологии
- Извлечение и переработка химических продуктов коксования
- УИРС,

а также при прохождении и составлении отчетов по производственной практике и при подготовке к государственной итоговой аттестации.

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Теоретические основы химической технологии топлива и углеродистых материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– состав, физические, физико-химические свойства природных энергоносителей;</li> <li>– химию и термодинамическое описание основных процессов переработки природных энергоносителей и получения целевых продуктов</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить термодинамические и кинетические расчеты технологических процессов, рассчитывать основные характеристики химического процесса с использованием справочных данных;</li> <li>– составлять материальные балансы процессов переработки природных энергоносителей;</li> <li>– использовать знания о молекулярном строении органической массы углей для составления шихты, обеспечивающей получение кокса заданного качества</li> <li>– исследовать и проводить эксперименты в области химии и химической технологии топлива</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками химико-технологических расчетов на основе знаний о кинетике, термодинамике и механизме химических реакций, лежащих в основе промышленных процессов переработки горючих ископаемых</li> <li>– навыками проведения экспериментального исследования в области химии и химической технологии топлива;</li> </ul>
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способы регулирования технологических показателей химико-технологических процессов</li> <li>– технологии получения продукции с заданными физико-химическими и эксплуатационными свойствами.</li> <li>– механизм образования металлургического кокса</li> <li>– физико-химические свойства углей различной стадии метаморфизма и поведение их при коксовании.</li> <li>– методы анализа природных энергоносителей и продуктов их переработки.</li> </ul>
Уметь	– выбирать метод переработки природных энергоносителей

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять расчеты ХТП переработки природных энергоносителей, составлять материальные и тепловые балансы</li> <li>– составлять теоретически обоснованную угольную шихту с учетом элементного состава углей для получения кокса высокого качества.</li> <li>– обосновывать принятие конкретного технологического решения при разработке технологических процессов;</li> <li>– проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему производства заданного продукта.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками практических расчетов при исследовании реальных химических процессов переработки природных энергоносителей;</li> <li>– методами оценки качественных показателей продуктов коксования углей</li> <li>– навыками принятия обоснованных технологических решений при организации ХТП;</li> <li>– навыками обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, интерпретации полученных результатов</li> <li>– навыками работы на лабораторных установках.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 19,5 акад. часов:
  - аудиторная – 16 акад. часов;
  - внеаудиторная – 3,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 151,8 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение. Классификация и запасы топлива	4	0,5			2	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию,	Собеседование, тестирование	ОПК-3- з
2. Твердые горючие ископаемые (ТГИ) 2.1. Общая характеристика ТГИ 2.2. Характеристика исходного органического материала и его превращение в процессе образования ТГИ	4	0,5			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-з зுவ ПК-4– зув
3. Структура угля	4	0,5	2		8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию,	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-з зுவ ПК-4– зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						тестированию, Выполнение домашней контрольной работы		
4. Характеристика ТГИ по составу и технологическим характеристикам 4.1. Петрографический состав углей 4.2. Характеристика ТГИ по данным технического анализа 4.3. Характеристика ТГИ по данным элементного состава 4.4. Групповой состав ТГИ	4	0,5	4/1		30	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-зுவ ПК-4-зுவ



Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
5. Подготовка ТГИ к переработке. Обогащение	4	1			8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-зுவ ПК-4- зув
6. Физико-химические основы разделения горючих ископаемых и продуктов их переработки	4	0,5			14	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-зுவ ПК-4- зув
7. Физические и физико-химические (комбинированные) методы исследования	4				16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-зுவ ПК-4- зув
8. Методы переработки ТГИ. Термическая деструкция	4	1			15	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию,	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-зுவ ПК-4- зув

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия				
						тестированию, Выполнение домашней контрольной работы		
9. Теоретические основы промышленного производства каменноугольного кокса 9.1. Стадия предпластического нагрева 9.2. Стадия пластического состояния 9.3. Стадия образования полукокса 9.4. Стадия превращения полукокса в кокс	4	3	4/1		30	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-зுவ ПК-4– зув
10. Газификация, гидрогенизация и другие способы переработки ТГИ	4	0,5			20,8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа	ОПК-3-зுவ ПК-4– зув
<b>Итого по курсу</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8/2</b>		<b>151,8</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8/2</b>		<b>151,8</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## 5 Образовательные и информационные технологии

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Теоретические основы химической технологии топлив и углеродных материалов» используются различные образовательные технологии:

1. *Традиционные образовательные технологии*: информационная лекция, лабораторные занятия.

2. *Информационно-коммуникационные образовательные технологии*: лекция-визуализация. Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

3. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. При самостоятельном изучении литературы применение современных информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

4. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при разборе конкретных ситуаций, основанных на практических примерах, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

5. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

6. *Интерактивные технологии*: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

7. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента, при выполнении и защите лабораторных работ, на консультациях.

В ходе диалогового обучения студенты учатся критически мыслить, решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации, взвешивать альтернативные мнения, принимать продуманные решения, участвовать в дискуссиях, общаться. Для этого на занятиях организуются групповая работа, работа с документами и различными источниками информации.

Реализация такого подхода осуществляется следующим образом:

1. Распределение тем рефератов (реферат входит в домашнюю контрольную работу) с учетом пожеланий студентов, тематики их научных интересов и т.п.

2. Подготовка студентами формы отчетности самостоятельной работы (реферат-презентация, отчет по выполненной лабораторной работе).

3. Обсуждение подготовленного отчета по лабораторной работе, выполненного домашнего задания при собеседовании.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

*Вопросы для самостоятельного контроля знаний*  
*Вопросы по разделам 1- 3*

1. Топливо и его классификация. Значение горючих ископаемых и углеродных материалов в энергетике, химической и других отраслях промышленности
2. География природных энергоносителей в России. Разведанные и используемые запасы ископаемых углей в России.
3. Возможности и перспективы химической переработки твердых горючих ископаемых
4. Источники образования ТГИ. Общая систематика ТГИ. Понятие о гумитах, сапропелитах, липтобиолитах
5. Общие сведения об угольных месторождениях
6. Характеристика исходного органического материала, его групповой и элементный состав
7. Происхождение углей, стадии углеобразования.
  - Первая фаза углеобразования -гумификация. Процессы тления, перегнивания, оторфения и гниения
  - Торфяная стадия. Виды торфов, условия их образования, групповой состав, степень разложения
  - Угольная стадия. Виды углей, условия их образования.
8. Элементный состав ТГИ, содержание влаги, выход летучих в зависимости от степени углефикации
9. Общая характеристика бурых углей, каменных углей, антрацитов
10. Метаморфизм углей, факторы, влияющие на него
11. Характеристика химического элемента: углерод. Аллотропные формы углерода, его валентные состояния в этих формах, типы связей, кристаллические решетки.
12. Строение органической массы ТГИ. Мицеллярные, макромолекулярные и полимерная гипотезы строения.
13. Закономерности строения ядерной и периферической частей структурных единиц макромолекул с изменением стадии метаморфизма.
14. Строение ядерной и периферийной частей структурных единиц макромолекул петрографических микрокомпонентов углей (витринита, инертинита и липтинита).
15. Современные представления о молекулярном строении органической массы ТГИ.
16. Модели строения и их надмолекулярная структура.
17. Петрографический состав ископаемых углей
18. Мацералы, их группы. Характеристика мацералов. Диагностика мацералов по показателю отражения
19. Литотипы и строение углей
20. Минеральные примеси ТГИ, их основные превращения.

*Вопросы по разделу 4*

1. Дайте определение понятиям: партия, объединенная проба, точечная проба, лабораторная проба, аналитическая проба, рабочее состояние топлива, аналитическое состояние топлива, сухое состояние топлива, сухое беззольное состояние топлива. Обозначения.
2. Как проводится пересчет результатов анализа твердого топлива для различных его состояний?
3. Показатели технического анализа ТГИ. Содержание влаги. Определение массовой доли влаги. Влияние природы, стадии метаморфизма, петрографического состава на влажность твёрдого топлива.
4. Содержание минеральных примесей в ТГИ. Поведение минеральных компонентов при сжигании и при пиролизе.

5. Дайте определение зольности топлива, и напишите формулы пересчета на сухую и рабочую массы топлива. Сущность определения зольности.
6. Содержание сернистых соединений в ТГИ. Сущность определения. Виды серы и влияние их на качественные показатели угля и кокса.
7. Что называется летучими веществами, и какие соединения входят в их состав? Определение выхода летучих веществ.
8. Выход летучих веществ из ТГИ. Влияние природы, стадии метаморфизма и петрографического состава топлива на выход летучих веществ и показатели качества продукции пиролиза ТГИ.
9. Какие из природных энергетических топлив характеризуются наибольшим выходом летучих веществ и почему?
10. Приведите классификацию нелетучего остатка. От чего зависит выход и свойства твердых нелетучих остатков?
11. Теплота сгорания топлива. Ее зависимость от различных факторов. Что понимают под удельной теплотой сгорания?
12. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Чем объясняется различие между ними? В чем заключается сущность метода определения теплоты сгорания топлива? Какой показатель энергетической ценности топлива принято использовать при расчетах расхода топлива?
13. Какие элементы входят в состав твердого топлива? Какие из них являются горючими и негорючими?
14. Какие элементы являются балластом и почему?
15. Какие виды серы входят в состав топлива?
16. Что включает в себя элементный анализ ТГИ? Где используются данные этого анализа?
17. Какими способами можно определить элементный состав топлива? Как выражается элементный состав рабочей массы, аналитической массы, сухой массы, сухой беззольной (горючей) массы, органической массы топлива?
18. Элементный состав ТГИ, закономерности его изменения в зависимости от природы, стадии метаморфизма и петрографического состава.
19. Влияние элементного состава ТГИ на теплоту сгорания топлива.
20. Групповой химический состав ТГИ по данным изучения продуктов экстракции минеральными реагентами.
21. Групповой химический состав ТГИ по данным исследования продуктов экстракции органическими реагентами.

#### *Вопросы по разделам 5-8*

1. Обогащение ТГИ. Показатель обогатимости. Принципы гравитационного и флотационного обогащения.
2. Методы разделения горючих ископаемых и продуктов их переработки: экстракция, перегонка и ректификация.
3. Методы разделения горючих ископаемых и продуктов их переработки: адсорбция, абсорбция, мембранные методы.
4. Методы разделения горючих ископаемых и продуктов их переработки: кристаллизация, комплексообразование.
5. Физические и физико-химические методы исследования горючих ископаемых и продуктов их переработки. Их сущность, область применения
6. Термическая деструкция углей. Закономерности процессов термической деструкции. Термическая устойчивость как функция энергии связи.
7. Пиролиз ОМУ. Общая схема, этапы термической деструкции. Классификация последовательно-параллельных процессов термической деструкции каменного угля.
8. Закономерности разрыва химических связей в ОМУ при пиролизе.

9. Общие закономерности разрушения различных структур ОМУ при пиролизе (парафиновые, нафтеновые, ароматические, алкилароматические с короткой и длинной цепью, диеновый синтез).
10. Особенности термической деструкции различных классов УВ при низких и высоких температурах. Ряды стабильности УВ при равном числе атомов углерода в молекуле.
11. Реакции парогазовых продуктов с образовавшимся полукоксом - коксом.
12. Кинетические исследования процесса пиролиза углей. Цель и задачи кинетического исследования.
13. Методы термического анализа: Дериватография. Дериватографические кривые: ТГ, ДТГ, ДТА, Т. Основные периоды термохимических превращений ТГИ.
14. Кинетическая схема и кинетическая модель пиролиза каменного угля
15. Температурные интервалы пиролиза каменного угля. Краткая характеристика процессов и продуктов пиролиза.
16. Общая схема пиролиза каменного угля (Н.С. Грязнова). Ее краткая характеристика.
17. Примерный выход продуктов пиролиза каменного угля при полукоксовании и коксовании. Чем он определяется?
18. Проанализируйте характер выхода  $\text{CO}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  при пиролизе угля в интервале температур 100-900  $^{\circ}\text{C}$ .

#### *Вопросы по разделам 9-10*

1. Характеристика предпластического нагрева. Процессы, протекающие в этом температурном интервале.
2. Стадия пластического состояния. Особенности перехода угля в пластическое состояние.
3. Процессы, протекающие в ОМУ в пластическом состоянии. Реакции гидрирования-дегидрирования.
4. Особенности процессов жидкофазной и твердофазной поликонденсации.
5. Показатели качества пластической массы (количество, вязкость, продолжительность пребывания угля в пластическом состоянии, количество зон пластического контакта между зернами угля).
6. Факторы, определяющие свойства пластической массы (уровень метаморфизма углей, петрографический состав, температурные интервалы пластичности, скорость нагрева, размер угольных зерен, добавки смоличтых высокомолекулярных органических соединений и др.).
7. Стадия образования полукокса. Понятия о спекаемости и коксуемости угля.
8. Факторы, определяющие спекаемость угля (характеристика угля, крупность угольных зерен, скорость нагрева, уплотнение угольной загрузки, минеральные добавки, органические добавки).
9. Методы определения спекаемости каменного угля. Показатели спекаемости.
10. Характеристика пластических свойств угля по методу Сапожникова. Пластометрическая кривая. Виды пластометрической кривой.
11. Переход полукокса в кокс. Механизм процесса.
12. Влияние усадки полукокса-кокса на показатели его крупности.
13. Прочность кокса. Виды прочности.
14. Дробимость и истираемость кокса. Показатели.
15. Методы определения коксуемости каменного угля.
16. Деструктивная гидрогенизация ( ДГ) твердых топлив. Цель, способы.
17. Теоретические основы ДГ.
18. Сырье, используемое для ДГ.
19. Факторы, влияющие на процесс ДГ
20. Влияние гидрогенизации на спекаемость бурых и каменных углей

Примеры расчетных заданий:

1. Определить теплотворную способность ( $Q_H$ ) угля, элементный состав которого следующий

Элемент	C	H	S	N	O	W	A
Содержание, масс. %	37,2	2,6	0,6	0,4	12	40	7,2

Решение. Подставим приведенные в таблице данные в формулу Менделеева:

$$Q_H = 0,339[C] + 1,025[H] + 0,1085[S] - 0,1085[O] =$$

$$= 0,339 \cdot 37,2 + 1,025 \cdot 2,6 + 0,1085 \cdot 0,6 - 0,1085 \cdot 12 = 13,0 \text{ МДж/кг.}$$

Ответ: 13 МДж/кг.

2. Определить теплоту сгорания смеси газов состава  $\varphi$ , об. %:  $H_2$ -87;  $CH_4$ -2,5;  $C_2H_2$ -0,5;  $CO_2$ -10.

Решение. Низшую теплоту сгорания  $1 \text{ м}^3$  смеси газов данного состава рассчитаем по формуле

$$Q_H(\text{см}) = 0,108[H_2] + 0,358[CH_4] + 0,560[C_2H_2] =$$

$$= 0,108 \cdot 87 + 0,358 \cdot 2,5 + 0,560 \cdot 0,5 = 10,571 \text{ МДж/м}^3.$$

Ответ: 10,571 МДж/кг.

3. При обогащении труднообогатимого угля были получены: концентрат с зольностью 10%, промежуточный продукт, содержащий 30% минеральных веществ, при выходе 4,5% и отходы зольностью 72%, выход их составил 25%. Определить зольность рядового угля.

Решение. Находим процентный выход ( $A_{p.y.}$ ) концентрата:

$$100 - 4,5 - 25 = 70,5\%.$$

Зольность рядового угля равна:

$$A_{p.y.} = (10 \cdot 70,5 + 30 \cdot 4,5 + 72 \cdot 25) / 100 = 26,4\%$$

4. При испытании на обогатимость углей двух различных месторождений методом расслоения проб в тяжелых жидкостях получены следующие результаты по выходу:

проба 1: промежуточных фракций с плотностью  $1400-1800 \text{ кг/нм}^3$  – 3,76%; беспородных с плотностью  $< 1800 \text{ кг/нм}^3$  – 84,9%;

проба 2: промежуточных - 29,0%; беспородных - 71,2%.

Определить категорию обогатимости этих углей.

Решение.

Обогатимость равна

$$T = (\gamma_{пр} / \gamma_{бп}) \cdot 100, \%$$

где  $\gamma_{пр}$  – выход промежуточных фракций,  $\gamma$  –  $1400-1800 \text{ кг/нм}^3$ ,

$\gamma_{бп}$  – выход беспородной массы,  $\gamma < 1800 \text{ кг/нм}^3$ .

Таким образом:

$$1. (3,76/84,9) \cdot 100 = 4,43\%, \text{ т. е. легкая;}$$

2.  $(29,0/71,2) \cdot 100 = 40,7\%$ , т. е. очень трудная.

5. Плотность насыпной массы шихты уменьшилась с 775 до 760 кг/м<sup>3</sup> при неизменной влаге и других параметрах ее качества. Как изменится расход газа на обогрев батареи для сохранения постоянным уровня готовности кокса? Прежнее значение общего расхода газа - 11220 м<sup>3</sup>/ч.

Решение. Количество коксуемой шихты (кг) в первом случае  $775 \cdot V_k$ , во - случае  $760 \cdot V_k$  ( $V_k$  - полезный объем камеры коксования).

С уменьшением плотности насыпной массы шихты количество коксуемой шихты уменьшилось в  $775 \cdot V_k / (760 \cdot V_k) = 1,0197$  раз, следовательно, расход отопительного газа уменьшится во столько же раз и составит:

$$11220 : 1,0197 = 11003 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

6. При обогреве доменным газом изменение коэффициента избытка воздуха с 1,3 на 1,5 привело к увеличению количества продуктов горения с 1,85 до 2 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> газа. Температура продуктов горения 300 °С, теплоемкость - 1,47 кДж/(м<sup>3</sup>·К). Определить дополнительный унос тепла на 1 м<sup>3</sup> газа. На сколько процентов увеличится расход тепла на обогрев при теплоте сгорания газа 4000 кДж/м<sup>3</sup>.

Решение. Дополнительный унос тепла связан с повышенной плотностью продуктов сгорания доменного газа по сравнению с плотностью продуктов сгорания коксовым газом. Для 1 м<sup>3</sup> газа он составит:

$$Q_{\text{доп}} = (2 - 1,85) 1,47 \cdot 300 = 65,5 \text{ кДж}.$$

Расход тепла на обогрев увеличится на  $(65,5/4000) 100 = 1,64 \%$ .

7. Известно, что удельный расход тепла на коксование влажной шихты ( $W = 10\%$ ) составляет  $q_{\text{вш}} = 2700$  кДж/кг. Определить удельный расход тепла на коксование сухой шихты  $q_{\text{сш}}$ .

Решение. Воспользуемся формулой

$$q_{\text{вш}} = q_{\text{сш}} \frac{100 - w}{100} + q_w \frac{w}{100};$$

$q_{\text{вш}}$  — удельный расход тепла на коксование 1 кг сухой шихты, кДж/кг;

$q_w$  — удельный расход тепла на испарение 1 кг воды и перегрев водяных паров, кДж/кг. Если принять энтальпию 1 кг водяных паров при 0° С 2490 кДж/кг, а теплоту перегрева  $c \cdot t = 2,04 \cdot 650 = 1320$  кДж/кг, то при к. п. д. печей 75 %,  $q_w = 5070$  кДж/кг/ Фактически эта величина может доходить до 5800 кДж/кг.

Выразим  $q_{\text{сш}}$ :

$$q_{\text{сш}} = \frac{q_{\text{вш}} - 58w}{100 - w} = \frac{2700 - 58 \cdot 10}{100 - 10} 100 = 2356 \text{ кДж/кг}.$$

### Примерные темы рефератов

1. Оценка видов природных энергоносителей как сырья для термической и термохимической переработки.
2. Современное состояние и основные тенденции в развитии технологии переработки природных энергоносителей в России и в мире.
3. Теоретическое и практическое значение физических свойств как природных топлив, так и твердых продуктов их термической переработки.



4. Пористость углей. Классификация, характеристика и методы изучения пор углей. Методы исследования суммарной внутренней поверхности углей.
5. Оптические свойства твердых топлив. Отражательная способность петрографических ингредиентов и степень метаморфизма.
6. Хроматография как метод исследования в углехимии
7. Методы ИК-спектроскопии в исследовании углей.
8. Растворение углей как метод познания их структуры и как метод получения из угля жидких продуктов практического назначения.
9. Растворение углей в донорах водорода и в присутствии водорода. Реакционная способность угля, выявленная при растворении. Управление реакционной способностью угля.
10. Низшая и высшая теплота сгорания. Связь выхода летучих, элементного состава топлив с теплотой сгорания. Анализ расчетных формул для вычисления теплоты сгорания по элементному составу.
11. Развитие технологии коксования твердых природных энергоносителей в России и в мире.
12. Превращение в пластическое состояние как результат термической деструкции угля. Свойства углей в пластическом состоянии: вязкость газопроницаемость, динамика газовыделения, температурные интервалы.
13. Спекаемость, спекающая способность и коксуемость углей. Методы их определения.
14. Значение и необходимость обогащения углей. Теоретические основы обогащения. Оценка степени обогащения.
15. Основные принципы расчета и составления угольных шихт для производства металлургического кокса.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ОПК-3 готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– состав, физические, физико-химические свойства природных энергоносителей;</li> <li>– химию и термодинамическое описание основных процессов переработки природных энергоносителей и получения целевых продуктов</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элементный состав ТГИ, содержание влаги, выход летучих в зависимости от степени углефикации</li> <li>2. Общая характеристика бурых углей, каменных углей, антрацитов</li> <li>3. Метаморфизм углей, факторы, влияющие на него</li> <li>4. Характеристика химического элемента: углерод. Аллотропные формы углерода, его валентные состояния в этих формах, типы связей, кристаллические решетки.</li> <li>5. Строение органической массы ТГИ. Мицеллярные, макромолекулярные и полимерная гипотезы строения.</li> <li>6. Закономерности строения ядерной и периферической частей структурных единиц макромолекул с изменением стадии метаморфизма.</li> <li>7. Строение ядерной и периферийной частей структурных единиц макромолекул петрографических микрокомпонентов углей (витринита, инертинита и липтинита).</li> <li>8. Современные представления о молекулярном строении органической массы ТГИ.</li> <li>9. Модели строения и их надмолекулярная структура.</li> <li>10. Петрографический состав ископаемых углей</li> <li>11. Мацералы, их группы. Характеристика мацералов. Диагностика мацералов по показателю отражения</li> <li>12. Литотипы и строение углей</li> <li>13. Минеральные примеси ТГИ, их основные превращения.</li> <li>14. Содержание минеральных примесей в ТГИ. Поведение минеральных компонентов при сжигании и при пиролизе.</li> <li>15. Дайте определение зольности топлива, и напишите формулы пересчета на сухую и рабочую массы топлива. Сущность определения зольности.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>16. Содержание сернистых соединений в ТГИ. Сущность определения. Виды серы и влияние их на качественные показатели угля и кокса.</p> <p>17. Что называется летучими веществами, и какие соединения входят в их состав? Определение выхода летучих веществ.</p> <p>18. Выход летучих веществ из ТГИ. Влияние природы, стадии метаморфизма и петрографического состава топлива на выход летучих веществ и показатели качества продукции пиролиза ТГИ.</p> <p>19. Какие из природных энергетических топлив характеризуются наибольшим выходом летучих веществ и почему?</p> <p>20. Приведите классификацию нелетучего остатка. От чего зависит выход и свойства твердых нелетучих остатков?</p> <p>21. Теплота сгорания топлива. Ее зависимость от различных факторов. Что понимают под удельной теплотой сгорания?</p> <p>22. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Чем объясняется различие между ними? В чем заключается сущность метода определения теплоты сгорания топлива? Какой показатель энергетической ценности топлива принято использовать при расчетах расхода топлива?</p> <p>23. Какие элементы входят в состав твердого топлива? Какие из них являются горючими и негорючими?</p> <p>24. Какие элементы являются балластом и почему?</p> <p>25. Какие виды серы входят в состав топлива?</p> <p>26. Что включает в себя элементный анализ ТГИ? Где используются данные этого анализа?</p> <p>27. Какими способами можно определить элементный состав топлива? Как выражается элементный состав рабочей массы, аналитической массы, сухой массы, сухой беззольной (горючей) массы, органической массы топлива?</p> <p>28. Элементный состав ТГИ, закономерности его изменения в зависимости от природы, стадии метаморфизма и петрографического состава.</p> <p>29. Влияние элементного состава ТГИ на теплоту сгорания топлива.</p> <p>30. Групповой химический состав ТГИ по данным изучения продуктов экстракции минеральны-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ми реагентами.</p> <p>31. Групповой химический состав ТГИ по данным исследования продуктов экстракции органическими реагентами.</p> <p>32. Обогащение ТГИ. Показатель обогатимости. Принципы гравитационного и флотационного обогащения.</p> <p>33. Методы разделения горючих ископаемых и продуктов их переработки: экстракция, перегонка и ректификация.</p> <p>34. Методы разделения горючих ископаемых и продуктов их переработки: адсорбция, абсорбция, мембранные методы.</p> <p>35. Методы разделения горючих ископаемых и продуктов их переработки: кристаллизация, комплексообразование.</p> <p>36. Физические и физико-химические методы исследования горючих ископаемых и продуктов их переработки. Их сущность, область применения</p> <p>37. Термическая деструкция углей. Закономерности процессов термической деструкции. Термическая устойчивость как функция энергии связи.</p> <p>38. Пиролиз ОМУ. Общая схема, этапы термической деструкции. Классификация последовательно-параллельных процессов термической деструкции каменного угля.</p> <p>39. Закономерности разрыва химических связей в ОМУ при пиролизе.</p> <p>40. Общие закономерности разрушения различных структур ОМУ при пиролизе (парафиновые, нафтеновые, ароматические, алкилароматические с короткой и длинной цепью, диеновый синтез).</p> <p>41. Особенности термической деструкции различных классов УВ при низких и высоких температурах. Ряды стабильности УВ при равном числе атомов углерода в молекуле.</p> <p>42. Реакции парогазовых продуктов с образовавшимся полукоксом -коксом.</p> <p>43. Кинетические исследования процесса пиролиза углей. Цель и задачи кинетического исследования.</p> <p>44. Методы термического анализа: Дериватография. Дериватографические кривые: ТГ, ДТГ, ДТА, Т. Основные периоды термических превращений ТГИ.</p> <p>45. Кинетическая схема и кинетическая модель пиролиза каменного угля</p> <p>46. Температурные интервалы пиролиза каменного угля. Краткая характеристика процессов и продуктов пиролиза.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		47. Общая схема пиролиза каменного угля (Н.С. Грязнова). Ее краткая характеристика. 48. Примерный выход продуктов пиролиза каменного угля при полукоксовании и коксовании. Чем он определяется? 49. Проанализируйте характер выхода CO, CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> при пиролизе угля в интервале температур 100-900 0С.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить термодинамические и кинетические расчеты технологических процессов, рассчитывать основные характеристики химического процесса с использованием справочных данных;</li> <li>– составлять материальные балансы процессов переработки природных энергоносителей;</li> <li>– использовать знания о молекулярном строении органической массы углей для составления шихты, обеспечивающей получение кокса заданного качества</li> <li>– исследовать и проводить эксперименты в области химии и химической технологии топлива</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какими способами можно увеличить равновесное превращение при протекании реакций  <math display="block">CO + H_2O = CO_2 + H_2 + Q_p; \quad C_4H_{10} = C_4H_8 + H_2 - Q_p.</math>           Напишите выражение для константы равновесия.</li> <li>2. При обжиге шихты, содержащей 10т известняка и кокс определить: а) расход кокса состава (мас.%): C - 91; зола – 7; влага – 2; б) состав обжиговых газов (об.%); в) тепловой эффект реакции обжига. Степень разложения при обжиге известняка 95%. Воздух подается с 40% избытком.</li> <li>3. Составить материальный и тепловой баланс процесса получения водорода каталитической конверсией метана. Состав исходной газовой смеси (м<sup>3</sup>): CH<sub>4</sub> - 100,0; H<sub>2</sub>O - 250,0. Потери теплоты составляют 4% от прихода. Температура смеси на входе в реактор - 380°С, на выходе 800°С. Процесс идет по реакции: <math>CH_4 + H_2O = CO + 3H_2 - 206200 \text{ кДж/моль}</math></li> <li>4. При лабораторных испытаниях был получен элементный состав кузнецкого угля на горючую массу, %: C<sup>daf</sup>=84,0, H<sup>daf</sup>= 4,5; N<sup>daf</sup>=2,0; O<sup>daf</sup>=9,0; S<sup>daf</sup>= 0,5. Влажность и зольность на рабочую массу составила: W<sup>r</sup>=12,0; A<sup>r</sup>=11,4 %. Определите состав рабочей массы угля.</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками химико-технологических расчетов на основе знаний о кинетике, термодинамике и механизме химических реакций, лежащих в основе промышленных процессов переработки горючих</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитайте массу и объем сухого воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг угля с массовой долей: C -0,862, H<sub>2</sub> – 0,046, N<sub>2</sub>– 0,012, влаги -0,010, золы – 0,070.</li> <li>2. Рассчитать теоретический объем воздуха необходимый для полного сгорания 1 кг диэтилового эфира C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> при температуре 10 °С и давлении 1,2 ат.</li> </ol>

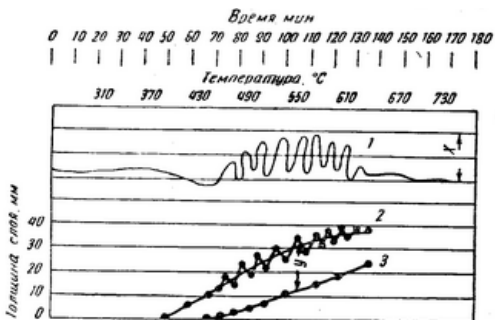
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>ископаемых</p> <p>– навыками проведения экспериментального исследования в области химии и химической технологии топлива;</p>	<p>3. У фурм доменной печи сгорает 50000 кг угля в час (содержание углерода в угле 80%). Рассчитать теоретическое количество сухого воздуха (<math>\text{м}^3/\text{мин}</math>), необходимое для горения угля, если весь углерод сгорает до <math>\text{CO}</math>. (<math>2963 \text{ м}^3/\text{мин}</math>).</p> <p>4. Доменный газ состава (об.%): оксид углерода (II) <math>\text{CO}</math> – 28, водород <math>\text{H}_2</math> – 3, <math>\text{CO}_2</math> – 12, метан <math>\text{CH}_4</math> – 0,6, <math>\text{C}_2\text{H}_4</math> – 0,2, азот <math>\text{N}_2</math> – 56,2. Горение протекает с 20 % избытком воздуха. (<math>10,1 \text{ м}^3</math>). Рассчитать а) теоретически необходимое количество воздуха для сжигания <math>1 \text{ м}^3</math> доменного газа; б) состав продуктов горения.</p> <p>5. Назовите общие закономерности разрушения различных структур ОМУ при пиролизе (парафиновые, нафтеновые, ароматические, алкилароматические с короткой и длинной цепью, диеновый синтез). Какие продукты при этом получают?</p> <p>6.</p>  <p>Что изображено на рис.? Опишите работу этой установки.</p>
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способы регулирования технологических показателей химико-технологических процессов</li> <li>– технологии получения продукции с заданными физико-химическими и эксплуатационными свойствами.</li> <li>– механизм образования металлургического кокса</li> <li>– физико-химические свойства углей различной стадии метаморфизма и поведение их при коксовании.</li> <li>– методы анализа природных энергоносителей и продуктов их переработки.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристика предпластического нагрева. Процессы, протекающие в этом температурном интервале.</li> <li>2. Стадия пластического состояния. Особенности перехода угля в пластическое состояние.</li> <li>3. Процессы, протекающие в ОМУ в пластическом состоянии. Реакции гидрирования-дегидрирования.</li> <li>4. Особенности процессов жидкофазной и твердофазной поликонденсации.</li> <li>5. Показатели качества пластической массы (количество, вязкость, продолжительность пребывания угля в пластическом состоянии, количество зон пластического контакта между зернами угля).</li> <li>6. Факторы, определяющие свойства пластической массы (уровень метаморфизма углей, петрографический состав, температурные интервалы пластичности, скорость нагрева, размер угольных зерен, добавки смоличтых высокомолекулярных органических соединений и др.).</li> <li>7. Стадия образования полукокса. Понятия о спекаемости и коксуемости угля.</li> <li>8. Факторы, определяющие спекаемость угля (характеристика угля, крупность угольных зерен, скорость нагрева, уплотнение угольной загрузки, минеральные добавки, органические добавки).</li> <li>9. Методы определения спекаемости каменного угля. Показатели спекаемости.</li> <li>10. Характеристика пластических свойств угля по методу Сапожникова. Пластометрическая кривая. Виды пластометрической кривой.</li> <li>11. Переход полукокса в кокс. Механизм процесса.</li> <li>12. Влияние усадки полукокса-кокса на показатели его крупности.</li> <li>13. Прочность кокса. Виды прочности.</li> <li>14. Дробимость и истираемость кокса. Показатели.</li> <li>15. Методы определения коксуемости каменного угля.</li> <li>16. Деструктивная гидрогенизация ( ДГ) твердых топлив. Цель, способы.</li> <li>17. Теоретические основы ДГ.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>18. Сырье, используемое для ДГ.</p> <p>19. Факторы, влияющие на процесс ДГ</p> <p>20. Влияние гидрогенизации на спекаемость бурых и каменных углей</p> <p>21. Дайте определение понятиям: партия, объединенная проба, точечная проба, лабораторная проба, аналитическая проба, рабочее состояние топлива, аналитическое состояние топлива, сухое состояние топлива, сухое беззольное состояние топлива. Обозначения.</p> <p>22. Показатели технического анализа ТГИ. Содержание влаги. Определение массовой доли влаги. Влияние природы, стадии метаморфизма, петрографического состава на влажность твёрдого топлива.</p> <p>23. Определение зольности топлива.</p> <p>24. Определение сернистых соединений в ТГИ.</p> <p>25. Определение выхода летучих веществ.</p> <p>26. Выход летучих веществ из ТГИ. Влияние природы, стадии метаморфизма и петрографического состава топлива на выход летучих веществ и показатели качества продукции пиролиза ТГИ.</p> <p>27. Какие из природных энергетических топлив характеризуются наибольшим выходом летучих веществ и почему?</p> <p>28. Теплота сгорания топлива. Ее зависимость от различных факторов. Что понимают под удельной теплотой сгорания?</p> <p>29. Что включает в себя элементный анализ ТГИ? Где используются данные этого анализа?</p> <p>30. Какими способами можно определить элементный состав топлива?</p> <p>31. Групповой химический состав ТГИ по данным изучения продуктов экстракции минеральными реагентами.</p> <p>32. Групповой химический состав ТГИ по данным исследования продуктов экстракции органическими реагентами.</p>
Уметь	– выбирать метод переработки природных энергоносителей	1. В цехе размерами 90x20x6 м <sup>3</sup> из-за разгерметизации оборудования испарилось 10 кг аммиака. Температура воздуха в цехе 20 °С, давление P= 750 мм рт.ст. Рассчитать



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять расчеты ХТП переработки природных энергоносителей, составлять материальные и тепловые балансы</li> <li>– составлять теоретически обоснованную угольную шихту с учетом элементного состава углей для получения кокса высокого качества.</li> <li>– обосновывать принятие конкретного технологического решения при разработке технологических процессов;</li> <li>– проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему производства заданного продукта.</li> </ul>	<p>объемную концентрацию аммиака в воздухе и определить взрывоопасной ли получилась его смесь с воздухом, если считать, что пары аммиака равномерно распределились по всему свободному объему помещения? Значение коэффициента, учитывающего, что часть объема помещения занята оборудованием, принять равным 0,8. Концентрационные пределы воспламенения аммиака составляют, об. %: нижний -15,0, верхний – 28.</p> <p>2. При испытании на обогатимость углей двух различных месторождений методом расщепления проб в тяжелых жидкостях получены следующие результаты по выходу:          проба 1: промежуточных фракций с плотностью 1400–1800 кг/м<sup>3</sup> – 3,76%; беспородных с плотностью &lt; 1800 кг/м<sup>3</sup> – 84,9%;          проба 2: промежуточных - 29,0%; беспородных - 71,2%.          Определить категорию обогатимости этих углей.</p> <p>3. Выполнить пересчет результатов анализа твердого топлива для различных его состояний. При лабораторных испытаниях был получен элементный состав кузнецкого угля на горючую массу, %: C<sup>daf</sup>=84,0, H<sup>daf</sup>= 4,5; N<sup>daf</sup>=2,0; O<sup>daf</sup>=9,0; S<sup>daf</sup>= 0,5. Влажность и зольность на рабочую массу составила: W<sup>r</sup>=12,0; A<sup>r</sup>=11,4 %. Определите состав рабочей массы угля.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками практических расчетов при исследовании реальных химических процессов переработки природных энергоносителей;</li> <li>– методами оценки качественных показателей продуктов коксования углей</li> <li>– навыками принятия обоснованных технологических решений при организации ХТП;</li> <li>– навыками обработки и анализа данных,</li> </ul>	<p>1. При обогащении труднообогатимого угля были получены: концентрат с зольностью 10%, промежуточный продукт, содержащий 30% минеральных веществ, при выходе 4,5% и отходы зольностью 72%, выход их составил 25%. Определить зольность рядового угля.</p> <p>2. Плотность насыпной массы шихты уменьшилась с 775 до 760 кг/м<sup>3</sup> при неизменной влаге и других параметрах ее качества. Как изменится расход газа на обогрев батареи для сохранения постоянным уровня готовности кокса? Прежнее значение общего расхода газа - 11220 м<sup>3</sup>/ч.</p> <p>3. Что изображено на рис.? Какую информацию можно получить из анализа этих кри-</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, интерпретации полученных результатов</p> <p>– навыками работы на лабораторных установках.</p>	<p>вых?</p>  <p>4. Назовите температурные интервалы пиролиза каменного угля. Дайте краткую характеристику процессов и продуктов пиролиза. Каков примерный выход продуктов пиролиза каменного угля при полукоксовании и коксовании. Чем он определяется?</p> <p>5. Высшая и низшая теплота сгорания топлива. Чем объясняется различие между ними? В чем заключается сущность метода определения теплоты сгорания топлива? Какой показатель энергетической ценности топлива принято использовать при расчетах расхода топлива?</p> <p>6. Назовите марки углей. Как изменится качество кокса при изменении содержания отдельных марок углей?</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теоретические основы химической технологии топлив и углеродных материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;
- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла и ниже) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации

- неправильная оценка предложенной ситуации;
- отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература

1. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Кауфман А.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых [Текст]: учебное пособие. Санкт-Петербург. Недра. 2009. - 827 с.
2. Авдохин В.М. Обогащение углей. Учебник для вузов: В 2-х том. [Электронный ресурс]: М.: Горная книга, 2012. - 424 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pll\\_id=66424](http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_id=66424). Загл. с экрана - ISBN 978-5-98672-308-2.
3. Пучков Л.А., Воробьев Б.М., Васючков Ю.Ф. [Углеэнергетический комплекс будущего](#) [Электрон. ресурс]: М: Изд. «Горная книга», 2007- 245 с / Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа : <http://www.magtu.ru/> - <http://e.lanbook.com/> - Загл. с экрана. - 5-7418-0476-6
4. Неведров, А.В. Химия природных энергоносителей [Электрон. ресурс]: учебное пособие / А.В. Неведров, Е.В. Васильева, А.В. Папин. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. — 165 с. — ISBN 978-5-00137-054-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122219> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### б) Дополнительная литература:

1. Петухов В. Н. Основы теории и практика применения флотационных реагентов при обогащении углей для коксования [Текст] : монография / В. Н. Петухов ; МГТУ. – Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 453 с. : ил., граф., табл., схем. - ISBN 978-5-9967-0795-9
2. Бедрань Н.Г. Обогащение углей М. Недра, 1988.
3. Нестеренко Л.Л., Бирюков Ю.Б., 4. Лебедев В.А. Основы химии и физики горючих ископаемых. Киев «Вища школа», 1987 г. 5. Козловский Е.А. Минерально-сырьевая база угольной промышленности. В 2-х томах. Т.1 [Электрон. ресурс]. - М: "Горная книга, 1999 – 648 с. - Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа : <http://www.magtu.ru/> - <http://e.lanbook.com/> - Загл. с экрана - 5-7418-0093-9
4. Козловский Е.А. Минерально-сырьевая база угольной промышленности. В 2-х томах. Т.2 [Электрон. ресурс]. - М: "Горная книга, 1999 – 448 с. - Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа : <http://www.magtu.ru/> - <http://e.lanbook.com/> - Загл. с экрана - 5-7418-0102-1
5. Общероссийский классификатор стандартов Угли. <http://gost.prototypes.ru/oks/73.040>
6. Краснянский Г.Л., Ревазов М.А. Современное состояние угольной промышленности и перспективы инновационного развития [Электрон. ресурс]: - М: "Горная книга, 2010 – 36 с. - Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа : <http://www.magtu.ru/> - <http://e.lanbook.com/> - Загл. с экрана - 0236-1493-18
7. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения. Учебник. М.: МГТУ. Горная книга, 2008, 707 с. - 3<sup>е</sup> издание переработанное и дополненное.
8. Зашквара В.Г. Подготовка углей для коксования. М. Гостопиздат, 1967.

### в) Перечень учебных методических указаний

1. Петухов В.Н., Волощук Т.Г. Технический анализ углей: методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов для студентов направления 240100.62, 221700.62. Магнитогорск, изд. МГТУ им. Г.И. Носова, 2014.
2. Петухов В.Н., Волощук Т.Г. Технология флотационного обогащения минерального сырья и углей: Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Химическая технология топлив и углеродных материалов», «Подготовка углей к коксованию» для

студентов специальностей 240403.65; 240162.62; 200503.65 всех форм обучения. Магнитогорск, изд.МГТУ им. Г.И.Носова,2012-22с.

3.. Петухов В. Н. Методы испытания спекающей и коксующей способности каменных углей и шихты [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Петухов, Т. Г. Волощук ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=46.pdf&show=dcatalogues/1/1121323/46.pdf&view=true>. - Макрообъект.

*Методические рекомендации для подготовки к экзамену*

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется заносить в тетрадь основные понятия, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Перед сдачей экзамена следует просмотреть выполненное и проверенное преподавателем домашнее контрольное задание, вспомнить ход решения задач, ответить на замечания преподавателя или внести исправления, посмотреть отчеты по лабораторным работам.

В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория по химической технологии топлива	Оборудование и реактивы для выполнения лабораторных работ: <ul style="list-style-type: none"> <li>- муфельные шкафы;</li> <li>- аналитические весы;</li> <li>- плитки электрические;</li> <li>- химические реактивы, химическая посуда, водяные бани, термометры и т.д.</li> <li>- колбонагреватели электрические, холодильники, термометры,</li> <li>- приборы Жукова,</li> <li>- сушильный шкаф,</li> <li>- набор ареометров,</li> <li>- бюретки Котвинкеля,</li> <li>- титриметрические установки,</li> <li>- установки для разгонки смолы и сырого бензола</li> </ul>
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных аттестаций	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office с выходом в интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования; Инструменты для ремонта лабораторного оборудования