

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»



**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель приемной комиссии

А.Н. Яковлев

« 28 » 10 2022 г.

Председатель экзаменационной  
комиссии

К.С. Костиков

« 28 » 10 2022 г.

**ПРОГРАММА**

вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру  
по научной специальности

2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

## 1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ, разработана на основании федеральных образовательных стандартов высшего образования магистратуры и одобрена на заседании кафедры Химической технологии твердого топлива.

1.2. Вступительные испытания для поступающих в аспирантуру проводятся с целью определения степени готовности поступающего к освоению основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

1.3. Для всех поступающих, обязательным является прохождение вступительного испытания в письменной форме. Поступающий должен показать знания программного содержания теоретических дисциплин по химии природных энергоносителей, теории химических процессов природных энергоносителей и углеродных материалов, технологии углеграфитных материалов.

1.4. Экзамен проводится с использованием экзаменационных билетов. Экзаменационные билеты разрабатываются кафедрой химической технологии твердого топлива на основе программы подготовки магистров по направлению 18.04.01 «Химическая технология» и утверждаются председателем приемной комиссии.

1.5. Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса, на которые необходимо дать развернутые и полные ответы. Поступающие на выданных листах бумаги в правом верхнем углу от руки пишут свою фамилию, по центру – номер билета и в порядке очередности – формулировку вопросов билета и ответы на них. Письменные ответы делаются в произвольной форме.

1.6. Результаты вступительного испытания оцениваются по **100-балльной шкале**. Общее количество баллов распределяется следующим образом: каждый вопрос – не более **50 баллов**. Минимальный пороговый балл для прохождения вступительного испытания в письменной форме составляет **50 баллов**.

## **2. Содержание программы вступительных испытаний для поступающих в аспирантуру по научной специальности**

### **2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ**

#### **2.1. Химия природных энергоносителей**

Теории происхождения. Торфяная стадия углеобразования. Химический состав растений-углеобразователей. Разложение растений в природе (тление, гумификация, оторфенение, гниение). Геохимические, биохимические и физико-химические процессы преобразования исходного растительного материала на стадии торфогенеза. Типы болот.

Углефикация. Виды метаморфизма углей. Понятия углефикации, диагенеза, метагенеза, катагенеза. Генетические классификации углей. Общая систематика ТГИ и их отличительные признаки (торф, бурые угли, каменные угли, антрациты, сапропели, богхеды, горючие сланцы).

Петрографический состав ТГИ. Методы исследования и разделения петрографических компонентов. Влияние петрографического состава на химические, физические и химико-технологические свойства углей.

Химический состав и строение ТГИ. Классификация минеральных веществ углей. Способы выделения и концентрирования минеральных веществ. Превращение минеральных компонентов при термической переработке ТГИ в окислительной и восстановительной среде. Содержание минеральных компонентов в углях различного петрографического состава и генетического типа. Редкие элементы в углях.

Сера в углях: общая, органическая, пиритная, сульфатная. Происхождение различных видов серы. Способы определения. Формы органической серы. Превращения сернистых соединений в окислительной и восстановительной среде.

Элементный состав углей. Содержания основных элементов в органической массе углей (углерод, водород, азот, кислород). Сравнение ТГИ различных генетических и петрографических типов по элементному составу.

Характеристика ТГИ по данным технического анализа. Влага углей. Виды влаги и методы их определения. Влияние влаги на свойства ТГИ. Выход летучих веществ из углей. Изменение выхода летучих веществ в ряду метаморфизма углей. Состав летучих продуктов. Характеристика твердых нелетучих остатков. Зольность углей. Методы определения зольности. Химический состав золы. Теплота сгорания различных видов ТГИ. Определение теплоты сгорания ТГИ калориметрическим методом. Расчетные методы определения теплоты сгорания по данным элементного состава.

Физические свойства углей. Плотность, пористость и удельная поверхность ТГИ. Механические свойства углей (прочность, твердость, пластичность, упругость, хрупкость, дробимость, микротвердость). Электрофизические, оптические и теплофизические свойства. Химические свойства углей.

Основы термической деструкции углей. Поведение углей при пиролизе. Термическая устойчивость различных типов связей. Теоретические основы термической деструкции углей. Термогравиметрический анализ. Виды термической деструкции: полукоксование, коксование. Спекающая способность углей. Понятие пластической массы. Методы изучения спекаемости.

## **2.2. Теория химических процессов природных энергоносителей и углеродных материалов**

Химическая технология переработки нефтей и газоконденсата. Технология переработки нефти и газоконденсата. Состав нефти и газоконденсата, методы их подготовки к переработке и разделению. Атмосферная перегонка нефти и газоконденсата. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Технологические основы разделения и очистки дистиллятов и остатков перегонки нефти с применением разных реагентов. Деасфальтизация и депарафинизация нефтей и нефтепродуктов. Термический крекинг под давлением, коксование нефтяных остатков, термоокислительные процессы в производстве битумов и пеков. Процесс пиролиза и его значение. Каталитические процессы, риформинг, каталитическая изомеризация углеводородов, гидроочистка и гидрообессеривание дистиллятов, гидрокрекинг.

Химическая технология переработки твердых горючих ископаемых. Процессы полукоксования и среднетемпературного коксования твердых топлив. Коксование углей. Основные направления развития современных коксохимических производств. Энергохимическая переработка твердых горючих ископаемых. Процесс газификации твердых горючих ископаемых. Технологические процессы терморастворения и гидрогенизации твердых горючих ископаемых. Пиролиз древесины. Состав, свойства и область применения продуктов пиролиза.

Технология углеродных материалов. Область применения углеродных материалов и сырье для их производства. Пористые углеродные адсорбенты. Их свойства, область применения и способы получения. Аллотропные модификации углерода. Свойства, область применения и технология производства синтетических алмазов. Углеродные материалы: сырье, свойства, область применения и технология производства. Углеродные волокна и композиционные материалы на их основе: сырье, область применения, свойства и способы получения.

## **2.3. Технология углеродных материалов**

Современное состояние использования углеродных материалов. Состав и свойства природного углерода. Общие свойства углеродных материалов: физические, механические, химические.

Производство углеграфитных материалов. Основные аспекты производства углеграфитных материалов. Сырьевые материалы. Твёрдые углеродистые материалы: антрацит, коксы, графит, сажа.

Технология подготовки сырьевых материалов. Составление производственных рецептур. Принципы составления рецептур. Измельчение и рассев углеродистых материалов. Общие сведения. Технология приготовления массы. Смешивание.

Принципиальная схема производства углеграфитных материалов. Технология измельчения углеродистых материалов. Разделение измельчённых материалов на фракции. Сита.

Технология получения углеграфитных материалов. Прокаливание углеродистых материалов. Физико-химические процессы, протекающие при прокаливании. Прессование. Методы прессования. Физические процессы, протекающие при прессовании углеграфитовых масс.

Обжиг. Химические процессы при коксовании. Влияние скорости обжига. Влияние природы углеродистых материалов. Прочность спекания. Деформация изделий в процессе обжига. Режим обжига изделий. Вспомогательные материалы. Технология обжига различных углеграфитовых материалов. Обжиг крупных изделий. Обжиг мелких изделий

Углеродные композиционные материалы. Графитация. Теоретические основы графитации. Карбидная, или химическая, теория. Теория рекристаллизации. Новейшие теоретические представления. Изменение свойств углеграфитных веществ в процессе графитации. Технология графитации. Термическое рафинирование графитов.

### **3. Перечень вопросов, выносимых на вступительные испытания для поступающих в аспирантуру по научной специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ**

1. Горючие ископаемые и их виды; генетическая классификация Потонье.
2. Стадии и процессы углеобразования.
3. Состав и структура исходного растительного материала (групповой состав).
4. Петрографический состав углей. Литотипы углей и их характеристика.
5. Мацеральный состав углей. Характеристика мацеральных групп.
6. Применение методов петрографии в углехимических процессах.
7. Условия накопления растительного материала.
8. Гипотезы образования каменных углей.
9. Метаморфизм и его виды. Методы определения степени метаморфизма.
10. Влага углей.
11. Методы определения состава минеральной части углей. Химический состав зол углей. Редкие элементы в углях.
12. Выход летучих веществ. Классификация твёрдого нелетучего остатка.

13. Сера в углях. Классификация сернистых соединений.
14. Элементный состав углей.
15. Теплота сгорания углей.
16. Механические свойства углей.
17. Теории происхождения углей.
18. Влияние стадии метаморфизма на качественные характеристики углей.
19. Физические и химические свойства углей.
20. Коксование каменных углей. Физико-химические основы процесса коксования.
21. Продукты коксования и область их применения. Специальные виды кокса.
22. Процессы термической переработки твердых топлив.
23. Процесс полукоксования. Методы полукоксования.
24. Сырьё для процесса полукоксования. Продукты полукоксования и область их применения.
25. Процесс газификации твердого топлива. Методы газификации.
26. Подземная газификация. Область применения продуктов газификации.
27. Пиролиз древесины. Продукты пиролиза и область их применения.
28. Получение высокопористых углеродных материалов.
29. Аллотропные модификации углерода. Алмазы, их свойства и область применения. Синтетические алмазы, способы получения.
30. Фуллерены, свойства, получение и область применения.
31. Классификация и характеристика применяемых углеграфитовых материалов.
32. Дать характеристику общих свойств углеграфитовых материалов: физические, механические, химические.
33. Какое сырьё используется для получения углеграфитовых материалов?
34. Какие вещества используются в качестве связующего материала?
35. Физико-химические процессы, протекающие при прокаливании. Технология прокаливания.
36. Электрические печи, вращающиеся печи, роторные печи.
37. Физические основы измельчения. Технология измельчения углеродистых материалов и разделения измельчённых материалов на фракции.
38. Подбор гранулометрического состава. Выбор связующего. Принципы составления производственных рецептур электроуглей.
39. Технология приготовления массы. Технологические приёмы обработки массы.
40. Физические процессы, протекающие при прессовании углеграфитовых масс. Прессование в пресс-форму. Пластичность.
41. Технология прессования выдавливанием. Технология прессования в пресс-форму. Технология формования трамбованием.
42. Обжиг. Режим обжига изделий. Вспомогательные материалы. Технология обжига различных углеграфитовых материалов. Обжиг крупных и мелких изделий.

43. Теоретические основы графитации. Карбидная, или химическая, теория. Теория рекристаллизации. Новейшие теоретические представления.
44. Изменение свойств углеграфитовых веществ в процессе графитации. Технология графитации.

## 4. Литература

### 4.1. Основная литература

1. Школлер, М. Б. Современные энерготехнологические процессы глубокой переработки твердых топлив: учеб. пособие / М. Б. Школлер, С. Н. Дьяков, С. П. Субботин. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2012. – 287 с.
2. Шендрик, Т. Г. Глубокая переработка бурых углей с получением жидких топлив и углеродных материалов: учебное пособие / Т. Г. Шендрик, Н. В. Чесноков, В. И. Шарыпов, А. М. Осипов. – Новосибирск: СО РАН, 2012. – 212 с.  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=140435>
3. Крутский, Ю. Л. Производство углеграфитовых материалов: учебное пособие / Ю. Л. Крутский. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – 116 с.  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228850&sr=1>

### 4.2. Дополнительная литература

4. Трясунов, Б. Г. Технология коксования и оборудование коксовых батарей. Ч. 2. Улавливание химических продуктов коксования: учебное пособие / Б. Г. Трясунов. – ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева», Кемерово, 2012. – 182 с.  
<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90851&type=utchposob:common>
5. Гребенюк, А. Ф. Расчеты процессов коксового производства: пособие по проектированию / А. Ф. Гребенюк, А. И. Збыковский. – Донецк: Норд-Пресс, 2008. – 322 с.
6. Филоненко, Ю. Я. Введение в химическую технологию природных энергоносителей и углеродных материалов: учеб. пособие / Ю. Я. Филоненко, А. А. Кауфман, В. Ю. Филоненко. – Липецк: ЛЭГИ, 2008. – 82 с.
7. Ахметов, С. А. Технология переработки нефти, газа, и твердых горючих ископаемых: учебное пособие / С. А. Ахметов, М. Х. Ишмияров, А. А. Кауфман. – СПб.: Недра, 2009. – 832 с.
8. Кауфман, А. А. Технология коксохимического производства: учеб. пособие для вузов / А. А. Кауфман, Г. Д. Харлампович. – Екатеринбург: ВУХИН-НКА, 2005. – 288 с.
9. Брюханов, О. Н. Природные и искусственные газы: учебное пособие / О. Н. Брюханов, В. А. Жила. – М.: Академия, 2004. – 208 с.

10. Каталымов, А. В. Переработка твердого топлива: учеб пособие для вузов / А. В. Каталымов, А. И. Кобяков. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – 248 с.

11. Макаров, Г. Н. Химическая технология твердых горючих ископаемых: учебник для вузов / Г. Н. Макаров, Г. Д. Харлампович. – М.: Химия, 1986. – 496 с.

12. Лейбович, Р. Е. Технология коксохимического производства: учебник для вузов / Р. Е. Лейбович, Е. И. Яковлева, А. Б. Филатов. – М.: Металлургия, 1982. – 359 с.

13. Коляндр, Л. Я. Улавливание и переработка химических продуктов коксования: учебник для вузов / Л. К. Коляндр. – М.: Metallurgizdat, 1962. – 468 с.