МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФИЦ УУХ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ В.Н. Кочетков
«01» ____4____ 20 23 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

научная специальность 2.6.12. Химическая технология топлива и
высокоэнергетических веществ

Кемерово, 2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа предназначена для лиц, поступающих в аспирантуру Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук» (далее ФИЦ УУХ СО РАН) по научной специальности 2.6.12. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Программа является руководящим учебно-методическим документом для целенаправленной подготовки к вступительному испытанию.

Программа вступительного экзамена сформирована на основе федерального государственного стандарта высшего образования по направлению 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры).

2. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Вступительный экзамен проводится в устной и письменной формах.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и задачу.

Результаты вступительного экзамена определяются суммой баллов, полученных за ответы на теоретические вопросы по 20-балльной шкале за каждый ответ на теоретический вопрос и решение задачи, оцениваемой по 10-бальной шкале. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания составляет **30 баллов.**

2.1. Критерии оценки ответа на теоретический вопрос

Баллы	Критерии оценивания
17-20	Полные, исчерпывающие, аргументированные ответы на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание источников, понятийного аппарата и умения ими пользоваться при ответе.
12-16	Достаточно полные и аргументированных ответы на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логичностью, четкостью, знанием понятийного аппарата и литературы по теме вопроса при незначительных упущениях при ответах
9-11	В целом неплохое знание рассматриваемого вопроса, но с заметными ошибками
6-8	Неполные и слабо аргументированные ответы, демонстрирующие общее представление и элементарное понимание существа поставленных вопросов, понятийного аппарата и обязательной литературы.
3-5	Самое общее представление о рассматриваемом вопросе, отвечающее лишь минимальным требованиям. Серьезные ошибки.
0-2	Отсутствие ответа на вопросы билета; ответ только на один из вопросов; попытка ответа на оба вопроса без раскрытия основного содержания; подмена ответа на вопросы экзаменационного билета ответом на смежные вопросы (относящиеся к тем же темам); несанкционированный доступ к учебным материалам)

3.

4. 2.2. Критерии оценки решения задачи

Баллы	Критерии оценивания
10	решение задачи верное и выбран рациональный путь решения
9	решение задачи верное, но выбран нерациональный путь решения или есть один – два недочета*
8	задача решена в основном верно, но допущена негрубая ошибка или два - три недочета
7	если ход решения задачи и ответ верный, но было допущено несколько негрубых ошибок
6	ход решения задачи верный, но была допущена одна или две ошибки, приведшие к неправильному ответу
4-5	не получен ответ и приведено неполное решение задачи, но используемые формулы и ход приведенной части решения верны
2-3	получен неверный ответ, связанный с грубой ошибкой, отражающей непонимание участником олимпиады используемых законов и правил информатики
1	приведенные записи соответствуют теме данной задачи
0	решение задачи отсутствует полностью или записано «дано» для данной задачи и приведенные записи не относятся к решению данной задачи; или если приведен правильный ответ, но решение отсутствует

*Под недочетами понимаются: негрубые логические ошибки при описании алгоритма; отсутствие пояснений к вводимым обозначениям, используемым формулам и законам; отсутствие обоснований применимости используемых законов и правил; отсутствие анализа входных данных на корректность; рисунок к решению, на котором отсутствуют используемые при решении задачи величины, и т.д.

5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов

1.1. Химическая технология твердых топлив

Понятие горючих ископаемых, их виды. Значение твердых горючих ископаемых (ТГИ) в мировой балансе. Запасы горючих ископаемых в земной коре. Добыча и потребление горючих ископаемых в России и за рубежом. Тенденция развития топливного баланса России. Горючие ископаемые как сырье химической промышленности. Состояние и перспективы углехимии. Вклад отечественных и зарубежных ученых в общее развитие научных и технологических основ горючих ископаемых.

1.2. Исходный растительный материал, условия накопления и преобразования в горючие ископаемые

Исходный растительный материал. Эволюция растительного мира. Групповой состав растений. Особенности состава наземной и водной растительности. Понятие о биомаркарах и их геохимическое значение. Порфирины, их происхождение и свойства.

Краткие сведения по геологии горючих ископаемых. Стратиграфия осадочных пород. Геохронологическая шкала времени. Понятие угольного бассейна, угольного месторождения, угольного района, угольного пласта. Характеристика Кузнецкого угольного бассейна. Перспективы добычи углей в Кузбассе.

Условия накопления и первичные преобразования растительного материала. Торф и сапропель как результат первичных превращений растительных остатков.

Состав и свойства горючих ископаемых. Технический анализ углей. Влага углей. Минеральные вещества и зольность ТГИ. Обогатимость топлив. Редкие элементы в углях. Выход летучих веществ как показатель термической стойкости структур, слагающих вещество ТГИ. Содержание углерода в углях как показатель их химической зрелости. Виды серы в углях и пути ее накопления. Теплота сгорания ТГИ и методы ее определения. Физические свойства углей. Плотность, прочность, электропроводность, твердость, теплоемкость, теплопроводность углей и их изменение в зависимости от степени углефикации.

Петрографический состав углей. Микроскопические исследования углей в проходящем и отраженном свете. Номенклатура компонентов. Микрокомпоненты гумусовых и сапропелитовых углей. Химический состав и свойства микрокомпонентов на разных стадиях углефикации. Петрографический анализ углей как метод оценки их технологических свойств. Отражательная способность как классификационный параметр.

Групповой состав ТГИ. Битумы. Гуминовые кислоты. Остаточный уголь. Методы выделения и химическая характеристика групп.

1.3. Стадии процесса углеобразования

Торфяная стадия гумусовых и сапропелитовых углей. Виды торфяников. Озерные и морские сапропели. Групповой состав, свойства, строение торфов. Происхождение и гипотеза о строении гуминовых кислот. Торфяные битумы, их состав и свойства.

Области применения торфов и сапропелей. Месторождения торфов и сланцев в России.

Буроугольная стадия. Бурые угли, богхеды, сланцы. Типы бурых углей: землистые, плотные, лигниты. Групповой состав бурых углей. Состав и области применения восков, смол, гуминовых кислот, остаточного угля. Основные месторождения бурых углей в России. Общая характеристика богхедов. Типы богхедов: плотные, слоистые. Выход и состав продуктов, извлеченных из богхедов по данным щелочного гидролиза. Запасы углей и пути использования сапропелитовых углей.

Каменноугольная стадия. Антрациты. Каменноугольная стадия углеобразовательного процесса. Отличительные признаки каменных углей и антрацитов. Битумы каменных углей. Запасы и использование. Теории образования каменных углей в природе: теория метаморфизма, биохимическая, Стадникова и др.

Сланцы. Общая характеристика сланцев. Месторождения сланцев в России и СНГ. Особенности условий образования сланцев. Типы сланцев. Состав органической и минеральной составляющих сланцев. Запасы и пути использования сланцев.

1.4. Классификация горючих ископаемых

Единая и промышленная классификация горючих ископаемых в России и за рубежом. Международная кодификация каменных и бурых углей.

1.5. Методы исследования структуры твердых горючих ископаемых

Физические и физико-химические методы исследования строения углей. Микропористость твердых горючих ископаемых по данным электронной микроскопии, классификация пор. Физические свойства углей: теплотворная способность, плотность, прочность, электропроводность, теплоемкость, теплопроводность и их изменения в зависимости от степени углефикации. Возможности методов рентгеноструктурного анализа, ЯМР, ИК-УФ-спектроскопии, масс-спектроскопии и других в изучении молекулярной структуры углей. Природа парамагнетизма твердых горючих ископаемых по данным ЭПР.

Формы соединений гетероатомов (O, N, S) в угле. Минеральная часть угля. Органо-минеральные комплексы. Деструктивные методы изучения структуры твердых горючих ископаемых.

Основная литература:

1. Ахметов С.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых. – С.-Пб.: Недра, 2009. – 832 с.

Дополнительная литература:

1. Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. М.: Недра, 1994.

2. Аронов С.Г., Нестеренко Л.Л. Химия твёрдых горючих ископаемых. Харьков, Изд-во Харьковского ун-та. 1960. С. 371.

3. Нестеренко Л.Л., Бирюков Ю.В., Лебедев В.А. Основы химии и физики горючих ископаемых. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 359 с.

4. Русьянова, Н. Д. Углехимия / М: Наука, 2003. – 316 с.

5. Жемчужников Ю.А., Гинзбург А.И. Основы петрологии углей. Изд-во Академии наук СССР, Москва, 1960. 400 с.

6. Камнева А.И. Химия горючих ископаемых. М.: Химия, 1974.

7. Химическая технология твердого топлива / Под ред. Г.Н. Макарова, Г.Д. Харламповича. М.: Химия, 1985.

8. Петрология углей / Э. Штах, М.-Т. Маковски, М. Тейхмоллер и др. М.: Мир, 1973.

9. Малолегнев А.С., Кричко А.А., Гаркуша А.А. Получение синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей. М.: Недра, 1992.

10. Кричко А.А., Малолегнев А.С. Жидкое топливо из угля // Рос. хим. журн. 1997. Т.XLI. № 6.

11. Шпирт М.Я. Клер В.Р., Перциков И.З. Неорганические компоненты твердых топлив. М.: Химия, 1990.

12. Справочник по химии и технологии твердых горючих ископаемых / А. Н. Чистяков, Д. А. Розенталь, Н. Д. Русьянова и др. СПб.: Синтез, 1996.

13. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. М.: Химия, 1984.

14. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984.

15. Леонов С.Б., Елшин В.В. Углеродные сорбенты на основе ископаемых углей. Иркутск: ИРГТУ, 2000.

Раздел 2. Коксование углей

2.1. Процессы, протекающие при коксовании спекающихся углей и угольных шихт.

Составление угольных шихт. Пластическое состояние как результат термической деструкции углей. Вспучивание и давление распирания. Спекание, превращение полукокса в кокс. Усадка и трещинообразование. Выделение газообразных продуктов на разных стадиях процесса коксообразования. Спекаемость, спекающая способность и коксуемость каменных углей и методы их определения. Оценка качества кокса. Современная технология производ-

ства кокса. Пути расширения сырьевой базы коксования. Новые принципы непрерывного коксования. Получение формованного энергетического и металлургического топлива. Коксование в кольцевых печах.

Пластическое состояние. Свойства углей в пластическом состоянии: вязкость, газопроницаемость, динамика газовыделения, температурные интервалы, давление расширения и др. Спекаемость углей и методы ее оценки. Теории пластического состояния и спекаемости углей.

Каменноугольная смола и методы ее переработки. Каменноугольные пеки и пековый кокс. Способы получения и области использования.

Основная литература:

1. Грязнов Н.С. Основы теории коксования. М.: Металлургия, 1976.

2. Химия и переработка угля. / В.Г. Липович, Г.А. Калабин и др. М.: Химия, 1988.

Дополнительная литература:

1. Сухоруков В.И. Научные основы совершенствования техники и технологии производства кокса. Екатеринбург, 1999. 393 с.

2. Мановян А. К. Технология переработки природных энергоносителей. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 456 с.

3. Шпирт М.Я. Безотходная технология утилизации отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. М.: Недра, 1986.

4. Привалов В.Е., Степаненко М.А. Каменноугольный пек – М.: Металургия, 1981. – 210 с.

5. Степаненко М.А., Брон Я.А., Кулаков М.К. Производство пекового кокса – Харьков: Металлургиздат, 1961. – 311 с.

Раздел 3. Химическая технология углеродных материалов

Ассортимент углеродных сорбентов (пористых углеродных материалов), получаемых на основе ископаемых углей, и требования к качеству сорбентов. Пористость, прочность, химическая природа поверхности, состав минеральной части и др. Традиционные и перспективные области применения углеродных сорбентов. Сорбенты экологического и медицинского назначения, катализаторы на углеродных носителях.

Особенности технологического процесса получения всех типов углеродных сорбентов, технологические стадии и физико-химические основы процесса. Физическая и химическая активация, импрегнирование. Технологические схемы получения. Новые отечественные и зарубежные разработки в области получения углеродных сорбентов.

Углеграфитовые материалы. Технология получения и применения.

Фулерены. Свойства и применение.

Углеродные волокна. Получение и применение.

Основная литература:

1. Ахметов С.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых. – С.-Пб.: Недра, 2009. – 832 с.

2. Грязнов Н.С. Основы теории коксования. М.: Металлургия, 1976.

Химия и переработка угля. / В.Г. Липович, Г.А. Калабин и др. М.: Химия, 1988.

Дополнительная литература:

1. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. – М.: Химия, 1984. – 216 с.

2. Кельцев Н. В., Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 310 с.

3. Дубинин М.М. Адсорбция и пористость. – М.: Наука, 1976. – 357 с.

4. Чалых Е.Ф. – Технология углеграфитовых материалов. – М.: Металлургиздат, 1963. – 374 с.

5. Шулепов С.В. Физика углеграфитовых материалов. – М.: Металлургия, 1972. – 254 с.

4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ И ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

4.1. Примерные теоретические вопросы

1. Характеристика Кузнецкого угольного бассейна. Перспективы добычи углей в Кузбассе.
2. Методы очистки коксового газа от аммиака.
3. Графит. Его применение в промышленности.
4. Плотность углей. Зависимость от стадии метаморфизма, петрографического состава, содержания минеральных веществ.
5. Технология улавливания бензольных углеводородов.
6. Нанохимия и нанотехнология. Кластерные соединения.
7. Петрографический состав углей. Литотипы углей и их характеристика.
8. Процессы, протекающие в камере коксования.
9. Фуллерены, свойства, применение.
10. Мацеральный состав углей. Характеристика мацеральных групп.
11. Химический и фракционный состав каменноугольной смолы.
12. Процесс полукоксования углей.
13. Классификация углей.
14. Восстановленность углей. Методы определения степени восстановленности.
15. Состав и выход химических продуктов коксования.
16. Влага углей.
17. Химический и фракционный состав каменноугольной смолы.
18. Углеграфитовые материалы. Технология получения и применения.
19. Методы определения состава минеральной части углей. Химический состав зол углей. Редкие элементы в углях.
20. Механические и физико-химические методы облагораживания углей.
21. Пористые углеродные материалы.
22. Сера в углях. Классификация сернистых соединений.
23. Газификация ТГИ, подземная газификация.
24. Гуминовые кислоты и удобрения.
25. Элементный состав углей.
26. Углеродные волокна, получение, применение.
27. Бурые угли, их роль в углехимических процессах.

28. Стадии и процессы углеобразования.
29. Пористость и удельная поверхность углей.

4.2. Примерная задача для вступительного испытания

Задача: Уголь характеризуется следующими показателями:
- показатель отражения витринита R_0 = 1,58 % ;
- содержание фюзенизированных компонентов $\sum OK$ = 15 %;
- выход летучих веществ V^{daf} = 20,1 %;
- толщина пластического слоя Y= 12 мм;
- показатель свободного вспучивания SI = 8 ½.

Определить согласно ГОСТ 25543-88 марочную принадлежность угля и его кодовый номер.

Решение:

В соответствии с ГОСТ 25543-88 данный уголь относится к классу 15, категории 1, типу 20, подтипу 12. В соответствии с этими показателями, уголь относится к марке «К», группе 2К, подгруппе 2КВ (коксовый витринитовый), кодовый номер 1512012-8.