

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-исследовательский институт природных газов и газовых
технологий – Газпром ВНИИГАЗ»
(ООО «Газпром ВНИИГАЗ»)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

М.Ю. Недзвецкий

08 2022 г.



ПРОГРАММА
вступительного испытания в аспирантуру
по научной специальности

2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

СОГЛАСОВАНО:

Секция Ученого совета «Переработка газа
и газового конденсата»
Председатель секции, к.т.н

A handwritten signature in blue ink, which appears to be "А.В. Мамаев", is written over a horizontal line.

А.В. Мамаев

Настоящая программа охватывает основополагающие разделы химии и технологии топлив и специальных продуктов (химическую технологию нефти и газа, химическую технологию твердых топлив, химическую технологию углеродных материалов).

I. Химическая технология нефти и газа

Современное состояние и перспективы развития нефтяной, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности России и за рубежом.

Вклад отечественных ученых в общее развитие научных и технологических основ переработки нефти.

Роль отдельных источников энергии в топливно-энергетическом балансе России и за рубежом. Характеристика основных месторождений нефти, газа и газоконденсата. Углеводородные дисперсные системы. Роль межмолекулярных взаимодействий в их добыче, транспорте, переработке и применении.

Современные методы исследования углеводородного сырья (нефти, газа и газоконденсата.). Значение ГОСТированных характеристик и связь их с химическими, физико-химическими и эксплуатационными свойствами топлив, смазочных материалов, пластичных масс, нефтехимического сырья и нефтяного углерода.

Общие научные основы и закономерности процессов переработки нефти и газа и газоконденсата

Классификация процессов получения жидких компонентов топлив, смазочных материалов, нефтяных вязущих материалов (пластичных смазок, битумов, восков, пеков и других) и твердых углеводородов (нефтяных коксов, битумов, пеков, парафинов и т. д.). Растворы низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений нефти. Способность углеводородных и неуглеводородных соединений к межмолекулярным взаимодействиям. Образование дисперсных систем из молекулярных растворов. Классификация дисперсных систем по размерам частиц (коллоидно-дисперсные, промежуточные, грубодисперсные), концентрации частиц (разбавленные, концентрированные, высококонцентрированные), степени обратимости фаз (обратимые и необратимые), степени анизотропии надмолекулярной структуры (изотропной и анизотропной).

Термодинамика фазовых превращений. Сложные структурные единицы и их строение. Структурно-механическая прочность и устойчивость нефтяных дисперсных систем. Методы регулирования структуры и толщины сольватной оболочки сложной структурной единицы.

Теоретические основы технологических процессов переработки нефти. Методы интенсификации процессов, протекающих в жидкофазных гомогенных и гетерогенных системах.

Основные закономерности физико-химических процессов переработки нефти и газа. Химические, гидродинамические и массообменные процессы,

основные принципы моделирования и оптимизации нефтетехнологических процессов.

Научные основы процессов переработки нефтяного и газового сырья физическими методами

Классификация физических методов. Подготовка нефти, газа и газоконденсата к переработке. Основы переработки природных углеводородных газов и газоконденсатов. Строение нефтяных эмульсий, связь строения с групповым составом и методы разрушения эмульсий воздействием внешних факторов (добавки, тепловые, механические, электрические и другие воздействия).

Теоретические основы атмосферной и вакуумной перегонки нефти. Пути интенсификации прямой перегонки нефти. Основы азеотропной и экстрактивной перегонки и их использование в нефтепереработке.

Адсорбционные методы разделения и очистки сырья. Жидкостное расслоение с минимальной межфазной поверхностью - селективная очистка нефтяных дистиллятов. Жидкостное расслоение с развитой межфазной поверхностью - деасфальтизация нефтяных остатков с применением низкомолекулярных углеводородов.

Жидкостная кристаллизация - депарафинизация нефтяных фракций. Депарафинизация с помощью активаторов (карбамидная депарафинизация).

Научные основы процессов переработки нефтяного и газового сырья химическими методами

Классификация химических методов переработки и очистки нефтяного и газового сырья (термодеструктивные, каталитические). Теоретические основы термодеструктивных процессов переработки нефтяного сырья. Факторы, влияющие на процессы пиролиза и термического крекинга. Каталитический крекинг нефтяного сырья на цеолитсодержащих катализаторах. Каталитический риформинг бензинов, новые катализаторы.

Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке (гидрокрекинг, гидроизомеризация, гидроочистка), теоретические основы и факторы этих процессов. Каталитическая переработка легких углеводородных компонентов. Изомеризация С4 - С6.

Дегидрирование н-бутана. Алкилирование изобутана олефинами. Производство полиэтилена и полипропилена.

Конструктивное оформление и основные показатели работы типовой аппаратуры установок для переработки нефти и газа на компоненты физическими и химическими методами

Трубчатые печи, ректификационные колонны, испарители, газосепараторы, электродегидраторы, абсорберы и десорберы, экстракторы, кристаллизаторы, фильтры. Теплообменная аппаратура.

Реакторы и регенераторы - основные аппараты физико-химических процессов переработки нефти и газа. Общие принципы расчета. Области применения. Современные конструкции и их технологические показатели.

Технологические основы и схемы процессов переработки нефти и газа

Технологические основы физических процессов переработки газов адсорбционными, абсорбционными и компрессионными методами. Схемы обезвоживания и обессоливания нефтей. Прямая перегонка нефти на атмосферных и атмосферно-вакуумных установках. Вторичная перегонка бензина. Экстрактивная и азеотропная перегонка. Абсорбционное разделение газовых компонентов, выделение из нефтяных фракций ароматических углеводородов, n-парафинов, смолистых веществ.

Экстракционное выделение ароматических углеводородов из бензиновых и керосино-газойлевых фракций. Удаление ароматических, сернистых и смолистых компонентов из масляных дистиллятов и деасфальтизатов. Деасфальтизация нефтяных остатков низкомолекулярными углеводородами с целью получения топливных и масляных компонентов. Депарафинизация реактивных и дизельных топлив карбамидом и цеолитами. Депарафинизация с применением растворителей в процессе производства масел.

Технологические основы термодеструктивных процессов переработки нефтяного сырья. Принципиальные особенности технологических схем пиролиза, коксования и крекинга под давлением. Материальные балансы и качество продуктов. Перспективы развития.

Технологические основы термокаталитических процессов переработки нефтяного сырья. Технологические схемы каталитического крекинга средних дистиллятов и утяжеленного сырья и их эволюция. Каталитический риформинг бензинов, варианты процесса. Эволюция технологических схем и применяемых катализаторов. Типовые схемы гидроочистки топлив, масел, парафинов. Технологические схемы гидрокрекинга нефтяного сырья. Варианты гидрокрекинга при получении топлив и высокоиндексных масел. Технологическое оформление каталитических процессов переработки легких углеводородных компонентов. Адсорбционное разделение и очистка нефтепродуктов.

Технологические схемы получения полимеров. Перспективы развития процессов получения полимеров на основе нефтяного сырья.

Способы приготовления товарных нефтепродуктов. Физико-химические и эксплуатационные свойства топлив, масел, вяжущих материалов и твердых углеводородов

Общие принципы приготовления и классификация товарных нефтепродуктов. Основные показатели качества топлив и смазочных материалов, вяжущих и твердых углеводородов согласно техническим нормам. Принципы компаундирования сырья и фракций с целью получения товарных нефтепродуктов. Роль присадок в улучшении качества нефтепродуктов. Классификация и механизмы действия присадок к топливам и смазочным материалам. Применение различных присадок при изготовлении товарных нефтепродуктов. Нефтехимическое сырье, получаемое на НПЗ, и требования,

предъявляемые к нему. Перспективы повышения качества топлив, масел и других нефтепродуктов.

Химмотологические аспекты физико-химической технологии

Научные основы химмотологии с учетом принципов физико-химической технологии. Физико-химико-механические и эксплуатационные свойства бензинов, дизельных, реактивных, газотурбинных и котельных топлив, масел, пластичных смазок и технических жидкостей. Регулирование процессов горения топлив. Регулирование процессов трения между поверхностями трения с применением внешних воздействий и, прежде всего, различных присадок и добавок. Формирование граничных слоев между поверхностями трения и регулирование их толщины.

Связь химмотологических проблем с физико-химической технологией переработки нефти.

Комплексные схемы переработки нефтяного сырья

Основные направления технического процесса в области переработки нефтяного сырья. Принципы составления технологических схем газобензиновых и нефтеперерабатывающих заводов различного профиля с учетом экологических требований. Выбор оптимальных вариантов поточных схем физико-химической технологии переработки нефтяного сырья. Технико-экономические показатели работы газобензиновых, нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов и комбинатов.

Охрана окружающей среды

Экология нефтегазовых производств. Структура и значимость основных вредных выбросов на производственных объектах. Водные бассейны, почва, атмосфера и их охрана от загрязнений нефтью и нефтепродуктами. Правовые и другие вопросы охраны окружающей среды. Экологические проблемы при производстве, реализации и утилизации нефтепродуктов.

II. Химическая технология твердых топлив

Понятие горючих ископаемых, их виды. Значение твердых горючих ископаемых 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.

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 биомаркерах 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. Основные месторождения горючих ископаемых в России и за рубежом.

Условия накопления и первичные преобразования растительного материала. Аэробные и анаэробные процессы биохимических превращений растительных групп. Торф и сапрпель как результат первичных превращений растительных остатков.

Состав и свойства горючих ископаемых. Технический анализ углей. Влага углей. Минеральные вещества и зольность ТГИ. Обогащаемость 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 сапрпелитовых 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.

Стадии процесса углеобразования

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

Области применения торфов и сапрпелей. 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 сапрпелитовых 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.

Классификация горючих ископаемых

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

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 др. 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.

Окислительная деструкция. Состав продуктов окисления гумусовых и сапропелитовых углей. Новые методы окисления (озонолиз). Механизм окисления твердых горючих ископаемых (ТГИ). Выветривание и самовозгорание ТГИ. Изменение свойств ТГИ в процессе выветривания. Теории и механизм автоокисления углей. Методы борьбы с самовозгоранием.

Термическая деструкция ТГМ. Выход и состав продуктов полукоксования в зависимости от происхождения и степени углефикации. Термография, термогравиметрия, термоволюметрия. Термодинамика, кинетика и механизм разложения основных типов структур: алифатических, нафтеновых, ароматических, кислород-, азот-, серосодержащих соединений. Теория последовательно-параллельных реакций. Определение формальнокинетических параметров (порядок реакции, константа скоростей, энергия активации), суммарный тепловой эффект.

Коксование углей

Процессы, протекающие при коксовании спекающихся углей и угольных шихт. Составление угольных шихт. Пластическое состояние как результат термической деструкции углей. Вспучивание и давление распираания. 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 производства 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 к спекаемости углей.

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

Деструктивная гидрогенизация ТГИ и синтез из водорода и оксида углерода

Особенности и назначение процесса деструктивной гидрогенизации. Оценка пригодности угля для гидрогенизации. Катализаторы и технологические параметры деструктивной гидрогенизации. Ступенчатая деструктивная гидрогенизация смол и нефтяных остатков. Жидкофазная и парофазная гидрогенизация. Выход и характеристика продуктов гидрогенизации. Получение химических продуктов методом гидрогенизации топлив. Совместная гидрогенизация углей и нефтей. Гидрогенизация индивидуальных веществ. Новые перспективные направления деструктивной гидрогенизации твердых горючих ископаемых и их экономическая целесообразность.

Физико-химические основы процесса синтеза из CO_2 и H_2 . Требования, предъявляемые к газу, поступающему на синтез. Катализаторы процесса синтеза. Механизм действия катализаторов. Принципиальная схема синтеза при атмосферном и среднем давлении. Характеристика продуктов синтеза. Методы переработки продуктов синтеза.

Теоретические основы процесса газификации и конверсии углеводородных газов

Химическое равновесие основных реакций углерода с газами. Кинетический метод интерпретации химических равновесий. Расчет равновесного состава газа процесса взаимодействия углерода с газами. Химическое равновесие в идеальных и реальных газовых смесях.

Механизм реакций углерода с газами и реакций конверсии углеводородных газов. Схема механизма реакций углерода с CO_2 , H_2O , O_2 . Химическая адсорбция. Образование и разрушение твердого поверхностного комплекса. Тормозящее действие продуктов реакции. Цепной механизм реакций углерода с газами. Кинетические уравнения, основанные на представлениях о механизме реакций углерода с газами.

Основы диффузионно-кинетической теории процессов горения и газификации твердых топлив. Зависимость суммарной скорости процесса от химических и физических факторов. Определение основных кинетических характеристик реакций углерода с газами.

Газификация топлив как метод безостановочного использования органической массы топлив. Сырье для получения газов (твердые и жидкие топлива, природные газы, попутные газы и газы нефтедобычи и нефтепереработки). Основные пути развития и газификации твердых топлив. Интенсивность процесса. КПД процесса. Анализ недостатков и возможностей

интенсификации и повышения экономической эффективности производства газа из твердых топлив.

Характеристика процесса газообразования в пылевидном факеле, в кипящем слое и плотном слое топлива. Недостатки современных промышленных методов производства газа.

Газификация парогазовых продуктов, получающихся при термическом разложении бурых углей. Методы производства воздушных, паровоздушных, водяного и парокислородного газов из пылевидного, мелкозернистого и кускового топлива. Характеристика жидких топлив, применяемых для газификации. Производство газов из жидких топлив для синтеза спиртов и аммиака. Получение олефинов и ацетиленовых углеводородов. Газификация жидких топлив под высоким давлением. Основные показатели газификации топлив. Подземная газификация угля.

Технология получения пористых углеродных материалов на основе ископаемых углей

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. Практическое применение сорбентов: процессы в неподвижном, движущемся, псевдооживленном слоях сорбента, применяемое оборудование. Типовые расчеты сорбционных аппаратов. Срок службы, регенерация, утилизация сорбентов.

Прогрессивные технологии создания композиционных топлив

Водоугольные, спиртоводоугольные и другие композиционные топлива на основе бурых и каменных углей. Технологии их приготовления.

Основные принципы утилизации твердых, жидких и газообразных отходов добычи и переработки ТГИ

Утилизация шахтного метана. Основные направления очистки и использования карьерных (шахтных) и производственных вод предприятий по добыче и обогащению ТГИ. Классификация твердых отходов добычи и переработки ТГИ. Принципы технологий утилизаций твердых отходов добычи, обогащения, сжигания (газофикации, получение синтетических жидких топлив) углей (сланцев) с получением строительных материалов, концентратов редких рассеянных элементов, огнеупорных материалов, соединений алюминия,

пиритных концентратов, ионообменных материалов. Органо-минеральные удобрения на базе твердых горючих ископаемых, мелиоранты почв.

Охрана окружающей природы в процессах переработки твердых топлив

Основы законодательства России в отношении окружающей природы. Основные источники загрязнения атмосферы, водных источников, почвы на предприятиях химической технологии твердых топлив. Перспективы перехода к бессточному ведению технологических процессов. Безотходная технология.

III. Химическая технология углеродных материалов

Современное состояние и перспективы развития производства материалов на основе углерода в России и за рубежом. Основные виды углеродных материалов и области их использования. Свойства углеродных материалов. Общие представления об углероде Кристаллические формы углерода. Графит и его кристаллическая структура.

Исходное сырье для производства углеродных материалов. Современные физико-химические представления о процессах формирования структуры и свойств углеродных материалов.

Свойства и применение материалов на основе углерода

Углеродные конструкционные и углеродные Графитированные электроды для выплавки чугуна и стали, катодные блоки для футеровки электролизеров при выплавке алюминия, угольные электроды для выплавки кремния и др. композиционные материалы и изделия из них (применяются во всех отраслях промышленности, сельского хозяйства, медицины и др.). Особочистые графиты. Графиты, используемые для синтеза искусственных алмазов. Рекристаллизованные графиты. Стеклоуглерод. Пиролитические углеродные материалы. Углеродные волокна. Слоистые соединения, фуллерены, нанотрубки. Технологии получения, особенности строения и области использования. Физические, механические, химические и др. свойства материалов на основе углерода. Методы определения этих свойств.

Сырьевые материалы. Коксы. Антрациты. Природный графит. Технический углерод. Каменноугольные и нефтяные пеки, синтетические связующие

1. Коксы нефтяные, пековый, сланцевый и др. коксы. Способы получения коксов.

Кубовые установки коксования, установки замедленного коксования, коксование в камерных печах. Сырье для получения малозольных коксов: нефтяные пиролизные смолы, крекинг-остатки, дистилляты, сланцевые и каменноугольные смолы. Формирование структуры при коксовании жидкой фазы. Образование мезофазы. Общие представления о жидких кристаллах, мезоморфизме и типе мезофаз. Условия формирования углеродных мезофазных структур. Свойства мезофазных структур. Роль мезофаз в формировании свойств коксов. Связь структуры и свойства коксов. Определение показателей коксов по ГОСТ. Определение других показателей коксов: структуры,

поведение образцов коксов при термообработке, определение КТР коксов, определение степени графитации, анализ состава зольных примесей.

2. Связующие материалы. Роль связующих в производстве углеродных материалов. Виды используемых связующих. Характеристика связующих.

Каменноугольный пек. Способы получения каменноугольных пеков.

Классификация пеков по способам получения и температуре размягчения. Оценка каменноугольного пека по основным технологическим параметрам в соответствии с ГОСТ на электродные пеки.

Молекулярный вес, поверхностное натяжение, вязкость, смачивающая способность. Оценка степени ароматичности, ИКС спектроскопия, определение функциональных групп в каменноугольном пеке и их характеристики. Растворение пека в различных органических растворителях с целью разделения его на компоненты. Требования, предъявляемые к количественному соотношению отдельных компонентов в пеке.

Термохимические и структурные превращения каменноугольных пеков в процессе обжига и графитации. Мезофазные превращения в пеках. Влияние углеродного наполнителя на термохимические и структурные превращения в каменноугольных пеках. Особенности этих превращений при использовании в качестве наполнителя прокаленного и непрокаленного кокса.

Связующие материалы некаменноугольного происхождения. Нефтяные битумы и пеки. Получение и основные свойства. Молекулярная структура нефтяных пеков и ее отличие от структуры каменноугольных пеков. Преимущества использования нефтяных пеков по сравнению с каменноугольными. Краткая характеристика других видов связующих: сланцевый пек, синтетические смолы и др.

Литература по разделу I

1. Гуревич И. Л. Технология переработки нефти и газа, ч. I., - М.: Химия, 1972.
2. Гуреев А. А., Фукс И. Г. Химмотология. - М.: Химия, 1986.
3. Жоров Ю. М. Моделирование физико-химических процессов нефтепереработки и нефтехимии. - М.: Химия, 1978.
4. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти.
5. Рудаков В. П. Каталитические процессы в нефтепереработке. - М: Химия, 1983.
6. Сафиева Р. З. Физикохимия нефти. - М: Химия, 1998.
7. Скобло А. И., Трегубова И. А., Молоканов Ю. К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. - М.: Химия, 1962.
8. Смидович Е. В. Технология переработки нефти и газа, ч. II. - М.: Химия, 1980.
9. Сорокин Я. Г. Особенности переработки сернистых нефтей и охрана

окружающей среды. - М.: Химия, 1975.

10. Сулимов А. Д. Производство ароматических углеводородов из нефтяного сырья
11. Сюняев З. И. Нефтяной углерод. - М.: Химия, 1980.
12. Сюняев З. И. Нефтяные дисперсные системы. - М.: МИНХиГП, 1981. Физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем. - М.: МИНХиГП, 1982. Прикладная физико-химическая механика нефтяных дисперсных систем. - М.: МИНХиГП, 1982.
13. Химия нефти и газа (под ред. В. А. Проскурякова и А. Е. Драбкина) - Л.: Химия, 1981.-с.358.
14. Химия нефти./Под ред. З. И. Сюняева./ - М.: Химия, 1984.
15. Черный И. Р. Производство сырья для нефтехимических синтезов. - М.: Химия, 1983.
16. Щукин Е. Д., Перов А. В., Амелина Е. А. Коллоидная химия. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982.
17. Справочник. Технология переработки природного газа и конденсата. В.В. Мурин, Н.Н. Кисленко, Ю.В. Сурков. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.
18. Технология обработки газа и конденсата. Т.М. Бекиров, Г.А. Ланчаков, М.: Недра, 1999.

Литература по разделу II

1. Камнева А. И. Химия горючих ископаемых. - М.: Химия, 1974.
2. Химическая технология твердого топлива /под ред. Макарова Г. Н., Харламповича Г. Д./ - М.: Химия, 1985.
3. Журнал Химия твердого топлива, вып. 1970-1986.
4. Э. Штах, М.-Т. Маковски, М. Тейхмоллер, Г. Тейлер, Д. Чандра, Р. Тейхмоллер. Петрология углей. М.: Мир, 1973.
5. Рапопорт И. Б. Искусственное жидкое топливо. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Гостоптехиздат, 1955.
6. Дьякова М. К., Лозовой А. В. Гидрогенизация топлива в СССР / Под ред. акад. Наметкина СС - М-Л.; Изд, АН СССР, 1940.
7. Каржев В. И., Орочко Д. И. Промышленные схемы гидрогенизации углей, смол и нефтяных остатков // Химия и технология искусственного' жидкого топлива и газа. Тр. ВНИГИ. - М-Л.: Гостоптехиздат, -1951,- вып. 3, - С.71-116.
8. Каржев В. И., Шаволина Н. В. Использование водорода и углерода в процессе деструктивной гидрогенизации топлив // Химия и технология топлива, - 1956, -N2. – С. 30-34.
9. Калечиц И. В. Химия гидрогенизационных процессов в переработке топлив. -М.; Химия, 1973.
- 10.Кричко А. А., Лебедев В. В., Фарберов И. Л. Нетопливное использование углей. - М.: Недра, 1978.
- 11.Еремин И. В, Броновец Т. М. Марочный состав углей и их рациональное использование; Справочник.- М.: Недра, 1994.

- 12.Макаров Н. А.Химическая переработка топлив,- М.; АН СССР, 1957.- С. 146-158.
- 13.Малолегнев А. С., Кричко А. А., Гаркуша А. А. Получение синтетического жидкого топлива гидрогенизацией углей, - М.; Недра, 1992. - 129 с.
- 14.Кричко А. А., Малолегнев А. С. Жидкое топливо из угля // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. о-ва ш. Д.И. Менделеева). - 1997.- т. XLI -№6.-С.16-22.
- 15.Липович В. Г., Калабин Г. А. и др. Химия и переработка угля. - М.: Химия, 1988.
- 16.Гинзбург А. И., Лано А. В., Летункова И. А. Рациональный комплекс петрографических и химических методов исследования углей и горючих сланцев. -Л.: Недра, 1976.
- 17.Шпирт М. Я. Безотходная технология утилизаций отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. - М.: Недра, 1986.
- 18.Шпирт М. Я. Клер В. Р., Перциков И. З. Неорганические компоненты твердых топлив. - М.: Химия, 1990
- 21.Кинле Х., Бадер Э., Активные угли и их промышленное применение. - М. Изд. «Химия», 1984 г.
- 22.Кельцев Н. В. «Основы адсорбционной техники». - М. Изд. «Химия» 1984 г.
- 23.Леонов С. Б., Елшин В. В. Углеродные сорбенты на основе ископаемых углей. Иркутск: ИРГТУ. 2000 г.
- 24.Дубинин М. М. «Адсорбция и пористость», - М. Изд. ВАХЗ, 1972 .
- 25.Иванов В. М., Канторович Б. В. Топливные эмульсии и суспензии. - М: Metallurgizdat. 1963.

Литература по разделу III

1. Фиалков А. С. Углерод, межслоевые соединения и композиты на его основе. - М. Аспект Пресс, 1997
2. Соседов В. П. Свойства углеродных материалов на основе углерода. Справочник. - М., Metallurgia, 1975 г.
3. Шулепов С. В. Физика углеграфитовых материалов. - М., Metallurgia, 1972.
4. Степаненко М. А., Брон Я. А., Кулаков М. К. Производство пекового кокса. - Харьков, Metallurgizdat, 1961.
5. Гимаев Р. Н., Шипков Н. Н., Горпиненко М. С. и др. Нефтяной игольчатый кокс. - Уфа. Изд. АН РБ. 1996.
6. Селезнев А. Н. Углеродистое сырье для электродной промышленности. -М. Профиздат. 2000.
7. Скрипченко Г. Б., Никифоров Д. В. //Химия твердого топлива. - 2000. -№3. - С.3
8. Елецкий Л. В., Смирнов Б. М. Фуллерены и структура углерода. //Успехи физических наук. - Т.105, -№ 9, -1995. - С. 977-1009