

ПРОГРАММА
вступительного испытания в магистратуру
по направлению **18.04.01 – Химическая технология**

1. Общие научные основы и закономерности процессов переработки нефти, газа и газоконденсата.

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.

Классификация физических методов переработки нефти. Водонефтяные эмульсии. Строение нефтяных эмульсий, связь строения с групповым составом и методы разрушения эмульсий воздействием внешних факторов (добавки, тепловые, механические, электрические и другие воздействия).

Основы вторичной ректификации бензинов 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).

Классификация процессов получения жидких компонентов топлив, смазочных материалов, нефтяных вязущих материалов (пластичных смазок, битумов, восков, пеков и др.) и твердых углеводородов (нефтяных коксов, битумов, пеков, парафинов и т.п.). Растворы низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений нефти. Способность углеводородных и не углеводородных 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 (изотропная и анизотропная).

2. Общие свойства и первичная переработка нефти и газа.

Состав природных и нефтяных газов. Подготовка газов к транспорту и переработке. Процессы осушки и сероочистки газов. Хемосорбционные процессы сероочистки газов. Классификация и сравнительная характеристика способов очистки газов от H_2S и CO_2 : поглощение водными растворами аминов, щелочными растворами. Промышленные установки

очистки газов от H_2S растворами этаноламинов. Технологические схемы и параметры процесса абсорбции и регенерации. Характеристика хемосорбентов.

Очистка газов с использованием физических растворителей. Разновидности процессов и их характеристика. Недостатки и преимущества физических поглотителей и хемосорбентов. Производство серы из «кислых» газов. Процесс Клауса. Технология доочистки «отходящих» газов установки Клауса. Классификация установок доочистки «отходящих» газов. Технология процессов «Сульфрен» и «СКОТ». Дегазация жидкой серы, гранулирование серы.

Переработка нефтяных газов. Способы отбензинивания газов, их преимущества и недостатки.

Стабилизация газового конденсата. Методы разделения углеводородных газов. Газофракционирующая установка.

Подготовка нефти к переработке. Эмульсии и эмульгаторы. Методы разрушения нефтяных эмульсий. ЭЛОУ.

Стабилизация нефтей. Классификация нефтей.

Атмосферная перегонка нефти и газового конденсата. Перегонка нефти с однократным, многократным и постепенным испарением. Кривые ОИ и ИТК.

Атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Перегонка с водяным паром или в присутствии испаряющего агента. Перегонка в вакууме, роль вакуума.

Промышленное оформление процессов первичной переработки нефти.

Технологические процессы разделения дистиллятов. Процессы депарафинизации нефтепродуктов.

Процесс деасфальтизации, деасфальтизация гудрона пропаном.

Процессы вторичной ректификации дистиллятов. Азеотропная, экстрактивная и четкая ректификация, назначение и сущность процессов.

3. Деструктивная переработка нефтяного сырья.

Классификация и назначение деструктивных процессов.

Термические процессы: термический крекинг под давлением, висбрекинг, пиролиз и коксование нефтяных остатков. Химизм процессов, основные технологические параметры, принципиальная схема.

Термоокислительные процессы: производство нефтяных битумов и пеков. Химизм, технологическая схема, параметры процесса. Ассортимент получаемых битумов.

Каталитические процессы, роль катализаторов в процессе. Каталитический крекинг, риформинг, гидроформинг. Химизм процесса, основные факторы, влияющие на процесс, тип катализатора, технологическая схема. Условия регенерации катализаторов.

Изомеризация нормальных парафиновых углеводородов, химизм, параметры и схемы процессов изомеризации. Гидрогенизационные процессы: гидрообессеривание дистиллятов, гидроочистка, гидрокрекинг тяжелых нефтяных остатков. Химизм и основные факторы процессов. Технологические схемы установок.

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

4. Комплексные схемы переработки нефтяного сырья.

Актуальность направления глубокой переработки нефти, газа и газового конденсата. Задачи глубокой переработки нефти. Общая характеристика технологических и экологических проблем развития нефтепереработки. Направление исследований и разработок по переработке нефти и газа в России и за рубежом.

Основные варианты энергосберегающих схем глубокой переработки нефтяного сырья. Изменения в соотношении мощностей технологических процессов в общей схеме переработки нефти, направления совершенствования НПЗ. Понятие о поточной схеме завода. Различные варианты поточных схем глубокой переработки нефти и их анализ с учетом научно-технической политики России в топливно-энергетическом комплексе. Рассмотрение топливной схемы с неглубокой переработкой нефти, топливной схемы с глубокой переработкой нефти и топливно-масляной схемы.

Краткая характеристика технологических процессов в каждом варианте поточной схемы НПЗ.

5. Основы технологии цеолитного катализа в нефтепереработке.

Новые достижения в области цеолитного катализа. Катализ как основной метод осуществления химических превращений. Синтетические цеолиты – новый класс кристаллических катализаторов полифункционального действия. Металлсодержащие цеолитные катализаторы. Молекулярно-ситовые свойства цеолитов и их использование в катализе.

Цеолиты, их структура и основные характеристики. Классификация цеолитов общего назначения. Характеристики цеолитов различных структурных типов: (А, X, Y), их адсорбционные и диффузионные свойства. Синтетические кислотостойкие цеолиты, их основные представители и свойства. Сверхвысококремнеземные цеолиты типа ZSM, их характеристики и области применения.

Перспективные каталитические процессы, основанные на цеолитном катализе. Процесс ароматизации пропан-бутановой фракции. Общие сведения о процессе. Теоретические основы процесса ароматизации фракции C₃-C₄. Катализ, механизм и кинетика реакции ароматизации н-бутана. Свойства продуктов ароматизации. Процесс «Циклар», химизм и технологическая схема процесса. Характеристика и основные блоки процесса «Циклар»: блок очистки сырья, блок ароматизации и блок разделения ароматики.

Процесс «Цеоформинг». Безводородные процессы облагораживания низкооктановых бензиновых фракций нефти и газового конденсата. Общие сведения о процессе «Цеоформинг». Физико-химические основы процесса. Характеристика факторов, влияющих на процесс. Принципиальная

технологическая схема и ее описание. Краткая характеристика процессов алифар, алканар и других.

Процесс селективного гидрокрекинга нормальных парафиновых углеводородов C_5 - C_6 . Назначение и теоретические основы процесса. Химизм процесса на активных геометрически селективных катализаторах. Технологические параметры процесса, схема и ее описание. Особенности технологической схемы «Селекто-форминга».

6. 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. Области применения. Современные конструкции и их технологические показатели.

7. О приоритетном развитии химической технологии в нефтегазопереработке в направлении «Рациональное природопользование».

Понятие и основы рационального природопользования. Характеристика природных ресурсов, используемых в процессах нефтегазопереработки (НГП). Исчерпаемые и возобновляемые ресурсы. Химическое загрязнение. Загрязнение компонентов ОС при осуществлении процессов НГП. Классификация источников выброса вредных веществ (ВВ) (организованные, неорганизованные) и характеристика основных загрязнителей атмосферы. Предельно допустимые выбросы, уровни негативного воздействия на организм человека, ПДК углеводородов в атмосферном воздухе и продуктов горения топлива. Валовый и максимальный разовый выбросы. Классы опасности ВВ. Размеры санитарно-защитных зон предприятий НГП согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. ПДК в почве, воде. Лимитирующий показатель вредности для нефти и нефтепродуктов. ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового пользования и рыбохозяйственного значения. Глобальные (кислотные дожди, парниковый эффект, озоновые дыры) и локальные (смоги) негативные последствия в окружающей среде.

Технологии снижения концентрации ВВ в ОС: нерекуперационный и рекуперационный методы очистки выбросов от сернистого газа, каталитический метод восстановления оксидов азота, рекуперационное улавливание углеводородов нефтепродуктов (НП) аб- и адсорбционными методами и применением газовой обвязки. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии на промышленных объектах нефтегазопереработки.

Пути сокращения водного ресурса. Очистка нефтесодержащих сточных вод и оборотное водоснабжение. Последовательная очистка сточных вод с начальной концентрацией НП 1000, 100, 50-60, 20-25 и 5-3 мг/л для сброса в

водоем рыбохозяйственного значения. Нефтедержащие отходы. Определение по ФЗ «Об отходах производства и потребления». Виды отходов, образующихся в процессах НГП (нефтяные шламы, отработанные сорбенты, катализаторы и др. виды нефтедержащих отходов). Коды отходов 1-4 классов опасности в блоках «Федерального классификационного каталога отходов», утвержденного приказом Росприроднадзора от 22 мая 2017 года № 242. Технологические процессы, используемые при переработке нефтеотходов: сжигание, пиролиз, компаундирование. Нововведение в терминах по определению и порядку обращения с отходами согласно ФЗ «Об отходах производства и потребления»: сбор, хранение, захоронение, утилизация, вторичные материальные ресурсы.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа.- М.: Химия, 2001.
2. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии / А. И. Скобло, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров, В.А. Щелкунов. - М.: Недра, 2000.
3. Сафиева Р.З. Физикохимия нефти. - М.: Химия, 1998.
4. Рябов В.Д. Химия нефти и газа. – М.: Издательство «Техника», ТУМА ГРУПП, 2004.
5. Гуревич И.Л. - Технология переработки нефти и газа Ч. 1. - М.: Химия, 1972.
6. Смидович Е.В. - Технология переработки нефти и газа. Ч. 2. М.: Химия, 1980.
7. Черножуков Н.И. - Технология переработки нефти и газа. Ч. 3. М.: Химия, 1978.
8. Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Круглов С.А.. - Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки: Уч. пособие для вузов.- М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.
9. Суханов В.П. - Каталитические процессы в нефтепереработке. - М.: Химия, 1979.
10. Справочник нефтепереработчика / Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина - Л.: Химия, 1986.
11. Химическая технология твердых горючих ископаемых: учеб. для вузов/ Под ред. Г.Н. Макарова и Г.Д. Харламповича.- М.: Химия, 1986.
12. Физикохимические основы технологии переработки нефти/ Р.З. Сафиева. – М.: Химия, 1998.

13. Г.В. Тараканов - Ректификация продукто в каталитического крекинга нефтяного сырья, Астрахань, ООО «Астраханьгазпром», 2007.
14. А.Л. Лapidус, И.А. Голубаева, Ф.Г. Жагфаров - Газохимия, М.:ЦентрЛитНефтеГаз, 2008.
15. С.В. Вержинская, Н.Г. Дигуров, С.А. Синицин – Химия и технология нефти и газа, М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007.
16. В.Н. Бакулин, Е.М. Брещенко, Н.Ф. Дубовкин, О.Н. Фаворский – Газовые топлива и их компоненты, М.: Изд. Дом МЭИ, 2009.
17. М.В. Стародуб, Ю.П. Ясьян, П.А. Пуртов, Ю.В. Аристович – Технология нефти. Подготовка нефти у переработке, Краснодар: Изд.дом ЮГ, 2011.
18. В.А. Двинин, Ю.П. Ясьян, П.А. Пуртов, Ю.В. Аристович – Современные технологии гидроочистки дизельных топлив, Краснодар: Изд.дом ЮГ, 2011.
19. В.М. Капустин, А.А. Гуреев – Технология переработки нефти. Часть 2: Деструктивные процессы, М.: «КолосС», 2007.
20. Промышленная экология: учебное пособие/ Зайцев В.А. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 382 с.
21. Калыгин В.Г. Промышленная экология. Учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 432 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов С.А. Физико-химическая технология глубокой переработки нефти и газа. Ч. 1 и 2. - Уфа: изд-во УГНТУ, 1997.
2. Овчаров С.Н., Колесников И.М. Риформинг индивидуальных углеводородов и бензинов с водородом и без водорода. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006. – 424 с. с илл.
3. Пивоварова Н.А., Туманян Б.П., Белинский Б.И. Висбрекинг нефтяного сырья. – М.: Издательство «Техника». ООО «ТУМА ГРУПП», 2002. – 64 с.
4. Газовые топлива и их компоненты. Свойства, получение, применение, экология : справочник / Бакулин В.Н., Брещенко В.М., Дубовкин Н.Ф., Фаворский О.Н. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 614 с.: ил.
5. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. 2-е изд., перераб. и доп. – М., Химия, 1984.
6. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа, //под ред. Бондаренко Б.И., М.: Химия, 1983. 7. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, Ч.1, Ч.2, Ч.3., 2000.

7. Берлин М.А., Гореченков В.Г., Капралов В.П. Квалифицированная первичная переработка нефтяных и природных углеводородных газов. Краснодар: Советская Кубань, 2012. – 520 с.: ил.
8. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России. В 2 ч. – Краснодар: ЭДВИ, 2014. – 776 с.
9. Капустин В.М., Рудин М.Г. Химия и технология переработки нефти. – М.: Химия, 2013. – 496 с.: ил.
10. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. Учебник. М.: Химия, 2002. – 608 с.
11. Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 № 242 (ред. от 20.07.2017) «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов».