


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

 Зав. кафедрой ХТПНГ  
Башкирцева Н.Ю.  
«30» марта 2023 г.

**Программа вступительных испытаний в магистратуру**

Направление 18.04.01 «Химическая технология»  
Программа подготовки «Химическая инженерия в нефтепереработке и  
нефтехимии»

Институт нефти, химии и нанотехнологии

Кафедра-разработчик программы:  
Химической технологии переработки нефти и газа

Казань, 2023

*1. Вопросы программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.01 «Химическая технология», Программа подготовки «Химическая инженерия в нефтепереработке и нефтехимии».*

1. Общие понятия о природных горючих ископаемых (нефти, газе, твердых энергоносителях). Распределение их запасов, потребления по регионам мира. Происхождение горючих ископаемых. Классификация нефтей. Состав нефти. Углеводородные компоненты нефти. Гетероатомсодержащие и прочие компоненты нефти. Нефть с позиций НДС. Состав и свойства углеводородного газа. Физико-химические свойства нефти, газа и нефтепродуктов.

2. Подготовка и первичная переработка нефти и газа. Необходимость подготовки нефти и газа к транспортировке и переработке. Основные стадии подготовки нефти. Технологии подготовки нефти. Основные стадии подготовки газа. Технологии подготовки газа. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Теоретические основы процесса. Технология ЭЛОУ-АВТ. Основные параметры и факторы первичной переработки нефти. Оценка эффективности работы установок перегонки нефти. Оценка качества полученных продуктов. Основное оборудование установок перегонки нефти. Основные требования ГОСТ на товарные нефтепродукты. Классификация нефтепродуктов. Требования стандартов на бензины и дизельные топлива. Основные марки реактивных топлив и требования к ним. Требования стандартов на темные нефтепродукты.

3. Основы термодинамики и кинетики химических процессов в технологии переработки углеводородного сырья. Термодинамическое состояние системы. Технологический процесс и его стадии. Кинетическая и диффузионная области протекания процессов. Гомогенные и гетерогенные технологические процессы. Классификация процессов переработки нефтяного сырья. Термические процессы. Классификация процессов переработки нефтяного сырья. Каталитические процессы. Термохимия. Тепловые эффекты процессов. Закон Гесса. Расчет тепловых эффектов химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакций от температуры. Уравнение Нернста. Понятие энтальпии. Основы термодинамики процессов. Равновесие реакций. Равновесие реакций. Закон действующих масс. Константа равновесия химических реакций. Влияние основных параметров на константу химического равновесия. Принцип Ле Шателье-Брауна. Понятие энергии Гиббса. Термодинамическая вероятность процесса. Температурный предел осуществимости реакции. Свободная энергия Гиббса. Зависимость от температуры. Энергия разрыва связей в органических молекулах. Понятие степени превращения. Глубина процесса (Условная глубина превращения). Химическая кинетика. Скорость процессов. Зависимость скорости

химической реакции от температуры. Реакции первого и второго порядка в процессах термического превращения углеводородного сырья. Температурный коэффициент Вант-Гоффа. Температурный градиент реакции. Энергия активации. Скорость гетерогенного процесса. Способы увеличения скорости процесса. Способы увеличения поверхности соприкосновения фаз в гетерогенных процессах.

4. Основы теории, химизм, механизмы и технологии термических процессов переработки нефти. Термический распад молекул на радикалы. Реакции радикалов при термическом превращении углеводородов в газовой фазе. Радикально-цепной процесс термического разложения. Соотношения скоростей реакций радикалов. Химизм и механизм термических превращений углеводородов. Термические превращения углеводородов различных классов в термических процессах. Пиролиз. Химизм и механизм процесса. Термодинамика и кинетика процесса. Основы управления процессом. Технологии пиролиза. Особенности жидкофазных термических реакций. Коксование нефтяных остатков. Кокс и механизм, его образования. Свойства кокса, смол, асфальтенов, карбенов и карбоидов. Схема радикально-цепного образования асфальтенов. Основы управления процессом коксования. Нефтяной углерод, пути его использования. Аппаратурное оформление. Периодические, полунепрерывные, непрерывные процессы. Пути использования продуктов. Технико-экономические показатели работы установок. Источники загрязнения природы и пути их сокращения. Висбрекинг. Химизм процесса, назначение, продукты, технологии процесса. Основы управления процессом. Производство битумов. Химизм процесса, назначение, продукты, технологии процесса. Основы управления процессом. Производство сажи (технического углерода). Химизм процесса, назначение, продукты. Основы управления процессом.

5. Основы теории, химизм и механизмы, технологии каталитических процессов переработки нефти. Основы технического катализа. Катализаторы. Роль катализаторов, их влияние на изменение качества продуктов. Окислительно-восстановительный, кислотный, бифункциональный катализ. Основные свойства катализаторов. Активность. Селективность. Отравление и старение катализаторов. Катализаторные яды. Обратимая и необратимая дезактивация катализаторов. Требования, предъявляемые к катализаторам. Каталитический крекинг. Химизм и механизм процесса. Катализаторы. Основы управления процессом. Карбокатионный механизм каталитического крекинга. Основные превращения карбокатионов. Типы сырья современных установок каталитического крекинга. Современные технологии каталитического крекинга. Основные аппараты реакторного блока, лифтреакторы. Перспективы развития процесса. Использование отечественного сырья. Технико-

экономические показатели процесса. Термодинамика, механизм и основы управления процессом алкилирования изопарафинов олефинами. Термодинамика, механизм и основы управления процессом изомеризации нормальных парафинов. Каталитический риформинг. Значение и основные направления процесса. Химизм и механизм процесса. Катализаторы. Основы управления процессом. Работы отечественных ученых в области каталитического риформинга. Технологии каталитического крекинга. Конструкция реакторов. Регенерация катализатора. Водородная коррозия. Техничко-экономические показатели. Особенности эксплуатации установок. Техника безопасности на установках.

6. Основы теории, химизм и механизмы, технологии гидрогенизационных процессов переработки нефти. Роль и значение гидрогенизационных процессов в современной нефтепереработке. Разновидности гидрогенизационных процессов. Гидроочистка. Химизм и механизм процесса. Катализаторы. Основы управления процессом. Технологическое оформление процесса гидроочистки. Гидрокрекинг. Химизм и механизм процесса. Катализаторы. Основы управления процессом. Одно- и двухступенчатый процесс. Технология гидрокрекинга дистиллятного сырья. Характеристика основных продуктов. Ресурсы водорода. Особенности обслуживания гидрогенизационных процессов.

7. Физико-химические основы разделения нефтяного сырья избирательными растворителями. Межмолекулярные силы Ван-Дер-Ваальса - ориентационные, индукционные и дисперсионные). Полярные и неполярные растворители. Понятие критической температуры растворения (КТР). Способы регулирования растворяющей способности и селективности растворителей. Теория жидкость-жидкостного фазового равновесия. Треугольная диаграмма, ее построение, бинадальная кривая, линия сопряжения, гомогенная и гетерогенная области при экстракционном разделении нефтяного сырья. Факторы, влияющие на разделение нефтяного сырья. Очистка масляных фракций селективными растворителями. Желательные и нежелательные компоненты масляных фракций, химический и фракционный состав масел и их эксплуатационные свойства. Влияние состава масел на их свойства. Технологии очистки нефтяных фракций селективными растворителями. Теоретические основы сернокислотной очистки нефтепродуктов. Влияние различных факторов на результаты очистки нефтяных фракций серной кислотой. Выбор оптимальных условий очистки масляных фракций. Щелочная очистка (доочистка) нефтяных фракций. Цели очистки. Основные реакции, наблюдаемые при щелочной очистке. Деасфальтизация нефтяных остатков. Роль растворителей в процессах деасфальтизации. Основные факторы процесса деасфальтизации гудрона жидким пропаном. Технологии деасфальтизации нефтяных остатков. Депарафинизация нефтяных фракций. Физическая и химическая депарафинизация. Роль

растворителей в процессах физической депарафинизации. Технологии депарафинизации нефтяных фракций.

8. Основы химической технологии твердых горючих ископаемых. Основные направления использования и общая характеристика твердых горючих ископаемых. Зависимость состава и свойств твердых горючих ископаемых от характера их залегания. Стадии развития углей – торфяная, бурогоугольная и каменноугольная. Подготовка твердых горючих ископаемых к переработке - обогащение, флотация, очистка сточных вод. Теоретические основы процессов переработки твердых горючих ископаемых - коксование, полукоксование, газификация и гидрокаталитическое ожижение углей.

*2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.01 «Химическая технология», Программа подготовки «Химическая инженерия в нефтепереработке и нефтехимии».*

а) основная литература:

1. Рябов В.Д. Химия нефти и газа / В.Д. Рябов. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 336 с.
2. А. И. Богомолов, А. А. Гайле, В. В. Громова и др.: Под ред. В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. — 3-е изд. — СПб.: Химия, 1995. — 448 с.
3. Дияров И.Н. Химия нефти: руководство к практическим и лабораторным занятиям / И.Н. Дияров, Р.Ф. Хамидуллин, Н.Л. Солодова; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед.технол. ун-т. - Изд. 2-е, исп. и доп. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. - 540 с.
4. Емельянычева, Е. А. Теоретические основы химической технологии переработки углеводородного сырья : учебное пособие / Е. А. Емельянычева, А. И. Абдуллин, Т. Ф. Ганиева. — СПб. : Проспект Науки, 2018. – 112 с.
5. Магарил Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти. М.: КДУ, 2008, - 280 с.
6. Солодова Н.Л. Химическая технология переработки нефти и газа: учебное пособие / Н.Л. Солодова, Д.А. Халикова.- Изд-во КНИТУ, Казань, 2012. - 120 с.
7. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: Учебник для вузов. – СПб: ХИМИЗДАТ, 2005. – 912 с.

8. Ивашкина Е.Н. Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов: учебное пособие / Е.Н. Ивашкина, А.И. Левапова, Е.М. Юрьев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 232 с.
9. Сафиева Р.З. Физикохимия нефти. Физико-химические основы технологии переработки нефти. – М.:Химия, 1998, - 448с.
10. Жоров Ю.М. Расчеты и исследования химических процессов нефтепереработки. М.: Химия, 1973. – 278 с.
11. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1985. – 189 с.
12. Капустин, В.М. Технология переработки нефти. В 4-х частях. / Капустин В.М. — М.: КолосС, 2013.
13. Иртуганова Э.А., Гармонов С.Ю., Сошин В.Ф. Химия и контроль качества эксплуатационных продуктов. Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 528 с.
14. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов. Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
15. Солодова Н.Л. Висбрекинг: учебное пособие / Н.Л. Солодова, Е.А. Емельянычева. – Казань: изд-во КНИГУ, 2014. – 136 с.
16. Солодова Н.Л. Каталитический крекинг нефтяного сырья: учебное пособие / Н.Л. Солодова, Н.А. Терентьева. – Казань: изд-во КНИГУ, 2015. – 148 с.
17. Солодова Н.Л. Коксование нефтяных остатков: учебное пособие / Н.Л. Солодова, Е.А. Емельянычева. – Казань: Изд-во КНИГУ, 2017. – 108 с.
18. Солодова Н.Л. Каталитический риформинг: учебное пособие / Н.Л. Солодова, А.И. Абдуллин, Е.А. Емельянычева. – Казань: Изд-во КНИГУ, 2016. – 96 с.
19. Солодова Н.Л. Гидрокрекинг нефтяного сырья: учебное пособие / Н.Л. Солодова, Е.И. Черкасова, И.И. Салахов. – Казань: Изд-во КНИГУ, 2016. – 117 с.
20. Солодова Н.Л. Гидроочистка топлив: учебное пособие / Н.Л. Солодова, Н.А. Терентьева. – Казань: Изд-во КИГУ, 2008. – 104 с.
21. Солодова Н.Л. Очистка и переработка нефтяных фракций: учебное пособие / Н.Л. Солодова, Р.З. Фахрутдинов, Е.И. Черкасова. – Казань, Изд-во КНИГУ, 2016. – 84 с.

б) дополнительная литература:

22. Элверс Б. Топлива. Производство, применение, свойства: справочник; пер. с англ. / Б. Элверс; под ред. Т.Н. Митусова. - СПб.: ЦОП «Профессия», 2012. - 416 с.

23. Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки: справочник: пер. с англ. / Р.А. Мейерс; под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. - СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. - 944 с.

24. Современные технологии производства компонентов моторных топлив: учебное пособие для вузов / В.Г. Козин [и др.]. - Казань.: Изд-во КГТУ, 2009. - 328 с.

25. Черножуков Н.И. Технология переработки нефти и газа. Ч.3. Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов: учебник для вузов / Н.И. Черножуков; под ред. А.А. Гуреева, Б.И. Бондаренко. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1978. - 424 с.

26. Казакова Л.П. Физико-химические основы производства нефтяных масел / Л.П. Казакова, С.Э. Крейн. - М.: Химия, 1978. - 320 с.