

ПРИНЯТО

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
« 26 » сентября 2016 г. (протокол № 11)

приказом ректора ФГБОУ ВО «ТГТУ»  
« 29 » сентября 2016 г. № 531-04

## **ПРОГРАММА**

вступительного испытания для поступающих в 2017 году в магистратуру  
на направление подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

по программе магистратуры

**18.04.01.01 Химия и технология продуктов  
основного органического и нефтехимического синтеза**

### ***I. Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии»***

1. Периодические и непрерывные процессы химической технологии, их характеристика. Прямоточные и противоточные процессы химической технологии, их характеристика.

2. Классификация аппаратов по характеру движения материальных потоков (идеального смешения, вытеснения, аппарат промежуточного типа).

3. Кинетический закон основных процессов химических производств. Коэфф. скорости и движущая сила. Теория подобия. Метод обобщенных переменных.

4. Диф. уравнения как способ описания класса физических явлений.

5. Критерии подобия. Теоремы подобия. Операция приведения диф. уравнений.

6. Кинетика осаждения. Критериальное уравнение осаждения одиночной сферической частицы. Гидродинамические режимы осаждения одиночной сферической частицы. Критериальное уравнение для ламинарного режима осаждения.

7. Кинетика фильтрования через слой зернистого материала. Вывод уравнений для скорости фильтрования при ламинарном режиме. Сопротивление процессу фильтрования. Удельное сопротивление.

8. Взвешенный слой, критериальные уравнения. Кривая псевдооживления и ее характеристика. Перепад давления в слое, высота и порозность слоя.

9. Критическая скорость псевдооживления. Вывод критериального уравнения для критической скорости псевдооживления при ламинарном режиме. Рабочая скорость, число псевдооживления, скорость витания.

10. Отстаивание. Расчет отстойников. Классификация отстойников. Конструкции отстойников для пылей, суспензий, эмульсий.

11. Центробежное осаждение. Фактор разделения. Фильтрование в поле центробежных сил.

12. Циклонный процесс, степень очистки. Конструкции и расчет циклонов.

13. Отстойное центрифугирование. Фактор разделения и индекс производительности.

14. Электроосаждение. Сущность процесса. Конструкции и расчет электрофильтров.
15. Фильтрация. Виды осадков. Требования к фильтрующим перегородкам и виды фильтрующих перегородок. Вывод уравнения для фильтрации под действием перепада давлений. ( $\Delta p = \text{const}$ ). Фильтрация при  $W = \text{const}$ .
16. Механическое перемешивание. Критериальное уравнение для перемешивания мешалками.
17. Тепловые процессы. Способы переноса тепла. Применение в химической технологии.
18. Виды промышленных теплоносителей и требования к ним. Передача тепла теплопроводностью. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности в неподвижной среде. Уравнение теплопроводности через одно- и многослойную плоскую стенку.
19. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Критериальное уравнение конвективного теплообмена.
20. Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей.
21. Конденсация паров смешением. Расчет барометрического конденсатора смешения.
22. Выпаривание. Применение. Свойства растворов. Полезная разность температур и ее потери. Принципиальные схемы выпарных установок (Однократное выпаривание, схемы с тепловым насосом и отбором экстра-пара, многократное выпаривание).
23. Расчет выпарных установок методом последовательных приближений. Распределение полезной разности температур по корпусам выпарной установки из условия получения равных поверхностей нагрева.
24. Холодильные процессы. Применение в химической промышленности. Хладагенты и требования к ним.
25. Термодинамическая сущность получения холода. Холодильный коэффициент. Изохалатическое и изохалатическое расширение газов.
26. Классификация массообменных процессов. Способы выражения состава взаимодействующих фаз. Равновесие массообменных процессов.
27. Закон массоотдачи Шукарева. Основной закон массопередачи. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи.
28. Закон молекулярной диффузии. 1 закон Фика. Коэффициент молекулярной и турбулентной диффузии. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии (2 закон Фика).
29. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии. Уравнение переноса вещества через границу раздела. Критериальное уравнение конвективной диффузии.
30. Модель межфазного переноса (пленочная модель, модель диффузионного пограничного слоя и модели нестационарных пограничных слоев).
31. Средняя движущая сила массообменных процессов. Понятие числа единиц переноса (ЧЕП).
32. Модифицированные уравнения массопередачи. Рабочий объем аппарата, высота аппарата. Понятие высоты единицы переноса.

33. Равновесие в системах пар-жидкость. Идеальные и неидеальные смеси. Схема непрерывно-действующей ректификационной установки. Принцип ректификации, материальный баланс ректификации. Тепловой баланс ректификации.

34. Абсорбция. Применение. Равновесие в процессах абсорбции. Принципиальные схемы процессов абсорбции.

35. Сушка. Применение в промышленности. Виды влажных материалов и формы связи влаги с материалом. Равновесие в сушильных процессах. Материальный баланс сушки. Теоретическая сушка. Схема, процесс на диаграмме.

36. Действительная сушка, схема, процесс на диаграмме. Тепловой баланс сушки. Рабочая линия сушки и ее построение на диаграмме. Кинетика сушки. Расчет времени сушки I и II периодов.

### ***Литература по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии»***

1. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. - М.: Химия, 1987.- 496 с.

2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1977. - 792 с.

3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - Л.: Химия, 1987.- 575 с.

4. Романков П.Г., Фролов В.Ф., Флисюк О.Н., Курочкина М.И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи). - С.-Пб.: Химия, 1993. - 496 с.

5. Основные процессы и аппараты химической технологии / Под ред. Ю.И. Дытнерского. Пособие по курсовому проектированию. - М.: Химия, 1991. - 493 с.

6. Айнштейн В.Г. (Ред.). Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. В 2-х книгах. М.: Химия, 1999- 2000, 1760с.

7. Фролов В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии". - СПб.: Химиздат, 2003. – 608 с.

8. Гидромеханические и тепловые процессы. Метод. указания к лабораторным работам. Тамбов: ТИХМ, 1989.- 55 с.

9. Массообменные процессы. Метод. указания к лабораторным работам. - Тамбов: ТГТУ, 1993.- 48 с.

10. Диффузионные (массообменные) жидкофазные процессы. Метод. указания к лабораторным работам. - Тамбов: ТГТУ, 2009.- 20 с.

11. А.М. Кутепов (редактор). Процессы и аппараты химической технологии. В 5 томах. Том 1. 2000. Том 2. 2001.

12. А.С. Тимонин. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник. В 3 томах. 2002.

## ***II. Дисциплина «Теория химико-технологических процессов органического синтеза»***

1. Стехиометрия простых реакций и материальные расчеты: основные соотношения баланса, уравнение материального баланса.
2. Сложные реакции (обратимые, параллельные, последовательные). Целевая и побочная реакции. Понятие о числе стехиометрически независимых превращений и ключевых веществах. Материальный расчет сложных реакций.
3. Безразмерные характеристики материального баланса: степень конверсии, селективность и выход. Понятие о парциальных молярных балансах реакций. Концентрации, парциальные давления и мольные доли.
4. Равновесие органических реакций: общий вид выражения константы равновесия, изменение энергии Гиббса, изотерма Вант-Гоффа.
5. Расчет констант равновесия газозажных реакций по термодинамическим данным ( $\Delta G$ ,  $\Delta H$  и  $S$ ) и методами Шварцмана-Темкина и приведенного изобарного потенциала.
6. Равновесие для реальных газов. Расчет термодинамических параметров органических реакций методом структурных групп.
7. Скорость превращения веществ при гомогенных и гетерогенно-каталитических процессах в периодических и непрерывных условиях. Понятие о параметрах химической реакции и химического процесса.
8. Реактор идеального вытеснения и кинетическое изучение процесса в потоке.
9. Реактор полного смешения и кинетическое исследование процесса в безградиентных условиях.
10. Способы установления схемы превращений: изолирование отдельных реакций, метод меченых молекул, предварительный анализ кинетических кривых.
11. Понятие об элементарных и неэлементарных реакциях. Порядок реакции. Механизм неэлементарных и сложных реакций. Построение кинетических уравнений.
12. Понятие о дифференциальной селективности процесса.
13. Поиск констант уравнений с помощью линейного метода наименьших квадратов. Поиск констант уравнений с помощью нелинейного метода наименьших квадратов.
14. Интегральный метод обработки по уравнениям с одним неизвестным параметром: необратимые простые реакции в периодических условиях, обратимые простые реакции в условиях идеального вытеснения.
15. Обратимые реакции в интегральных условиях. Дифференциальный метод обработки опытов для простых и обратимых реакций.
16. Интегральные методы исследования параллельных реакций: параллельные обратимые реакции одинакового порядка, метод конкурирующих реакций.
17. Интегральные методы исследования последовательных реакций. Исследование влияния температуры на состав продуктов, селективность и скорость реакции.
18. Классификация гомогенно-каталитических реакций, принцип действия катализатора, энергетический профиль некаталитической и гомогенно-каталитической реакции, сравнение эффективности катализаторов.
19. Нуклеофильный катализ. Механизмы реакций нуклеофильного присоединения и замещения. Катализ сопряженными основаниями.

20. Основы кинетики нуклеофильного катализа. Автокатализ. Кислотный катализ: механизмы А-1 и А-2. Электрофильный катализ.

21. Общая характеристика основного катализа. Концепция жестких и мягких кислот и оснований Пирсона. Определение количественной характеристики «мягкости» или «жесткости» кислоты или основания.

22. Основные понятия теории кислот и оснований Бренстеда. Оценка констант протолитических равновесий. Абсолютная шкала кислотности и индикаторный метод Гаммета.

23. Понятие о специфическом и общем кислотно-основном катализе. Специфический основной катализ.

24. Специфический кислотный катализ. Кинетика общего кислотно-основного катализа. Металлокомплексный катализ. Химическая структура катализаторов.

25. Основные типы реакций комплексных соединений.

26. Механизмы реакций гомогенного гидрирования, изомеризации олефинов, полимеризации олефинов.

27. Механизмы реакций диспропорционирования, окисления и присоединения НХ к углеводородам.

28. Механизмы реакций органических соединений с оксидом углерода.

***Литература по дисциплине «Теория химико-технологических процессов органического синтеза»***

1. Лебедев Н. Н., Манаков М. Н., Шве́ц В. Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1984. 376 с.

2. Безденежных А. А. Инженерные методы составления уравнений скоростей реакций и расчета кинетических констант. Л.: Химия, 1973. 256 с.

3. Потехин В.М., Потехин В.В. «Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки», Санкт-Петербург, «Химиздат», 2005 год.

4. Оарданашвили А. Г., Львова А. И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. М.: Химия, 1980. 256 с.

5. Денисов Е. Т., Саркисов О. М., Лихтенштейн Г. И. Химическая кинетика. М.: Химия, 2000. 568 с.

6. Сталл Д., Вестрам Э., Зинке Х. Химическая термодинамика органических соединений / Пер. с англ. М.: Мир, 1971. 807 с.

7. Жоров Ю. М. Термодинамика химических процессов: Справочник. М.: Химия, 1985. 464 с.

8. Бенсон С. Термодинамическая кинетика. М.: Мир, 1971. 308 с.

9. Уэйлес С. Фазовые равновесия в химической технологии. В 2 ч. М.: Мир, 1989. 360 с.

10. Шмидт Р., Сапунов В. Н. Неформальная кинетика. М.: Мир, 1985. 264 с.

11. Орлов Ю. Д., Лебедев Ю. А., Сайфулин И. Ш. Термохимия органических свободных радикалов. М.: Наука, 2001. 304 с.

12. Уэйлес С. Фазовые равновесия в химической технологии: В 2 ч. М.: Мир, 1989. Ч. 1. 304 с; Ч. 2. 360 с.

### ***III. Дисциплина «Введение в химию и технологию синтетического жидкого топлива и газа»***

1. Нефть в современном мире. Роль газа в современном мире. Основные нефтеносные районы. Основные газоносные районы.
2. Этапы развития нефтеперерабатывающей промышленности. Структура топливно-энергетического комплекса и топливно-энергетические ресурсы в России.
3. Развитие представлений об органическом происхождении нефти. Современное состояние нефтедобывающей промышленности.
4. Три гипотезы происхождения нефти. Классификация нефти. Фракционный состав нефти. Групповой состав нефти.
5. Общие сведения об элементарном составе сырья. Строение и свойства индивидуальных углеводородов парафины нормального строения.
6. Строение и свойства индивидуальных углеводородов парафины циклического строения, ароматические углеводороды, кислородосодержащие соединения.
7. Зола нефти. Буровые воды. Образование эмульсий в результате диспергирования, в присутствии поверхностно-активных веществ. Разрушение нефтяных эмульсий.
8. Основные способы переработки нефти. Обессоливание. Прямая перегонка нефти.
9. Атмосферно-вакуумная установка переработки нефти. Устройство ректификационных колонн.
10. Теоретические основы вторичной переработки нефти. Термический крекинг. Радиальный механизм распада.
11. Каталитический крекинг. Условия проведения процесса. Механизм процесса Условия проведения процесса. Качество крекинг-бензина. Катализаторы. Достоинства и недостатки метода.
12. Гидрокрекинг. Условия проведения процесса. Механизм процесса. Катализаторы. Достоинства и недостатки метода.
13. Каталитический риформинг. Условия проведения процесса. Механизм процесса. Катализаторы. Достоинства и недостатки метода.
14. Синтез высокооктановых компонентов топлив.
15. Определение непредельных углеводородов (метод определения бромных и йодных чисел. Метод Маргошеса, метод Кауфмана-Гальперна, реакция с полухлористой серой, избирательное гидрирование, метод Брауна, реакция с уксуснокислой ртутью, хроматографические методы.
16. Определение ароматических углеводородов метод анилиновых точек, способ Иоффе-Баталина), криоскопический метод, взаимодействие с фталевым ангидридом.
17. Определение нафтовых и парафиновых углеводородов обработка мочевиной в метанольном растворе, применение молекулярных сит.
18. Групповой химический анализ бензиновых и керосиновых фракций.
19. Классификация топлив: Реактивные, Дизельные. Топлива для карбюраторных двигателей.
20. Состав товарных автомобильных бензинов. Принципы компаундирования бензинов. Физико-химические и эксплуатационные свойства автомобильных бензинов соглас-

но ГОСТ Р 51115-97, ГОСТ Р 518866-2002 и технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу...».

21. Фракционный состав бензинов. Влияние его на эксплуатационные показатели двигателей. Детонационная стойкость. Явление детонации. Октановое число. Моторный и исследовательский методы. Повышение детонационной стойкости бензинов.

Антидетонаторы на основе соединений свинца, марганца, железа. Оксигенанты. Ароматические амины.

22. Дизельные топлива. Основные требования и обоснование требований к дизельным топливам. Свойства топлива, обеспечивающие его бесперебойную подачу.

23. Испаряемость дизельных топлив, фракционный состав. Склонность топлива к самовоспламенению. Цетановое число. Коррозионное воздействие топлива на двигатель и топливоподающую аппаратуру.

24. Свойства дизельных топлив, влияющие на образование нагара. Зольность топлива.

25. Присадки, улучшающие показатели дизельных топлив.

### ***Литература по дисциплине «Введение в химию и технологию синтетического жидкого топлива и газа»***

1. Проскурякова, В. А. Химия нефти и газа / В. А. Проскурякова, А. Е. Драбкина. - Л.: Химия, 1989.
2. В.Н. Эрих Химия нефти и газа. – Л.: Химия, 1969. – 284 с.
3. Итинская, Н. И. Топливо, масла и технические жидкости / Н. И. Итинская, Н. А. Кузнецов. - М.: Машиностроение, 1989.
4. Печуро Н.С. и др. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа. Уч. Пособие для ВУЗов. – М.: Химия, 1986. – 352с.
5. Гуреев А.А. и др. Химмотология: Уч. Для ВУЗов. – М.: Химия, 1986. – 386 с.
6. Химия и технология топлива и продуктов его переработки. Вып. II. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 332с.
7. Фокин В.Я., Пебалк В.Л. Оборудование заводов искусственного жидкого топлива (Монтаж, ремонт, эксплуатация). – М.: Гостопиздат, 1955. – 400 с.
8. Иванова Л.В. Технология переработки нефти и газа [Учебное пособие для нефтяных техникумов] – М.: Химия, 1966. – 419 с.
9. Паугикин Я.М. Нефтехимическая наука и промышленность. – Минск, Наука и техника, 1972. – 301 с.
10. Циркин Е.Б., Олегов С.И. О нефти и газе без формул. – Л.: Химия, 1989. – 158 с.
11. Химия и технология переработки нефти и газа. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 279 с.
12. Лапидус А.Л., Крылова А.Ю. Уголь и природный газ – источники для получения искусственного жидкого топлива и химических продуктов. – М.: Знание, 1986. – 48 с.
13. Уайтхерст Д., Дуасти и др. Ожижение угля: Химия и технология термических процессов. Пер. с англ. И.В. Мостового, С.М. Зеленковского; под ред. В.Г. Липровича. – М.: Химия, 1986. – 254 с.

#### ***IV. Дисциплина «Химические реакторы»***

1. Общая характеристика процессов в реакторах и их классификация.
2. Основные уравнения химических процессов. Теории подобия.
3. Основные типы реакторов. Общие положения химической кинетики.
4. Влияние температуры на скорость химических реакций.
5. Параллельные и последовательные реакции.
6. Определение скорости, константы скорости, порядка химической реакции и степени превращения.
7. Графическое изображение путей химических реакций.
8. Аналитический расчет реакторов идеального смешения без учета массообмена.
9. Реакторы периодического действия. Реакторы непрерывного действия.
10. Каскад реакторов. Графический расчет.
11. Общие положения расчета реакторов идеального вытеснения и смешения с учетом массообмена.
12. Гетерогенные процессы в стационарных реакторах.
13. Гомогенные и гетерогенные процессы при бесконечно большой скорости реакции.
14. Экстракция, сопровождаемая химической реакцией. Разбавленные растворы. Концентрированные растворы.
15. Идеальный кубовый реактор периодического действия. Идеальный трубчатый реактор непрерывного действия.
16. Идеальный кубовый реактор непрерывного действия.
17. Каскад кубовых реакторов. Методы расчета каскада кубовых реакторов.
18. Кубовый реактор полунепрерывного действия.
19. Реакционные устройства непрерывного действия с поперечным потоком.
20. Сравнение работы различных модельных реакторов. Периодическое и непрерывное производство.
21. Влияние введения веществ в реактор и управления реактором на экономику процесса. Применение одного из реагентов в избытке. Рециркуляция непревращенного реагента.
22. Максимальная производительность и оптимальная загрузка в реакторах периодического действия.
23. Реакторы с твердой фазой: общие положения.
24. Реакторы с неподвижным слоем. Гидродинамика потока. Организация теплообмена.
25. Реакторы с псевдоожиженным слоем. Гидравлические потери и организация теплообмена.
26. Устойчивость режимов работы реакторов.
27. Простая адсорбция. Термодинамическая формулировка закона действующих поверхностей.
28. Приближенные методы расчета констант скоростей реакции. Равновесие в идеальном адсорбированном слое с участием многоцентровых молекул.
29. Локализованная адсорбция. Кинетика реакций в идеальном адсорбированном слое с участием локализованных многоцентровых частиц.



30. Конструкции реакторов для проведения гомогенных реакций в газовой фазе.
31. Конструкции реакторов для проведения гомогенных реакций в жидкой фазе.
32. Конструкции реакторов для проведения гетерогенных реакций в системе газ – твердое тело.
33. Конструкции реакторов для проведения гетерогенных реакций в системе газ-жидкость.
34. Конструкции реакторов для проведения гетерогенных реакций в системе жидкость – твердое тело.
35. Конструкции реакторов для проведения гетерогенных каталитических реакций в системе газ – твердое тело.
36. Конструкции реакторов для проведения гетерогенных каталитических реакций в системе жидкость – твердое тело.

### ***Литература по дисциплине «Химические реакторы»***

1. Бакланов Н.А. Перемешивание жидкостей. Л.: Химия, 1979. 63с.
2. Богданов В. В. Христофоров Е.И., Клоцунг В. А. Эффективные малообъемные смесители. Л.: Химия, 1989. 224с.
3. Брагинский Л.Н., Вегачев В.И., Барабаш В.М. Перемешивание в жидких средах: Физ. основы и инж. методы расчета. Л.: Химия, 1984. 336с.
4. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред: Справ. пособие. Л.: Машиностроение, 1989. 871с.
5. Канторович З.Б. Машины химической промышленности. М.: Машиностроение, 1965. 415с.
6. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973. 750с.
7. Криворот А. С. Конструкция и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. М.: Машиностроение, 1976. 376с.
8. Леонтьева А. И. Машины и аппараты химической промышленности. Учеб. пособие. Тамбов: ТГТУ, 1991. Ч.1. 104с.
9. Машины и аппараты химических производств./Под ред. И.И. Чернобыльского. М.: Машиностроение, 1975. 456с.
10. Холланд Ф.А., Чапман Ф.С. Химические реакторы и смесители для жидкофазных процессов: Пер. с англ. М.: Химия, 1974. 208с.

### ***VI. Дисциплина «Технология органических полупродуктов»***

1. Исходные вещества, выделенные из побочных продуктов. Основные методы переработки исходных веществ в промежуточные продукты. Замещение в ароматических соединениях и ориентация заместителей. Ориентация в монозамещенных бензола.
2. Ориентация в двузамещенных бензола. Замещение в соединениях с конденсированными ароматическими ядрами.
3. Общие сведения. Механизм реакции. Условия проведения процесса. Побочные реакции при сульфировании. Практика проведения сульфирования. Аппаратура, порядок смешения реагентов и условия проведения реакции.

4. Выделение сульфокислот. Сульфирование серным ангидридом. Сульфирование серной кислотой с удалением образующейся воды. Сульфирование аминов запеканием. Сульфирование солями сернистой кислоты с участием окислителей. Сульфирование хлорсульфоновой кислотой. Получение сульфохлоридов. Сульфирование с добавлением растворителей и других веществ.

5. Сульфирование важнейших ароматических соединений. Сульфирование бензола, толуола, ароматических аминов, фенола, хлор- и нитробензолов, нафталина,  $\beta$ -нафтола.

6. Реагенты. Условия нитрования. Нитрование нитрующей смесью. Нитрование разбавленной азотной кислотой. Нитрование в присутствии ртути. Технология процесса нитрования. Основные способы выделения нитропродуктов.

7. Примеры нитрования в промышленности. Нитрование бензола. Нитрование толуола. Нитрование хлорбензола. Нитрование гидроксисоединений. Нитрование ароматических аминов. Нитрование нафталина и нафталинсульфокислот. Нитрование антрахинона и его замещенных. Контроль процесса.

8. Хлорирование. Хлорирование бензола. Хлорирование толуола. Хлорирование замещенных бензола. Хлорирование нафталина и его замещенных. Хлорирование антрахинона и его замещенных. Изомеризация хлорзамещенных. Бромирование.

9. Фторирование. Контроль процесса галогенирования и анализ галогензамещенных. Меры предосторожности при проведении процессов галогенирования. Аппаратура для предварительной обработки исходных веществ.

10. Аппаратура для осушки хлора. Аппаратура для осушки хлорируемых углеводородов. Хлораторы для хлорирования боковой цепи ароматических соединений.

11. Превращение аминов в гидроксипроизводные. Аминирование гидроксисоединений.

12. Алкилирование. Механизм реакции. Алкилирование аминов. Алкилирование ароматических гидроксисоединений. Алкилирование углеводородов.

13. Араминирование. Механизм реакции. Араминирование амино- и гидроксисоединений. Механизм реакции.

14. Ацилирование. Механизм реакции. Ацилирование аминов. Ацилирование гидроксисоединений.

15. Окисление. Получение альдегидов из толуола и его производных. Получение бензойной кислоты и ее аналогов.

16. Окисление ядра ароматических углеводородов. Реакция конденсации. Конденсация с альдегидами.

17. Реакция конденсации. Конденсация в присутствии хлорида алюминия. Получение бензантрона. Перегруппировки.

18. Цветность как физическое явление. Измерение поглощения света (колориметрия). Зависимость цвета от химического строения органических соединений. Классификация красителей.

19. Краткие сведения о текстильных волокнах и их крашении. Красители, растворимые в воде, свойства и область применения.

20. Красители, нерастворимые в воде, свойства и область применения. Красители, растворимые в органических растворителях, свойства и область применения.

21. Номенклатура красителей. Физические процессы и выпускные формы в производстве красителей.

22. Физические процессы в производстве красителей. Выпускные формы красителей. Требования к качеству красителей.

23. Азокрасители. Строение азокрасителей. Методы получения азокрасителей. Диазотирование. Азисочетание.

24. Классификация и номенклатура азокрасителей. Кислотные азокрасители. Металло-содержащие (металлокомплексные) азокрасители. Хромовые азокрасители.

25. Классификация и номенклатура азокрасителей. Прямые азокрасители.

26. Классификация и номенклатура азокрасителей. Производные 4,4-диамидов.

27. Классификация и номенклатура азокрасителей. Производные карбамида.

28. Классификация и номенклатура азокрасителей. Производные симм-триазины.

29. Классификация и номенклатура азокрасителей. Цепные полиазокрасители. Диазокрасители.

30. Классификация и номенклатура азокрасителей. Прямые красители, металлосодержащие и упрочняемые солями металлов.

31. Классификация и номенклатура азокрасителей. Лаки и лаковые красители.

32. Общие представления о лакокрасочных покрытиях. Назначение пленкообразующих, пигментов, пластификаторов и растворителей. Основные виды лакокрасочных материалов. Обозначения лакокрасочных материалов.

33. Растворители и пластификаторы. Назначение растворителей. Растворители, применяемые в производстве лакокрасочных материалов.

34. Растительные масла и продукты их переработки. Природные смолы и битумы. Конденсационные смолы. Полимеризационные смолы. Эфиры целлюлозы. Основные показатели, характеризующие растворы пленкообразующих веществ.

Пигменты. Роль пигментов в лакокрасочных пленках. Основные показатели, характеризующие пигменты. Пигменты и наполнители.

### ***Литература по дисциплине «Технология органических полупродуктов»***

1. Бородкин В.Ф. Химия красителей. - М.: 1981

2. Воронцов И.И. Производство органических красителей. - М.: Госхимиздат, 1962. - 544 с.

3. Горловский И.А., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Лабораторный практикум по пигментам и пигментированным лакокрасочным материалам. - Л.: Химия, 1990. - 240 с.

4. Гурвич Я.А., Кумок С.Т. Химия и технология промежуточных продуктов и органических красителей. М.: Высшая школа, 1968. - 360 с.

5. Гуревич Д.А. Переработка отходов в промышленности полупродуктов и красителей. - М.: Химия, 1980. - 160 с.

6. Лисицын В.Н. Химия и технология промежуточных продуктов. - М.: 1981

7. Эфрос Л.С., Горелик М.В. Химия и технология промежуточных продуктов. - М.: 1980

8. Эфрос Л.С., Квитко И.Я. Химия и технология ароматических соединений в задачах и упражнениях. - М.: 1984

## ***VI. Дисциплина «Оборудование производств органических продуктов»***

1. Цель перемешивания жидких сред, способы перемешивания и критерии оценки этого процесса. Факторы, принимаемые во внимание при выборе механических перемешивающих устройств.
2. Параметры (технологические), рекомендуемые при использовании основных типов мешалок.
3. Устройство, принцип действия, область применения мешалок для маловязких сред. Устройство, принцип действия, область применения лопастных, пропеллерных, турбинных мешалок.
4. Конструкции лопастных и пропеллерных мешалок. Область применения, особенности эксплуатации. Устройство, принцип действия, область применения специальных мешалок.
5. Методики расчета турбинной и ленточной мешалок. Методика расчета пропеллерной мешалки и выбор (проверка) вала на виброустойчивость. Расчет на прочность вала пропеллерной мешалки. Расчет на жесткость вала пропеллерной мешалки. Методика расчета рамной мешалки.
6. Приводы мешалок. Устройство, принцип действия, область применения. Факторы, принимаемые во внимание при компоновке привода мешалки. Соединение валов привода и мешалки.
7. Равновесие в процессах кристаллизации. Образование и рост кристаллов. Методы кристаллизации. Классификация кристаллизационного оборудования. Кинетика кристаллизации.
8. Устройство и принцип действия изогидрических кристаллизаторов с водяным охлаждением, Вульфа-Бокка, шнекового кристаллизатора, кристаллизаторов погружного, барабанного, кристаллизатора «КРИСТАЛЛ»
9. Устройство и принцип действия вакуум-кристаллизаторов, изотермических кристаллизаторов. Принципы расчета кристаллизаторов.
10. Методы гранулирования. Агломерирование прессованием, окатыванием. Факторы, влияющие на процесс агломерирования окаткой. Конструкция и принципы работы дискового и шнек-грануляторов.
11. Конструкция и принципы работы барабанного гранулятора. Движение материала при окатывании в барабане. Кинетика гранулообразования. Инженерная методика расчета барабанного гранулятора.
12. Грануляторы кипящего слоя. Механизм и кинетика гранулообразования. Тепло-массообмен и режимы гранулирования в псевдоожиженном слое. Инженерная методика расчета гранулятора с псевдоожиженным слоем.
13. Расчет пневмомеханической форсунки.
14. Конструкция и принципы работы грануляционной башни. Особенности движения гранул в грануляционной башне.
15. Классификация колонных аппаратов. Конструкции и принципы работы тарельчатых колонн.
16. Основные конструкции тарелок провального типа. Основные конструкции каскадных промывных тарелок. Основные конструкции насадочных колонн, распиливаю-

щих колонных аппаратов, отбойных устройств, узлов ввода сырья, распределительных устройств для жидкости и пара.

17. Общая схема расчета колонных аппаратов. Механический расчет колонных аппаратов. Определение основных конструктивных размеров ректификационной колонны. Методика гидромеханического расчета колонных аппаратов.

18. Назначение, методы и физические основы сушки. Устройство и принцип действия камерных сушилок, ленточных и петлевых сушилок, барабанной сушилки и сушилки с кипящим слоем, многокамерной сушилки с последовательным передвижением материала и со ступенчатым противоточным движением материала и газа, аэрофонтанной сушилка, сушилки типа «Циклон-кипящий слой», виброаэрокипящий слой.

19. Устройство и принцип действия пневматической и распылительной сушилок. Расчет механической форсунки. Расчет пневматической форсунки. Расчет центробежной форсунки.

20. Методика расчета сушилки. Материальный баланс сушки. Тепловой баланс контактной сушки, воздушной сушки.

### ***Литература по дисциплине «Оборудование производств органических продуктов»***

1. Бакланов Н.А. Перемешивание жидкостей. Л.: Химия, 1979. 63с.
2. Богданов В. В. Христофоров Е.И., Клоцунг В. А. Эффективные малообъемные смесители. Л.: Химия, 1989. 224с.
3. Брагинский Л.Н., Вегачев В.И., Барабаш В.М. Перемешивание в жидких средах: Физ. основы и инж. методы расчета. Л.: Химия, 1984. 336с.
4. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред: Справ. пособие. Л.: Машиностроение, 1989. 871с.
5. Канторович З.Б. Машины химической промышленности. М.: Машиностроение, 1965. 415с.
6. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973. 750с.
7. Криворот А. С. Конструкция и основы проектирования машин и аппаратов химической промышленности. М.: Машиностроение, 1976. 376с.
8. Леонтьева А. И. Машины и аппараты химической промышленности. Учеб. пособие. Тамбов: ТГТУ, 1991. Ч.1. 104с.
9. Машины и аппараты химических производств./Под ред. И.И. Чернобыльского. М.: Машиностроение, 1975. 456с.
10. Холланд Ф.А., Чапман Ф.С. Химические реакторы и смесители для жидкофазных процессов: Пер. с англ. М.: Химия, 1974. 208с.