



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НР  
Н.А. Кострикова  
02.09.2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В  
АСПИРАНТУРЕ

Название дисциплины Пищевые системы. Профиль – « Процессы и аппараты пищевых производств»

Группа научных специальностей: 4.3. Агроинженерия и пищевые технологии

Специальность: 4.3.3. Пищевые системы

*(в соответствии с номенклатурой научных специальностей)*

Направленность (профиль): Процессы и аппараты пищевых производств

*(если есть)*

Отрасль науки: технические

РАЗРАБОТЧИК  
ВЕРСИЯ

Инжиниринга технологического оборудования  
1

г.Калининград  
2022

## **1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины Пищевые системы. Профиль – «Процессы и аппараты пищевых производств» является формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций посредством изложения основ научного исследования, основ развития технологий пищевых производств, значения внедрения новых достижений науки, техники и передовой технологии для увеличения производства пищевой продукции, расширения ее ассортимента и повышения качества. Роль в народном хозяйстве создания энергоресурсосберегающих экологически чистых технологий и высокопроизводительного оборудования, способного обеспечить глубокую, при возможности безотходную переработку сырья. Прогрессивные физические методы обработки пищевых продуктов и нетрадиционные технологии их производства.

1.1 Результатами освоения дисциплины Пищевые системы. Профиль – «Процессы и аппараты пищевых производств» должны быть следующие этапы формирования у обучающегося профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС ВО, а именно:

- способность собирать и анализировать исходные данные, необходимые для расчета, моделирования и проведения эксперимента, выполнять необходимые для научных исследований расчеты, обосновывать их и представлять результаты работы, владеть методами проведения патентных исследований, сбора и обработки библиографических данных, баз данных российских и международных организаций для решения поставленных конкретных задач исследования анализировать результаты и обосновывать полученные выводы, способность выбирать инструментальные средства, пакеты прикладных программ для обработки данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы:

- способность выполнять необходимые для научных исследований расчеты, обосновывать их.

- владение знаниями в области перспективных направлений развития машин, аппаратов и процессов пищевых производств:

- владение знаниями в области процессов и аппаратов пищевых производств и перспективных направлений развития машин, аппаратов и процессов пищевых производств.

1.2 В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- сущность основных процессов пищевых производств;

- основные требования, предъявляемые машинам, аппаратам и технологиям пищевых производств;

**уметь:**

- использовать современные технические средства и информационные технологии для основных расчетов при конструировании машин и аппаратов пищевых производств;

- оценивать новые решения в области создания машин, аппаратов и технологических систем пищевых производств.

**владеть:**

- навыками проектирования технологических линий пищевых производств.

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения;

- оценочные средства для заключительной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины относятся:

- задания по отдельным темам дисциплины (написание рефератов);

2.3 К оценочным средствам для заключительной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, соответственно относятся:

- вопросы для проведения экзамена.

## **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

3.1 Темы рефератов, предусмотренные рабочей программой дисциплины, приведены в приложении 1.

3.2 Каждый аспирант имеет возможность выбора темы реферата. Аспирант должен при его защите сделать сообщение на 5 – 6 минут и ответить на вопросы преподавателя.

3.3 По результатам заслушивания доклада, его обсуждения, ответов на вопросы по теме реферата преподаватель выставляет экспертную оценку по двухбалльной шкале – «зачтено», «не зачтено». Аспиранту, успешно защитившему реферат выставляется положительная оценка («зачтено»).

## **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Заключительная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты, получившие «зачтено» по результатам защиты написанных рефератов.

4.2 В приложении 2 приведены вопросы к экзамену по дисциплине. Экзаменационный билет содержит три экзаменационных вопроса из различных тем дисциплины.

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств по дисциплине: Пищевые системы. Профиль – «Процессы и аппараты пищевых производств» представляет собой образовательный компонент программы высшего образования программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ» по научной специальности Пищевые системы. Профиль – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Автор программы – Фатыхов Ю.А., д.т.н., профессор, зав.кафедрой инжиниринга технологического оборудования

Фонд оценочных средств по дисциплине: Пищевые системы. Профиль – «Процессы и аппараты пищевых производств» рассмотрен и одобрен на заседании кафедры (протокол № 3 от 21.04.2022г.)

ИО заведующего кафедрой ИТО д.т.н., доцент С. Б. Перетятко

Фонд оценочных средств по дисциплине: Пищевые системы. Профиль – «Процессы и аппараты пищевых производств» рассмотрен и одобрен на заседании учебно-методической комиссии института АиПС (протокол № 7 от 26.05.2022г.)

Председатель учебно-методической комиссии института Альшевская М.Н.

Согласовано:

Начальник УПКВНК

Н.Ю. Ключко



## Приложение № 1

### Темы рефератов

1. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Перемещение жидкостей. Перемещение газов.
2. Разделение грубодисперсных пищевых суспензий. Мембранная технология в пищевой промышленности. Приготовление и гомогенизация пищевых эмульсий. Поштучное разделение пластических пищевых продуктов.
3. Шелушение и шлифование сыпучих пищевых продуктов. Измельчение пищевых продуктов. Перемешивание пищевых продуктов. Прессование и гранулирование пищевых продуктов.
4. Выпаривание и выпарные установки. Конденсация и конденсаторы.
5. Абсорбция. Адсорбция.
6. Сушка пищевого сырья.
7. Разделение жидких однородных систем.
8. Дистилляция и ректификация.
9. Экстрагирование.
10. Кристаллизация и растворение.

## Приложение № 2

### Вопросы для подготовки к сдаче экзамена

1. Идеальные и реальные жидкости. Физические свойства жидкостей: плотность, удельный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, поверхностное натяжение. Силы, действующие на жидкость.

2. Характеристика неньютоновских жидкостей: бингановских, псевдопластических, дилатантных, тиксотропных и реопектантных.

3. Давление в газах, жидких и пластично-вязких телах, его измерение. Основное уравнение гидростатики, эпюры гидростатического давления. Графический метод определения суммарной силы, действующей на стенки аппаратов. Практическое применение основного уравнения гидростатики в расчетах пищевой аппаратуры.

4. Обобщенное дифференциальное уравнение Эйлера. Уравнение свободной поверхности жидкости при вращении и прямолинейном равноускоренном движении емкостей. Законы Паскаля и Архимеда, их использование в гидравлических расчетах.

5. Устройство и область применения гидравлических машин: гидравлического пресса, гидравлического аккумулятора и мультипликатора.

6. Элементарная струйка и поток жидкости. Живое сечение, расход и средняя скорость жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости. Геометрический и электрический смысл уравнения Бернулли.

7. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Практические приложения уравнения Бернулли.

8. Истечение жидкости при постоянной и переменном уровне в аппарате. Истечение жидкости через насадки. Основные характеристики струйки жидкости.

9. Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД и частота вращения электродвигателя. Принцип действия центробежных насосов. Расчет максимальной высоты всасывания насоса.

10. Явление кавитации. Основные уравнения центробежного насоса. Законы пропорциональности. Коэффициент быстроходности лопастных машин.

11. Общие понятия о работе и устройстве паровых турбин. Поршневые насосы. Принцип действия и типы поршневых насосов: простого, двойного и тройного действия; плунжерные насосы. Специальные типы объемных и центробежных насосов. Диафрагмовые (мембранные) насосы. Шестеренчатые и пластинчатые насосы, роторные насосы с эллиптическим поршнем, перистальтические и струйные насосы. Винтовые насосы.

12. Центробежные вентиляторы низкого, среднего и высокого давления. Устройство центробежных вентиляторов. Осевые вентиляторы. Устройство одно- и двухступенчатых вентиляторов. Компрессорные машины. Изотермический, адиабатный и политропический процессы сжатия газов. Поршневые, ротационные и струйные вакуум-насосы. Насосы для создания глубокого вакуума. Их устройство и принцип действия.

13. Ситовые сепараторы. Сепараторы с возвратно-поступательным и круговым поступательным движением плоских сит. Теория послыного движения продукта на ситах с круговым поступательным движением. Приводные механизмы сепараторов. Элементы теории движения продукта по ситу. Аэродинамические свойства продуктов. Воздушные и

воздушно-ситовые сепараторы. Триеры. Основы теории триеров. Предельный угол подъема зерен, находящихся на гладкой поверхности цилиндра и в ячейках цилиндра триера.

14.Классификация жидкостных сепараторов. Способы подачи исходного продукта и вывода полученных жидких фракций. Сепараторы — разделители тарельчатые. Сепараторы — осветлители тарельчатые. Основы теории сепарирования. Предельные размеры отсепарированных частиц, оптимальное расстояние между тарелками. Определение объема шламового пространства.

15.Принцип разделения суспензий в центробежном поле. Фактор разделения. Физические основы процессов центрифугирования. Классификация центрифуг. Подвесные центрифуги. Центрифуги с выгрузкой осадка скребками или ножами, со шнековой, центробежной и пульсирующей выгрузкой осадка. Методы расчета центрифуг периодического и непрерывного действия.

16.Обратный осмос и ультрафильтрация. Свойства и структура полупроницаемых мембран. Диафильтрация. Аппараты для обратного осмоса и ультрафильтрации. Концентрационная поляризация. Испарение через мембрану. Диализ. Электродиализные аппараты и установки. Мембраны для электродиализа, обратного осмоса, микро- и ультрафильтрации. Мембранная обработка молока и молочных продуктов. Очистка полупродуктов сахарного производства. Очистка и концентрирование соков, пива, безалкогольных напитков и вин. Очистка сточных вод производств пищевой промышленности.

17.Классификация эмульсаторов пищевых производств. Эмульсаторы с мешалками, ударного и фрикционного действия, центробежно-распылительные эмульсаторы. Клапанные гомогенизаторы. Вибрационные эмульсаторы и гомогенизаторы. Определение эффективности работы. Расчет производительности и потребной мощности.

18.Машины со шнековыми, поршневыми, валковыми и лопастными нагнетательными устройствами. Расчетные системы уравнений для различных продуктов.

19.Классификация шелушильных и шлифовальных машин. Физические основы различных способов шелушения и шлифования. Шелушильные машины с рабочими органами, воздействующими на продукт сжатием и трением. Шелушильные машины с рабочими органами, воздействующими на продукт сдвигом. Аэрошелушильные машины. Шелушильные машины с рабочими органами, воздействующими на продукт трением. Оценка эффективности машин.

20.Способы дробления и измельчения. Классификация методов измельчения. Работа дробилок в открытом и замкнутом циклах. Физико-механические основы измельчения — работы Ребиндера, Реттингера, Бонда и др. Характеристика работы дробилок: производительность, степень измельчения, расход энергии, КПД.

21.Принцип действия и классификация измельчающих машин. Машины для резания пластичных и хрупких материалов. Пилы. Ножи. Волчки. Куттера. Коллоидные измельчители. Дисковые мельницы. Вальцовые машины. Машины ударного и ударно-фрикционного действия. Молотковые дробилки. Определение гранулометрического состава, степени измельчения продукта, удельного расхода энергии, режущей способности. Основы теории и расчета машин.

22.Объемные дозаторы для пищевых продуктов: барабанные, тарельчатые, шнековые, ленточные, вибрационные. Весовые дозаторы, многокомпонентные весовые дозаторы

порционного действия, непрерывные весовые дозаторы. Оценка погрешности дозирования. Дозаторы для жидких пастообразных пищевых продуктов. Определение расхода продукта и потребной мощности привода.

23.Классификация смесителей для пищевых продуктов. Смешивание сыпучих продуктов в смесителях периодического и непрерывного действия. Смесители для ввода жидких компонентов в сыпучие продукты. Основы теории смешивания пищевых продуктов. Определение производительности и потребной мощности.

24.Классификация машин с вращающимися оболочками. Критическая скорость вращения. Основы теории и конструкции машин с вращающимися оболочками. Типы барабанов и приводов.

25.Особенности процесса перемешивания пластичных пищевых продуктов. Методы перемешивания пластичных пищевых продуктов и машинное оформление. Мешалки с вертикальными сосудами, лопастные, шнековые и винтовые. Основы теории перемешивания пластичных (тестообразных) пищевых продуктов. Определение необходимой мощности для привода рабочих органов различных типов.

26.Основные методы перемешивания жидких пищевых продуктов, их машинное оформление. Механические мешалки, лопастные, рамные, якорные, турбинные, пропеллерные. Основы теории перемешивания жидких пищевых продуктов. Принципы расчета пусковой и рабочей мощности. Распределение скоростей продуктов при перемешивании.

27.Классификация машин для прессования. Отделение жидкости при прессовании. Брикетирование. Основные зависимости процессов брикетирования дисперсных пищевых продуктов. Винтовые, шнековые, вальцовые, штанговые прессы, карусельные прессы, эспандеры и экструдеры. Основы теории прессования при отжиме жидкостей и в выпрессовывании пластичных пищевых продуктов через матрицы. Гранулирование сыпучих продуктов. Основы теории машин для производства гранулированных комбикормов.

28.Классификация разливных машин. Разливочные устройства расфасовочных машин: крановые, крановые для изобарического разлива газированных жидкостей, клапанные, с золотниковыми перекрывающимися элементами, с мерными сосудами и золотниковыми затворами. Основы расчета.

29.Карусельные автоматы для расфасовки жидких пищевых продуктов. Автоматы для расфасовки вязких пищевых продуктов. Разливочные изобарические автоматы. Разливочно-укупорочные автоматы.

30.Расфасовочно-упаковочные автоматы для сыпучих пищевых продуктов. Карусельные автоматы для расфасовки и упаковки сыпучих пищевых продуктов в мягкие пакеты. Карусельно-линейные автоматы для расфасовки и упаковки сыпучих пищевых продуктов в жесткие пакеты. Методы увеличения производительности расфасовочно-упаковочных автоматов для сыпучих пищевых продуктов.

31.Расфасовочно-упаковочные автоматы для пластических пищевых продуктов. Заверточные автоматы для пластических продуктов и штучных изделий. Автоматы для индивидуального завертывания штучных изделий.

32.Цели нагревания и охлаждения. Классификация тепловых процессов. Способы передачи теплоты: теплопроводностью, конвекцией и излучением. Уравнения, описывающие

перенос теплоты: Фурье, Ньютона, Фурье-Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Планка, Эйнштейна.

33. Теплопередача через стенку. Вывод основного уравнения теплопередачи. Электрофизические и нетрадиционные методы обработки пищевых материалов: инфракрасный нагрев, воздействие электромагнитных и ультрафиолетовых полей, ультразвука. Импульсные и пульсационные методы обработки пищевых продуктов, обработка магнитными полями, электроконтактный метод, термопластическая обработка.

34. Основные принципы классификации теплообменных аппаратов. Рекуперативные, регенеративные и контактные теплообменники. Характеристика основных типов теплообменных аппаратов. Теплофизические характеристики теплоносителей: нагретых газов, пара, воды, высококипящих теплоносителей, электричества. Коэффициент теплоотдачи при взаимодействии потоков с поверхностями.

35. Расчет полезного теплового потока. Определение коэффициентов теплопередачи и теплоотдачи при различных режимах движения потоков. Определение средней разности температур при прямотоке, противотоке, смешанном токе.

36. Основы расчета гидравлических потерь в теплообменнике. Механический расчет теплообменного аппарата. Энергетический и эксергетический КПД теплообменного аппарата. Методы интенсификации теплообмена и повышение технико-экономических показателей.

37. Термодинамические основы охлаждения. Реальные газы и конденсированное состояние. Эффект Джоуля-Томсона. T-S диаграмма состояния веществ. Холодильные циклы. Компрессионные, каскадные, парожетторные и адсорбционные холодильные машины.

38. Охлаждение и замораживание пищевых продуктов. Транспортировка замороженных продуктов. Подготовительные операции. Технология обработки холодом пищевых продуктов и сырья. Промышленное производство быстрозамороженных продуктов. Технология быстрого замораживания. Потери массы при замораживании, способы замораживания, морозильное оборудование. Использование замораживания при сублимационной сушке пищевых продуктов. Хранение замороженных пищевых продуктов.

39. Технологическое кондиционирование воздуха. Теплофизические основы замораживания, кривые замораживания, продолжительность и скорость замораживания. Особенности тепло- и массообмена при осуществлении холодильной технологии. Процессы глубокого ожигения. Ожигение газов методом их дросселирования.

40. Цели выпаривания. Применение выпаривания в пищевой промышленности, способы выпаривания: под вакуумом, под давлением и при атмосферном давлении. Однокорпусная вакуумная выпарная установка. Основы расчета. Общая и полезная разности температур при выпаривании. Потери разности температур на физико-химическую, гидростатическую и гидравлическую депрессии.

41. Теплопередача в выпарных аппаратах, выбор оптимального уровня раствора в трубках. Материальный и тепловой балансы. Основы расчета однокорпусной выпарной установки: количества выпаренной воды, расхода греющего пара, теплопередающей поверхности, коэффициентов испарения и самоиспарения.

42. Многокорпусное выпаривание. Схемы многокорпусных выпарных установок: прямоточная, противоточная и др. Сравнительный анализ работы установок. Основы расчета

многокорпусной выпарной установки: общего количества выпаренной воды и распределение выпаренной воды по корпусам, концентрации раствора по корпусам, температуры кипения в каждом корпусе. Правила Бабо и Дюринга для определения температуры кипения растворов.

43. Расчеты расхода греющего пара первого корпуса и коэффициентов теплопередачи в корпусах. Распределение суммарной полезной разности температур по корпусам из условий равенства поверхностей нагрева корпусов и при минимальной суммарной поверхности нагрева всех корпусов. Выбор оптимального числа корпусов установки. Конструкции выпарных аппаратов: с центральной циркуляционной трубой, пленочного, роторно-пленочного, с тепловым насосом и с принудительной циркуляцией.

44. Области практического применения конденсации. Типы конденсаторов - поверхностные и смешения, основные схемы и их анализ. Температурные кривые теплоносителей в конденсаторах.

45. Расчет поверхностного конденсатора и его устройство. Расчет барометрического конденсатора смешения. Определение удельного расхода охлаждающей воды, мощности вакуум-насоса, высоты барометрической трубы, диаметра патрубков, расстояний между полками, числа полок и площади сектора для прохода пара. Определение габаритных размеров конденсатора. Особенности конденсации пара в вакууме ниже тройной точки. Промышленное применение конденсации пара в твердое агрегатное состояние.

46. Аналогия тепло - и массопереноса. Фазовое равновесие. Материальные балансы массообменных процессов. Линия равновесия и рабочая линия массообменных процессов. Дифференциальные уравнения и критерии, подобия массопереноса.

47. Движущая сила массообменных процессов. Механизм массопередачи. Массопередача между жидкостью и газом, между двумя жидкостями. Первый и второй законы Фика.

48. Массопередача в системах с твердой фазой. Массопроводность. Уравнения массопередачи и массоотдачи. Типы контактных устройств массообменных аппаратов. Принципы образования поверхности фазового контакта. Распылительные аппараты, насадочные и тарельчатые колонны.

49. Общие понятия и определения. Применение в пищевых производствах. Зависимость скорости абсорбции от давления и температуры в аппарате. Устройство и принцип действия абсорберов: поверхностных, барабанных и распылительных.

50. Материальные балансы абсорберов и расход абсорбентов. Уравнение рабочей линии. Тепловые балансы абсорберов, расчет насадочных абсорберов: предельной и фиктивной скорости газа, высоты слоя насадки, диаметра колонны, плотности орошения, высоты и числа единиц переноса. Графическое определение числа единиц переноса.

51. Основные понятия и определения. Промышленные адсорбенты и их основные характеристики. Разделение газовых смесей и растворов. Десорбция. Устройство и принцип действия адсорбционных аппаратов периодического и непрерывного действия. Материальный баланс и движущая сила процесса. Процессы ионообмена.

52. Цели и способы сушки в пищевой промышленности. Физические свойства влажного воздуха. I-X диаграмма Рамзина. Взаимодействие влажного материала с воздухом. Изотермы сорбции и десорбции. Формы и энергия связи влаги с материалом. Химически связанная влага. Адсорбционно-связанная влага. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Капиллярная влага в макро- и микрокапиллярах. Осмотически-связанная влага

Понятие об активности воды. Изменение состояния влажного материала при сушке. Равновесная и гигроскопическая влажность. Удельная, свободная и связанная влага.

53. Устройство и принцип действия сушилок с различными способами подвода тепла: конвективным, кондуктивным, терморadiационным. Сушка в поле токов высокой частоты, сублимационные сушилки. Конструктивные особенности сушилок: туннельных, камерных, ленточных, шахтных, барабанных, вибрационных, распылительных, спиральных, с кипящим и аэрофонтанным слоем. Особенности тепло- и массообмена при различных методах сушки: инфракрасном, в поле токов ВЧ и СВЧ.

54. Основы расчета сушилок: количества испаренной влаги, полного и удельного расхода воздуха, полного и удельного расхода теплоты. Уравнения материального и теплового балансов сушильных установок. Графоаналитический расчет сушилок с использованием I-X диаграммы. Переход от адиабатной сушилки к реальной. Изображение на диаграмме I-X различных вариантов процесса сушки: основного, с частичным подогревом воздуха в сушильной камере, с частичной рециркуляцией и с промежуточным подогревом воздуха по зонам.

55. Технично-экономические характеристики различных сушильных установок. Понятие об энергетическом и эксергетическом КПД сушильных установок. Принципы расчета скорости сушки в первом и во втором периодах. Осциллирующие режимы энергоподвода. Оптические и терморadiационные характеристики пищевых продуктов.

56. Процессы разделения однородных смесей в пищевой промышленности. Классификация бинарных смесей. Законы Рауля и Дальтона. Теоретические основы дистилляции. Диаграммы равновесия и рабочая линия процесса. Температурная диаграмма. Однократная простая дистилляция. Простая дистилляция с дефлегмацией. Молекулярная дистилляция. Флегмовое число.

57. Сущность и принципы ректификации. Периодическая и непрерывная ректификации. Назначение и конструкции тарелок. Материальный и тепловой балансы ректификационной колонны. Расчет ректификационных колонн на основе числа теоретических тарелок и на основе единиц переноса. Расчет расхода греющего пара. Расчет расхода воды в дефлегматоре и холодильнике. Основные размеры и гидравлическое сопротивление ректификационных аппаратов. Основные типы аппаратов для перегонки и ректификации в пищевой промышленности. Методы экономии энергии в ректификационных установках.

58. Экстрагирование в системе твердое тело–жидкость. Физическая сущность процесса. Факторы, определяющие диффузионное сопротивление переносу вещества внутри частицы, влияние на величину внешнего диффузионного сопротивления. Влияние на процесс относительного движения фаз и соотношения их расходов.

59. Расчет экстрагирования. Методы интенсификации экстрагирования. Аппаратура для проведения экстрагирования из твердых тел: атмосферная, вакуумная и работающая под давлением. Колонные, ротационные, ленточные, ковшовые, двухшнековые наклонные и секционные экстракторы. Экстракция в среде сжиженных газов.

60. Экстракция в системе жидкость–жидкость. Физическая сущность процесса. Треугольная диаграмма, равновесие фаз на треугольной диаграмме. Методы экстракции: одноступенчатая, многоступенчатая из двухкомпонентных растворов. Выбор и регенерация

экстрагентов. Аппараты для проведения жидкостной экстракции: распылительный и смесительно-отстойный. Материальный баланс. Расчет количества экстрагента.

61. Сущность кристаллизации и растворения. Условия кристаллизации и растворения. Способы кристаллизации. Зоны состояния растворов. Зарождение и рост кристаллов. Основные понятия теории кристаллизации. Соотношение скоростей образования и роста кристаллов. Основы расчета аппаратуры для кристаллизации. Массовые графики и материальный баланс кристаллизации. Тепловой баланс кристаллизации. Аппараты для кристаллизации и охлаждения растворов.

62. Основы теории машин непрерывного транспорта: определение сопротивлений, мощность двигателя, расположение привода, натяжное устройство.

63. Конвейеры непрерывного транспорта с тяговым элементом: ленточные, цепные (пластинчатые, скребковые, ковшевые) элеваторы. Типы, устройство, область применения, методика расчета.

64. Конвейеры непрерывного транспорта без тягового элемента: винтовые, качающиеся, роликовые. Типы, устройство, область применения, методика расчета. Транспортирующее оборудование поточных линий.

65. Установки пневматического и гидравлического транспорта: пневмотранспорт в «разреженной» фазе, аэрозольтранспорт, аэрожелоба, контейнерный пневмотранспорт, гидравлический транспорт. Принцип действия, схемы, рабочие элементы, область применения. Основы теории и расчета установок пневматического и гидравлического транспорта.

66. Грузоподъемные машины. Классификация. Основные механизмы и элементы. Основы расчета.