



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

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
**«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ПРОИЗВОДСТВ», «ПРАКТИКУМ ПО ТПАП»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

цифровых технологий
кафедра инжиниринга технологического оборудования

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций.

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Наименование дисциплины	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПКС-2: Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов автоматизированных производств, средств и систем автоматизации; участвовать в работах по расчету и проектированию указанных процессов, средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования;</p> <p>ПКС-3: Способен выбирать материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей;</p> <p>ПКС-4: Способен участвовать в</p>	<p>ПКС-2.2: Собирает и анализирует исходные информационные данные для проектирования технологических процессов автоматизированных производств, участвовать в работах по расчету и проектированию указанных процессов;</p> <p>ПКС-2.3: Использует нормативно-правовые документы, международные и отечественные стандарты в области информационных технологий для проектирования технологических процессов автоматизированных производств;</p> <p>ПКС-3.4: Выбирает способы реализации технологических процессов автоматизированных производств;</p> <p>ПКС-3.5: Применяет на практике способы реализации технологических процессов автоматизированных</p>	<p>Технологические процессы автоматизированных производств (ТПАП)</p> <p>Практикум по ТПАП</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы анализа технологических процессов и оборудования для их реализации, как объектов автоматизации и управления, основные схемы автоматизации типовых технологических объектов отрасли, структуры и функции автоматизированных систем управления технологические процессы и производства в пищевой промышленности; - основные сведения о моделировании физических явлений, о теории тепло- и массообмена; методику расчета важнейших параметров технологических процессов и аппаратов; - характеристики производства и оборудования как объектов автоматического регулирования. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять анализ технологических процессов и

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Наименование дисциплины	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотношенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими</p>	<p>производств; ПКС-4.2: Использует знания в области технологических производственных процессов, необходимыми для разработки проектов модернизации производств, разработки средств и систем автоматизации и управления ими; ПКС-4.3: Разрабатывает практические мероприятия по разработке проектов модернизации производств, разработки средств и систем автоматизации и управления ими.</p>		<p>оборудования как объектов автоматизации и управления; - пользоваться методическими и нормативными материалами при расчёте и анализе технологических процессов и аппаратов; - выбирать пути интенсификации процессов и совершенствования технологического оборудования. Владеть: - навыками экспериментального исследования по определению параметров технологических процессов.</p>

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Наименование дисциплины	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования.			

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущая аттестация);
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2. К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины относятся:

- тестовые вопросы и задания;
- задания для практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;

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

- задания для контрольной работы (заочная форма обучения);
- задания для курсовой работы;
- экзаменационные вопросы по дисциплине.

Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по дисциплине «Практикум по ТПАП» по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 В приложении № 1 приведены типовые тестовые задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций (их элементов, частей) в процессе освоения дисциплины.

Задания по указанным темам предусматривают выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа.

Студент должен ответить на 3 тестовых задания. Сдача теста считается успешным, если даны правильные ответы на 75% вопросов каждого теста.

3.2 В приложении № 2 приведены задания для практических занятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценка результатов выполнения задания к практической работе производится при представлении студентом отчета по практической работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике работы.

3.3 В приложении № 3 приведены задания и контрольные вопросы к лабораторным работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины.

Оценка результатов выполнения задания к лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике работы.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 В приложении № 4 приведены задания для контрольной работы, оформленные в виде типовых контрольных заданий, необходимых для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций (их элементов, частей) в процессе освоения дисциплины.

Результаты контрольной работы позволяют оценить успешность освоения студентами тем дисциплины.

Оценка контрольной работы определяется количеством допущенных в ней ошибок и результатом ее защиты.

4.2 Задания для выполнения курсовой работы приведены в Приложении № 5

Курсовая работа предполагает комплексное использование студентом знаний по технологическим процессам автоматизированных производств. При выполнении графической части курсовой работы обязательным условием является использование компьютерной графической программы «Autocad».

По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»), которая учитывается при аттестации по дисциплине – оценке за курсовую работу.

4.3 Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по дисциплине «Практикум по ТПАП» по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

Оценка «зачтено» выставляется студентам:

- получившим положительную оценку по результатам выполнения контрольной работы (заочная форма обучения);
- получившим положительную оценку по результатам выполнения практических работ;
- получившим положительную оценку по результатам выполнения лабораторных работ;
- получившим положительную оценку по результатам тестирования.

В Приложении № 6 приведены контрольные вопросы, которые при необходимости могут быть использованы для промежуточной аттестации в форме зачета.

4.4 Промежуточная (заключительная) аттестация по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств» проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины «Практикум по ТПАП»;
- получившие положительную оценку при защите курсовой работы.

В приложении № 7 приведены контрольные вопросы к экзамену по дисциплине.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаниями и системным взглядом на изучаемый объект

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
	связывать между собой)			
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплинам «Технологические процессы автоматизированных производств», «Практикум по ТПАП» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры инжиниринга технологического оборудования (протокол № 3 от 21.04.2022 г.).

Заведующий кафедрой



Ю.А. Фатыхов

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры цифровых систем и автоматики (протокол № 2 от 28.09.2022 г.)

Заведующий кафедрой



В.И. Устич

Приложение 1

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант № 1

1. Совокупность последовательных действий для достижения определенного результата называется:

1	технологией
2	производственным процессом
3	технологическим аппаратом
4	машиной

2. Устройство, выполняющее механические движения с целью преобразования энергии и материалов – это:

1	технологический аппарат
2	машина
3	технология
4	производственный процесс

3. Процессы, связанные с переносом вещества в различных состояниях из одной фазы в другую, называются:

1	тепловые процессы
2	гидромеханические процессы
3	массообменные процессы
4	микробиологические процессы

4. К структурно-механическим свойствам пищевого сырья относится:

1	теплоемкость
2	теплопроводность
3	температуропроводность
4	вязкость

5. Масса единичного объема вещества – это:

1	плотность вещества
2	удельный вес пищевого сырья
3	теплоемкость пищевого сырья
4	вязкость вещества

6. Теплофизическое свойство пищевого сырья, зависящее от того, при каком процессе происходит обмен энергией между веществом и окружающей средой, это:

1	удельная теплоемкость
2	температуропроводность
3	теплопроводность
4	поверхностное натяжение

7. Механическая надежность аппарата характеризуется:

1	прочностью
2	долговечностью
3	металлоемкостью
4	высокоэффективностью

8. Производительность оборудования относится к:

1	технико-экономическим показателям
2	конструктивному совершенству аппаратуры
3	механической надежности машины
4	эксплуатационным достоинствам аппарата

9. Система, состоящая из жидкой дисперсионной и твердой дисперсной фаз, называется:

1	эмульсия
2	суспензия
3	пены
4	туманы

10. Система, состоящая из жидкой дисперсионной и жидкой дисперсной фаз, называется:

1	эмульсия
2	пены
3	туманы
4	суспензия

11. Система, состоящая из жидкой дисперсионной и газовой дисперсной фаз, называется:

1	пыли
2	туманы
3	пены
4	дымы

12. Процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, сил инерции (центробежной силы) или сил электрического тока, называется:

1	фильтрация
2	центробежное фильтрование
3	осаждение
4	отстаивание

13. Конденсация – это процесс:

1	повышения температуры материалов путем подвода к ним теплоты
2	понижения температуры материалов путем отвода от них теплоты
3	превращения жидкости в пар путем подвода к ней теплоты
4	перехода вещества из паро- или газообразного состояния в жидкое путем отвода от него теплоты

14 Процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем с использованием пористой перегородки, способной пропускать жидкость и газ, но задерживающей взвешенные частицы, называется:

1	осаждение
2	центробежное фильтрование
3	фильтрование
4	отстаивание

15. Движущей силой процесса фильтрования является:

1	разность давлений
2	разность концентраций
3	разность температур
4	центробежная сила

16. Вид фильтрации, когда происходит одновременное закупоривание под фильтровальной перегородкой и отложения осадка на поверхности фильтровальной перегородки, называется:

1	фильтрованием с образованием осадка на поверхности фильтрующей перегородки
2	фильтрованием с закупориванием пор
3	промежуточным видом фильтрования

17. Способ разделения растворов путем их фильтрования под давлением через полупроницаемые мембраны, пропускающие растворитель и задерживающие молекулы или ионы растворенных веществ – это:

1	обратный осмос
2	осмос
3	электродиализ
4	ультрафильтрация

18. Процесс разделения, фракционирования и концентрирования растворов с помощью полупроницаемых мембран – это:

1	обратный осмос
2	осмос
3	ультрафильтрация
4	электродиализ

19. Процесс переноса тепловой энергии от более нагретых участков тела к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия микрочастиц, это:

1	теплопроводность
2	тепловое излучение
3	теплоотдача
4	теплопередача

20. Законом, устанавливающим соотношение между лучеиспускательной и поглощательной способностями тел, называется закон:

1	Стефана-Больцмана
2	Кирхгофа
3	Фурье
4	Ламберта

21. Законом, который выражает изменение интенсивности излучения по различным направлениям, называется закон:

1	Фурье
2	Ламберта
3	Кирхгофа
4	Стефана-Больцмана

22. Физические параметры определены при температуре стенки в критерии:

1	Пекле
2	Фурье
3	Рейнольдса
4	Прандтля

23. Теплообменник, состоящий из ряда наружных труб большего диаметра и расположенных внутри них труб меньшего диаметра, называется:

1	типа «труба в трубе»
2	погружные змеевиковые теплообменники
3	оросительные теплообменники
4	спиральные теплообменники

24. Диффузия в газах и растворах жидкостей происходит в результате хаотического движения молекул, приводящего к переносу молекул распределяемого вещества из зоны высоких концентраций в зону низких концентраций. Данное определение основывается на:

1	первом законе Фика
2	законе Фурье
3	законе массопроводности
4	законе Ньютона – Жукарева

25. Процесс поглощения газов или паров из газовых или паровых смесей жидкими поглотителями, это:

1	адсорбцией
2	абсорбцией
3	кристаллизацией
4	хемосорбцией

26. Экстракторы, обеспечивающие непрерывный контакт между фазами и плавное непрерывное изменение концентраций в фазах, называются:

1	ступенчатыми (секционными)
2	дифференциально-контактными экстракторами
3	смесительно-отстойными экстракторами
4	тарельчатыми

27. Сушка путем нагрева материала в поле токов высокой частоты называется:

1	СВЧ сушка
2	радиационная сушка
3	конвективная сушка
4	сублимационная сушка

28. Сушка путем передачи теплоты от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку называется:

1	воздушная сушка
2	диэлектрическая сушка
3	контактная сушка
4	сублимационная сушка

29. Критерий Рейнольдса определяется по формуле:

1	$Re = \frac{W \cdot d \cdot \rho}{\mu}$
2	$Re = \frac{W \cdot V \cdot \rho}{\mu}$
3	$Re = \frac{W \cdot d \cdot \mu}{\rho}$
4	$Re = \frac{\mu \cdot d \cdot \rho}{W}$

30. Основным уравнением теплопередачи является:

1	$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$
2	$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$
3	$Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$

Вариант № 2

1. Физический смысл параметра Δt_{cp} в основном уравнении теплопередачи $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$:

1	температурный градиентом
2	движущая сила процесса теплообмена
3	разность температур между внутренней и внешней сторонами теплопередающей поверхности
4	разность между начальной и конечной температурами нагреваемой среды

2. Разделение неоднородных систем осаждения возможно при ($\gamma_{ч}$ - удельный вес частицы):

1	$\gamma_{ч} > \gamma_{воды}$
2	$\gamma_{ч} < \gamma_{воды}$
3	$\gamma_{ч} = \gamma_{воды}$

3. Физический параметр «K» в основном уравнении теплопередачи $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$:

1	движущая сила процесса
2	поверхность теплопередачи
3	скорость процесса теплообмена
4	коэффициент теплопроводности
5	коэффициент теплопередачи

4. Сопротивление процесса фильтрации складывается из сопротивления:

1	слоя осадка на фильтрационной перегородке
2	фильтрационной перегородки
3	подводящих разделяемую среду и отводящих фильтрат трубчатых систем
4	слоя осадка на фильтрационной перегородке и сопротивления фильтрационной перегородки

5. При осаждении в поле гравитационных сил на частицу дисперсной фазы НЕ действует:

1	сила трения
2	сила сопротивления
3	сила Архимеда
4	центробежная сила

6. Физический параметр «F» в основном уравнении теплопередачи $Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{ср}}$ является:

1	толщиной теплопередающей поверхности
2	поверхностью всего теплообменника
3	площадью поверхности теплопередачи
4	движущей силой процесса теплообмена

7. Закон Стокса применим для характеристик движения:

1	одиночной частицы
2	в неограниченном пространстве
3	шарообразной частицы
4	при ламинарном режиме
5	при турбулентном режиме

8. Процесс теплообмена протекает наиболее интенсивно:

1	в оросительном теплообменнике
2	в кожухотрубном теплообменнике
3	в элементном теплообменнике
4	в пластинчатом теплообменнике
5	в теплообменнике с рубашкой теплообменнике

9. Параметр «H» в формуле $w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$ обозначает:

1	перепад давлений
2	вязкость разделяемой системы
3	время процесса фильтрования
4	сопротивление фильтрации
5	коэффициент динамической вязкости
6	толщину слоя осадка

10. Эмульсия подлежит разделению:

1	фильтрованием
2	осаждением
3	флотацией
4	мембранным методом
5	перемешиванием
6	нагреванием

11. Поры фильтрующей перегородки в процессе фильтрации:

1	сильно изменяются
2	не изменяются
3	частично изменяются

12. Наиболее интенсивно проходит процесс теплообмена при:

1	ламинарном режиме движения жидкости
2	турбулентном режиме движения жидкости
3	переходном режиме движения жидкости

13. Скорость фильтрации рассчитывается по формуле:

1	$w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$
2	$w = \frac{dV}{dF}$
3	$w = \frac{Re \cdot \mu \cdot g}{dY}$
4	$w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$

14. Размерностью скорости фильтрации является:

1	м/с
2	м ³ /(м ² с)
3	кг/(см)

15. Уравнением теплопроводности Фурье является:

1	$Q = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}$
2	$Q = \alpha \cdot F \cdot (t_1 - t_2)$
3	$Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$
4	$Q = c \cdot G \cdot (t_2 - t_1)$

16. Параметр «P» в формуле $w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$ обозначает:

1	перепад давлений
2	объем фильтрующей суспензии
3	вязкость разделяемой системы
4	сопротивление фильтрации
5	коэффициент динамической вязкости

17. Можно разделить неоднородную систему при $\rho_{ч} = \rho_{воды}$ (ρ - плотность) при помощи процесса:

1	осаждения
2	фильтрования
3	флотации
4	мембранных процессов
5	осаждения

18 Физический параметр « λ » в уравнении теплопроводности Фурье

$Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$ называется коэффициентом:

1	теплопередачи
2	температуропроводности
3	теплопроводности
4	теплоотдачи

19. Физический параметр "n" в уравнении теплопроводности Фурье $Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$ является:

1	поверхностью теплопередачи
2	толщиной слоя, через который передается теплота
3	длиной поверхности теплопередачи
4	временем процесса

20. Параметр «μ» в формуле $w = \frac{\Delta P}{\mu \cdot H}$ обозначает:

1	перепад давлений
2	толщину слоя осадка
3	вязкость разделяемой системы
4	сопротивление фильтрации
5	коэффициент динамической вязкости

21. В гидроциклонах можно разделить:

1	суспензии
2	эмульсии
3	пыли
4	пены

22. Физический параметр "Q" в уравнении теплопроводности Фурье $Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$ показывает:

1	количество массы, переданной через поверхность раздела фаз
2	количество тепла, переданное от одной среды к другой
3	количество тепла, переданное через поверхность теплопередачи определенной толщины

23. Параметр «ΔP» в критерии подобия $Eu = \frac{\Delta P}{w^2 \cdot \rho}$ обозначает:

1	разность плотностей
2	разность удельных весов
3	разность давлений
4	мощность
5	вязкость

24. Физический параметр "F" в уравнении теплопроводности Фурье $Q = -\lambda \frac{dt}{dn} \cdot F \cdot \tau$ является:

1	длиной поверхности теплопередачи
2	площадью поверхности теплопередачи
3	толщиной слоя, через который передается теплота
4	коэффициентом теплопередачи
5	коэффициентом теплоотдачи

25. Единицами измерения коэффициента теплопередачи «K» являются:

1	кДж/(кг К)
2	Вт/(м ² К)
3	Вт/(м К)
4	Па с

26. Коэффициент теплоемкости «с» измеряется в единицах:

1	кДж/кг
2	кДж/(кг К)
3	Вт/(м ² К)
4	Вт/(м К)

27. Сопротивление фильтрующей перегородки $N_{ф.п}$ является функцией:

1	$N_{ф.п} = f(t)$, t-время
2	$N_{ф.п} = f(d_{пор})$, $d_{пор}$ - диаметр поры
3	$N_{ф.п} = f(n)$, n - количество пор
4	$N_{ф.п} = f(\Delta P)$, ΔP - давление
5	$N_{ф.п} = f(w)$, w - скорость фильтрации
6	$N_{ф.п} = f(h_{ос})$, $h_{ос}$ - толщина слоя осадка

28. Параметр «d» в формуле $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$ обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости дисперсионной среды
6	ускорение свободного падения

29. Критерием гидромеханического подобия является:

1	критерий Фурье
2	критерий Био
3	критерий Фруда
4	критерий Пекле

30. Параметр « $\gamma_{ч}$ » в формуле $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$ обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости дисперсионной среды
6	ускорение свободного падения

Вариант № 3

1. Параметр « μ » в формуле $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$ обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости
6	ускорение свободного падения

2. Параметр « w » в формуле $w = \frac{\Delta P \cdot d^2}{32 \cdot \mu \cdot l}$ обозначает:

1	скорость движения жидкости в капилляре
2	давление жидкости в капилляре
3	время процесса фильтрования
4	диаметр капилляра
5	длину капилляра
6	коэффициент кинематической вязкости

3. Параметр « g » в формуле $V = \frac{d^2 \cdot (\gamma_{ч} - \gamma_{воды})}{18 \cdot \mu \cdot g}$ обозначает:

1	скорость осаждения частицы
2	удельный вес частицы
3	удельный вес дисперсионной среды
4	диаметр частицы
5	коэффициент динамической вязкости
6	ускорение свободного падения

4. Критерием теплового подобия является критерий:

1	Фруда
2	Эйлера
3	Галилея
4	Нуссельта

5. Перемешиванием называется:

1	относительное движение отдельных частей жидкостей, газов, вязкопластичных или зернистых материалов, вызванное подводом к ним механической энергии
2	процесс, применяемый при разделении фаз многофазных дисперсных смесей посредством их пропускания через пористые перегородки, непроницаемые для частиц дисперсной фазы
3	процесс разделения жидких многофазных смесей посредством уменьшения плотности частиц дисперсной фазы при адсорбционном их взаимодействии с диспергированным газом
4	процесс разделения однородных и неоднородных систем посредством пропускания их через полупроницаемые мембраны, проницаемые для молекул растворителя и непроницаемые для молекул растворенного вещества и частиц дисперсной фазы

6. Параметр « ΔP » в критерии подобия $Eu = \frac{\Delta P}{w^2 \cdot \rho}$ обозначает:

1	разность плотностей
2	разность удельных весов
3	разность давлений
4	мощность
5	вязкость

7. Параметр « l » в формуле $w = \frac{\Delta P \cdot d^2}{32 \cdot \mu \cdot l}$ обозначает:

1	скорость движения жидкости в капилляре
2	давление жидкости в капилляре
3	диаметр капилляра
4	время процесса фильтрования
5	длину капилляра
6	коэффициент кинематической вязкости

8. Движущей силой диффузионных процессов является:

1	разность концентраций
2	разность температур
3	разность давлений
4	сила тяжести

9. Интенсификация фильтрационного процесса может быть достигнута за счет увеличения:

1	степени разделения
2	производительности и удаления осадка
3	движущей силы и регенерации фильтрующей перегородки
4	сопротивления фильтрации

10. Периоды работы мешалки бывают:

1	пусковой и рабочий
2	спящий
3	разгонный
4	стационарный и нестационарный

11. Движущей силой тепловых процессов является:

1	разность концентраций
2	разность температур
3	разность давлений
4	сила тяжести

12. В дисциплине «Процессы и аппараты пищевых производств» как тепловой процесс изучается:

1	адсорбция
2	сушка
3	выпаривание
4	ректификация

13. Основным уравнением массопередачи является:

1	$M = \beta_y \cdot F \cdot (y - y_{гр})$
2	$M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ср}$
3	$M = -D \cdot \frac{dc}{dn} \cdot F \cdot \tau$

14. Параметр « μ » в критерии подобия $Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}$ обозначает:

1	удельное сопротивление среды
2	кинематический коэффициент вязкости
3	динамический коэффициент вязкости

15. Физический параметр « $\Delta y_{ср}$ » в основном уравнении массопередачи $M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ср}$ является:

1	градиентом концентраций
2	движущей силой процесса
3	разностью концентраций между двумя точками в пределах одной фазы
4	разностью концентраций в начале и конце процесса

16. Уравнением молекулярной диффузии (закон Фика) является:

1	$M = \beta_y \cdot F \cdot (y - y_{гр})$
2	$M = K_y \cdot F \cdot \Delta y_{ср}$
3	$M = -D \cdot \frac{dc}{dn} \cdot F \cdot \tau$

17. При перемешивании осадка происходит:

1	уменьшение толщины слоя осадка
2	разрушение пористой системы осадка
3	разрушение пористой системы фильтрующей перегородки
4	регенерация фильтрующей перегородки
5	изменение укладки частиц с образованием пористой системы с обновленными порами

18. Целью процесса выпаривания является:

1	уменьшение количества влаги в материале
2	обеспечить хороший контакт между различными веществами и интенсифицировать процесс растворения или химической реакции, или поглощения одного вещества другим
3	повышение концентрации сухих веществ в растворе

19. Процессы сушки, сорбции, перегонки, кристаллизации, растворения, экстрагирования, экстракции называют:

1	массообменными процессами
2	гидромеханическими процессами
3	тепловыми процессами

20. Целью и задачами курса «Процессы и аппараты пищевых производств» является:

1	изучение процессов
2	изучение машин и аппаратов
3	изучение внутренних закономерностей процессов с целью создания научно-обоснованных методов расчета процессов, аппаратов и машин

21. Нормальные условия - это

1	$p = 760$ мм. рт. ст, $T = 273$ К
2	$p = 735$ мм. рт. ст, $t = 0$ °С
3	$p = 700$ мм. рт. ст, $T = 273$ К
4	$p = 0$ мм. рт. ст, $t = 0$ °С

22. Коэффициент теплопроводности показывает:

1	какое количество жидкости проходит через 1 м^2 поверхности в течение единицы времени при градиенте изменения температур в направлении, перпендикулярном изотермической поверхности
2	какое количество теплоты проходит через 1 м^2 поверхности в течение единицы времени при градиенте изменения температур в направлении, перпендикулярном изотермической поверхности
3	какое количество вещества проходит через поверхность в течение единицы времени

23. Температура кипения зависит от:

1	вязкости
2	давления и концентрации
3	плотности

24. Процессы измельчения, сортирования, прессования, окатывания, округления называются:

1	гидромеханическими
2	механическими
3	гидравлическими
4	массообменными

25. Способ обработки материалов давлением с целью их уплотнения называется:

1	фильтрованием
2	прессованием
3	автоклавированием
4	перегонкой

26. Выпариванию подвергают системы, температуры кипения компонентов которых:

1	мало различаются
2	существенно различаются
3	одинаковы

27. Основные процессы пищевых производств делятся на:

1	гидромеханические, механические, тепловые и химические группы
2	гидромеханические, механические, тепловые, биохимические группы
3	гидромеханические, механические, тепловые, химические и биохимические группы
4	гидромеханические, механические, тепловые и массообменные группы

28. Центрифугирование относится к:

1	механическим процессам
2	гидромеханическим процессам
3	массообменным процессам
4	тепловым процессам

29. Твердые частицы осаждают из жидкостей:

1	в отстойниках
2	в сепараторах
3	на фильтрах

30. Выпаривание относится к:

1	гидромеханическим процессам
2	тепловым процессам
3	массообменным процессам
4	химическим процессам

Приложение 2

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие № 1: Расчет скорости осаждения частиц в гравитационном поле, определение производительности отстойников

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов гидромеханических процессов

Задание по практической работе:

Рассчитать отстойник непрерывного действия для осаждения твердых частиц водной суспензии. Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению $d_{ч}$, мкм. Производительность отстойника по суспензии G_c , кг/ч. Концентрация суспензии x_c , Плотность частиц $\rho_{ч}$, кг/м³. Температура суспензии t , °С. Влажность осадка U .

Определить производительность отстойника по осветленной жидкости $G_{осв}$, производительность отстойника по твердой фазе $G_{т.ф.}$, площадь осаждения $F_{ос}$, диаметр отстойника D , общую высоту отстойника H , объемную производительность $V_{осв}$.

Варианты заданий

№ варианта	$d_{ч}$, мкм	G_c , кг/ч	x_c	$\rho_{ч}$, кг/м ³	t , °С	U
1	80	30000	0,05	1300	30	0,7
2	75	30000	0,055	1275	40	0,6
3	70	25000	0,06	1250	25	0,65
4	65	25000	0,065	1225	45	0,7
5	60	20000	0,07	1200	20	0,6
6	55	20000	0,075	1175	30	0,65
7	50	15000	0,08	1150	40	0,7
8	45	15000	0,085	1175	35	0,6
9	40	10000	0,09	1150	40	0,65
10	35	10000	0,095	1175	45	0,6

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение процессу отстаивания.
2. Для каких целей применяется отстаивание?
3. Укажите взаимосвязь между производительностью и размерами отстойника.
4. Сформулируйте качественную и количественную кинетические закономерности процесса осаждения твердых частиц в жидкой среде.
5. Какие силы действуют на осаждающую частицу при отстаивании?
6. По какому закону определяется скорость осаждения частицы?
7. Какие параметры влияют на скорость осаждения частицы?
8. Какие существуют пути интенсификации отстаивания?

Практическое занятие № 2: Определение необходимой поверхности фильтрования водной суспензии

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов гидромеханических процессов

Задание по практической работе:

Определить необходимую поверхность фильтрования водной суспензии, содержащей x_c твердой фазы. Влажность осадка U . Производительность фильтра по фильтрату V_{ϕ} . Перепад давления на фильтре ΔP . Удельное сопротивление несжимаемого осадка r_o , сопротивление фильтровальной перегородки R_{Π} , плотность твердой фазы $\rho_{т.ф}$. Осадок промывают, используя $1,5 \text{ м}^3$ воды на 1 м^3 осадка. Динамическая вязкость промывных вод $\mu_{\text{пр}}$, а динамическая вязкость фильтрата μ_{ϕ} . Плотность жидкости $\rho_{\text{ж}} 1000 \text{ кг/м}^3$.

Варианты заданий

№ варианта	x_c	U	V_{ϕ} , $\text{м}^3/\text{ч}$	$\Delta P \cdot 10^{-5}$, Па	$r_o \cdot 10^{-12}$, м^{-2}	$R_{\Pi} \cdot 10^{-10}$, м^{-1}	$\rho_{т.ф.}$, кг/м^3	$\mu_{\text{пр}}$, Па· с	μ_{ϕ} , Па·с
1	0,05	0,45	5	0,7	19	2	2000	0,0004	0,0006
2	0,05	0,40	7	1,0	18	2	1700	0,0005	0,0007
3	0,07	0,50	9	1,5	16	1	1600	0,0003	0,0006
4	0,09	0,45	10	2,0	14	9	1300	0,0005	0,0008
5	0,11	0,35	11	2,5	12	7	1400	0,0003	0,0004
6	0,10	0,40	8	0,8	05	6	2100	0,0004	0,0007
7	0,06	0,45	6	1,2	13	3	1800	0,0003	0,0005
8	0,08	0,50	7	1,4	17	5	1500	0,0004	0,0006
9	0,07	0,35	9	0,9	11	8	1900	0,0006	0,0008
10	0,12	0,40	5	1,1	19	4	1400	0,0003	0,0004

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова сущность процесса фильтрования суспензий?
2. Что является движущей силой процесса фильтрования?
3. Как определить плотность фильтрата?

Практическое занятие № 3: Определение мощности электродвигателя и частоты вращения мешалки

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов гидромеханических процессов

Задание по практической работе:

Определить мощность электродвигателя и частоту вращения мешалки (диаметр d_m и ширина b_m), установленной в аппарате диаметром D для перемешивания жидкости слоем H с твердыми частицами, если плотность жидкости $\rho_{\text{ж}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, а ее вязкость $\mu_{\text{ж}} = 0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Массовое содержание твердой фазы в жидкости $x_{т.ф}$, эквивалентный диаметр твердых частиц $d_{\text{ч}} = 1 \text{ мм}$ и их плотность $\rho_{т.ч} = 1500 \text{ кг/м}^3$. Аппарат имеет шероховатые внутренние стенки и гильзу для термометра. Шаг винта лопасти пропеллерной мешалки S . Количество перемещений жидкости через диффузор m . Угол подъема винтовой линии Θ .

Варианты заданий

№ варианта	d_m , м	b_m , м	D , м	H , м	$x_{т.ф}$	S , м	m	Θ , °	Тип мешалки
1	1,0	0,1	1,5	1,2	0,18	-	-	-	Лопастная
2	1,0	0,13	1,2	1,0	0,2	-	-	-	Лопастная
3	0,5	-	1,5	0,8	0,22	0,3	10	25	Пропеллерная

№ варианта	d_m , м	b_m , м	D , м	H , м	$x_{т.ф}$	S , м	m	Θ , °	Тип мешалки
4	0,33	-	1,0	1,1	0,15	0,33	12	30	Пропеллерная в диффузоре
5	1,0	0,15	2,0	0,9	0,1	-	-	-	Лопастная в аппарате со змеевиком
6	1,0	0,1	1,1	1,0	0,2	-	-	-	Якорная
7	0,35	-	1,3	1,3	0,18	0,33	8	35	Пропеллерная в диффузоре
8	0,5	0,15	1,0	0,9	0,15	-	-	-	Якорная
9	0,75	0,1	1,5	0,8	0,15	-	-	-	Лопастная в аппарате со змеевиком
10	0,6	-	1,7	1,0	0,25	0,3	5	40	Пропеллерная

Вопросы для самоконтроля:

1. Назначение процесса перемешивания.
2. Способы перемешивания в жидких средах.
3. Типы наиболее широко применяемых мешалок, их основные достоинства и недостатки.
4. Физический смысл критерия мощности.
5. Что понимают под интенсивностью и эффективностью процесса перемешивания?
6. Почему при характеристике работы мешалок скорость движения жидкости в аппаратах заменяют произведением частоты вращения на диаметр мешалки?
7. Вид и значение общего критериального уравнения.

Практическое занятие № 4: Расчет теплообменника типа «труба в трубе»

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов теплообменных аппаратов

Задание по практической работе:

Определить поверхность нагрева и число секций теплообменника типа "труба в трубе" для нагревания воды в количестве $W = 1$ кг/с от $t_{в1}$ до $t_{в2}$ горячим конденсатом, движущимся в межтрубном пространстве.

Температура конденсата начальная $t_{к1}$; конечная $t_{к2}$. Внутренняя труба диаметром d 38 x 55 мм - из нержавеющей стали, а наружная диаметром D 76 x 2 мм – из Ст.3. Длина одного элемента 3 м. Движение сред в теплообменнике противоточное.

Варианты заданий

№ варианта	$t_{в1}$, °С	$t_{в2}$, °С	$t_{к1}$, °С	$t_{к2}$, °С
1	20	65	90	65
2	15	60	70	50
3	30	75	95	65
4	30	70	95	60

№ варианта	$t_{в1}, ^\circ\text{C}$	$t_{в2}, ^\circ\text{C}$	$t_{к1}, ^\circ\text{C}$	$t_{к2}, ^\circ\text{C}$
5	20	60	95	70
6	10	65	80	65
7	25	70	90	55
8	40	75	85	65
9	10	60	80	60
10	35	65	95	60

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем отличается коэффициент теплоотдачи от коэффициента теплопередачи по физическому смыслу?
2. Каково соотношение между коэффициентами теплоотдачи и теплопередачи, их размерность?
3. Объясните физический смысл критериев теплообмена.

Практическое занятие № 5: Расчет пластинчатого теплообменника

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов теплообменных аппаратов

Задание по практической работе:

Рассчитать секцию регенерации пластинчатого теплообменника для молока. Производительность установки G , кг/ч, начальная температура молока t_1 , $^\circ\text{C}$, температура пастеризации t_3 , $^\circ\text{C}$, коэффициент регенерации ε , конечная температура молока t_k , $^\circ\text{C}$.

Основные данные пластины П-2 теплообменника: поверхность теплообмена $F = 0,2 \text{ м}^2$, рабочая ширина $b = 0,27 \text{ м}$, приведенная длина потока $L_{\text{п}} = F/b = 0,8 \text{ м}$, расстояние между пластинами $h = 0,0028 \text{ м}$, площадь поперечного сечения одного канала $f_1 = 0,0008 \text{ м}^2$, эквивалентный диаметр потока $d_3 = 2 \cdot h = 0,056 \text{ м}$, толщина пластины $\delta = 0,0012 \text{ м}$, теплопроводность пластины $\lambda = 16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Варианты заданий

№ варианта	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$t_k, ^\circ\text{C}$	ε	$G, \text{ кг/ч}$
1	5	76	4	0,82	5000
2	10	80	6	0,81	5500
3	7	73	7	0,80	6000
4	5	71	3	0,79	4000
5	8	74	5	0,78	4500
6	7	75	4	0,76	3000
7	6	72	5	0,75	3500
8	8	78	6	0,84	65000
9	9	79	3	0,83	25000
10	6	77	7	0,77	2000

Вопросы для самоконтроля:

1. Как рассчитывается скорость потока в секции регенерации теплообменника?

2. Какие теплофизические характеристики продукта определяются при расчете теплообменника?

3. Как определяется число пластин в секции теплообменника?

Практическое занятие № 6: Определение конечных концентраций растворов в корпусах четырехкорпусной выпарной установки

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов теплообменных процессов

Задание по практической работе:

Определить конечные концентрации раствора во всех корпусах четырехкорпусной выпарной установки, если на выпаривание поступает G , кг/с, раствора, концентрацией x_n , % сухих веществ, а количество воды, удаляемой из корпусов, составляет W_1, W_2, W_3, W_4 , кг/с.

Варианты заданий

№ варианта	G , кг/с	X_n , %	W_1 , кг/с	W_2 , кг/с	W_3 , кг/с	W_4 , кг/с
1	24	11	4	3	2	3,56
2	26	12	5	4	3	3,58
3	28	13	6	5	4	3,60
4	30	14	7	6	5	3,62
5	32	15	8	7	6	3,64
6	34	16	8	6	5	3,66
7	36	17	9	5	4	3,68
8	38	18	6	4	3,9	3,7
9	40	19	6	5	4	3,72
10	42	20	5	4	3,8	3,74

Вопросы для самоконтроля:

1. Раскройте сущность процесса выпаривания.
2. На какие группы делятся выпарные установки в зависимости от количества корпусов? Назовите достоинства и недостатки каждой из этих групп.
3. Что называют многократным выпариванием?

Практическое занятие № 7: Определение расхода греющего пара на однокорпусную выпарную установку непрерывного действия

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов теплообменных процессов

Задание по практической работе:

Определить удельный расход греющего пара на однокорпусную выпарную установку непрерывного действия, в которой G_n , кг/ч, раствора концентрацией x_n сухих веществ до x_k . Давление греющего пара $P_{г.п}$, бар; давление в аппарате $P_a=1,17$ бар; температура исходного раствора t_1 , °С; средняя теплоемкость раствора c_p , Дж/(кг·К); теплотери x 5% ($x = 1,05$). Высота аппарата $H = 2$ м. Рассчитать температурную депрессию.

Варианты заданий

№ варианта	G_H , кг/ч	x_H , %	x_K , %	$P_{г.п.}$, бар	t_1 , °C	c_p , (Дж/кг·К)
1	11000	5	25	2,50	88	4000
2	12000	9	29	2,70	92	4200
3	13000	11	27	2,55	89	3800
4	14000	13	32	2,65	86	4500
5	15000	7	30	2,75	90	4100
6	16000	14	34	2,80	94	4400
7	17000	6	26	2,90	91	3600
8	18000	8	33	2,60	87	4300
9	19000	12	31	2,85	95	3900
10	20000	10	28	3,00	93	3700

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите исходные данные для расчета расхода первичного пара и площади поверхности нагрева аппарата в выпарной установке.
2. Какие три вида температурных депрессий приходится учитывать при расчете выпарной установки, и какая из них имеет наибольшее значение?
3. Какие выпарные установки имеют большой удельный расход пара на 1 кг выпаренной воды: периодического или непрерывного действия?

Практическое занятие № 8: Определение производительности вытяжного вентилятора в сушилке

Цель: получение практических умений и навыков в области расчетов массообменных процессов

Задание по практической работе: В сушилке, работающей по нормальному сушильному варианту, удаляется из материала влага $W=1000$ кг/ч. Атмосферный воздух (t_0 , °C; φ , %) нагревается в паровом калорифере, давление греющего пара в котором $P_{г.п.} = 4$ кгс/см² по манометру. Психрометр на воздухопроводе после сушки показывает t_2 , t_m , °C. Удельный расход теплоты на 13% больше, чем в теоретической сушилке.

Определить производительность вытяжного вентилятора V , м³/с, расход греющего пара, имеющего влажность x , % и площадь поверхности нагрева калорифера F , м², если коэффициент теплопередачи в нем равен $K = 30$ Вт/(м²·К).

Варианты заданий

№ варианта	t_0 , °C	φ_0 ,	t_2 , °C	t_m , °C	x , %
1	20	60	60	40	7
2	15	70	55	30	4
3	25	60	60	41	6
4	25	70	55	35	5
5	10	78	50	37	5

№ варианта	$t_0, ^\circ\text{C}$	$\varphi_0,$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$t_m, ^\circ\text{C}$	$x, \%$
6	25	55	55	33	4
7	20	80	50	35	5
8	10	60	45	30	4
9	15	60	60	43	6
10	20	50	50	33	5

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова кинетика процесса сушки?
2. Что называется влажным воздухом?
3. Как определяется энтальпия влажного воздуха?
4. Почему в процессе испарения в идеальной сушилке энтальпию влажного воздуха можно считать постоянной?
5. Назовите основные параметры состояния влажного воздуха.

Приложение 3

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа № 1: Изучение процесса разделения суспензий.

Задание по лабораторной работе: Определение сопротивления фильтровальной перегородки. Определение констант фильтрования. Определение производительности фильтра по фильтрату и влажному осадку

Контрольные вопросы:

1. Как подразделяются процессы фильтрования по виду фильтрования?
2. Какие целевые продукты получают при очистном и продуктивном фильтровании?
3. Требования, предъявляемые к фильтровальным перегородкам. Какие материалы используют для изготовления фильтровальных перегородок?
4. Как происходит процесс фильтрования с использованием вспомогательных материалов?
5. Что является движущей силой процесса фильтрования? Способы создания движущей силы и их влияние на условия проведения процесса фильтрования.
6. Как определяется эффективность процесса разделения суспензии?
7. Как определяется удельная производительность процесса фильтрования?
8. Основные уравнения фильтрования.
9. Метод определения констант фильтрования.
10. Как определяют сопротивления фильтровальной перегородки и удельное сопротивление осадка?

Лабораторная работа № 2: Испытание осадительной центрифуги

Задание по лабораторной работе: Провести исследование разделения сред в осадительной центрифуге.

Контрольные вопросы:

1. Сущность процесса центрифугирования.
2. Классификация центрифуг.
3. Область применения осадительных центрифуг.
4. Конструктивные особенности осадительных центрифуг.

Лабораторная работа № 3: Экспериментальное определение характеристик вентилятора.

Задание по лабораторной работе: Экспериментально определить характеристики вентилятора.

Контрольные вопросы:

1. Основное уравнение центробежных машин (уравнение Эйлера).
2. Устройство центробежного вентилятора. Роль «улитки», конфузора, диффузора.
3. Рабочие характеристики вентиляторов. Рабочая точка.
4. Мощность двигателя и КПД вентиляторной установки.
5. Зависимость режима работы вентилятора от числа оборотов.

Лабораторная работа № 4: Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции.

Задание по лабораторной работе: Обобщение экспериментальных данных и представление их в критериальной зависимости при определении локальных коэффициентов поверхности нагрева вертикальной трубы в условиях естественной конвекции в неограниченном пространстве.

Контрольные вопросы:

1. Какой вид теплообмена называется естественной конвекцией?
2. Напишите уравнение Ньютона.
3. Что называется коэффициентом теплоотдачи. Раскройте его физический смысл.
4. От каких параметров зависит коэффициент теплоотдачи?
5. Как обобщаются результаты экспериментов по исследованию теплообмена при естественной конвекции?
6. Какие критерии являются определяющими для данного вида конвекции?
7. Как определяется при проведении эксперимента количество теплоты, отдаваемое поверхностью трубы воздуху за счет естественной конвекции?

Лабораторная работа № 5: Изучение переходного периода процесса нагревания вертикальной трубы

Задание по лабораторной работе: Изучить переходный период процесса нагревания вертикальной трубы

Контрольные вопросы:

1. Как называется совместный перенос теплоты путем конвекции и теплопроводности?
2. Как запишется уравнение Ньютона-Рихмана для неустановившегося процесса теплоотдачи?
3. Что такое теплопередача?
4. Запишите уравнение теплопередачи для нестационарного режима.
5. Какой физический смысл коэффициента теплопередачи.

Лабораторная работа № 6: Испытание и расчет параметров теплообменника.

Задание по лабораторной работе: Ознакомление с устройством и принципом действия теплообменника. Определение величины коэффициента теплопередачи опытным путем. Определение величины коэффициента теплопередачи посредством расчета. Сравнение расчетного и опытного значения величины коэффициента теплопередачи.

Контрольные вопросы:

1. Какие процессы называют теплоотдачей и теплопередачей?
2. Как рассчитываются коэффициенты теплоотдачи от горячего теплоносителя к разделяющей стенке и от стенки к холодному теплоносителю?
3. Сформулируйте физический смысл и укажите размерность коэффициента теплопередачи?
4. Что является целью процесса расчета теплообменного аппарата?

Лабораторная работа № 7: Экспериментальное определение величины температурной депрессии.

Задание по лабораторной работе: Краткое описание методики проведения эксперимента. Расчет температурной депрессии по основным формулам. Построение графиков зависимости температурной депрессии от концентрации раствора и давления. Сравнение депрессии, определенной экспериментально с табличными данными.

Контрольные вопросы:

1. Что называется температурной депрессией?
2. Объяснить с точки зрения физики возникновение температурной депрессии.

3. От чего зависит температурная депрессия?
4. Как определить температурную депрессию при нормальном давлении?
5. Как определить температурную депрессию при давлении, отличном от атмосферного?
6. Какие температурные потери возникают при выпаривании растворов в выпарных аппаратах?

Лабораторная работа № 8: Изучение работы змеевикового вакуум-выпарного аппарата.

Задание по лабораторной работе: Изучение конструкции и работы змеевикового вакуумного выпарного аппарата. Определение удельного расхода пара. Экспериментальное определение коэффициента теплопередачи. Аналитическое определение коэффициента теплопередачи.

Контрольные вопросы:

1. Назначение процесса выпаривания, условия его протекания.
2. Как устроена и работает экспериментальная выпарная установка?
3. Составить материальный баланс выпарной установки.
4. Составить тепловой баланс выпарной установки.
5. Как определяется полезная разность температур?
6. Как определяется коэффициент теплопередачи?
7. Как определяется удельный расход пара, что характеризует эта величина?
8. В чем заключается метод постепенного приближения? Как определяется истинная температура стенки змеевика?
9. Как определяется коэффициенты теплоотдачи при конденсации пара и кипении раствора?

Приложение 4

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задача 1. Рассчитать отстойник непрерывного действия для осаждения твердых частиц водной суспензии. Диаметр наименьших частиц, подлежащих осаждению, $d_{ч}$, мкм. Производительность отстойника по суспензии, G_c , кг/ч. Концентрация суспензии x_c . Плотность частиц $\rho_{ч}$, кг/м³. Температура суспензии t , °С. Влажность осадка U .

Определить производительность отстойника по осветленной жидкости $G_{осв}$, производительность по твердой фазе $G_{т.ф}$, площадь осаждения $F_{ос}$, диаметр отстойника D , общую высоту отстойника H , объемную производительность $V_{осв}$. Представить схему отстойника непрерывного действия и описание принципа его работы.

Варианты

№ варианта	$d_{ч}$, мкм	G_c , кг/ч	x_c	$\rho_{ч}$, кг/м ³	t , °С	U
1	80	30000	0,05	1300	30	0,7
2	75	30000	0,055	1275	40	0,6
3	70	25000	0,06	1250	25	0,65
4	65	25000	0,065	1225	45	0,7
5	60	20000	0,07	1200	20	0,6
6	55	20000	0,075	1175	30	0,65
7	50	15000	0,08	1150	40	0,7
8	45	15000	0,085	1175	35	0,6
9	40	10000	0,09	1150	40	0,65
10	35	10000	0,095	1175	45	0,6

Задача 2. Определить мощность электродвигателя и частоту вращения мешалки (диаметр d_m и ширина b_m), установленной в аппарате диаметром D для перемешивания жидкости слоем H с твердыми частицами, если плотность жидкости $\rho_{ж} = 1000$ кг/м³, а ее вязкость $\mu_{ж} = 0,001$ Па·с. Массовое содержание твердой фазы в жидкости $x_{т.ф}$, эквивалентный диаметр твердых частиц $d_{ч} = 1$ мм и их плотность $\rho_{т.ч} = 1500$ кг/м³. Аппарат имеет шероховатые внутренние стенки и гильзу для термометра. Шаг винта лопасти пропеллерной мешалки S . Количество перемещений жидкости через диффузор m . Угол подъема винтовой линии Θ .

Варианты

№ варианта	d_m , м	b_m , м	D , м	H , м	$x_{т.ф}$	S , м	m	Θ , °	Тип мешалки
1	1,0	0,1	1,5	1,2	0,18	-	-	-	Лопастная
2	1,0	0,13	1,2	1,0	0,2	-	-	-	Лопастная
3	0,5	-	1,5	0,8	0,22	0,3	10	25	Пропеллерная
4	0,33	-	1,0	1,1	0,15	0,33	12	30	Пропеллерная в диффузоре

№ варианта	d_m , м	b_m , м	D , м	H , м	$x_{т.ф}$	S , м	m	Θ , °	Тип мешалки
5	1,0	0,15	2,0	0,9	0,1	-	-	-	Лопастная в аппарате со змеевиком
6	1,0	0,1	1,1	1,0	0,2	-	-	-	Якорная
7	0,35	-	1,3	1,3	0,18	0,33	8	35	Пропеллерная в диффузоре
8	0,5	0,15	1,0	0,9	0,15	-	-	-	Якорная
9	0,75	0,1	1,5	0,8	0,15	-	-	-	Лопастная в аппарате со змеевиком
10	0,6	-	1,7	1,0	0,25	0,3	5	40	Пропеллерная

Задача 3. Определить необходимую поверхность фильтрования водной суспензии, содержащей x_c твердой фазы. Влажность осадка U . Производительность фильтра по фильтрату V_f . Перепад давления на фильтре ΔP . Удельное сопротивление несжимаемого осадка r_o , сопротивление фильтровальной перегородки R_n , плотность твердой фазы $\rho_{т.ф}$. Осадок промывают используя $1,5 \text{ м}^3$ воды на 1 м^3 осадка. Динамическая вязкость промывных вод $\mu_{пр}$, а динамическая вязкость фильтрата μ_f . Плотность жидкости $\rho_{ж} 1000 \text{ кг/м}^3$.

Варианты

№ варианта	x_c	U	V_f , м ³ /ч	$\Delta P \cdot 10^{-5}$, Па	$r_o \cdot 10^{-12}$, м ⁻²	$R_n \cdot 10^{-10}$, м ⁻¹	$\rho_{т.ф}$, кг/м ³	$\mu_{пр}$, Па·с	μ_f , Па·с
1	0,05	0,45	5	0,7	19	2	2000	0,0004	0,0006
2	0,05	0,40	7	1,0	18	2	1700	0,0005	0,0007
3	0,07	0,50	9	1,5	16	1	1600	0,0003	0,0006
4	0,09	0,45	10	2,0	14	9	1300	0,0005	0,0008
5	0,11	0,35	11	2,5	12	7	1400	0,0003	0,0004
6	0,10	0,40	8	0,8	05	6	2100	0,0004	0,0007
7	0,06	0,45	6	1,2	13	3	1800	0,0003	0,0005
8	0,08	0,50	7	1,4	17	5	1500	0,0004	0,0006
9	0,07	0,35	9	0,9	11	8	1900	0,0006	0,0008
10	0,12	0,40	5	1,1	19	4	1400	0,0003	0,0004

Приложение 5

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студенты очной и заочной формы обучения выполняют по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств» курсовую работу, связанную с расчетом и графическим представлением теплового аппарата.

Курсовая работа представляет собой решение комплексной инженерно-технической задачи, включающей в себя разработку технологического процесса, компоновку объекта проектирования, расчет аппарата, обоснование принятых методов расчета и технических решений.

Ниже приведен ряд типовых заданий по курсовой работе.

Задание. Спроектировать кожухотрубный теплообменник для нагревания G_2 , кг/с продукта от начальной температуры $t_{2н}$, °С до конечной $t_{2к}$, °С. Давление греющего пара – P , МПа, наружный диаметр и толщина стенки труб - $d \cdot \delta$, мм.

Таблица 3 - Исходные данные к заданию

Номер задания	Продукт	$t_{2н}$	$t_{2к}$	P	$d \cdot \delta$
1	Подсолнечное масло	18	160	1,0	38 x 2,5
2	Подсолнечное масло	15	140	0,7	38 x 2,5
3	Подсолнечное масло	18	150	0,8	25 x 2
4	Томатная масса, концентрация 8 %	30	55	0,15	38 x 2,5
5	Томатная масса, концентрация 5 %	45	80	0,2	38x 2,5
6	Томатная масса, концентрация 5 %	40	85	0,25	25 x 2
7	Сахарный сироп, концентрация 20 %	15	80	0,2	25 x 2,5
8	Сахарный сироп, концентрация 30 %	17	85	0,25	44 x 20
9	Молоко	18	90	0,2	25 x 2
0	Молоко	20	80	0,15	38 x 2,5

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G_2	5,5	6,0	5,0	3,5	4,0	3,0	0,8	1,0	1,5	2

Приложение 6

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КОТОРЫЕ ПРИ
НЕОБХОДИМОСТИ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЗАЧЕТА**

1. Основные пищевые продукты животного и растительного происхождения Роль отраслей пищевой промышленности в обеспечении человека полноценным питанием.
2. Методика определения коэффициентов теплоотдачи (метод последовательных приближений). Графическое решение системы уравнений теплоотдачи.
3. Теплоотдача через стенку при постоянных и переменных температурах теплоносителей. Средняя логарифмическая разность температур Графики температур в теплообменниках непрерывного и периодического действия.
4. Потери теплоты в окружающую среду и расчет толщины изоляции.
5. Нагревание водяным паром. Острый и глухой пар. Тепловой баланс процесса. Расход пара.
6. Методика расчета теплообменников. Компоновка теплообменной поверхности.
7. Конструкции теплообменников Компенсаторы термических напряжений Выбор теплообменников
8. Конденсаторы поверхностные и смешения, методика их расчета.
9. Однократное выпаривание. Материальный и тепловой балансы однокорпусной установки. Удельный расход пара.
10. Многократное выпаривание. Схема установки. Экстра-пар Материальный баланс процесса. Распределение удаляемого растворителя по корпусам.
11. Температурные потери при выпаривании
12. Общая и полезная разность температур в выпарной установке График температур по корпусам многокорпусной выпарной установки. Распределение полезной разности температур по корпусам.
13. Тепловой баланс многокорпусной выпарной установки. Коэффициент испарения и самоиспарения.
14. Решение системы уравнений теплового баланса для многокорпусной выпарной установки. Расход пара на первый корпус, уточненное определение количества растворителя, удаляемого в каждом корпусе.
15. Осаждение частиц под действием сил тяжести Силы, действующие на частицу. Скорость осаждения.
16. Скорость осаждения при ламинарном, переходном и турбулентном режимах движения частицы. Критерий Архимеда и его использование в теории осаждения.
17. Производительность отстойников периодического и непрерывного действия. Конструкции отстойников для жидкости и газов
18. Осаждение частиц под действием центробежных сил. Скорость осаждения частиц при различных режимах их движения.
19. Использование критерия Архимеда при определении скорости осаждения частиц в поле центробежных сил Производительность центрифуг
20. Конструкции центрифуг и циклонов, их работа и применение Методика расчета циклонов.
21. Фильтрование жидкости Движущая сила процесса Свойства осадков Вывод дифференциального уравнения фильтрования с использованием закона Пуазейля.

22. Решение дифференциального уравнения фильтрации при постоянном перепаде давлений и при постоянной скорости фильтрации. Определение констант фильтрации. Производительность фильтров.

23. Технологические процессы получения пищевых продуктов.

24. Технологические линии хлебобулочного производства.

25. Технологические процессы производства кондитерских изделий.

26. Основы производства сахара.

27. Производство растительного масла.

28. Примеры технологических линий молочной и мясоперерабатывающей промышленности.

29. Параметры влажного воздуха, их определение с помощью диаграммы Y-X.

30. Материальный и тепловой балансы сушки. Расход тепла в конвективной сушилке.

31. Теоретический и действительный процессы в конвективной сушилке. Построение процессов на диаграмме Рамзина.

32. Движущая сила процесса сушки. Скорость процесса по периодам сушки.

33. Материальный баланс процесса абсорбции. Кривые равновесия бинарной смеси.

Определение числа ступеней изменения концентраций

34. Простая и многократная перегонка, их применение в пищевой промышленности.

35. Сущность процесса ректификации. Роль флегмы в проведении процесса.

36. Графическое определение числа тарелок ректификационной колонны.

37. Тепловые балансы ректификационной колонны и ее элементов.

38. Насадочные колонны и основы их расчета.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Осаждение частиц в поле сил тяжести. Силы, действующие на частицу. Скорость осаждения.
2. Режимы движения частиц в вязкой среде (жидкости, газе). Сопротивление движению частиц. Коэффициент сопротивления, его значения при различных режимах движения частицы.
3. Скорость осаждения при ламинарном, переходном и турбулентном режиме движения частицы.
4. Критерий Архимеда и его использование в теории осаждения.
5. Производительность отстойников периодического и непрерывного действия. Конструкции отстойников для жидкости и газов.
6. Осаждение частиц под действием центробежных сил. Скорость осаждения частиц при различных режимах движения частиц.
7. Определение скорости осаждения частиц в поле центробежных сил. Производительность центрифуг.
8. Мощность на валу центрифуги. Выбор электродвигателя.
9. Конструкции центрифуг и циклонов, их работа и применение.
10. Осаждение частиц в поле электростатических сил. Принцип работы электроосадителей и основы их расчета.
11. Фильтры для газов. Мокрая очистка газов. Электроосадители.
12. Фильтрование жидкости. Движущая сила процесса. Свойства осадков. Фильтрование при постоянном перепаде давлений и при постоянной скорости процесса.
13. Уравнение Пуазейля. Вывод дифференциального уравнения фильтрования.
14. Решение дифференциального уравнения фильтрования при постоянном перепаде давлений. Определение констант фильтрования. Производительность фильтров.
15. Конструкции фильтров периодического и непрерывного действия.
16. Фильтрующие центрифуги. Барабанный и дисковый вакуум-фильтры, устройство и работа.
17. Перемешивание, разновидности процесса. Конструкции мешалок. Эффективность перемешивания.
18. Мощность, необходимая для проведения процесса перемешивания. Выбор электродвигателя.
19. Методика определения коэффициента теплоотдачи (метод последовательного приближения). Графическое решение системы уравнений теплоотдачи для определения температуры стенки.
20. Потери теплоты в окружающую среду и расчет толщины изоляции.
21. Нагревание водяным паром. Острый и глухой пар. Тепловой баланс процесса. Расход пара.
22. Конструкции теплообменников. Методика их расчета.

23. Конденсаторы поверхностные и смешения (барометрический), методика их расчета.
24. Однократное выпаривание. Материальный и тепловой балансы однокорпусной выпарной установки. Удельный расход пара.
25. Многократное выпаривание. Схема установки. Экстра-пар. Материальный баланс процесса. Распределение удаляемого растворителя по корпусам.
26. Температурные потери при выпаривании.
27. Общая и полезная разность температур. График температур по корпусам многокорпусной выпарной установки. Распределение полезной разности температур по корпусам.
28. Тепловой баланс многокорпусной выпарной установки. Коэффициенты испарения и самоиспарения.
29. Решение системы уравнения тепловых балансов для многокорпусной выпарной установки. Расход пара на I-ый корпус, уточненное определение количества растворителя, удаляемого в каждом корпусе.
30. Конструкции выпарных аппаратов. Методика уточненного расчета многокорпусной выпарной установки.
31. Параметры влажного воздуха. Диаграмма J-x, ее построение. Изображение различных процессов на диаграмме J-x. Точка росы, температура мокрого термометра.
32. Схема конвективной сушилки. Материальные балансы процесса. Количество удаляемой влаги. Расход воздуха.
33. Тепловой баланс сушилки. Внутренний тепловой баланс сушилки. Теоретическая сушилка. Построение на диаграмме J-x процесса теоретической сушки.
34. Действительная сушилка. Построение процессов сушки на диаграмме J-x.
35. Сушка с промежуточным подогревом воздуха, сушка с рециркуляцией воздуха. Расход воздуха и теплоты.
36. Кривые сушки. Понятие о скорости сушки.
37. Скорость сушки в первом периоде. Продолжительность первого периода.
38. Скорость сушки во II периоде. Продолжительность II периода.
39. Конструкции конвективных сушилок: камерных, туннельных, ленточных, барабанных, распылительных.
40. Основы расчета контактных сушилок. Их конструкции. Радиационные сушилки.
41. Тройная точка воды. Понятие о сублимационной сушке. Применение процесса, свойства сублимированного продукта.
42. Температурный режим процесса сублимационной сушки.
43. Основные законы диффузионных процессов: равновесия фаз, Генри, Рауля. Бинарные смеси.
44. Абсорбция. Материальный баланс процесса. Уравнение линии рабочих концентраций. Абсорберы.
45. Расчет абсорберов с использованием понятий о числе единиц переноса и высоты единицы переноса.
46. Простая и многократная перегонка. Основы расчета процесса
47. Ректификация. Ректификационная колонна, ее устройство и работа. Разновидность тарелок. Насадочные колонны.

48. Вывод уравнений линий рабочих концентраций процесса ректификации.
49. Графическое определение числа тарелок ректификационной колонны. Выбор флегмового числа. Действительное число тарелок.
50. Особенности процесса адсорбции. Разновидности адсорбентов и конструкций адсорберов. Элементы расчета адсорберов.
51. Экстрагирование. Физическая сущность процесса. Основы расчета экстракторов.