

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия
имени Н.В. Верещагина»

Факультет технологический

Кафедра технологического оборудования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль Сервис и техническая эксплуатация промышленного оборудования

Квалификация(степень) выпускника: бакалавр

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Разработчик, д.т.н., профессор Гнездилова А.И.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры технологического оборудования от 20.02.25, протокол № 6.

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Кузин А.А.

Рабочая программа дисциплины согласована и утверждена на заседании методической комиссии технологического факультета от 20.02.25, протокол № 6.

Председатель методической комиссии, к.т.н., доцент Бурмагина Т.Ю.

1 Цели и задачи дисциплины

Цель - сформировать у студентов знания о технологических процессах машиностроительных производств и аппаратах для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также практические навыки по подготовке к решению, как конкретных производственных задач, так и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний об основных механических, гидромеханических, тепловых и массообменных процессах;
- формирование знаний по использованию современных методов исследования этих процессов;
- формирование навыков по решению конкретных производственных задач и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основные процессы и аппараты» входит в обязательную часть дисциплин учебного плана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, профиль: «Сервис и техническая эксплуатация промышленного оборудования». Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.О.22. Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах.

Освоение дисциплины «Основные процессы и аппараты» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как: «Математика» - Б1.О.06, «Физика» - Б1.О.07, «Механика» - Б1.О.19.

Дисциплина «Основные процессы и аппараты» является базовой для последующего изучения дисциплин: «Автоматизация промышленного оборудования» – Б1.В.04, а также является базой для эффективного прохождения практик: эксплуатационной – Б2.О.03(П), технологической – Б2.О.02(П), преддипломной – Б2.В.02 (Пд), научно-исследовательской работы Б2.В.01(П).

Область профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу бакалавриата (далее - выпускники), могут осуществлять профессиональную деятельность:

28 Производство машин и оборудования (в сферах: оптимизации структуры производственных процессов; разработки проектов промышленных процессов и производств; эксплуатации технологических комплексов механосборочных производств; разработки конструкторской, технологической, технической документации комплексов механосборочного производства и машиностроения).

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: технологического обеспечения заготовительного производства на машиностроительных предприятиях; технологической подготовки производства деталей машиностроения; проектирования машиностроительных производств, их основного и вспомогательного оборудования, инструментальной техники, технологической оснастки; проектирования транспортных систем машиностроительных производств; разработки нормативно-технической и плановой документации, системы стандартизации и сертификации; разработки средств и методов испытаний и контроля качества машиностроительной продукции).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности

при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Виды профессиональной деятельности: производственно-технологическая; проектно-конструкторская; научно-исследовательская.

Объекты профессиональной деятельности: Производство машин и оборудования (в сферах: оптимизации структуры производственных процессов; разработки проектов промышленных процессов и производств; эксплуатации технологических комплексов механосборочных производств; разработки конструкторской, технологической, технической документации комплексов механосборочного производства и машиностроения).

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Код и наименование компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	ИД-1 _{ОПК-1} Знает основные понятия и методы математического анализа, основные законы физики, физические свойства неорганических и органических соединений ИД-2 _{ОПК-1} Умеет использовать статистический аппарат и технические средства для обработки экспериментальных данных, законы физики и физические свойства неорганических и органических соединений для регулирования, управления и совершенствования технологических процессов применительно к выбранной специальности, грамотно интерпретировать полученные результаты ИД-3 _{ОПК-1} Владеет способностью проводить анализ результатов обработки статистических данных и формулировать на его основе практически значимые выводы ИД-4 _{ОПК-1} Владеет навыками планирования самостоятельной работы и методами лабораторных исследований, методами обобщения результатов при проведении теоретических и экспериментальных исследований
ОПК-7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.	ИД-1 _{ОПК-7} Знает современные экологические и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов. ИД-2 _{ОПК-7} Умеет применять методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИД-3 _{ОПК-7} Владеет навыками рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов при проектировании технологического оборудования

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц –288 час.

Распределение по семестрам обучения:

- 5 семестр – 5 зачетных единицы, 180 часов;
- 6 семестр –3 зачетных единицы, 108 часов.

4.1 Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов по всему циклу дисциплины	Всего часов в семестре			
		Очная форма		Заочная форма	
Семестр	-	5	6	4	4
Аудиторные занятия (всего)	66	34	32	8	10
<i>В том числе:</i>					
Лекции(Л)	33	17	16	4	4
Практические занятия(ПЗ)	33	17	16	4	6
Лабораторные работы(ЛР)	-	-	-	-	-
Контроль	13	4	9	4	9
Самостоятельная работа (всего)	209	142	67	168	89
Вид промежуточной аттестации	Зачет, экзамен	Зачет	Экзамен	Зачет	Экзамен
Общая трудоёмкость, часы	288	180	108	180	108
Зачётные единицы	8	5	3	5	3

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах. Предмет изучения. Цели и задачи курса. Основные понятия. Классификация основных процессов и аппаратов и их характеристика. Балансы массы и энергии. Понятие о моделировании. Математическое и физическое моделирование. Теория подобия как научная теория обобщения экспериментальных исследований. Критерии подобия. Оптимизация процессов и аппаратов.

Раздел 2. Механические процессы. Измельчение. Теория процесса. Классификация способов и машин для дробления. Характеристика машин. Расход энергии на измельчение. Сортировка. Теория ситового анализа. Методы и машины для сортировки. Коэффициент полезного действия при сортировке. Обработка давлением. Основы теории. Процессы отжатия, формования, прессования. Машины для обработки давлением, устройство, принцип действия.

Раздел 3. Гидромеханические процессы. Осаждение. Теория процесса. Осаждение в поле гравитационных сил. Определение скорости осаждения одиночной частицы и в стесненных условиях. Устройство и расчет отстойников. Осаждение в поле центробежных сил. Назначение и сущность процесса. Теория процесса. Устройство и расчет центрифуг. Гидродинамика движения жидкости через неподвижные зернистые слои. Характеристика зернистых слоев. Теория фильтрации. Гидродинамика процессов взаимодействия газа (пара), жидкости и сыпучих тел. Псевдооживление. Теория процесса. Режим витания и уноса. Механическое перемешивание. Расчет мощности на перемешивание. Типы мешалок и их устройство.

Раздел 4. Тепловые процессы. Общая характеристика тепловых процессов. Балансы энергии. Способы передачи тепла и их характеристика. Механизм переноса тепла теплопроводностью, конвекцией, излучением. Тепловое подобие. Критерии теплового подобия. Их применение в практических расчетах. Основное уравнение теплопередачи. Применение основного уравнения теплопередачи для расчета теплообменной аппаратуры. Конструкция основных видов теплообменников. Характеристика основных теплоносителей, их сравнительная оценка. Конденсация. Физические основы процесса. Классификация конденсаторов, их устройство, расчет. Выпаривание. Теоретические основы выпаривания. Типы выпарных аппаратов.

Выпарные аппараты с естественной и принудительной циркуляцией. Выпаривание в тонкой пленке. Материальный и тепловой балансы. Температурные потери, их виды и расчет. Расчет поверхности нагрева калоризатора выпарного аппарата. Сущность многократного выпаривания Пути интенсификации выпарных аппаратов.

Раздел 5. Массообменные процессы. Общие сведения о массообменных процессах. Механизмы переноса массы. Молекулярная и конвективная диффузия. Подобие тепловых и массообменных процессов. Массопередача. Движущая сила процесса. Сушка. Физические основы процесса. Формы связи влаги с материалом. Параметры влажного воздуха и их определение с помощью $i-x$ диаграммы. Изображение процессов нагрева, охлаждения и сушки на $i-x$ диаграмме. Материальный и тепловой балансы сушки. Сорбция и десорбция влаги. Кинетика сушки. Кривые сушки и скорости сушки. Основные типы сушильных установок. Техничко-экономическая оценка сушилок и области их применения. Кристаллизация и растворение. Назначение и сущность процессов. Материальный и тепловой балансы. Аппараты для кристаллизации и растворения, их конструкция и расчет.

4.3 Разделы учебной дисциплины и вид занятий

№ п.п.	Наименование разделов учебной дисциплины	Лекции и	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Контроль	Всего
5 семестр							
1	Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах	2	-	-	4	-	6
2	Механические процессы	4	2	-	6	2	14
3	Гидромеханические процессы	11	15	-	132	2	160
	<i>Всего 5 семестр</i>	<i>17</i>	<i>17</i>	<i>-</i>	<i>142</i>	<i>4</i>	<i>180</i>
6 семестр							
4	Тепловые процессы	8	8	-	37	5	58
5	Массообменные процессы	8	8	-	30	4	50
	<i>Всего 6 семестр</i>	<i>16</i>	<i>16</i>	<i>-</i>	<i>67</i>	<i>9</i>	<i>108</i>
	<i>Итого по курсу</i>	<i>33</i>	<i>33</i>	<i>-</i>	<i>209</i>	<i>13</i>	<i>288</i>

5 Матрица формирования компетенций по дисциплине

№ п.п.	Разделы, темы дисциплины	общепрофессиональные компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-1	ОПК-7	
1	Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах	+	-	1
2	Механические процессы	+	+	2
3	Гидромеханические процессы	+	+	2
4	Тепловые процессы	+	+	2
5	Массообменные процессы	+	+	2

6 Образовательные технологии

Объем аудиторных часов всего 66 часов, в т.ч. 34 часа 5 семестр, и 32 часа занятий в 6 семестре.

Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины: традиционные технологии (лекции, практические занятия, написание контрольных работ, работа в малых группах); интерактивные (представлены в таблице). Объем занятий в интерактивной форме составляет 36 % от аудиторных занятий.

Таблица - Активные и интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
6	Л	Лекция визуализация на тему: «Конструкции теплообменных аппаратов и их сравнительная оценка»	4
5	ПЗ	Групповая работа на тему «Сравнительная оценка различных способов разделения неоднородных систем»	4
6	ПЗ	Групповая работа на тему «Сравнительная оценка различных способов сушки и конструкций аппаратов»	4
5	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций (case-study) типа ситуация-иллюстрация на тему: «Независимость производительности отстаивания от высоты отстойника»	4
6	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций (case-study) типа ситуация-проблема на тему «Трудности определения коэффициента теплоотдачи из основного уравнения теплоотдачи»	4
6	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций (case-study) типа ситуация - оценка на тему «Обоснование оптимальной скорости движения теплоносителя в закрытых каналах теплообменных аппаратов»	4
Итого:			24

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1 Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды СРС	Порядок выполнения СРС	Метод контроля
1	Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах	Подготовка к тестированию,	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Устный опрос
2	Механические процессы	Подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами,	Тестирование, устный опрос
3	Гидромеханические процессы	Подготовка к ПЗ, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.	Устный опрос, письменный контроль, тестирование
4	Тепловые процессы	Подготовка к ПЗ, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.	Устный опрос, письменный контроль, тестирование
5	Массообменные процессы	Подготовка к ПЗ, подготовка к тестированию	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.	Устный опрос, письменный контроль, тестирование

	Итоговый контроль	Подготовка к экзамену	Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами	Экзамен
--	-------------------	-----------------------	---	---------

7.2 Контрольные вопросы для самопроверки

Разделы рабочей программы	Перечень вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Введение. Основные законы науки о процессах и аппаратах	1. Какие основные законы науки положены в основу изучения дисциплины? 2. Что такое теория подобия? 3. Какие применяются методы моделирования? 4. Какие виды подобия различают? 5. Что называют критерием подобия? 6. Какие способы получения критериев подобия знаете? 7. Что положено в основу метода анализа размерностей? 8. Как формулируется первая теорема подобия? 9. Критерии оптимизации.
Раздел 2. Механические процессы	Обработка давлением 1. Какие параметры влияют на выход жидкого продукта при отжати и какие аппараты применяют для реализации этого процесса? 2. Какие законы используются для описания этого процесса? 3. В чём заключается физическая сущность процесса при формировании путём штампования? 4. Опишите конструкцию прессов. 5. Для каких целей применяются: прессование, штампование и отжати ? Измельчение (дробление) 6. На какие виды подразделяется измельчение в зависимости от начальных и конечных размеров кусков? 7. Как рассчитываются затраты энергии на дробление? 8. Характеризовать основные типы дробилок. Каков их принцип действия? Классификация и сортировка зернистых материалов 9. На чем основана классификация грохочением? Каково устройство грохота? 10. В чем заключается сущность ситового анализа? 11. Каков характер движения частиц на сите? 12. Как оценивается эффективность сортировки?
Раздел 3. Гидромеханические процессы	Отстаивание 1. Какие силы действуют на твёрдую частицу при её движении в гравитационном поле в жидкой среде? 2. Как рассчитывается скорость осаждения твёрдой одиночной сферической частицы в жидкой среде? 3. От каких параметров зависит коэффициент сопротивления среды? 4. При каком режиме и почему процесс отстаивания твёрдых частиц наиболее эффективен? 5. Какие критерии гидромеханического подобия описывают процесс отстаивания? 6. Как учитывается несферичность частиц и массовость процесса отстаивания? 7. Какие конструкции аппаратов используются для отстаивания? 8. Какие уравнения лежат в основе расчёта отстойника? 9. Какие способы интенсификации процесса применяются при отстаивании? Центрифугирование 10. Какова сущность и назначение процесса центрифугирования? 11. Под действием каких сил находится твёрдая частица в барабане центрифуги? 12. Как рассчитывается скорость разделения твёрдой одиночной сферической частицы в барабане центрифуги? 13. С помощью какого критерия рассчитывается эффективность центрифугирования? 14. Какой режим центрифугирования наиболее эффективен? Гидродинамика движения жидкости через неподвижные зернистые слои 15. Каковы условия существования неподвижного зернистого слоя? 16. Какова связь между фиктивной и действительной скоростями движения жидкости? 17. Как рассчитывается гидравлическое сопротивление неподвижного зернистого слоя? 18. Как рассчитывается коэффициент гидравлического сопротивления? 19. Какие аппараты работают с неподвижным зернистым слоем? Псевдооживление 20. Как достигается режим псевдооживления? 21. Как рассчитывается гидравлическое сопротивление псевдооживленного слоя? 22. Как изменяются характеристики зернистого слоя в процессе псевдооживления? 23. Как рассчитывается скорость начала и конца псевдооживления? 24. Что характеризует число псевдооживления?

	<p>25. Какими достоинствами и недостатками обладает псевдооживленный слой?</p> <p>26. Какой режим называют режимом пневмотранспорта?</p> <p>Фильтрование под действием перепада давления</p> <p>27. Каковы назначение и сущность процесса?</p> <p>28. Какова движущая сила процесса фильтрования?</p> <p>29. Из какого уравнения и как может быть получено дифференциальное уравнение фильтрования?</p> <p>30. Какие параметры влияют на скорость фильтрования?</p> <p>31. Как рассчитывается продолжительность этого процесса?</p> <p>32. Как определяются константы в уравнении фильтрования?</p> <p>33. Какие способы интенсификации процесса фильтрования известны?</p> <p>Механическое перемешивание в жидкой среде</p> <p>34. Дать общую характеристику основных способов перемешивания: механического, пневматического, циркуляционного и поточного?</p> <p>35. Как рассчитывается энергия на механическое перемешивание?</p> <p>36. Почему при турбулентном режиме расходуемая энергия не зависит от вязкости перемешиваемой жидкости?</p> <p>Разделение газовых неоднородных систем</p> <p>37. Какова сравнительная эффективность различных методов очистки газовых систем?</p> <p>38. Как оценивается эффективность очистки?</p> <p>39. В каких аппаратах и как осуществляется инерционная и центробежная очистка? В чём заключается достоинство центробежной очистки?</p>
<p>Раздел 4. Тепловые процессы</p>	<p>Основные законы теплопередачи</p> <p>1. Каковы механизмы переноса тепла? Какой механизм переноса тепла характерен для твёрдых тел?</p> <p>1. Какой закон описывает этот процесс? Какой физический смысл имеет коэффициент теплопроводности?</p> <p>2. Из какого уравнения может быть получен закон, описывающий теплопроводность плоской стенки при установившемся тепловом режиме?</p> <p>3. В чём заключается сущность переноса тепла конвекцией?</p> <p>4. Какое уравнение описывает процесс теплоотдачи?</p> <p>5. Каков физический смысл коэффициента теплоотдачи?</p> <p>6. Какие критерии теплового подобия используются в расчёте теплообменных аппаратов?</p> <p>7. Чем определяется конкретный вид критериальных уравнений?</p> <p>8. В чём заключается сущность переноса тепла излучением?</p> <p>9. Какой процесс называют теплопередачей и каким законом он описывается? Каков физический смысл коэффициента теплопередачи?</p> <p>10. Какая связь существует между коэффициентами теплопередачи и теплоотдачи?</p> <p>11. Почему в расчётах тепловых процессов используется средний температурный напор и как и он вычисляется?</p> <p>12. Какие схемы движения теплоносителей существуют?</p> <p>13. Какие требования предъявляют к теплоносителям и хладоносителям?</p> <p>14. Какие конструкции теплообменных аппаратов применяются в промышленности?</p> <p>15. Какие теплообменники по принципу действия относятся к смешительным и какие к поверхностным?</p> <p>16. Какие достоинства и недостатки имеют кожухотрубные теплообменники?</p> <p>17. В каких случаях применяют теплообменники типа “труба в трубе”?</p> <p>18. Каковы особенности теплопередачи в пластинчатом теплообменнике?</p> <p>19. Какие способы интенсификации процесса теплопередачи возможны в теплообменных аппаратах?</p> <p>20. Из какого уравнения определяют расходы теплоносителей или хладоносителей?</p> <p>Конденсация</p> <p>21. Какова физическая сущность процесса?</p> <p>22. Как устроен и работает поверхностный конденсатор?</p> <p>23. Почему в промышленных технологических аппаратах теплоотдача от пара к стенке осуществляется, как правило, в условиях плёночной конденсации? Как рассчитывается коэффициент теплоотдачи при плёночной конденсации насыщенного пара?</p> <p>24. Какие критерии теплового подобия описывают этот процесс?</p> <p>25. Как устроен и работает барометрический конденсатор?</p> <p>Выпаривание</p> <p>26. Каковы назначение и сущности процесса?</p> <p>27. Какие способы выпаривания существуют? Когда следует применять выпаривание под</p>

	<p>разрежением или избыточным давлением ?</p> <p>28 Какие конструкции выпарных аппаратов существуют? Каково назначение калоризатора, сепаратора, конденсатора?</p> <p>29 Что является движущей силой естественной циркуляции и как конструктивно обеспечивается циркуляционный контур?</p> <p>30 Из каких уравнений определяется масса выпарной влаги и расход греющего пара? Составить уравнения.</p> <p>31 Как рассчитываются: температура кипения, полная и полезная разности температур?</p> <p>32 Какие депрессии имеют можно при выпаривании и как они рассчитываются?</p> <p>33 В чём принцип многократного выпаривания и с какой целью его осуществляют?</p> <p>34 Как определяется оптимальное число корпусов многокорпусной выпарной установки?</p>
Раздел 5. Массообменные процессы	<p>Основные законы массопередачи</p> <p>1 Каковы механизмы переноса массы и в чём заключается их сущность?</p> <p>2 Каким уравнением описывается перенос массы молекулярной диффузией? Каков физический смысл коэффициента молекулярной диффузии?</p> <p>3 Какой закон, являясь аналогом закона Ньютона-Рихмана, описывает перенос вещества из потока к поверхности раздела фаз?</p> <p>4 В чём аналогия переноса тепла и массы?</p> <p>5 Какие критерии характеризуют подобие массообменных процессов?</p> <p>6 Чем определяется конкретный вид критериальных уравнений?</p> <p>7 Из каких уравнений рассчитываются массовые расходы и строится рабочая линия массообменных процессов?</p> <p>8 Как определяется движущая сила массообменных процессов?</p> <p>Сушка</p> <p>9 В чём сущность процесса? Какова роль воздуха в контактной и конвективной сушке?</p> <p>10 Какие параметры характеризуют состояние влажного воздуха и какова связь между ними? (Отразить на I-x диаграмме)</p> <p>11 С помощью каких уравнений рассчитываются: масса удалённой влаги, расход воздуха и тепла на сушку?</p> <p>12 Чем действительный процесс сушки отличается от теоретического? (Показать на I-x диаграмме)</p> <p>13.Что такое потенциал сушки, что он характеризует?</p> <p>14.Какие формы связи влаги с материалом существуют?</p> <p>15. Что является движущей силой процесса сушки?</p> <p>16.Как рассчитывается продолжительность сушки в 1 и 2 периодах?</p> <p>17.Каковы условия равновесия при сушке?</p> <p>18 Какие конструкции конвективных сушильных установок знаете?</p> <p>19 Какие конструкции контактных сушилок вам известны?</p> <p>Кристаллизация</p> <p>20 Каково назначение процесса, его механизмы и движущая сила?</p> <p>21 Какие факторы влияют на равновесие при кристаллизации?</p> <p>22 С какой целью создают пересыщение или переохлаждение перед кристаллизацией?</p> <p>23 Какие параметры влияют на основные стадии кристаллизации: зародышеобразования и рост кристаллов?</p> <p>24 В чём сущность изотермической и изогидрической кристаллизации?</p> <p>25 Основные конструкции кристаллизаторов ?</p>

7.3 Вопросы для промежуточной аттестации (зачет – 5 семестр, экзамен – 6 семестр)

Вопросы для подготовки к зачету в 5 семестре

Введение

- 1.Физическое и математическое моделирование.
- 2.Теория подобия. Какие виды подобия различают?
3. Критерии подобия и способы их получения.
- 4.Как формулируется первая теорема подобия?
- 5.Критерии оптимизации.

Механические процессы

Обработка продуктов давлением

1. Отжатие, какие аппараты применяют для реализации этого процесса ?
2. Физическая сущность процесса формования.
4. Прессование, назначение процесса, конструкции прессов.

Измельчение (дробление)

5. Степень измельчения.
6. Затраты энергии на дробление.
7. Основные типы дробилок. Их принцип действия.

Классификация и сортировка зернистых материалов

8. Классификация грохочением. Устройство грохота?
9. Ситовой анализ, сущность процесса.
10. Эффективность сортировки.

Гидромеханические процессы

Отстаивание

1. Назначение и сущность процесса отстаивания.
1. Какой из режимов осаждения наиболее эффективен? Доказать.
2. Обоснуйте необходимость критериального обеспечения в расчётах процесса отстаивания.
3. Как учесть несферичность формы частиц и массовость в процессе осаждения?
4. Как рассчитывается отстойник?

Центрифугирование

1. Назначение и сущность процесса центрифугирования. Представьте схематически.
1. Под действием каких сил находится частица в центрифуге?
2. Какие параметры влияют на скорость процесса центрифугирования?

Фильтрация

1. Назначение процесса и его сущность. Представить схематически.
1. Какой из режимов (ламинарный, переходный или турбулентный) наиболее эффективен при фильтрации? Ответ обосновать.
2. Какова связь между объемом фильтрата и высотой осадка H ? Установите эту зависимость.
3. Дифференциальное уравнение скорости фильтрации.
4. Проинтегрируйте полученное уравнение: а) при постоянной скорости; б) при постоянном давлении.

Перемешивание

1. Назначение процесса и его сущность.
1. Расход мощности на перемешивание.
2. Как определяется коэффициент мощности?
4. Основные конструкции мешалок.

Гидродинамика зернистого слоя

1. Как рассчитывается сопротивление неподвижного зернистого слоя?
1. Характеристики зернистого слоя.
2. Записать условие существования области псевдооживления, исходя из соотношения силы тяжести и силы сопротивления среды.
3. Как рассчитывается сопротивление зернистого слоя в области псевдооживления?
4. Где на практике применяется режим "кипения"?
5. Записать условие существования свободного витания, исходя из динамического равновесия сил тяжести и сопротивления среды.
6. Записать условие уноса (пневмотранспорта). Где на практике применяется этот режим?

Вопросы для подготовки к экзамену в 6 семестре

1. Классификация основных процессов и аппаратов. Принципы составления уравнений материальных и тепловых балансов.
1. Понятие об оптимизации процессов. Критерии оптимизации. Привести конкретный пример оптимизации.
2. Моделирование процессов и аппаратов. Теория подобия. Способы получения критериев подобия. П – теорема.
3. Дробление (измельчение). Назначение процесса. Работа, затрачиваемая на крупное и мелкое дробление. Конструкции и принцип действия основных типов измельчающих машин.
4. Сортировка (классификация). Назначение процесса. Способы классификации. Конструкции и принцип действия устройств для механической классификации.
5. Обработка давлением: отжатие, формование и прессование. Назначение и общая характеристика процессов и аппаратов.
6. Осаждение твердых частиц в гравитационном поле. Критерии гидромеханического подобия, характеризующие эти процессы.
7. Расчет скорости осаждения твердых частиц в гравитационном поле.
8. Отстаивание. Отстойники. Их устройство и расчет.
9. Разделение в поле центробежных сил. Фактор разделения.
10. Отстойные центрифуги, их устройство и расчет.
11. Гидродинамика движения жидкости через неподвижные зернистые слои. Формула для расчета гидравлического сопротивления и ее анализ.
12. Характеристики зернистого слоя и связь между ними.
13. Фильтрация. Назначение процесса. Дифференциальное уравнение скорости фильтрации.
14. Фильтрация. Расчет продолжительности фильтрации при постоянной скорости.
15. Фильтрация. Расчет продолжительности фильтрации при постоянном давлении.
16. Устройство и принцип действия фильтров. Характеристика осадков и фильтровальных перегородок.
17. Очистка газов. Назначение процесса. Способы очистки, их сравнительная оценка. Аппараты для осуществления очистки газа.
18. Гидродинамика процесса псевдооживления. («кипения»). Физические основы процесса, применение в промышленности.
19. Свободное витание и унос. Условия витания и уноса. Расчет скорости витания. Применение явления уноса в промышленности.
20. Механическое перемешивание. Применение процесса в промышленности. Расчет мощности на перемешивание. Виды мешалок и их характеристика.
21. Способы переноса тепла. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.
22. Конвекция. Механизм переноса тепла конвекцией. Основное уравнение теплоотдачи. Коэффициент теплоотдачи.
23. Критерии теплового подобия. Их применение в тепловых расчетах.
24. Механизм переноса тепла излучением. Коэффициент теплоотдачи излучением.
25. Теплопередача при постоянных температурах теплоносителей. Основное уравнение теплопередачи.
26. Теплопередача при переменных температурах теплоносителей. Определение среднего температурного напора.
27. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Их сравнительная оценка.
28. Характеристика основных теплоносителей. Схемы движения теплоносителей. Их сравнительная оценка.

29. Конденсация. Теплоотдача при конденсации. Конденсаторы, их устройство и принцип действия.
30. Выпаривание. Физическая сущность процесса. Выпарные аппараты, их устройство и принцип действия.
31. Многокорпусные выпарные установки. Принцип многократного использования пара.
32. Уравнения материального и теплового балансов при выпаривании.
33. Полная и полезная разности температур. Их расчет.
34. Температурные потери (депрессии), возникающие в выпарных аппаратах. Их определение.
35. Механизм массопереноса. Молекулярная диффузия. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии.
36. Конвективная диффузия. Основное уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи.
37. Основное уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи.
38. Растворение и кристаллизация. Назначение процессов. Физические основы.
39. Уравнение материального и теплового балансов процесса кристаллизации. Основные конструкции кристаллизаторов.
40. Сушка. Назначение процесса. Уравнения материального и теплового балансов.
41. Параметры влажного воздуха, их изображение на I-X диаграмме.
42. Изображение процессов теоретической и реальной сушки на I – X диаграмме.
43. Кинетика сушки. Построение кривых сушки и скорости сушки.
44. Расчет расхода воздуха и тепла на сушку. Основные конструкции сушильных установок.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- 1 Процессы и аппараты. Расчет и проектирование аппаратов для тепловых и тепло-массообменных процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, Л. Н. Фролова, А. В. Терехина. - 2-е изд., стер. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 440 с. -
Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/163402>
2. Лобасенко, Б. А. Методы интенсификации гидромеханических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. А. Лобасенко, И. А. Бакин, В. Н. Иванец. - Электрон.дан. - Кемерово: КемГУ, 2020. - 134 с. -
Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/156120>
3. Уваров, М. Е. Гидродинамика. Исследование течения жидкостей в трубопроводе [Электронный ресурс] : практикум / М. Е. Уваров. - Электрон.дан. - Москва : РТУ МИРЭА, 2020. - 66 с. - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/167576>

б) дополнительная литература:

4. Процессы и аппараты пищевых производств и биотехнологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. М. Бородулин, М. Т. Шульбаева, Е. А. Сафонова, Е. А. Вагайцева. - 3-е изд., стер. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 292 с. - (Учебники для вузов)(Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/132259>
5. Гнездилова, Анна Ивановна. Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / А. И. Гнездилова. - 2-е изд., пер. и доп. - Электрон.дан. - Москва : Юрайт, 2021. - 270 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей
Внешняя ссылка: <https://urait.ru/bcode/471474>
6. Процессы и аппараты пищевой технологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / [С. А. Бредихин, А. С. Бредихин, В. Г. Жуков, Ю. В. Космодемьянский] ; под ред. С. А.

Бредихина. - Электрон.дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 544 с. - (Учебники для вузов)(Специальная литература). - Внешняя ссылка: <https://e.lanbook.com/book/168675>

в) Перечень информационных технологий, используемых в обучении, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows XP / Microsoft Windows 7 Professional , Microsoft Office Professional 2003 / Microsoft Office Professional 2007 / Microsoft Office Professional 2010
STATISTICA Advanced + QC 10 for Windows

в т.ч. отечественное

Astra Linux Special Edition РУСБ 10015-01 версии 1.6.
1С:Предприятие 8. Конфигурация, 1С: Бухгалтерия 8 (учебная версия)
Project Expert 7 (Tutorial) for Windows
СПС КонсультантПлюс
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный

Свободно распространяемое лицензионное программное обеспечение:

OpenOffice
LibreOffice
7-Zip
Adobe Acrobat Reader
Google Chrome

в т.ч. отечественное

Яндекс.Браузер

Информационные справочные системы

- [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
- ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
- Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>
- Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступ: <http://gtexam.ru/>

Профессиональные базы данных

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>
- Наукометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)
- Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.ras.ru> (Открытый доступ)
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mcx.ru/> (Открытый доступ)

Электронные библиотечные системы:

- Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC
- ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС Znanium.com – режим доступа: <https://new.znaniy.com/>
- ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>

- ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>
- Электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО)
- ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория № 1115, для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: агрегат электронасосный одновинтовой ОНВ14-М-ДУ32/ДУ32 ПН-110-Ф-4,14-АИР80А6(№7), компрессор CR-2.0/24 Wilmar 220В, реактор емкостной, гомогенизатор, комплект насосов, пастеризатор, экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Учебная аудитория №1107, оснащенная приборами и оборудованием: анемометр АТТ-1002, весы прецизионные ARS120, микроскоп, сахариметр, ультратермостат, устройство перемешивающее (без штатива), шкаф сушильный, бак, зажим для штатива, испаритель ротационный, камера сушильная (зеленая), мешалка пропеллерная, мешалка центрифужная (фторопласт), нутч-фильтр, психрометр, , сито лабораторное d 200 мл (яч. 0,28), сито лабораторное d 200 мл (яч. 0,7), сито лабораторное d 200 мл металлотканое, сушилка инфракрасная, ультратермостат, установка лаборатория (труба в трубе), установка лабораторная, установка лабораторная, установка для изучения процесса отстаивания; конвективная сушилка; центробежный насос; теплообменные пластины для пластинчатого аппарата; калоризатор вакуум-выпарного аппарата; секундомер, штангенциркуль, мерные емкости.

Учебная аудитория № 1109 для проведения расчетов, оснащенная компьютерами. Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

10.Карта компетенций дисциплины

Основные процессы и аппараты					
(направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» Профиль Сервис и техническая эксплуатация промышленного оборудования)»					
Цель дисциплины	- сформировать у студентов знания о технологических процессах машиностроительных производств и аппаратах для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также практические навыки по подготовке к решению, как конкретных производственных задач, так и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов.				
Задачи дисциплины	- формирование знаний об основных механических, гидромеханических, тепловых и массообменных процессах, протекающих в различных производствах; - формирование знаний по использованию современных методов исследования этих процессов; - формирование навыков по решению конкретных производственных задач и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общепрофессиональные компетенции					
Компетенции		Перечень компонентов (планируемые результаты обучения)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.	ИД-1 <small>ОПК-1</small> Знает основные понятия и методы математического анализа, основные законы физики, физические свойства неорганических и органических соединений ИД-2 <small>ОПК-1</small> Умеет использовать статистический аппарат и технические средства для обработки экспериментальных данных, законы физики и физические свойства неорганических и органических соединений для регулирования, управления и совершенствования технологических процессов применительно к выбранной специальности, грамотно интерпретировать полученные результаты ИД-3 <small>ОПК-1</small> Владеет способностью проводить анализ результатов обработки статистических данных и формулировать на его основе практически значимые выводы ИД-4 <small>ОПК-1</small> Владеет навыками планирования самостоятельной работы и методами лабораторных исследований, методами обобщения	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа Интерактивные занятия	Тестирование Письменный контроль Устный опрос	<p style="text-align: center;">Пороговый (удовлетворительный)</p> Знает основные понятия и методы математического анализа, основные законы физики, физические свойства неорганических и органических соединений. <p style="text-align: center;">Продвинутый (хорошо)</p> Умеет использовать статистический аппарат и технические средства для обработки экспериментальных данных, законы физики и физические свойства неорганических и органических соединений для регулирования, управления и совершенствования технологических процессов применительно к выбранной специальности, грамотно интерпретировать полученные результаты <p style="text-align: center;">Высокий</p>

		результатов при проведении теоретических и экспериментальных исследований			(отлично) Владеет способностью проводить анализ результатов обработки статистических данных и формулировать на его основе практически значимые выводы, а также навыками планирования самостоятельной работы и методами лабораторных исследований, методами обобщения результатов при проведении теоретических и экспериментальных исследований.
ОПК-7	Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении.	ИД-1 _{ОПК-7} Знает современные экологические и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов. ИД-2 _{ОПК-7} Умеет применять методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИД-3 _{ОПК-7} . Владеет навыками рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов при проектировании технологического оборудования	Лекции Практические занятия Самостоятельная работа Интерактивные занятия	Тестирование Письменный контроль Устный опрос	Пороговый (удовлетворительный) Знает современные экологические и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов. Продвинутый (хорошо) Умеет применять методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении Высокий (отлично) Владеет навыками рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов при проектировании технологического оборудования

