

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лазаренко Виктор Анатольевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.03.2023 22:40:52
Уникальный программный ключ:
45c319b8a032ab3637134215abd1c4735347674

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Курский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России)**

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры биологической и
химической технологии

протокол №11 от «28» мая 2018г.
заведующий кафедрой биологической и
химической технологии

профессор  Лазурина Л.П.

УТВЕРЖДЕНО

на заседании методического совета
фармацевтического и биотехнологического
факультетов

протокол № 5 от «29» июня 2018 г.
председатель методического совета
фармацевтического и биотехнологического
факультетов

доцент  Дроздова И.Л.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по ОБОРУДОВАНИЮ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Факультет	Биотехнологический		
Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология		
Направленность	Химическая технология биологически активных веществ		
Курс	4	Семестр	7
Трудоемкость (з.е.)	5		
Количество часов всего	180		
Форма промежуточной аттестации	экзамен		

Разработчики рабочей программы:

зав. каф. биологической и химической технологии, д.б.н, профессор. Лазурина Л.П.
ассистент каф. биологической и химической технологии Завидовская К.В.

Рабочая программа дисциплины «Оборудование химических производств» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

1. Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины является формирование профессиональных компетенций и приобретение студентами знаний в области инженерных расчетов основного технологического оборудования и выбора оборудования химических производств.

Задачами дисциплины являются:

- формирование навыков эксплуатации и обслуживания технологического оборудования;
- формирование навыков проверки технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организация профилактических осмотров и текущего ремонта;
- формирование навыков приемки и освоения вводимого оборудования;
- формирование навыков составления заявок на оборудование и запасные части, подготовки технической документации на ремонт;
- формирование навыков составления технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование), а также составление отчетности по утвержденным формам.
- изучение и приобретение знаний об оптимальных и рациональных технологических режимах оборудования, устройстве основных типов технологического оборудования и поточных производственных линий химического производства, методах расчета основных параметров на основе теоретического описания процессов, умение анализировать полученные данные результатов исследований и использовать полученные знания для разработки методов интенсификации процессов, совершенствовании конструкции аппаратов, а также методики их расчета.

2. Место дисциплины в структуре

Дисциплина «Оборудование химических производств» относится к вариативной части образовательной программы (обязательная дисциплина).

Процесс изучения дисциплины обеспечивает достижение планируемых результатов освоения образовательной программы и направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция		Логическая связь с дисциплинами учебного плана
код	формулировка	
ПК - 2	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	– Математика; – Информатика; – Инженерная графика; – Информационное обеспечение в химической технологии; – Технология выделения и очистки биологически активных веществ; – Приемы получения особо чистых субстанций
ПК – 6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	– Прикладная механика; – Электротехника и промышленная электроника;

		<ul style="list-style-type: none"> – Метрология, стандартизация и сертификация продуктов химического синтеза; – Управление качеством продукции химического синтеза
ПК – 8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	<ul style="list-style-type: none"> – Электротехника и промышленная электроника
ПК – 9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	<ul style="list-style-type: none"> – Электротехника и промышленная электроника; – Химические реакторы

Содержание компетенций (этапов формирования компетенций)

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этапы формирования и индикаторы достижения компетенции		
		Знает	Умеет	Владеет (имеет практический опыт)
1	2	3	4	5
ПК-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - аналитические и численные методы для решения поставленных задач в области химической технологии - современные информационные технологии, используемые в химической технологии - сетевые компьютерные технологии и базы данных в области химической технологии, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> - использовать аналитические и численные методы решения поставленных задач в области химических технологий - использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств в области химической технологии - использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в области химической технологии, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками применения аналитических и численных методов для решения поставленных задач, в области химической технологии - приемами работы с пакетами прикладных программ для обработки информации различного вида в области химической технологии - приемами работы в локальной сети и в глобальной сети Интернет для решения задач в области химической технологии
ПК-6	Способность налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств	<ul style="list-style-type: none"> - типовые системы автоматического управления в химической промышленности - методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров 	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химикотехнологического процесса - налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств 	<ul style="list-style-type: none"> - методами оценки настройки и поверки оборудования и программных средств
ПК-8	Готовность к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - основное оборудование, используемое в химических производствах, и условия его безопасной эксплуатации 	<ul style="list-style-type: none"> - осваивать и эксплуатировать вновь вводимое оборудование 	<ul style="list-style-type: none"> - правилами приемки оборудования - навыками освоения и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	<ul style="list-style-type: none"> - техническую документацию на основное оборудование 	<ul style="list-style-type: none"> - анализировать техническую документацию и подбирать рациональное оборудование - подготавливать техническую документацию на приобретение и ремонт оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа технической документации и подбора рационального оборудования

3. Разделы дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Код компетенции
Типовая аппаратура химических производств, ее материал и детали	Классификация и требования, предъявляемые к аппаратам. Факторы, определяющие конструкцию реакционных аппаратов: агрегатное состояние реагирующих веществ, консистенция реакционной массы, температура реакции, давление, тепловой эффект реакции, теплоносители и хладагенты, химический характер реагирующих веществ. Технологические характеристики материалов, применяемых в биохимических и химико-фармацевтических производствах, способы их защиты.	ПК-2, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Механическое и гидромеханическое оборудование для подготовки и очистки первичного сырья	Дробильно-помольное (дробилки, мельницы), сортировочное (грохоты, сепараторы, сита, классификаторы), питатели, дозаторы; центрифуги, сепараторы, отстойники, циклоны, гидроциклоны, скрубберы; фильтры прямого действия, электрические, каталитические	ПК-2, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Оборудование тепло- и массообменных процессов химической технологии	Тепловые трубы и печи, плазматроны, регенеративные и контактные теплообменники, печи для обеспечения химических процессов; рекуператоры, регенераторы. Химические реакторы; кристаллизаторы; диссольтверы; выпарные, дистилляционные и ректификационные аппараты; абсорберы и адсорберы; ионообменники; мембранные аппараты.	ПК-2, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Оборудование процессов разделения и очистки продуктов реакции	Отделение реакционной массы: флотация, флокуляция, фильтрация, центрифугирование, мембранное разделение. Выделение целевого продукта: осаждение, экстракция, адсорбция, абсорбция, ионный обмен, кристаллизация, выпаривание, сушка.	ПК-2, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования материалов	Аппаратура для хранения, транспортировки и дозирования жидкого сырья. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования твердых материалов. Вспомогательное оборудование для газов. Перемещение газов по трубопроводам, цистерны, баллоны.	ПК-2, ПК-6, ПК-8, ПК-9

4. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций

Наименование раздела дисциплины	Контактная работа		Внеаудиторная (самостоятельная) работа	Итого часов	Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения		Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
	всего	из них			Традиционные	Интерактивные		
		лекции						практические занятия
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Типовая аппаратура химических производств, ее материал и детали	16	8	8	16	32	ЛТ, ПЗ, СИ, УФ, ЗС, УИРС, К	-	КР, ДЗ, УИ, Т, Пр., С,
Механическое и гидромеханическое оборудование для подготовки и очистки первичного сырья	16	8	8	16	32	ЛТ, ПЗ, СИ, ЗС, УИРС, К	-	КР, ДЗ, УИ, Т, Пр., С,
Оборудование тепло- и массообменных процессов химической технологии	12	6	6	12	24	ЛТ, ПЗ, СИ, ЗС, УИРС, К	-	КР, ДЗ, УИ, Т, Пр., С,
Оборудование процессов разделения и очистки продуктов реакции	16	8	8	16	32	ЛТ, ПЗ, СИ, ЗС, УИРС, К	-	КР, ДЗ, УИ, Т, Пр., С,
Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования материалов	12	6	6	12	24	ЛТ, ПЗ, СИ, ЗС, УИРС, К	-	КР, ДЗ, УИ, Т, Пр., С,
Экзамен	-	-	-	-	36	-	-	Т, Пр., ПЭ
ИТОГО:	-	-	-	-	180	-	-	-

4.1. Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения

ЛТ	Традиционная лекция
ПЗ	Практическое занятие
СИ	Самостоятельное изучение тем, отраженных в программе, но не рассмотренных в аудиторных занятиях
УФ	Учебный видеофильм
УИРС	Учебно-исследовательская работа
К	Написание конспектов

4.2. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

КР	Проведение контрольных работ
ДЗ	Проверка выполнения письменных домашних заданий
УИ	Защита учебного исследования
Т	Тестирование
Пр.	Оценка освоения практических навыков (умений, владений)
ПЭ	Оценка по результатам письменного экзамена

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64134.html>
2. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Леонтьева. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 281 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64133.html>

Дополнительная литература

1. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 151000 - "Технол. машины и оборудование" : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям 260601 - "Машины и аппараты пищевых производств" и 260602 - "Пищевая инженерия малых предприятий" направления подготовки дипломир. специалиста 260600 - "Пищевая инженерия" / под ред. В. А. Панфилова. - СПб. : Лань, 2013. - 910 с. : ил.
2. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта оборудования химической промышленности [Электронный ресурс] : справочник / А.И. Ящура. — Электрон. текстовые данные. — М. : ЭНАС, 2012. — 448 с. — 978-5-4248-0004-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17811.html>
3. Верболоз Е.И. Технологическое оборудование [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров и магистров направления 151000 - Технологические машины и оборудование / Е.И. Верболоз, Ю.И. Корниенко, А.Н. Пальчиков. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 205 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19282.html>

Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» - <https://elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) - <http://нэб.рф/>
3. Консультант плюс - https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus
4. База данных международного индекса научного цитирования «WEB OF SCIENCE» - <http://www.webofscience.com/>
5. Полнотекстовой базе данных «Medline Complete» - <http://search.ebscohost.com/>
6. Федеральная электронная медицинская библиотека. - <http://193.232.7.109/feml>
7. Полнотекстовая база данных «Polpred.com Обзор СМИ». - <http://polpred.com/>
8. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» - <https://cyberleninka.ru/>
9. Министерство здравоохранения Российской Федерации - <https://www.rosminzdrav.ru/>
10. Всемирная организация здравоохранения - <http://www.who.int/ru/>
11. Министерство образования и науки Российской Федерации - <https://xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №209	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель (учебная мебель, доска, трибуна лекторская); технические средства обучения и демонстрационное оборудование (проектор, ноутбук, экран); учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.	1. Программа для создания тестов — Adit Testdesk, договор № 444 от 22.06.2010 2. Программа для организации дистанционного обучения — ISpring Suite 7.1, договор № 652 от 21.09.2015 3. Пакет офисного ПО – Microsoft Win Office Pro Plus 2010 RUS OLP NL, договор № 548 от 16.08.2010 4. Операционная система — Microsoft Win Pro 7, договор № 904 от 24.12.2010 5. Антивирус – Kaspersky Endpoint Security, договор № 832 от 15.10.2018
2.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №213	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель (учебная мебель, стол лабораторный химический).	-
3.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №222 (лаборатория)	Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием: специализированная мебель (учебная мебель, доска ученическая, стол компьютерный); технические средства обучения (компьютеры).	1. Программа для создания тестов — Adit Testdesk, договор № 444 от 22.06.2010 2. Программа для организации дистанционного обучения — ISpring Suite 7.1, договор № 652 от 21.09.2015 3. Пакет офисного ПО – Microsoft Win Office Pro Plus 2010 RUS OLP NL, договор № 548 от 16.08.2010 4. Операционная система — Microsoft Win Pro 7, договор № 904 от 24.12.2010 5. Антивирус – Kaspersky Endpoint Security, договор № 832 от 15.10.2018

7. Оценочные средства

Вопросы для письменной части экзамена

1. Классификация химического оборудования по назначению и принципу действия
2. Классификация химического оборудования по областям применения и масштабам производства
3. Классификация химического оборудования по роли в осуществлении процесса
4. Классификация химического оборудования по условиям работы
5. Классификация химического оборудования по технологическому назначению
6. Основное и вспомогательное технологическое оборудование
7. Технологические требования, предъявляемые к оборудованию
8. Конструктивные требования, предъявляемые к оборудованию
9. Инертность материалов
10. Доступность, эстетичность и легкость обслуживания основного и вспомогательного технологического оборудования
11. Материалы химических реакторов
12. Требования к материалам химических реакторов
13. Железоуглеродистые сплавы
14. Цветные металлы
15. Коррозия металлов и антикоррозионные защитные покрытия
16. Неметаллические материалы
17. Детали реакторов
18. Обечайки
19. Днища
20. Крышки
21. Люки и лазы
22. Опоры аппаратов
23. Соединения деталей реактора и гарнитуры
24. Фланцы – назначение и требования к ним
25. Основные типы фланцев и их форма
26. Уплотнение фланцевых соединений
27. Штуцеры
28. Бобышки
29. Теплообменные устройства
30. Классификация теплообменных устройств
31. Требования к теплообменным устройствам
32. Наружные теплообменные устройства
33. Внутренние теплообменные устройства
34. Основные промышленные теплоносители
35. Теплоносители и хладагенты
36. Требования к промышленным теплоносителям
37. Нагревание водяным паром
38. Нагревание высокотемпературными носителями
39. Нагревание топочными газами и электрическим током
40. Основные хладагенты – их достоинства и недостатки
41. Транспорт и дозирование сырья
42. Оборудование для хранения сырья
43. Транспортирующее оборудование
44. Дозаторы
45. Мерники
46. Сборники

47. Перемешивание
48. Назначение, цель и способы перемешивания
49. Основные характеристики перемешивающих устройств: эффективность, интенсивность, мощность перемешивания
50. Классификация механических перемешивающих устройств
51. Основные типы мешалок для перемешивания маловязких сред (схемы, описание конструктивных особенностей)
52. Основные типы мешалок для перемешивания вязких сред (схемы, описание конструктивных особенностей)
53. Перемешивание
54. Назначение, цель и способы механического перемешивания
55. Привод перемешивающего устройства
56. Уплотнение вала
57. Быстроходные мешалки (назначение, схемы, описание конструктивных особенностей)
58. Тихоходные мешалки (назначение, схемы, описание конструктивных особенностей)
59. Факторы, определяющие конструкцию основного аппарата
60. Агрегатное состояние реагирующих и образующихся веществ
61. Интенсивность перемешивания
62. Температура реакции и давление
63. Тепловой эффект и интенсивность теплообмена
64. Химические свойства перерабатываемых веществ
65. Непрерывность и периодичность процесса
66. Понятие непрерывности и периодичности технологического процесса. Их преимущества и недостатки
67. Факторы, характеризующие периодический и непрерывный процесс
68. Специфические особенности аппаратов непрерывного действия
69. Графики гармонизации работы оборудования (планировочный, ленточный, Гранта)
70. Согласование работы оборудования
71. Фильтры для разделения суспензий
72. Движущая сила фильтрации. Факторы, влияющие на скорость фильтрации
73. Основные виды фильтрации. Их сущность.
74. Классификация промышленных фильтров
75. Выбор типа конструкции фильтра
76. Фильтрующие вспомогательные вещества
77. Фильтры для разделения суспензий
78. Классификация промышленных фильтров
79. Операции цикла фильтрования
80. Факторы, влияющие на производительность фильтра
81. Фильтры периодического действия (назначение, схемы, описания принципа работы)
82. Фильтры непрерывного действия (назначение, схемы, описания принципа работы)
83. Центрифугирование
84. Назначение центрифугирования. Преимущества и недостатки по сравнению с фильтрацией
85. Основные характеристики центрифуг.
86. Факторы, определяющие выбор центрифуги
87. Классификация центрифуг
88. Способы выгрузки осадка из центрифуг
89. Центрифугирование
90. Назначение центрифугирования. Преимущества и недостатки по сравнению с фильтрацией
91. Способы выгрузки осадка из центрифуг

92. Фильтрующие центрифуги (назначение, описание принципа работы)
93. Осадительные центрифуги (назначение, описание принципа работы)
94. Маятниковые центрифуги (назначение, описание принципа работы)
95. Кристаллизация
96. Назначение процесса кристаллизации в химической технологии. Разновидности процесса.
97. Физико-химические основы процесса кристаллизации
98. Равновесие в процессах кристаллизации
99. Образование и рост кристаллов
100. Классификация кристаллизационного оборудования
101. Кристаллизация
102. Кинетика процесса кристаллизации
103. Методы кристаллизации
104. Изогидрические кристаллизаторы (назначение, описание принципа работы)
105. Вакуум-кристаллизаторы (назначение, описание принципа работы)
106. Кристаллизаторы с удалением части растворителя (назначение, описание принципа работы)
107. Колонные аппараты
108. Назначение. Способы обеспечения контакта фаз.
109. Классификация колонных аппаратов по принципу образования межфазной поверхности.
110. Отбойные устройства. Назначение. Требования к устройствам. Основные виды (схемы, описание принципа действия)
111. Узлы ввода сырья. Назначение. Требования к устройствам. Основные виды (схемы, описание принципа действия)
112. Распределительные устройства. Назначение. Требования к устройствам. Основные виды (схемы, описание принципа действия)
113. Тарельчатые массообменные колонны
114. Назначение. Типовые схемы конструкций
115. Конструкционные материалы для изготовления колонн
116. Требования, предъявляемые к тарелкам аппаратов
117. Основные типы тарелок, области их применения
118. Достоинства и недостатки тарельчатых массообменных колонн
119. Насадочные массообменные колонны
120. Назначение. Основные режимы работы аппаратов. Основные элементы насадочных колонн
121. Требования к насадкам.
122. Материалы насадок.
123. Типы насадок – их характеристики и назначение
124. Достоинства и недостатки насадочных массообменных колонн
125. Распыливающие колонные аппараты
126. Назначение. Типовые схемы конструкций
127. Полый распыливающий абсорбер (схема, описание конструкции и принципа работы)
128. Прямоточные распыливающие абсорберы (схема, описание конструкции и принципа работы)
129. Механические абсорберы (схема, описание конструкции и принципа работы)
130. Достоинства и недостатки распыливающих колонных аппаратов
131. Сушильные установки
132. Назначение сушки. Классификация основных методов сушки
133. Классификация сушилок. Виды поверхностей теплообмена
134. Агенты сушки
135. Выбор рационального режима сушки

136. Подготовка материала к сушке
137. Сушильные установки
138. Физическая сущность различных процессов сушки.
139. Виды связи влаги с материалом
140. Типовые конструкции сушилок, применяемых в химической технологии
141. Выбор рационального режима сушки
142. Подготовка материала к сушке
143. Конвективные сушилки
144. Физическая сущность конвективной сушки
145. Камерные сушилки (разновидности, конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
146. Ленточные сушилки (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
147. Петлевые сушилки (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
148. Барабанные сушилки (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
149. Конвективные сушилки
150. Физическая сущность конвективной сушки
151. Сушилка с кипящим слоем (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
152. Пневматическая сушилка (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
153. Распылительная сушилка (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
154. Аэрофонтанная сушилка (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
155. Контактные сушилки
156. Физическая сущность контактной сушки
157. Одновальцовая сушилка (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
158. Двухвальцовая сушилка (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
159. Вальцовая вакуум-сушилка (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
160. Сушилка трубчатого типа (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
161. Специальные способы сушки
162. Назначение сушки. Классификация основных методов сушки
163. Физическая сущность различных процессов сушки.
164. Установка для сушки излучением (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
165. Установка для сушки в поле токов высокой частоты (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)
166. Сублимационная сушилка (конструктивные особенности, принцип работы, достоинства и недостатки)

Банк профессионально-ориентированных ситуационных задач для экзамена

Задача 1. К реакционной массе в количестве 250 кг, содержащей 150 кг основного вещества, 15 кг примесей и воду добавляют 10 кг активированного угля при температуре смеси 50 °С, перемешивают и передают на друк-фильтр. Шлам с друк-фильтра в

количестве 15 кг отправляют в шламонакопитель. Количество операций в сутки 1,25; время фильтрации 140 минут, плотность исходной суспензии 1,012 г/см³, запас мощности 12%.

1. Определить суточный объем фильтруемой суспензии.
2. Выберите и обоснуйте объемную скорость фильтрации.
3. Определите требуемую поверхность фильтрации.
4. Подберите фильтр для операции фильтрации реакционной массы.
5. Определите допустимую высоту осадка и докажете правильность выбора фильтра.

Задача 2. Аппарата номинального объема 1,5 м³ предназначен для перемешивания жидкости плотностью 1200 кг/м³ и динамическим коэффициентом вязкости среды $1,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с. Определите :

1. Исходя из V_H выберите D и $H_{Ж}$ аппарата.
2. Рассчитайте критерий Рейнольдса и геометрический параметр.
3. Рассчитайте количество требуемых перегородок в аппарате.
4. Определите диаметр вала мешалки.
5. Рассчитайте мощность мешалки.

Задача 3. Теплообмен в реакторе диаметром 2 метра осуществляется через водяную рубашку толщиной 10 см. Высота реакционной среды в реакторе 4 метра. Максимальный тепловой поток – 384 кДж. Средняя температура реакционной массы – 30 0С. Температура хладагента – 15 0С, скорость подачи – 1 м/с. Принимая коэффициент теплоотдачи равным 300 Вт/м²К:

1. Определите максимально возможную поверхность теплообмена данного реактора.
2. Определите массовый расход хладагента.
3. Определите конечную температуру хладагента.
4. Определите среднюю логарифмическую разность температур.
5. Определите требуемую поверхность теплообмена.

Задача 4. Для определения оптимального размера реактора получили следующие экспериментальные данные: объем жидкостной фазы в реакторе – 1,5 м³, объемное газосодержание – 0,3. Коэффициент пенообразования - 0,6.

1. Зарисуйте схему реактора и обозначьте искомые размеры
2. Задавая диаметр аппарата рассчитайте возможную высоту аппарата
3. Определите возможную высоту газо-жидкостной смеси в реакторе
4. Определите геометрическую высоту аппарата
5. Найдите оптимальные размеры реактора

Для удобства расчеты рекомендуется выполнять в табличном виде

Задача 5. К реакционной массе в количестве 250 кг, содержащей 150 кг основного вещества, 15 кг примесей и воду добавляют 10 кг активированного угля при температуре смеси 50 0С, перемешивают и передают на друк-фильтр. Шлам с друк-фильтра в количестве 15 кг отправляют в шламонакопитель. Количество операций в сутки 1,25; время фильтрации 140 минут, плотность исходной суспензии 1,012 г/см³, запас мощности 12%.

1. Определить суточный объем фильтруемой суспензии.
2. Выберите и обоснуйте объемную скорость фильтрации.
3. Определите требуемую поверхность фильтрации.
4. Подберите фильтр для операции фильтрации реакционной массы.
5. Определите допустимую высоту осадка и докажете правильность выбора фильтра.

Задача 6. К смеси 24,2 г бензамида и 48,1 г пятихлористого фосфора быстро приливают 100 мл безводного бензола и нагревают до 50 °С. Через 10 - 15 минут реакционную массу выливают в плоский поддон и оставляют на воздухе на 12 часов. Кристаллы промывают холодной водой и сушат на воздухе. Получают 43,5 г дихлорангидрида бензоиламидофосфорной кислоты.

1. Составьте аппаратурную схему производства дихлорангидрида бензоиламидофосфорной кислоты с использованием условных изображений согласно ОСТ
2. Укажите буквенно-цифровые изображения основного и вспомогательного оборудования
3. Укажите условные и буквенно-цифровые изображения основных и вспомогательных трубопроводах
4. Составьте экспликацию оборудования
5. В соответствии с технологическим регламентом определите время работы основного технологического оборудования

Задача 7. На первой стадии производства количество перерабатываемого сырья в сутки составляет 16 м³ при продолжительности стадии 10 часов, на вторую стадию передается полупродукт в количестве 10 м³ в сутки, продолжительность второй стадии 12 часов. Объем аппаратов на первой стадии составляет 2 м³, степень их заполнения не должна превышать 0,6. Допустимая степень заполнения аппаратов на второй стадии – 0,75.

1. Определите число операций в сутки и количество операций в одном аппарате на первой стадии производства
2. Найдите требуемое количество и запас мощности аппаратов на первой стадии производства
3. Определите емкость аппарата на второй стадии производства
4. Определите количество операций в одном аппарате на второй стадии производства
5. Найдите требуемое количество и запас мощности аппаратов на второй стадии производства

База типовых тестовых заданий для экзамена

(полная база тестовых заданий хранится на кафедре и в центре тестирования)

1. Укажите соответствие

Классификация механических перемешивающих аппаратов по устройству лопастей

- | | |
|-----------------|--|
| 1) лопастные | А) применяют для перемешивания жидкостей с небольшой вязкостью, растворения и суспензирования твердых веществ с малым удельным весом |
| 2) пропеллерные | Б) вследствие изменения угла наклона по всей плоскости лопасти, частицы жидкости при перемешивании отталкиваются в любом направлении, в результате возникают встречные токи, способствующие интенсификации перемешивания |
| 3) турбинные | В) применяют для интенсивного перемешивания и смешения жидкостей с вязкостью до 10 Па·с для мешалок |

открытого типа и жидкостей с вязкостью до 50 Па·с для мешалок закрытого типа

2. Укажите правильный ответ

Тангенциальное течение жидкости в аппарате характеризуется:

- А) движением жидкости по концентрическим окружностям параллельным плоскостям вращения мешалки
- Б) движением жидкости параллельно оси вращения мешалки
- В) движением жидкости от мешалки к стенкам аппарата перпендикулярно оси вращения мешалки

3. Укажите несколько правильных ответов

Образование воронки в аппарате при перемешивании предотвращают

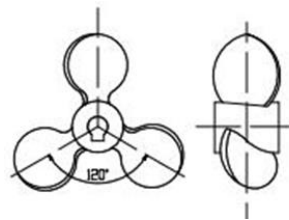
- А) неполным заполнением аппарата
- Б) полным заполнением аппарата
- В) уменьшением скорости вращения вала перемешивающего устройства
- Г) увеличением скорости вращения вала перемешивающего устройства
- Д) уменьшением рабочего давления в аппарате
- Е) увеличением рабочего давления в аппарате
- Ж) установкой отражательной перегородки

4. Укажите соответствие

Классификация механических перемешивающих аппаратов по устройству лопастей

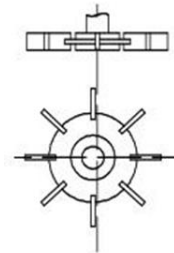
1) пропеллерная мешалка

А)



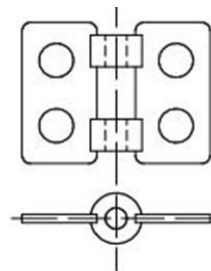
2) турбинная мешалка

Б)



3) тихоходная мешалка

В)



5. Укажите правильный ответ

Площадь поверхности в теплообменном аппарате рассчитывается

- А) по уравнению теплового баланса

- Б) по уравнению теплоотдачи
- В) по уравнению теплопередачи
- Г) по закону Фурье
- Д) по закону Фика
- Е) по уравнению Навье-Стокса

1. Укажите правильный ответ

- Нижний предел запаса емкости прицеповых хранилищ должен быть рассчитан примерно на**
- А) 2 суток
 - Б) 3 суток
 - В) 1,5 суток
 - Г) 1 сутки

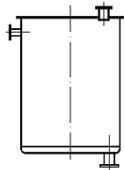
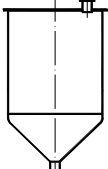
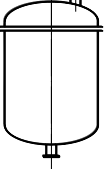
2. Укажите правильный ответ

- Органические жидкие вещества можно хранить в цехе в количестве**
- А) 3-х суточного расхода
 - Б) расхода на 2 операции
 - В) 5-ти суточного расхода
 - Г) расхода на 3 операции

3. Укажите правильный ответ

- Для перемещения штучных грузов внутри цеха используют**
- А) элеватор
 - Б) скребковый конвейер
 - В) вибрационный конвейер
 - Г) пневмотранспортные установки
 - Д) ленточный конвейер

4. Установите соответствие

Мерник	Схема
1) не рассчитаны на работу под давлением	А) 
2) служат для отмеривания при разряжении или под давлением	Б) 
3) предназначены для работы под атмосферным давлением	В) 

5. Укажите правильный ответ

Максимальная вместимость эталонных мерных сосудов составляет

- А) 1 дм³
- Б) 400 дм³
- В) 1 м³
- Г) 400 м³

6. Укажите правильный ответ

Объем сборников-хранилищ рассчитывают по формуле:

А) $V_{сб} = \frac{V_{сут} z}{\varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{100}\right) = \frac{V_{оп} \beta z}{\varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{100}\right)$

Б) $V_{сб} = \frac{V_{сут} z}{n \varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{100}\right) = \frac{V_{оп} \beta z}{n \varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{100}\right)$

В) $V_{сб} = \frac{V_{сут} z}{n \sigma} \left(1 + \frac{\varphi}{100}\right) = \frac{V_{оп} \beta z}{n \sigma} \left(1 + \frac{\varphi}{100}\right)$

Г) $V_{сб} = \frac{V_{сут} z}{n \varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{1000}\right) = \frac{V_{оп} \beta z}{n \varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{1000}\right)$

7. Укажите правильный ответ

Неорганические жидкости допускается хранить в цехах количестве

- А) 3-х суточного расхода
- Б) 5-ти суточного расхода
- В) 10-ти суточного расхода
- Г) 4-х суточного расхода

8. Укажите несколько правильных ответов

Выбор типа сборников зависит от

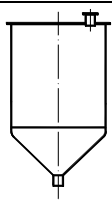
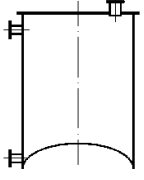
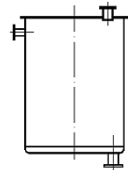
- А) способа эвакуации жидкости
- Б) температуры жидкости
- В) способа загрузки жидкости
- Г) вязкости жидкости
- Д) взрывоопасных свойств жидкости

9. Укажите несколько правильных ответов

Для горизонтального перемещения грузов внутри цеха используют:

- А) ленточные конвейеры
- Б) нории
- В) гравитационные спуски
- Г) трубные конвейеры
- Д) пневматические подъемники

10. Установите соответствие

Мерник	Схема
1) для полной эвакуации жидкости	А) 
2) для предварительного отстаивания	Б) 
3) для отмеривания жидкостей без специальных требований	В) 

11. Укажите правильный ответ

Максимальная вместимость рабочих мерных сосудов составляет

- А) 1 дм³
- Б) 400 дм³
- В) 1 м³
- Г) 400 м³

12. Укажите правильный ответ

Номинальный объем мерников вычисляется по формуле:

А)
$$V_m = \frac{V_{\text{сут}}}{a\beta n\varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{100}\right)$$

Б)
$$V_m = \frac{V_{\text{сут}}}{a\beta n\varphi} \left(1 + \frac{\sigma}{300}\right)$$

В)
$$V_m = \frac{V_{\text{сут}}}{\sigma\beta n} \left(1 + \frac{a}{100}\right)$$

Г)
$$V_m = \frac{V_{\text{сут}}}{a\beta n} \left(1 + \frac{\sigma}{100}\right)$$

13. Укажите правильный ответ

Целью процесса сушки

- А) снижение объемной массы, повышение прочности
- Б) изменение агрегатного состояния вещества
- В) увеличение сроков хранения вещества
- Г) очистка от органических растворителей

14. Укажите правильный ответ

При контактной сушке

- А) тепло высушиваемому материалу передается через обогреваемую перегородку, соприкасающуюся с материалом
- Б) тепло передается от теплоносителя к поверхности высушиваемого материала
- В) тепло полностью сохраняется внутри сушильного аппарата и не передается во внешнюю среду
- Г) в качестве теплоносителей используют жидкие теплоносители

15. Укажите соответствие

Классификация по связи влаги с материалом

1) капиллярно связанная влага	а) находится внутри структурного скелета материала и удерживается осмотическими силами
2) адсорбционно связанная влага	б) заполняет макро- и микрокапилляры, она механически связана с материалом и наиболее легко удаляется
3) химически связанная влага	в) вода гидроокиси, которая в результате реакции гидратации вошла в состав гидроокиси и соединений типа кристаллогидратов
4) осмотически связанная влага	г) влажность обусловлена адсорбцией воды на наружной поверхности материала и на поверхности его пор

16. Укажите правильный ответ

Выбор типа сушилки зависит от

- А) химических свойств материала
- Б) агрегатного состояния материала
- В) плотности материала
- Г) способа ввода материала в сушильный аппарат

17. Укажите правильный ответ

При конвективной сушке

- А) тепло передается от теплоносителя к поверхности высушиваемого материала
- Б) тепло высушиваемому материалу передается через обогреваемую перегородку, соприкасающуюся с материалом
- В) тепло полностью сохраняется внутри сушильного аппарата и не передается во внешнюю среду
- Г) в качестве теплоносителей используют жидкие теплоносители

18. Укажите несколько правильных ответов

При конвективной сушке перемещение влаги идет

- А) по градиенту влажности в сторону более влажной поверхности
- Б) по градиенту влажности в сторону менее влажной поверхности
- В) по градиенту температуры в сторону высокой температуры
- Г) по градиенту температуры в сторону низкой температуры

19. Укажите правильный ответ

К недостаткам камерных сушилок можно отнести

- А) большую продолжительность сушки
- Б) равномерность сушки
- В) отсутствие потери тепла при загрузке и выгрузке камер
- Г) сравнительно небольшой расход энергии

20. Установите соответствие

1) конвективные сушилки	А) шкафная воздушно-циркуляционная сушилка
	Б) ленточные сушилки
2) контактные сушилки	В) одновальцевые сушилки
	Г) сублимационные сушилки

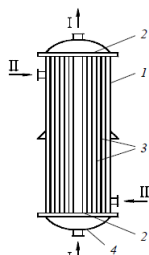
21. Укажите соответствие

Классификация механических перемешивающих аппаратов по устройству лопастей

Схема теплообменных аппаратов

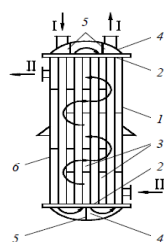
Назначение

1)



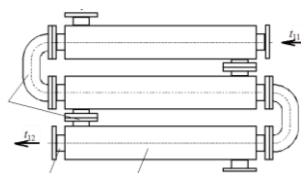
А) Повышение скорости движения сред для интенсификации теплообмена

2)



Б) Обеспечение высоких тепловых нагрузок на единицу массы

3)



В) Снижение напряжения в трубных решетках при больших градиентах температур

22. Укажите правильный ответ

Двустороннее оребрение наиболее целесообразно применять В теплообменных аппаратах с теплоносителями

- А) газ-жидкость

- Б) воздух-газ
- В) вода-жидкость
- Г) вода-воздух

23. Укажите несколько правильных ответов

В качестве промежуточных теплоносителей используют:

- А) перегретый водяной пар
- Б) насыщенный водяной пар
- В) топочные газы
- Г) расплавы солей
- Д) электроэнергию

24. Укажите правильный ответ

Наибольшим коэффициентом теплоотдачи от хладагента к стенке при охлаждении обладает

- А) вода
- Б) насыщенный водяной пар
- В) воздух
- Г) мятый пар

25. Укажите несколько правильных ответов

Для охлаждения до температур $\sim 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ наиболее доступными хладагентами являются

- А) лед
- Б) холодный воздух
- В) холодная вода
- Г) рассол
- Д) сжиженные газы