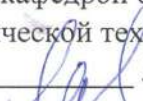


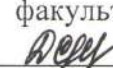
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лазаренко Виктор Анатольевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 16.03.2023 22:50:35  
Уникальный программный ключ:  
45c319b8a032ab3637134215abd1c4753347874

**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 2018 г.  
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 химическим реакторам**

<b>Факультет</b>	Биотехнологический		
<b>Направление подготовки</b>	18.03.01 Химическая технология		
<b>Направленность</b>	Химическая технология биологически активных веществ		
<b>Курс</b>	3	<b>Семестр</b>	6
<b>Трудоемкость (з.е.)</b>	3		
<b>Количество часов всего</b>	108		
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	зачет		

**Разработчики рабочей программы:**

зав. кафедрой биологической и химической технологии,  
доктор биологических наук, профессор Лазурина Л.П.,  
доцент кафедры биологической и химической технологии, к.т.н. Атрепьева Л.В.,  
ассистент кафедры биологической и химической технологии Пискарёва Т.Н.

Рабочая программа дисциплины «Химические реакторы» 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

Цель дисциплины: изучение закономерностей химических процессов, протекающих в реакционных аппаратах, и основ теории и практики химических реакторов, необходимых для профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины является:

- овладение основами теории химико-технологических процессов и конструкции современных химических реакторов;
- формирование умений анализировать техническую документацию и подбирать рациональное технологическое оборудование и комплектующие элементы.
- формирование навыков расчета и анализа процессов в химических реакторах для выявления отклонений от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы и требования к планируемым результатам обучения по дисциплине

Дисциплина «Химические реакторы» относится к базовой части образовательной программы.

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	
ОПК-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	-Общая и неорганическая химия -Органическая химия -Физическая химия -Коллоидная химия -Латинский язык -Экология -Тепловые процессы химической технологии -Биология в технологии биологически активных веществ -Фармакологические аспекты биологически активных веществ -Микробиология в технологии биологически активных веществ
ПК-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	-Электротехника и промышленная электроника -Оборудование химических производств
ПК-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	-Моделирование химико-технологических процессов -Системы управления химико-технологическими процессами

### 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
ОПК-1	Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	- основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	- основными законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ПК-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	- техническую документацию на основное оборудование	- анализировать техническую документацию и подбирать рациональное оборудование - подготавливать техническую документацию на приобретение и ремонт оборудования	- навыками анализа технической документации и подбора рационального оборудования
ПК-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	- этапы технологические процессов в ходе подготовки производства продукции - отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	- провести исследование причин брака в производстве - провести разработку мероприятий по предупреждению и устранению причин брака в производстве	- навыками управления технологическими параметрами процесса для изменения качества и выхода основного продукта - приемами устранения отклонений от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Код компетенций
1	2	3
Химический реактор и его детали	Понятие «химический реактор». Признаки классификации реакторов. Влияние агрегатного состояния веществ, консистенции реакционной массы, давления на конструкцию реакторов. Детали реакторов: обечайки, крышки, днища, фланцевые соединения, устройства для присоединения трубопроводов, гарнитура реакционных аппаратов, люки, лазы, опоры. Конструктивное оформление процесса перемешивания. Теплообменные устройства, теплоносители и хладагенты. Аппаратура для дозирования материалов в реакторы.	ОПК-1, ПК-9, ПК-11
Основные типы химических реакторов	Аппаратура процессов сульфирования. Основные типы сульфураторов. Аппаратура процессов нитрования и извлечения нитропродуктов. Основные типы нитраторов. Аппаратура процессов хлорирования и переработки отходящих газов в процессе хлорирования. Основные типы хлораторов. Аппаратура процессов восстановления. Редукторы для восстановления цинковой пылью, сернистыми щелочами. Аппаратура контактно-каталитических процессов. Аппаратура процессов плавки и запекания	ОПК-1, ПК-9, ПК-11
Математическое описание химических реакторов	Структура математической модели химического реактора. Математическая модель периодического реактора идеального смешения. Математическая модель проточного реактора идеального смешения. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения. Сравнительный анализ математических моделей реактора идеального смешения. Математическое описание проточного реактора идеального вытеснения. Сравнительный анализ проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения. Общие подходы математического описания реальных реакторов	ОПК-1, ПК-9, ПК-11

#### 4. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах)

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
Химический реактор и его детали	20	10	10	10	30	ЛТ, ПЗ, СИ, УИРС	–	Т, С
Основные типы химических реакторов	34	18	16	18	52	ЛТ, ПЗ, СИ, УИРС	–	Т, С
Математическое описание химических реакторов	16	8	8	8	24	ЛТ, ПЗ, СИ, УИРС	–	Т, С
<b>Зачет</b>	2	–	2	–	2	–	–	<b>Т, Пр., С</b>
<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	–	–	–

##### 4.1 Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения

<b>ЛТ</b>	традиционная лекция	<b>УИРС</b>	учебно-исследовательская работа студента
<b>СИ</b>	самостоятельное изучение тем, отраженных в программе, но не рассмотренных в аудиторных занятиях	<b>ПЗ</b>	практическое занятие

##### 4.2 Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

<b>Т</b>	тестирование	<b>Пр.</b>	оценка освоения практических навыков (умений, владений)
<b>С</b>	оценка по результатам собеседования (устный опрос)		

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература**

1. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. - Электрон. текстовые данные. - М.: Логос, 2014. - 304 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66419.html>

2. Основы химических производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.В. Левенец, А.В. Горбунова, Т.А. Ткачева. - Электрон. текстовые данные. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 122 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54136.html>

### **Дополнительная литература**

1. Основы технологии органического синтеза. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Г.Ю. Климентова, М.В. Журавлева. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. - 91 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62532.html>

2. Теория химико-технологических процессов органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.З. Илалдинов, В.И. Гаврилов. - Электрон. текстовые данные. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. - 144 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62305.html>

### **Периодические издания (журналы)**

1. Химико-фармацевтический журнал
2. Химическая промышленность

### **Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». <https://elibrary.ru/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks». <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Консультант плюс. [https://kurskmed.com/departament/library/page/Consultant\\_Plus](https://kurskmed.com/departament/library/page/Consultant_Plus)
4. База данных международного индекса научного цитирования «WEB OF SCIENCE». <http://www.webofscience.com/>
5. Полнотекстовая база данных «Medline Complete». <http://search.ebscohost.com/>
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». <https://cyberleninka.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru». <https://www.book.ru/>
8. Полнотекстовая база данных «Polpred.com Обзор СМИ». <http://polpred.com/>
9. Полнотекстовая база данных статей журналов медицинского, биологического/биохимического профиля на английском языке BioMed Central (BMC). <https://www.biomedcentral.com/>

## 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	2	3	4
1.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №209	<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> 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. №218 (лаборатория)	<b>Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием:</b> специализированная мебель (учебная мебель, стол химический, стол химический островной, доска учебная навесная, стол физический, табурет лабораторный, стул винтовой, стол рабочий письменный, стол с двумя металлическими полками); специализированное оборудование (муфельная печь, плитка электрическая, штатив лабораторный, фотоэлектроколориметр, колориметр КФСС-2, вытяжной шкаф, штатив лабораторный ШФР).	-
3.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №222 (лаборатория)	<b>Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием:</b> 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 устной части зачета

1. Понятие «химический реактор». Основные требования к промышленным реакторам
2. Основные конструкционные элементы химического реактора
3. Основные факторы, определяющие устройство реактора
4. Влияние агрегатного состояния веществ и консистенции реакционной массы на конструкцию реакторов
5. Конструкция реакторов для системы «газ — газ»
6. Конструкция реакторов для системы «газ — жидкость»
7. Конструкция реакторов для системы «газ — твердое тело»
8. Конструкция реакторов для системы «жидкость — жидкость»
9. Конструкция реакторов для системы «жидкость — твердое тело»
10. Конструкция реакторов для системы «твердое тело — твердое тело»
11. Организация процесса в реакторе
12. Основные конструктивные типы промышленных реакторов.
13. Типовая реакционная аппаратура в технологии тонкого органического синтеза
14. Обечайки
15. Крышки и днища
17. Фланцевые соединения, прокладки и крепежные детали
18. Устройства для присоединения трубопроводов и гарнитура реакционных аппаратов
19. Люки и лазы
20. Опоры аппаратов
21. Влияние интенсивности перемешивания на конструктивные особенности реакторов
22. Механическое перемешивание. Уплотнение вала мешалки
23. Основные типы быстроходных мешалок
24. Основные типы тихоходных мешалок
25. Влияние температуры на конструкцию аппаратов
26. Влияние давления на конструкцию аппаратов
27. Влияние интенсивности теплообмена на оформление поверхности теплообмена
28. Основные типы теплообменных устройств
29. Теплоносители: горячая вода, водяной пар
30. Высокотемпературные носители
31. Топочные газы и электрическая энергия как теплоносители
32. Основные хладагенты
33. Мерники для жидкостей
34. Измерители уровня жидкостей
35. Дозирование твердых веществ
36. Дозирование газообразных веществ
37. Общая характеристика процесса сульфирования
38. Сульфураторы для сульфирования жидких и твердых веществ жидким сульфлирующим агентом.
39. Сульфураторы для сульфирования парообразных веществ жидким сульфлирующим агентом.

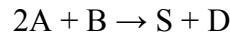
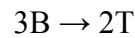


40. Сульфирование жидких или растворённых веществ серным ангидридом.
41. Сульфураторы для «экстракционного» сульфирования жидких веществ жидким сульфлирующим агентом.
42. Сульфураторы для сульфирования методом «запекания».
43. Аппаратурное оформление стадий выделений ароматических сульфокислот.
44. Аппаратура для абсорбции серного ангидрида
45. Общая характеристика процесса нитрования
46. Влияние температуры и теплообмена на конструкцию нитраторов
47. Влияние перемешивания на конструкцию нитраторов
48. Основные типы нитраторов и смесителей для периодического способа нитрования
49. Отстойники периодического действия для отделения нитропродуктов
50. Отстойники непрерывного действия для отделения нитропродуктов
51. Денитраторы
52. Аппаратура для извлечения нитропродуктов из отработанных кислот
53. Аппаратура для промывки и нейтрализации нитропродуктов
54. Аппаратура для дальнейшей обработки нитропродуктов
55. Аппаратура для абсорбции окислов азота
56. Аппаратура для денитрации и концентрирования отработанных кислот
57. Общая характеристика процесса хлорирования
58. Аппаратура для предварительной обработки хлорируемого сырья
59. Аппаратура для предварительной обработки хлорирующего агента
60. Основные типы хлораторов для хлорирования ядра жидких ароматических соединений
61. Основные типы хлораторов для хлорирования боковой цепи ароматических углеводородов
62. Хлораторы для хлорирования твердых веществ в среде инертных растворителей
63. Общая характеристика уходящих газов при хлорировании
64. Аппаратурное оформление процесса выделения хлорируемого сырья из хлористоводородных газов
65. Аппаратура для абсорбции хлористого водорода
66. Общая характеристика процесса восстановления
67. Аппаратура для растворения щелочей
68. Аппаратура для растворения сернистого натрия и приготовления полисульфидов
69. Редукторы для восстановления цинковой пылью
70. Редукторы для восстановления сернистыми щелочами
71. Общие положения о контактно-каталитических процессах
72. Общее представление об аппаратуре контактно-каталитических процессов
73. Аппаратура для расплавления твердых ингредиентов процесса восстановления
74. Оборудование для очистки и компрессии газообразных ингредиентов
75. Аппаратура для испарения жидких ингредиентов и получения газовой смеси
76. Условия проведения процессов контактирования
77. Общие представления о процессах плавки и запекания
78. Общая характеристика аппаратов для плавки и запекания
79. Аппаратура процессов щелочного плавления
80. Конструкции плавильных и варочных котлов

81. Конструкции варочных котлов
82. Аппараты для запекания
83. Иерархический подход при разработке математической модели химического реактора
84. Основные принципы математического описания химического реактора
85. Математическая модель периодического реактора идеального смешения
86. Анализ математической модели периодического реактора идеального смешения
87. Математическая модель проточного реактора идеального смешения
88. Расчет концентрации реагентов на выходе из проточного реактора идеального смешения
89. Сравнительный анализ работы периодического и непрерывного реакторов смешения
90. Математическая модель каскада реакторов идеального смешения
91. Расчет числа секций в каскаде реакторов идеального смешения для реакции 2-го порядка
92. Математическая модель проточного реактора идеального вытеснения.
93. Сравнительный анализ проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения
94. Сравнительный анализ протекания реакций разных типов
95. Общие подходы математического описания реальных реакторов

## Банк профессионально-ориентированных ситуационных задач для зачета

Задача 1. В реакторе идеального смешения происходят следующие реакции:



где D – целевой продукт реакции;

$C_{R0} = C_{S0} = C_{T0} = C_{D0} = 0$  – начальные концентрации промежуточных и конечных продуктов.

Начальная концентрация исходного вещества  $C_{A0} = 1$  кмоль·м<sup>-3</sup>; текущие концентрации вещества [в кмоль·м<sup>-3</sup>]:  $C_A = 0,44$ ;  $C_B = 1,06$ ;  $C_R = 0,05$ ;  $C_S = 0,33$ ;  $C_T = 0,14$ . Скорость подачи исходных веществ  $v_0 = 5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>·с<sup>-1</sup>.

Определить производительность реактора  $G_B$  по веществу B.

Задача 2. Жидкофазная необратимая реакция первого порядка протекает без изменения плотности реагирующих веществ в реакторе периодического действия. Продукты реакции в исходном растворе отсутствуют. За время  $\tau_1 = 120$  с. в целевой продукт превращается 20% исходного вещества.

Определить степень превращения при  $\tau_2 = 360$  с. в непрерывнодействующем реакторе идеального вытеснения и непрерывнодействующем реакторе идеального смешения.

Задача 3. Для газофазной реакции  $A \xrightleftharpoons[k'_1]{k_1} 3B$ , где  $k_1 = 4,6 \cdot 10^{-4}$  с<sup>-1</sup> и  $k'_1 = 1,1 \cdot 10^{-4}$  с<sup>-1</sup> (обе константы даются по веществу A).

Найти степень превращения вещества A за время, равное  $\tau' = 5000$  с, при  $C_B = 0$ :

- 1) для реактора идеального вытеснения;
- 2) для модели реактора идеального смешения;
- 3) для реактора периодического действия с постоянным объемом, если время на подготовку реактора занимает 15% от условного времени пребывания  $\tau'$ .

**База типовых тестовых заданий для зачета**  
(полная база тестовых заданий хранится на кафедре)

**1. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ**

**РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В РЕАКТОРЕ**

Тепловые потоки	Расчетные формулы
1. теплосодержание веществ	1. $Q = \frac{m \cdot 1000}{M} q_{x.p.}$
2. теплопотери в окружающую среду	2. $Q = m \cdot q_{ф.п.}$
3. тепло на нагрев аппарата	3. $Q = c \cdot m(t_{кон.} - t_{нач.})$
4. тепло физических процессов	4. $Q = \sum_i c_i \cdot t_i \cdot m_i$
5. тепло химических реакций	5. $Q = Q_{изол} - Q_{неиз}$

**2. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ**

**ТЕПЛОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ РЕАКТОРА ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ УСЛОВИЕМ**

1.  $F_{ап} > F_{расч}$
2.  $F_{ап}$  зависит от  $F_{расч}$
3.  $F_{ап} < F_{расч}$
4.  $F_{ап} = F_{расч}$
5.  $F_{ап}$  кратно  $F_{расч}$

**3. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ**

**РАСЧЕТНАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА  
РЕАКТОРА**

1.  $F_{расч} = \frac{F_{ап}}{K_r \Delta t_{ср} \tau}$
2.  $F_{расч} = \frac{Q}{K_r \Delta t_{ср} \tau}$
3.  $F_{расч} = \frac{Q}{(t_{нач} - t_{кон})}$
4.  $F_{расч} = \frac{cm(t_{нач} - t_{кон})}{\Delta t_{ср} \tau}$
5.  $F_{расч} = \frac{Q}{2,3lg \Delta t_{ср}}$

**4. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ**

**ТИП РЕАКТОРА В КОТОРОМ ОТСУТСТВУЕТ ТЕПЛООБМЕН**

1. терморегулируемый
2. автотермический
3. изотермический
4. с промежуточным тепловым режимом
5. адиабатический

**5. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ**

**ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕАКТОР КЛАССИФИЦИРОВАН ПО ПРИЗНАКУ**

1. условиям теплообмена
2. режиму движения
3. конструктивным характеристикам
4. способу организации процесса
5. фазовому составу

6. ВПИШИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

Режим работы реактора называют \_\_\_\_\_, если в любой момент времени параметры процесса одинаковы

7. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ

ТИПЫ РЕАКТОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКЦИИ

Тип реактора	Конструкция
1. емкостной реактор	1. тарельчатый
2. реактор типа печи	2. туннельный
3. колонного типа	3. автоклав

8. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ

ТИПЫ МОДЕЛЕЙ РЕАКТОРОВ

Модели	Форма представления
1. математическая	1. увеличенная копия объекта
2. натуральная	2. система критериальных уравнений
3. физическая	3. система дифференциальных уравнений

9. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ДЛЯ СТАЦИОНАРНОГО ТИПА РАБОТЫ РЕАКТОРА ХАРАКТЕРНО

1. отрицательное накопление вещества
2. положительное накопление вещества
3. отрицательное накопление энергии
4. постоянство параметров реакции
5. положительное накопление энергии

10. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ГЛАВНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ РЕАКТОРОВ СМЕШЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ

1. отсутствие застойных зон
2. эффективное перемешивание
3. образование байпасов
4. локальное перемешивание
5. колонный тип конструкции

11. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ГЛАВНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ РЕАКТОРОВ ВЫТЕСНЕНИЯ ЯВЛЯЕТСЯ

1. емкостной тип конструкции
2. локальное перемешивание
3. отсутствие застойных зон
4. эффективное перемешивание
5. образование байпасов

12. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ЕМКОСТНЫЕ АППАРАТЫ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ МЕХАНИЧЕСКОЙ МЕШАЛКОЙ ИЛИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫМ НАСОСОМ НАЗЫВАЮТ РЕАКТОРАМИ

1. смешения
2. выделения
3. спекания
4. разделения
5. вытеснения

13. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ

РЕАКТОРЫ КЛАССИФИЦИРУЮТСЯ ПО РЯДУ ПРИЗНАКОВ

Признак	Тип реактора
1. изменение параметров во времени	1. открытые и закрытые
2. режим движения	2. смешения и вытеснения
3. способу организации процесса	3. периодические и непрерывные
4. обмен с окружающей средой	4. стационарные и нестационарные

14. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ЗАГРУЗКА РЕАГЕНТОВ В ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕАКТОРАХ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ

1. непрерывно во времени
2. порционно во времени
3. отдельно во времени
4. до начала процесса
5. дискретно во времени

15. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ПО СПОСОБУ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕАКТОРЫ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА

1. открытые и закрытые
2. периодические и непрерывные
3. адиабатические и изотермические
4. емкостные и колонные
5. стационарные и нестационарные

16. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ПО КОНСТРУКТИВНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ РЕАКТОРЫ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ НА

1. стационарные
2. емкостные
3. периодические
4. непрерывные
5. изолированные

17. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ

ТИПЫ РЕАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ ПО ХАРАКТЕРНЫМ ПРИЗНАКАМ

Типы реакторов	Характерный признак
1. периодические и непрерывные	1. способ организации процесса
2. открытые и закрытые	2. конструктивные характеристики
3. смешение и вытеснения	3. гидродинамическая обстановка
4. адиабатические и автотермические	4. обмен с окружающей средой
5. емкостные и колонные	5. способ организации теплообмена

18. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

РЕАКТОР ВЫТЕСНЕНИЯ – ЭТО ТРУБЧАТЫЙ АППАРАТ, ИМЕЮЩИЙ ВИД  
УДЛИНЕННОГО КАНАЛА, В КОТОРОМ ПЕРЕМЕШИВАНИЕ НОСИТ

1. диффузионный характер
2. механический характер
3. локальный характер
4. циркуляционный характер
5. полный характер

19. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

В РЕАКТОРЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОТСУТСТВУЕТ СТАДИЯ

1. химическая реакция
2. выход на стационарный режим
3. герметизация аппарата
4. чистка аппарата
5. загрузка исходных веществ

20. УСТАНОВИТЕ СООТВЕТСТВИЕ

Теплоноситель

Формула

1. "глухой" пар

$$1) D = \frac{Q_2}{H - c_v t_2}$$

2. "острый" пар

$$2) G = \frac{Q_2}{c(t_k - t_n)}$$

3. горячая вода

$$3) D = \frac{Q_2}{r}$$

21. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТЕПЛОНОСИТЕЛЮ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. отсутствие корродирующего действия на материал оборудования
2. достижение высоких температур при высоких давлениях
3. небольшая термическая устойчивость
4. большая удельная теплота испарения
5. доступность и высокая стоимость

22. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

УДЕЛЬНЫЕ ЭНЕРГОЗАТРАТЫ БИОРЕАКТОРА ЗАВИСЯТ ОТ

1. конструкции
2. теоретического выхода продукта
3. величины непродуктивных затрат
4. величины поверхности контакта фаз
5. возможности работы на воздухе или чистом газе

23. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

ДЕТЕКТОРОМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ МЕШАЛКИ ЯВЛЯЕТСЯ

1. ротаметр
2. тахометр
3. термопара
4. терморезистор
5. ваттметр

24. УКАЖИТЕ НЕСКОЛЬКО ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ

ДОСТОИНСТВА МЕРНИКОВ С КОНИЧЕСКИМ ДНИЩЕМ

1. дешевле других видов мерников
2. простота конструкции
3. полная эвакуация жидкости
4. возможность подачи жидкости в аппарат под давлением
5. возможность предварительного отстаивания
6. возможность работы при разряжении

25. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

АППАРАТ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ И ВЫДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ СУЛЬФОКИСЛОТ

1. стальной реактор
2. реактор футерованный диабазовой плиткой

3. реактор с эмалированным покрытием
26. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ  
ХЛАДАГЕНТ В АППАРАТ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ И ВЫДЕЛЕНИЯ  
АРОМАТИЧЕСКИХ СУЛЬФОКИСЛОТ ПОДАЕТСЯ
1. в рубашку аппарата
  2. в змеевик, находящийся внутри аппарата
  3. змеевик, залитый в стенки аппарата
27. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ  
ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ФЕРМЕНТЕР, В КОТОРОМ ГАЗ ВВОДИТСЯ ЧЕРЕЗ  
ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА
1. эрлифтные
  2. с механическим диспергированием
  3. струйные
28. УКАЖИТЕ НЕСКОЛЬКО ВАРИАНТОВ ПРАВИЛЬНЫХ ОТВЕТОВ  
ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ РЕАКЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ
1. котел
  2. крышка
  3. фланцы
  4. трубопроводы
  5. сборник
  6. мерник
  7. фильтр
  8. обратный холодильник
29. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ  
ВИД СУШИЛКИ, КОТОРЫЙ ЧАЩЕ ВСЕГО ПРИМЕНЯЮТ В  
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
1. контактные
  2. конвективные
  3. терморadiационные
  4. высокочастотные
  5. сублимационные
30. УКАЖИТЕ ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ  
АППАРАТ ДЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО СПОСОБА НИТРОВАНИЯ СНАБЖЕН  
СИСТЕМОЙ ТЕПЛООБМЕНА
1. рубашкой
  2. змеевиком внутри аппарата
  3. рубашка и змеевик внутри аппарата