

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
К.Т.Н. Янпольский В. В.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Проектирование процессов и аппаратов химической технологии

Образовательная программа: 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химические технологии функциональных материалов

Курс: 4, семестр : 7

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	84
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	10
10	Самостоятельная работа, час.	96
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 18.03.01 Химическая технология

ФГОС введен в действие приказом №1005 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 29.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 18.03.01 Химическая технология

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ХХТ, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Крутский Ю. Л.

Заведующий кафедрой:

д.х.н. Уваров Н. Ф.

Ответственный за образовательную программу:

доцент Апарнев А. И.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.16 способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; в части следующих результатов обучения:
32. знать реакторы и оборудование для контактно-каталитических процессов, реакторы на основе типового оборудования, реакторы и оборудование для процессов полимеризации, реакционные печи, основы проектирования цехов химических предприятий
Компетенция ФГОС: ПК.19 готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления; в части следующих результатов обучения:
у2. уметь выполнять конструктивные расчёты реакторов и различных видов оборудования химических производств

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Проектирование процессов и аппаратов химической технологии</i>	
ПК.16.32 знать реакторы и оборудование для контактно-каталитических процессов, реакторы на основе типового оборудования, реакторы и оборудование для процессов полимеризации, реакционные печи, основы проектирования цехов химических предприятий	
1. Об оборудовании производств нефтехимического синтеза и синтетического каучука, и об основах проектирования этих производств	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2. Реакторы для проведения нефтехимического синтеза на основе типовой аппаратуры.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3. Реакторы для контактно-каталитических нефтехимических процессов.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4. Реакционные печи нефтехимического синтеза.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5. Аппараты высокого давления, применяемые в нефтехимическом синтезе.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
6. Реакторы для процессов полимеризации в производстве синтетического каучука.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7. Оборудование процессов дегазации в производстве синтетического каучука.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8. Оборудование процессов выделения каучука и машины для обработки каучука.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
ПК.19.у2 уметь выполнять конструктивные расчёты реакторов и различных видов оборудования химических производств	
9. Основы проектирования химических цехов.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы

10. Общие вопросы проектирования оборудования производств нефтехимического синтеза и синтетического каучука.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
11. Общие вопросы проектирования трубопроводов и арматуры химических цехов.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
12. Выполнять конструктивные расчеты реакторов и реакционных печей производств нефтехимического синтеза.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
13. Выполнять конструктивный расчет полимеризаторов в производстве синтетического каучука.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
14. Выполнять расчет футеровки и тепловой изоляции реакторов.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
15. Поиска справочных данных в литературе.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
16. Выполнения конструктивных расчётов химических реакторов.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
17. Поиска информации в сети Internet об отечественных и зарубежных заводах нефтехимического синтеза и синтетического каучука.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 7			
Дидактическая единица: Устройство реакторов нефтехимического синтеза			
1. Общая характеристика реакционной аппаратуры производств нефтехимического синтеза.	0	2	1, 12, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5
2. Особенности аппаратного оформления процессов.	0	2	1, 12, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5
3. Классификация химико-технологической аппаратуры.	0	2	1, 12, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5
4. Реакторы на основе типовой аппаратуры (аппараты с мешалками, трубчатые аппараты, барботажные аппараты, реакционные камеры). Основы безопасной эксплуатации типовой реакционной аппаратуры.	0	2	1, 12, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5
5. Реакторы для контактно-каталитических нефтехимических процессов (аппараты с неподвижным слоем катализатора, с псевдоожиженным слоем катализатора, с движущимся слоем гранулированного катализатора). Основы безопасной эксплуатации контактных аппаратов.	0	2	1, 12, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5
6. Реакционные печи (трубчатые печи, аппараты окислительного и гомогенного пиролиза, плазмохимические реакторы). Основы безопасной эксплуатации реакционных печей.	0	4	1, 12, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5
7. Аппараты высокого давления, применяемые в нефтехимическом синтезе (классификация аппаратов, уплотнения и затворы, арматура). Основы безопасной эксплуатации аппаратов высокого давления.	0	2	1, 12, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5
Дидактическая единица: Устройство реакторов и машин синтеза каучука			
8. Реакторы для процессов полимеризации в производстве синтетического каучука (реакторы для полимеризации в эмульсии и для полимеризации в растворе, установки для полимеризации в массе). Закономерности теплообмена в скребковых аппаратах. Основы безопасной эксплуатации реакторов для полимеризации.	0	2	1, 13, 15, 6, 7, 8

9. Оборудование процессов дегазации каучуков (аппараты для дегазации каучуков, получаемых в массе; для дегазации латексов; для водной дегазации каучуков; пленочные дегазаторы). Основы безопасной эксплуатации оборудования для дегазации каучуков.	0	2	1, 13, 15, 6, 7, 8
10. Оборудование процессов выделения каучука (схемы коагуляции латексов и выделения каучука, оборудование для концентрирования водных дисперсий каучука, вибрационные машины, сушилки, червячные машины). Основы безопасной эксплуатации оборудования для выделения каучука.	0	4	1, 13, 15, 6, 7, 8
11. Машины для обработки каучука (машины для формования и упаковки каучука в кипы, для формования и упаковки каучука в брикеты). Основы безопасной эксплуатации машин для обработки каучука.	0	2	1, 13, 15, 6, 7, 8
Дидактическая единица: Проектирование химических цехов			
12. Основы проектирования химических цехов (требования к основным, вспомогательным и обслуживающим помещениям; общие вопросы размещения оборудования).	0	4	10, 11, 14, 15, 17, 9
13. Общие вопросы проектирования оборудования (особенности проектирования оборудования химических цехов, обогрев реакционной аппаратуры, футеровка и теплоизоляция реакторов, опоры аппаратов).	0	2	10, 11, 14, 15, 17, 9
14. Проектирование трубопроводов и арматуры химических цехов (классификация трубопроводов, прокладка трубопроводов, детали трубопроводов, опоры трубопроводов, компенсация температурных удлинений; классификация арматуры, запорная, регулирующая, предохранительная и контрольная арматура).	0	4	10, 11, 14, 15, 17, 9

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Устройство реакторов нефтехимического синтеза				
1. Расчёт печи крекинга метана.	0	6	1, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	На основе практических данных выполняет расчет печи и интерпретирует полученные данные с целью улучшения процесса.
2. Расчёт спиртоиспарителя в производстве дивинила	0	4	1, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9	На основе практических данных рассчитывает теплообменный аппарат для испарения спирта и интерпретирует полученные данные, сравнивая их с параметрами действующих спиртоиспарителей.
Дидактическая единица: Проектирование химических цехов				
3. Расчет футеровки и теплоизоляции трубчатой печи	0	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	На основе практических данных рассчитывает футеровку и теплоизоляцию трубчатой печи и интерпретирует полученные данные, сравнивая их с параметрами действующих трубчатых печей.

4. Гидравлический и тепловой расчет конденсатора, используемого в производстве уксусной кислоты.	0	4	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	На основе практических данных выполняет гидравлический и тепловой расчет конденсатора, используемого в производстве уксусной кислоты рассчитывает футеровку и интерпретирует полученные данные, сравнивая их с параметрами действующих конденсаторов.
--	---	---	--	---

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 7				
Дидактическая единица: Устройство реакторов нефтехимического синтеза				
1. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакторов на основе типовой аппаратуры.	2	2	1, 10, 12, 13, 14, 16, 2, 3, 4, 6, 8	Обобщает информацию для того, чтобы в ходе дискуссии мотивированно обосновать выбор типа реактора для конкретного химико-технологического процесса
2. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакторов для контактно-каталитических процессов.	2	2	1, 10, 12, 13, 14, 16, 2, 3, 4, 6, 8	Систематизирует информацию и в ходе дискуссии делает выводы о назначении и возможных областях применения реакторов данного типа.
3. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакционных печей.	2	2	1, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 2, 3, 4, 6, 8	Обобщает информацию, выполняет ориентировочные расчеты и в ходе дискуссии делает выводы о преимуществах, назначении и вероятных областях применения реакционных печей.
4. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики аппаратов высокого давления.	2	2	1, 10, 12, 13, 14, 16, 2, 3, 4, 5, 6, 8	Обобщает информацию для того, чтобы в ходе дискуссии рассмотреть области применения, достоинства и недостатки различных типов аппаратов высокого давления.
Дидактическая единица: Устройство реакторов и машин синтеза каучука				
5. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакционной аппаратуры заводов синтетического каучука.	2	2	1, 10, 12, 13, 14, 16, 2, 3, 4, 6, 7, 8	Систематизирует информацию об особенностях реакторов для полимеризации, дегазации и выделения каучуков и делает выводы об обоснованности применения именно таких типов реакторов.
Дидактическая единица: Проектирование химических цехов				

6. Проектирование химических цехов.	4	4	1, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 6, 8, 9	На основе информации о принципах размещения оборудования в производственных, вспомогательных и обслуживающих помещениях в ходе дискуссии обсуждает наиболее рациональную компоновку реакторов, теплообменников и другой аппаратуры.
7. Обогрев реакционной аппаратуры. Футеровка и теплоизоляция реакторов.	2	2	1, 10, 12, 13, 14, 16, 2, 3, 4, 6, 8	Обобщает информацию по способам нагрева, различным видам теплоносителей, а также теплоизоляционных материалов с тем, чтобы в ходе обсуждения минимизировать затраты тепла или энергии на какой-либо конкретный процесс.
8. Проектирование трубопроводов и арматуры химических цехов.	2	2	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 6, 8	На основе информации о свойствах материалов трубопроводов, их назначении, а также назначении арматуры делает мотивированные предложения о наиболее рациональной прокладке трубопроводов в цехе и о размещении арматуры.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 7				
1	РГЗ	3, 5, 6, 7	10	4
: Крутский Ю. Л. Технологическое проектирование и типовое оборудование нефтехимических производств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=2091 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 3	68	6
: Крутский Ю. Л. Технологическое проектирование и типовое оборудование нефтехимических производств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=2091 . - Загл. с экрана.				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2, 3, 4	0	0
: Крутский Ю. Л. Технологическое проектирование и типовое оборудование нефтехимических производств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=2091 . - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 5, 6, 7	18	0
: Крутский Ю. Л. Технологическое проектирование и типовое оборудование нефтехимических производств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=2091 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.16; ПК.19;
Формируемые умения: з2. знать реакторы и оборудование для контактно-каталитических процессов, реакторы на основе типового оборудования, реакторы и оборудование для процессов полимеризации, реакционные печи, основы проектирования цехов химических предприятий; у2. уметь выполнять конструктивные расчёты реакторов и различных видов оборудования химических производств		
Краткое описание применения: 1. о принципах размещения оборудования в производственных, вспомогательных и обслуживающих помещениях в ходе дискуссии обсуждает наиболее рациональную компоновку реакторов, теплообменников и другой аппаратуры. 2. о свойствах материалов трубопроводов, их назначении, а также назначении арматуры делает мотивированные предложения о наиболее рациональной прокладке трубопроводов в цехе и о размещении арматуры.		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 7		
<i>Практические занятия:</i>	20	40
Контролирующие материалы приводятся в "Крутский Ю. Л. Дополнительные главы процессов и аппаратов химических технологий [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232635 . - Загл. с экрана."		
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	20	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Экзамен
ПК.16	з2. знать реакторы и оборудование для контактно-каталитических процессов, реакторы на основе типового оборудования, реакторы и оборудование для процессов полимеризации, реакционные печи, основы проектирования цехов химических предприятий	+		+
ПК.19	у2. уметь выполнять конструктивные расчёты реакторов и различных видов оборудования химических производств	+	+	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Основы проектирования химических производств : учебник для вузов / В. И. Косинцев [и др.] ; под ред. А. И. Михайличенко. - М., 2008. - 332 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза : учеб. пособие / Г. М. Давидан [и др.] ; ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2008. – 239 с. : рис., табл.
2. Шарин В.В. Трубчатые печи : учеб. пособие / В. В. Шарихин, А. А. Коновалов, А. А. Скороход. – 3-е изд. – Самара : Офорт, 2005. – 442 с. : ил.
3. Карпушкин С. В. Расчеты и выбор механических перемешивающих устройств вертикальных емкостных аппаратов : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по специальности «Машины и аппараты химических производств» / С. В. Карпушкин, М. Н. Краснянский, А. Б. Борисенко ; Тамбов. гос. техн. ун-т. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2009. – 168 с. : ил., табл.
4. Основы проектирования оборудования предприятий органического синтеза : учеб. пособие / И. Л. Глазко [и др.]. – Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 143 с.
5. Смирнов Н. Н. Химические реакторы в примерах и задачах : [учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов] / Н. Н. Смирнов, А. И. Волжинский. - Л., 1986. - 221, [3] с. : ил., табл.
6. Генералов М. Б. Основные процессы и аппараты технологии промышленных взрывчатых веществ : учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий" / М. Б. Генералов. - М., 2004. - 397 с. : ил., схемы

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Машиностроение. Т. IV-12 : энциклопедия : в 40 т. / редсовет: Фролов К. В. (пред.) и др. - М., 2004. - 829 с. : ил. - В надзаг.: Раздел IV. Расчет и конструирование машин.
2. Крутский Ю. Л. Технологическое проектирование и типовое оборудование нефтехимических производств [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=2091>. - Загл. с экрана.
3. Крутский Ю. Л. Дополнительные главы процессов и аппаратов химических технологий [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232635. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 MathCAD
- 2 Opera
- 3 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Донести до аудитории полноценную информацию об объекте презентации в удобной (наглядной) форме

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Система хемосорбционного анализа	Демонстрация опыта
2	Система измерения поверхностных характеристик в комплекте	Демонстрация опыта
3	Проточная реакционная система	Демонстрация опыта
4	Аквадистиллятор	Демонстрация опыта

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра химии и химической технологии

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование процессов и аппаратов химической технологии

Образовательная программа: 18.03.01 Химическая технология, профиль: Химические технологии функциональных материалов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Технологическое проектирование и типовое оборудование нефтехимических производств приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовая работа)	Промежуточная аттестация (экзамен)
ПК.16/НИ способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	з2. знать реакторы и оборудование для контактно-каталитических процессов, реакторы на основе типового оборудования, реакторы и оборудование для процессов полимеризации, реакционные печи, основы проектирования цехов химических предприятий	Аппараты высокого давления, применяемые в нефтехимическом синтезе (классификация аппаратов, уплотнения и затворы, арматура). Основы безопасной эксплуатации аппаратов высокого давления. Гидравлический и тепловой расчет конденсатора, используемого в производстве уксусной кислоты. Классификация химико-технологической аппаратуры. Машины для обработки каучука (машины для формования и упаковки каучука в кипы, для формования и упаковки каучука в брикеты). Основы безопасной эксплуатации машин для обработки каучука. Обогрев реакционной аппаратуры. Футеровка и теплоизоляция реакторов. Оборудование процессов выделения каучука (схемы коагуляции латексов и выделения каучука, оборудование для концентрирования водных дисперсий каучука, вибрационные машины, сушилки, червячные машины). Основы безопасной эксплуатации оборудования для выделения каучука. Оборудование процессов дегазации каучуков (аппараты для дегазации каучуков, получаемых в массе; для дегазации латексов; для водной дегазации каучуков; пленочные дегазаторы). Основы безопасной эксплуатации оборудования для дегазации каучуков. Общая характеристика реакционной аппаратуры производств	Курсовая работа по темам: 1. Устройство реакторов нефтехимического синтеза 2. Устройство реакторов и машин синтеза каучука	Экзамен по вопросам: с 1 по 43; по вопросам теста: с 1 по 10

		нефтехимического синтеза. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакторов для контактно-каталитических процессов. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакторов на основе типовой аппаратуры. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики аппаратов высокого давления. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакционной аппаратуры заводов синтетического каучука. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакционных печей. Общие вопросы проектирования оборудования (особенности проектирования оборудования химических цехов, обогрев реакционной аппаратуры, футеровка и теплоизоляция реакторов, опоры аппаратов). Основы проектирования химических цехов (требования к основным, вспомогательным и обслуживающим помещениям; общие вопросы размещения оборудования). Особенности аппаратного оформления процессов. Проектирование трубопроводов и арматуры химических цехов. Проектирование трубопроводов и арматуры химических цехов (классификация трубопроводов, прокладка трубопроводов, детали трубопроводов, опоры трубопроводов, компенсация температурных удлинений; классификация арматуры, запорная, регулирующая, предохранительная и контрольная арматура). Проектирование химических цехов. Расчет футеровки и теплоизоляции трубчатой печи Расчет спиртоиспарителя в производстве дивинила Расчет печи крекинга метана. Реакторы для контактно-каталитических нефтехимических процессов (аппараты с неподвижным слоем катализатора, с псевдоожиженным слоем		
--	--	--	--	--

		катализатора, с движущимся слоем гранулированного катализатора). Основы безопасной эксплуатации контактных аппаратов. Реакторы для процессов полимеризации в производстве синтетического каучука (реакторы для полимеризации в эмульсии и для полимеризации в растворе, установки для полимеризации в массе). Закономерности теплообмена в скребковых аппаратах. Основы безопасной эксплуатации реакторов для полимеризации. Реакторы на основе типовой аппаратуры (аппараты с мешалками, трубчатые аппараты, барботажные аппараты, реакционные камеры). Основы безопасной эксплуатации типовой реакционной аппаратуры. Реакционные печи (трубчатые печи, аппараты окислительного и гомогенного пиролиза, плазмохимические реакторы). Основы безопасной эксплуатации реакционных печей.		
ПК.19/НИ готовность использовать знания основных физических теорий для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе выходящих за пределы компетентности конкретного направления	у2. уметь выполнять конструктивные расчёты реакторов и различных видов оборудования химических производств	Аппараты высокого давления, применяемые в нефтехимическом синтезе (классификация аппаратов, уплотнения и затворы, арматура). Основы безопасной эксплуатации аппаратов высокого давления. Гидравлический и тепловой расчет конденсатора, используемого в производстве уксусной кислоты. Классификация химико-технологической аппаратуры. Машины для обработки каучука (машины для формования и упаковки каучука в кипы, для формования и упаковки каучука в брикеты). Основы безопасной эксплуатации машин для обработки каучука. Обогрев реакционной аппаратуры. Футеровка и теплоизоляция реакторов. Оборудование процессов выделения каучука (схемы коагуляции латексов и выделения каучука, оборудование для концентрирования водных дисперсий каучука,	Курсовая работа по темам: 1. Устройство реакторов нефтехимического синтеза 2. Устройство реакторов и машин синтеза каучука	Экзамен по вопросам: с 44 по 86; по вопросам теста: с 11 по 20

		вибрационные машины, сушилки, червячные машины). Основы безопасной эксплуатации оборудования для выделения каучука. Оборудование процессов дегазации каучуков (аппараты для дегазации каучуков, получаемых в массе; для дегазации латексов; для водной дегазации каучуков; пленочные дегазаторы). Основы безопасной эксплуатации оборудования для дегазации каучуков. Общая характеристика реакционной аппаратуры производств нефтехимического синтеза. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакционных печей. Общие вопросы проектирования оборудования (особенности проектирования оборудования химических цехов, обогрев реакционной аппаратуры, футеровка и теплоизоляция реакторов, опоры аппаратов). Основы проектирования химических цехов (требования к основному, вспомогательному и обслуживающим помещениям; общие вопросы размещения оборудования). Особенности аппаратного оформления процессов. Проектирование трубопроводов и арматуры химических цехов. Проектирование трубопроводов и арматуры химических цехов (классификация трубопроводов, прокладка трубопроводов, детали трубопроводов, опоры трубопроводов, компенсация температурных удлинений; классификация арматуры, запорная, регулирующая, предохранительная и контрольная арматура). Проектирование химических цехов. Расчет футеровки и теплоизоляции трубчатой печи Расчёт спиртоиспарителя в производстве дивинила Расчёт печи крекинга метана. Реакторы для контактно-каталитических нефтехимических процессов (аппараты с неподвижным		
--	--	--	--	--

		слоем катализатора, с псевдооживленным слоем катализатора, с движущимся слоем гранулированного катализатора). Основы безопасной эксплуатации контактных аппаратов. Реакторы для процессов полимеризации в производстве синтетического каучука (реакторы для полимеризации в эмульсии и для полимеризации в растворе, установки для полимеризации в массе). Закономерности теплообмена в скребковых аппаратах. Основы безопасной эксплуатации реакторов для полимеризации. Реакторы на основе типовой аппаратуры (аппараты с мешалками, трубчатые аппараты, барботажные аппараты, реакционные камеры). Основы безопасной эксплуатации типовой реакционной аппаратуры. Реакционные печи (трубчатые печи, аппараты окислительного и гомогенного пиролиза, плазмохимические реакторы). Основы безопасной эксплуатации реакционных печей.		
--	--	---	--	--

		концентрирования водных дисперсий каучука, вибрационные машины, сушилки, червячные машины). Основы безопасной эксплуатации оборудования для выделения каучука. Оборудование процессов дегазации каучуков (аппараты для дегазации каучуков, получаемых в массе; для дегазации латексов; для водной дегазации каучуков; пленочные дегазаторы). Основы безопасной эксплуатации оборудования для дегазации каучуков. Общая характеристика реакционной аппаратуры производств нефтехимического синтеза. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакторов для контактно-каталитических процессов. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакторов на основе типовой аппаратуры. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики аппаратов высокого давления. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакционной аппаратуры заводов синтетического каучука. Общее устройство, принцип действия и основные характеристики реакционных печей. Особенности аппаратного оформления процессов. Проектирование трубопроводов и арматуры химических цехов. Проектирование химических цехов. Расчет футеровки и теплоизоляции трубчатой печи Расчёт спиртоиспарителя в производстве дивинила Расчёт печи крекинга метана. Реакторы для контактно-каталитических нефтехимических процессов (аппараты с неподвижным слоем катализатора, с псевдоожиженным слоем катализатора, с движущимся слоем гранулированного катализатора). Основы безопасной эксплуатации контактных аппаратов. Реакторы для процессов полимеризации в		
--	--	--	--	--

		производстве синтетического каучука (реакторы для полимеризации в эмульсии и для полимеризации в растворе, установки для полимеризации в массе). Закономерности теплообмена в скребковых аппаратах. Основы безопасной эксплуатации реакторов для полимеризации. Реакторы на основе типовой аппаратуры (аппараты с мешалками, трубчатые аппараты, барботажные аппараты, реакционные камеры). Основы безопасной эксплуатации типовой реакционной аппаратуры. Реакционные печи (трубчатые печи, аппараты окислительного и гомогенного пиролиза, плазмохимические реакторы). Основы безопасной эксплуатации реакционных печей.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 7 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.19/НИ.

Экзамен проводится в письменной форме по вопросам, приведенным в паспорте экзамена, позволяющим оценить показатели сформированности соответствующих компетенций или по вопросам теста на платформе <http://dispace.edu.nstu.ru/>.

Форма проведения экзамена следующая. В аудитории находится не более шести студентов. На листе с ответами на вопросы студент записывает свою фамилию с инициалами, номер билета и вопросы (это необходимо при возможном решении спорных ситуаций). Разрешается кратковременное (не более 2-х минут) пользование конспектами. Пользование телефонами и компьютерами категорически запрещается. После ответа на вопросы билета обязательно следуют дополнительные вопросы на понимание материала в целом.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

Форма проведения экзамена по вопросам теста следующая. В аудитории находится такое число студентов, чтобы каждым был занят один компьютер с доступом в интернет. Время теста 40 минут. После завершения тестирования результат тестирования сообщается преподавателю.

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическая работа (РГР). Требования к выполнению расчетно-графической работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГР.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.19/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер,

необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками. Диапазон баллов рейтинга 25-49, оценка по ECTS F...X.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Диапазон баллов рейтинга 50-72, оценка по ECTS E...C-.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Диапазон баллов рейтинга 73-86, оценка по ECTS C...B.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. Диапазон баллов рейтинга 87-100, оценка по ECTS B+...A+.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра химии и химической технологии

Паспорт экзамена

по дисциплине «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»,
7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме по билетам или по вопросам теста на платформе <http://dispace.edu.nstu.ru/>. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-43, второй вопрос из диапазона вопросов 44-86 (список вопросов приведен ниже). За каждый вопрос билета можно получить от 20 до 40 баллов. За каждый правильный ответ тестового вопроса можно получить от 1 до 2 баллов. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Проектирование процессов и аппаратов химической
технологии»

1. Вопрос 1. Аппараты для дегазации латексов
2. Вопрос 2. Футеровка и теплоизоляция химических реакторов

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *25-49 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает

непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 50-72 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 73-86 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 87-100 баллов.

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за экзамен учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»

Полный перечень вопросов при сдаче дифференцированного зачета.

1. Унификация сборочных единиц.
2. Классификация химико-технологической аппаратуры.
3. Назначение перемешивания в жидких средах.
4. Тихоходные механические мешалки.
5. Быстроходные механические мешалки.
6. Конструкция аппаратов с мешалками. Привод.
7. Конструкция аппаратов с мешалками. Концевой подшипник.
8. Конструкция аппаратов с мешалками. Сальниковое уплотнение.
9. Конструкция аппаратов с мешалками. Торцовое уплотнение.
10. Конструкция аппаратов с мешалками. Герметичный привод.
11. Трубчатые аппараты. Время пребывания реагентов в аппарате.
12. Влияние режима движения смеси в трубе на ход химической реакции и теплообмен.
13. Барботажные аппараты. Назначение и классификация.
14. Колонна для алкилирования бензола олефинами.
15. Реакторы типа эрлифта.
16. Реакционные камеры.
17. Основы безопасной эксплуатации реакционной аппаратуры.
18. Факторы, влияющие на ход контактно-каталитического процесса.
19. Классификация контактно-каталитических аппаратов с неподвижным слоем катализатора.
20. Аппараты шахтного (емкостного) типа.
21. Реактор для дегидрирования этилбензола.
22. Реактор для гидратации этилена.
23. Ретортная печь для получения дивинила.

24. Полочный аппарат для синтеза метилового спирта.
25. Контактно-каталитические аппараты комбинированного типа.
26. Способы выравнивания температурного поля в контактнo-каталитических аппаратах.
27. Гидродинамический режим движения реагентов в слое катализатора контактнo-каталитического аппарата.
28. Устройства для смешивания газов.
29. Аппараты с псевдооживленным слоем катализатора.
30. Аппараты с движущимся слоем гранулированного катализатора.
31. Общая методика расчета реакторов для контактнo-каталитических процессов.
32. Определение области протекания реакции по температурному коэффициенту.
33. Определение области протекания реакции по кажущемуся порядку реакции.
34. Определение области протекания реакции по зависимости суммарной скорости реакции от гидродинамики процесса.
35. Методика расчета реакторов на основе удельной производительности катализатора.
36. Методика расчета адиабатических реакторов для реакций, протекающих в диффузионной области.
37. Основы безопасной эксплуатации контактнo-каталитических аппаратов.
38. Классификация реакционных печей.
39. Общее устройство и принцип действия трубчатой печи.
40. Конструктивные элементы трубчатой печи. Змеевики.
41. Конструктивные элементы трубчатой печи. Калачи, ретурбенды, трубные подвески.
42. Конструктивные элементы трубчатой печи. Горелки.
43. Общее устройство и принцип действия аппаратов окислительного пиролиза.
44. Печь для получения сажи.
45. Аппараты гомогенного пиролиза.
46. Плазмохимические реакторы.
47. Основы безопасной эксплуатации реакционных печей.
48. Аппараты высокого давления с коваными корпусами.
49. Аппараты высокого давления с многослойными корпусами.
50. Реакторы для полимеризации в эмульсии.
51. Реакторы для полимеризации в растворе. Трубчатый полимеризатор.
52. Реакторы для полимеризации в растворе. Скребковый полимеризатор.
53. Скребковые устройства полимеризаторов.
54. Установки для полимеризации в массе.
55. Основы безопасной эксплуатации реакторов для полимеризации.
56. Аппараты для дегазации каучуков, получаемых в массе.
57. Аппараты для водной дегазации каучуков.
58. Пленочные дегазаторы.
59. Основы безопасной эксплуатации оборудования для дегазации каучуков.
60. Коагуляция латексов.
61. Принципиальные технологические схемы выделения каучуков.
62. Основы безопасной эксплуатации оборудования для выделения каучука.
63. Прессование крошки каучука.
64. Упаковка брикетов каучука.
65. Основы безопасной эксплуатации машин для обработки каучука.
66. Порядок разработки проектной документации при строительстве химических предприятий.
67. Проектирование основных производственных помещений химических цехов.

68. Проектирование вспомогательных производственных и обслуживающих помещений химических цехов.
69. Вопросы размещения оборудования химических цехов.
70. Методы организации теплообмена в реакционных аппаратах.
71. Требования к теплоносителям.
72. Электрообогрев реакционной аппаратуры.
73. Нагрев реакционной аппаратуры водяным парам.
74. Нагрев реакционной аппаратуры дымовыми газами.
75. Нагрев реакционной аппаратуры легкоплавкими солями, легкоплавкими металлами и высокотемпературными органическими теплоносителями.
76. Требования к хладагентам.
77. Опоры химических аппаратов.
78. Назначение и классификация трубопроводов.
79. Материалы трубопроводов.
80. Особенности надземной и подземной прокладки трубопроводов.
81. Соединение трубопроводов.
82. Опоры трубопроводов.
83. Компенсация температурных удлинений трубопроводов.
84. Классификация трубопроводной арматуры.
85. Запорная арматура.
86. Регулирующая, предохранительная и контрольная арматура.

Пример теста

Вопрос 1.

Способы выравнивания температурного поля

- ☐ добавлением байпасного газа регулирование температурного режима в полочных аппаратах невозможно
- ☐ в полочных аппаратах температурный режим процесса регулируется подогревом или охлаждением реагентов между полками
- ☐ приближение к оптимальной температуре процесса в шахтных аппаратах возможно, когда они работают в сменно-циклическом режиме
- ☐ в полочных аппаратах регулирование температурного режима невозможно (возможно нескольких вариантов)

Вопрос 2.

Сальниковое уплотнение

- ☐ в качестве сальниковых набивок применяются хлопчатобумажные, пеньковые, асбестовые материалы и фторопласт
- ☐ для изготовления грундбоксы и нажимной втулки применяется пластмасса
- ☐ сальник состоит из корпуса, грундбоксы, нажимной втулки, сальниковой набивки и стягивающих шпилек
- ☐ сухие набивки применяются при низких температурах (возможно нескольких вариантов)

Вопрос 3.

Трубочатые и ретортные аппараты

- ☐ в трубочатых и ретортных аппаратах поверхности охлаждения расположены параллельно движению реагентов
- ☐ ретортные аппараты применяются для получения дивинила
- ☐ ретортные аппараты не применяются для получения дивинила

☐ в трубчатых и ретортных аппаратах поверхности охлаждения расположены перпендикулярно движению реагентов
(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 4.

Реакторы для полимеризации в эмульсии

- ☐ эксплуатируются при температуре процесса 100...150 °C
- ☐ используются для получения синтетических каучуков
- ☐ используются для получения мономеров
- ☐ применяются для полимеризации в неводных растворах

(один вариант)

Вопрос 5.

Теплоносителями в химических процессах являются

- ☐ сжиженные газы
- ☐ дымовые газы
- ☐ легкоплавкие металлы
- ☐ фреоны

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 6.

Гидродинамический режим движения реагентов в слое катализатора

- ☐ в аппаратах с неподвижным слоем катализатора движение газообразных реагентов обычно осуществляется сверху вниз
- ☐ в аппаратах с неподвижным слоем катализатора движение газообразных реагентов обычно осуществляется снизу вверх
- ☐ расчет гидравлического сопротивления особенно важен для аппаратов, работающих при давлении ниже атмосферного
- ☐ на эффективность работы аппарата не влияет равномерность распределения потока газа по сечению

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 7.

Привод аппаратов с мешалками

- ☐ концевой подшипник должен работать со смазкой
- ☐ концевой подшипник устраняет крутильные колебания
- ☐ чаще всего используется паровой или гидравлический
- ☐ чаще всего используется электрический

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 8.

Основы безопасной эксплуатации реакционной аппаратуры

- ☐ для реакторов с механическим перемешиванием привод мешалки от электродвигателя рекомендуется осуществлять с применением редукторов
- ☐ между реактором и предохранительным клапаном не должно быть запорного устройство
- ☐ между реактором и предохранительным клапаном должно находиться запорное устройство
- ☐ для реакторов с механическим перемешиванием привод мешалки от электродвигателя рекомендуется осуществлять ременной передачей

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 9.

Реакторы для полимеризации в растворе

- ☐ применяются для полимеризации в водных растворах
- ☐ оснащены пропеллерными, лопастными или турбинными мешалками
- ☐ могут быть ленточными и шнековыми
- ☐ применяются для полимеризации в неводных растворах

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 10.

Быстроходные мешалки

- ☐ характеризуются числом оборотов $n = 30...80 \text{ мин}^{-1}$
- ☐ лопастные, рамные и якорные мешалки
- ☐ характеризуются числом оборотов $n = 100...1000 \text{ мин}^{-1}$
- ☐ применяются для перемешивания маловязких жидкостей

(один вариант)

Вопрос 11.

Аппараты шахтного (емкостного) типа

- ☐ используются при большом тепловом эффекте реакции
- ☐ используются при небольшом тепловом эффекте реакции
- ☐ не применяются для дегидрирования этилбензола
- ☐ применяются для гидратации этилена

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 12.

Сальниковое уплотнение

- ☐ имеет набивку из капроновых нитей
- ☐ не требует постоянного ухода и наблюдения
- ☐ может эксплуатироваться при давлениях 0,6...4 МПа
- ☐ достигается прижатием сальниковой набивки к вращающемуся валу

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 13.

Трубчатые аппараты

- ☐ турбулизирующие вставки позволяют уменьшить кратность циркуляции
- ☐ в трубчатых аппаратах циркуляция реагентов не применяется
- ☐ в трубах трубчатых аппаратов турбулизирующие вставки не применяются
- ☐ расстояние между турбулизирующими вставками должно быть не менее 10 диаметров трубы

(один вариант)

Вопрос 14.

Тихоходные мешалки

- ☐ шнековые и скребковые мешалки
- ☐ характеризуются числом оборотов $n = 30...80 \text{ мин}^{-1}$
- ☐ применяются для перемешивания высоковязких жидкостей
- ☐ характеризуются числом оборотов $n = 100...1000 \text{ мин}^{-1}$

(один вариант)

Вопрос 15.

Трубопроводная арматура

- ☐ изготавливается в основном из резины
- ☐ бывает запорной, регулирующей, предохранительной и контрольной
- ☐ изготавливается в основном из стали, чугуна и цветных металлов
- ☐ из чугуна выдерживает изгибающие усилия

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 16.

Барботажные аппараты

- ☐ предназначены для осуществления взаимодействия твердых веществ и жидкостей
- ☐ применяются для процесса алкилирования
- ☐ могут работать по принципу эрлифта
- ☐ не могут использоваться для процессов, при которых в жидкой фазе протекает химическая реакция и одновременно идет отгонка (или ректификация) образующегося продукта

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 17.

Реакторы для контактно-каталитических процессов

- ☐ с неподвижным слоем катализатора без теплообмена в ходе процесса не являются адиабатическими
- ☐ могут быть разделены на группы: аппараты с неподвижным слоем катализатора, аппараты с движущимся слоем катализатора, аппараты с кипящим слоем катализатора
- ☐ с псевдооживленным слоем катализатора не применяются для каталитического крекинга
- ☐ используются для гидратации этилена

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 18.

Торцевое уплотнение

- ☐ не может эксплуатироваться в агрессивных средах
- ☐ по конструкции может быть внутренним и внешним, одинарным и двойным
- ☐ обеспечивает герметичность за счет плотного поджатия по торцевым плоскостям двух деталей – вращающейся и неподвижной
- ☐ характеризуется низкой стоимостью и легкостью ремонта

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 19.

Основы безопасной эксплуатации контактных аппаратов

- ☐ реакторные установки не обязательно оборудовать системами газо-, пено- и паротушения
- ☐ в контактных аппаратах, работающих циклически, возможно образование в рабочем пространстве взрывоопасной смеси реакционных газов с кислородом воздуха
- ☐ в контактных аппаратах с неподвижным слоем катализатора не обязательно обеспечение устойчивости экзотермических (эндотермических) процессов
- ☐ в контактных аппаратах с неподвижным слоем катализатора необходимо обеспечение устойчивости экзотермических (эндотермических) процессов

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 20.

Аппараты полочного типа

- ☐ не применяются для синтеза метилового спирта
- ☐ имеют деление слоев катализатора по высоте
- ☐ применяются для синтеза метилового спирта
- ☐ не имеют деления слоев катализатора по высоте

(возможно нескольких вариантов)

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»,

7 семестр

1. Методика оценки

В расчетно-графическом задании (РГЗ) студент рассчитывает процесс алкилирования бензола этиленом.

В исходных данных РГЗ указываются:

- годовая производительность по готовому продукту, тонны;
- состав этиленовой фракции, %;
- селективность по этилбензолу в расчете на этилен, %;
- количество диэтилбензола, возвращаемого со стадии ректификации, кг на тонну получаемого этилбензола;
- молярное отношение бензол: этилен на входе в реактор;
- расход катализатора (хлорида алюминия), кг на 1 т образующегося этилбензола;
- потери этилбензола на стадиях выделения, %.

Остальные, необходимые для расчетов данные, студент самостоятельно находит в справочной литературе.

Основные структурные части и оцениваемые позиции РГЗ:

1. Введение.

2. Аналитический обзор (в аналитическом обзоре приводятся сведения о теоретических основах получения этилбензола, описывается технологический процесс получения этилбензола с катализатором – хлоридом алюминия, приводится схема алкилятора).

3. Расчетная часть (материальный и энергетический расчеты).

4. Выводы.

5. Библиографический список.

Каждая часть РГЗ оценивается от 2 до 4 баллов.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, практически отсутствует аналитический обзор, в расчетной части имеются ошибки, оценка составляет менее 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: аналитический обзор выполнен на невысоком уровне, с отсутствием современных сведений о процессе и об аппаратном оформлении, в расчетной части имеются незначительные ошибки, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если аналитический обзор РГЗ выполнен на сравнительно высоком уровне, в расчетной части ошибок не имеется, оценка составляет 14-16 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если аналитический обзор выполнен на высоком уровне, приведены современные сведения о процессе и об аппаратном оформлении (в частности, описаны все типы алкиляторов), в расчетной части ошибок не имеется, анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и

параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 17-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Перечень исходных данных РГЗ (по вариантам приведен в таблице)

Таблица

1	2	Состав этиленовой фракции, % об.									3	4	5	6
		CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	H ₂	N ₂	O ₂	CO				
1	100000	13,7	0,3	57,1	16,5	6,3	1,6	3,7	0,4	0,4	0,77	242	2,9	7
2	150000	15,8	0,2	56,1	15,8	5,9	1,4	3,5	0,6	0,7	0,76	252	3,0	8
3	200000	13,1	0,3	58,8	16,0	5,6	1,3	3,5	0,7	0,7	0,77	250	3,1	9
4	100000	16,1	0,4	55,0	16,6	5,9	1,5	3,0	0,8	0,7	0,76	247	3,2	8
5	150000	15,0	0,4	57,0	17,0	4,9	1,4	3,0	0,6	0,7	0,77	248	3,3	7
6	200000	14,1	0,4	59,4	14,9	5,4	1,2	3,2	0,8	0,6	0,76	247	2,9	6
7	100000	15,7	0,3	56,0	15,9	6,1	1,2	3,6	0,7	0,5	0,77	246	3,0	11
8	150000	13,4	0,2	57,9	16,4	6,3	1,1	3,4	0,5	0,8	0,76	245	3,1	10
9	200000	14,8	0,3	58,6	16,9	3,6	1,6	2,9	0,6	0,7	0,77	244	3,2	9
10	100000	15,3	0,6	56,8	16,0	5,2	1,3	3,2	0,8	0,8	0,76	243	3,3	8
11	150000	13,7	0,3	57,1	16,5	6,3	1,6	3,7	0,4	0,4	0,77	242	2,9	7
12	200000	15,5	0,5	56,2	15,7	6,0	1,3	3,5	0,5	0,8	0,76	240	3,3	5
13	100000	15,3	0,3	57,7	14,8	5,5	1,7	3,7	0,5	0,5	0,77	241	3,2	6
14	150000	13,2	0,2	58,5	16,3	5,5	1,4	3,4	0,7	0,8	0,76	242	3,1	7
15	200000	15,3	0,1	57,5	16,5	5,0	1,3	3,2	0,6	0,5	0,77	244	2,9	9
16	100000	13,8	0,5	58,7	15,8	5,3	1,3	3,1	0,7	0,8	0,76	245	3,3	10
17	150000	15,6	0,4	56,0	15,9	5,8	1,5	3,4	0,7	0,7	0,77	246	3,2	11
18	200000	13,6	0,4	58,0	15,6	6,2	1,7	3,1	0,7	0,7	0,76	248	3,0	6
19	100000	16,0	0,5	55,1	16,5	5,8	1,6	3,2	0,6	0,7	0,77	243	3,0	8
20	150000	15,1	0,3	57,1	16,9	4,8	1,5	3,4	0,5	0,5	0,76	244	2,9	9
21	200000	14,0	0,3	59,7	14,8	5,5	1,1	3,3	0,7	0,6	0,77	245	3,3	10
22	100000	13,5	0,1	58,0	16,4	6,2	1,1	3,4	0,5	0,8	0,76	247	3,1	5
23	150000	13,8	0,2	57,0	16,6	6,4	1,5	3,5	0,5	0,5	0,77	250	3,3	8
24	200000	15,6	0,4	56,5	16,8	4,7	1,3	3,5	0,7	0,5	0,76	252	3,1	10
25	100000	15,5	0,1	54,9	16,8	6,1	1,6	3,6	0,6	0,8	0,77	241	3,2	6

Примечание: годовой фонд рабочего времени 8000 часов.

Обозначение в столбцах: 1 – номер варианта, 2 – годовая производительность в расчете на 100-ый этилбензол, т, 3 – селективность по этилбензолу, 4 – количество диэтилбензола, возвращаемого со стадии ректификации, кг/т получаемого этилбензола, 5 – молярное отношение бензол: этилен на входе в реактор, 6 – расход хлорида алюминия, кг/т получаемого этилбензола.

5. Перечень вопросов к защите расчетно-графического задания.

1. Области применения этилбензола
2. Общее устройство алкилятора
3. Почему в алкиляторе необходимо постоянно перемешивать бензол и катализатор?
4. Почему перемешивание бензола и катализатора целесообразно осуществлять именно барботированием?

5. Почему температура процесса алкилирования превышает температуру окружающей среды?
6. Чем отличается упрощенный материальный баланс процесса от точного?
7. Почему после окончания процесса алкилирования необходима ректификация алкилата?
8. По какой причине предельные углеводороды, содержащиеся в этиленовой фракции, полностью переходят в отходящие газы?
9. По какой реакции диэтилбензол, подаваемый в алкилатор, превращается в этилбензол?
10. Какова в процентном отношении величина тепловых потерь процесса алкилирования?
11. По какой причине для процесса алкилирования вместо этилена применяют этиленовую фракцию?
12. По какой причине водород и азот, содержащиеся в этиленовой фракции, полностью переходят в отходящие газы?

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра химии и химической технологии

**Паспорт
практических работ**

по дисциплине «Проектирование процессов и аппаратов химической технологии»,
7 семестр

1. Методика оценки.

Практическая работа выполняется студентами индивидуально, оформляется в тетради и защищается (список вопросов).

2. Критерии оценки.

- работа считается **не выполненной**, если студент не оформил отчет, не выполнил задание для практической работы, не в полном объеме ответил на вопросы, оценка составляет менее 20 баллов.
- работа считается выполненной **на пороговом** уровне, выполнил задание для практической работы, отчет оформил с ошибками и замечаниями, не в полном объеме ответил на вопросы, оценка составляет от 21 до 28 баллов.
- работа считается выполненной **на базовом** уровне, выполнил задание для практической работы, отчет оформил с несущественными замечаниями, при ответе на вопросы допущены неточности, оценка составляет от 29 до 35 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, выполнил задание для практической работы, отчет оформил верно, в полном объеме ответил на вопросы, оценка составляет от 36 до 40 баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень вопросов для защиты практических работ.

1. Общее устройство и назначение тихоходных мешалок (на примере одной из них)
2. Общее устройство и назначение быстроходных мешалок (на примере одной из них)
3. Из каких материалов изготавливаются сальниковые набивки?
4. Назначение концевой подшипника в механических мешалках
5. В каких случаях в механических мешалках применяют паровой или гидравлический привод?
6. В каких случаях применяется герметичный привод?
7. В каких случаях в трубчатых аппаратах применяют циркуляцию реагентов?
8. Какой режим движения реагентов в трубчатых аппаратах наиболее благоприятен?
9. Почему в алкиляторе для перемешивания жидкостей нецелесообразно применять механические мешалки?
10. По какой причине в алкиляторе температура выше температуры окружающей среды?
11. Опишите принцип работы эрлифта
12. Почему между реактором и предохранительным клапаном не должно быть запорного устройства?
13. В каких случаях аппараты с неподвижным слоем катализатора могут быть адиабатическими?

14. К аппаратам какого типа относится реактор для дегидрирования этилбензола в стирол?
15. По какой причине реактор для гидратации этилена является адиабатическим?
16. По какой причине в трубчатой печи температура в радиантных камерах выше, чем в конвекционной?
17. Каким образом в печи для получения сажи создается высокая температура?
18. Для производства каких каучуков используется процесс полимеризации в эмульсии?
19. Для производства каких каучуков используется процесс полимеризации в растворе?
20. Каким образом осуществляется процесс коагуляции латексов до размеров крошки?