

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**  
**Оборудование и основы проектирования производств химических продуктов**

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.                                                               | 66      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 0       |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 18      |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 10      |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 114     |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | КР      |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | ДЗ      |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.16</b><br>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: |
| з3. знать классификацию и характеристику оборудования химических производств                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.20</b> готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; в части следующих результатов обучения:                                                                                                                                                                                                    |
| з1. знать структуру современной электронно-библиографической системы отечественных и зарубежных баз данных                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.4</b> способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения; в части следующих результатов обучения:                                                                                                                     |
| у1. владеть навыками проектирования производств химических веществ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                                   | Формы организации занятий                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Оборудование и основы проектирования производств химических продуктов</b>                                                                                                      |                                                      |
| <b>ПК.4.у1 владеть навыками проектирования производств химических веществ</b>                                                                                                     |                                                      |
| 1. Математические модели процессов, протекающих в аппаратах химической технологии для определения и оптимизации основных параметров проектируемого технологического оборудования. | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| 2. Физически и математически моделировать технологические процессы, протекающие в энергетических установках и аппаратах химической технологии.                                    | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| 3. Проводить расчёт современного оборудования химической технологии.                                                                                                              | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.16.з3 знать классификацию и характеристику оборудования химических производств</b>                                                                                          |                                                      |
| 4. Химико-технологическое оборудование и стадии технологических процессов.                                                                                                        | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| 5. Основные стадии технологических процессов и конструкции аппаратов производств: связанного азота, синтез-газа и переработки нефти.                                              | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.16.у1 уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач</b>                                                                 |                                                      |
| 6. Выполнять расчёты и проводить оптимизацию типовых технологических процессов с использованием ЭВМ.                                                                              | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.20.з1 знать структуру современной электронно-библиографической системы отечественных и зарубежных баз данных</b>                                                            |                                                      |
| 7. Экологические проблемы химической технологии.                                                                                                                                  | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения |
|-------------|----------------------|------|-------------------------------|
| Семестр: 7  |                      |      |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|
| <b>Дидактическая единица: Химическое производство; сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС; энергия в химическом производстве</b>                                                                                                                       |   |   |         |
| 1. Введение в химическую технологию, история развития химической технологии, значение её для страны, основные тенденции и перспективы развития современной химической промышленности                                                                     | 0 | 2 | 4       |
| <b>Дидактическая единица: Критерии оценки эффективности производства</b>                                                                                                                                                                                 |   |   |         |
| 2. Химико-технологическое оборудование (назначение и общее устройство электролизёров для получения алюминия, электропечей индукционного и дугового нагрева)                                                                                              | 0 | 6 | 1       |
| <b>Дидактическая единица: Иерархическая организация процессов в химическом производстве</b>                                                                                                                                                              |   |   |         |
| 3. Общие принципы разработки химико-технологических систем. Системный анализ как метод исследования химико-технологической системы. Принцип наилучшего использования сырья (применение малоотходных и безотходных производств)                           | 0 | 4 | 4       |
| <b>Дидактическая единица: Общие закономерности химических процессов; промышленный катализ</b>                                                                                                                                                            |   |   |         |
| 4. Химико-технологическое оборудование (назначение и общее устройство реакторов для гомогенных и гетерогенных процессов, каталитических реакторов, промышленных печей, вспомогательного оборудования)                                                    | 0 | 6 | 5       |
| <b>Дидактическая единица: Химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах; промышленные химические реакторы; химико-технологические процессы</b> |   |   |         |
| 5. Инженерное оформление химико-технологических процессов. Применение связанного азота. Способы фиксации атмосферного азота. Промышленная технология связанного азота.                                                                                   | 0 | 4 | 3, 6, 7 |
| 6. Технология производства на основе синтез-газа                                                                                                                                                                                                         | 0 | 4 |         |
| 7. Основы процессов биотехнологии. Экономическая эффективность, сущность технологических процессов, аппаратное оформление.                                                                                                                               | 0 | 4 | 2       |
| <b>Дидактическая единица: Важнейшие промышленные химические производства: технология переработки нефти</b>                                                                                                                                               |   |   |         |
| 8. Технология нефти. Общая характеристика нефтехимического комплекса. Подготовка нефти к переработке. Первичная и углубленная переработка нефти. Важнейшие нефтепродукты и способы их получения.                                                         | 0 | 4 |         |
| 9. Технология производства алюминия                                                                                                                                                                                                                      | 0 | 2 | 4       |

Таблица 3.2

| Темы практических занятий                                                                                                          | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                  |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Химическое производство; сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС; энергия в химическом производстве</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Принцип наилучшего использования энергии и сырья                                                                                                                                                                                                      | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Изучает и описывает принцип наилучшего использования энергии и сырья для различных производств химической технологии.                                                                                                                                                                        |
| 4. Принципы разработки химико-технологической системы (ХТС). Классификация моделей ХТС.                                                                                                                                                                  | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Описывает принципы разработки химико-технологических систем, изучает и систематизирует модели ХТС.                                                                                                                                                                                           |
| 5. Функциональные схемы химико-технологических систем для различных производств.                                                                                                                                                                         | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Изучает и обобщает условные обозначения и функциональные схемы различных химических производств                                                                                                                                                                                              |
| <b>Дидактическая единица: Иерархическая организация процессов в химическом производстве</b>                                                                                                                                                              |   |   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1. Обзор основных направлений развития современной химической технологии.                                                                                                                                                                                | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Систематизирует и представляет реферативный материал по направлениям развития современной химической технологии                                                                                                                                                                              |
| <b>Дидактическая единица: Общие закономерности химических процессов; промышленный катализ</b>                                                                                                                                                            |   |   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2. Обзор технологического оборудования в химической технологии.                                                                                                                                                                                          | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Систематизирует и представляет реферативный материал по технологическому оборудованию, изучает общее устройство и принципы работы этого оборудования, прогнозирует направления развития химико-технологического оборудования. основные принципы работы химико-технологического оборудования. |
| <b>Дидактическая единица: Химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах; промышленные химические реакторы; химико-технологические процессы</b> |   |   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8. Селективное окисление сероводорода.                                                                                                                                                                                                                   | 4 | 4 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Используя программу MathCad, рассчитывает влияние различных факторов на показатели процесса гетерогенного селективного окисления сероводорода и обобщает полученные результаты.                                                                                                              |
| <b>Дидактическая единица: Важнейшие промышленные химические производства: технология переработки нефти</b>                                                                                                                                               |   |   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6. Анализ схем технологии связанного азота.                                                                                                                                                                                                              | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Описывает и обобщает особенности технологии получения аммиака и азотной кислоты, аппаратное оформление процессов                                                                                                                                                                             |

|                                                              |   |   |                     |                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------|---|---|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Технологические схемы производства на основе синтез-газа. | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 | Описывает и систематизирует принципы, используемые при создании химико-технологических систем |
|--------------------------------------------------------------|---|---|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Курсовая работа             | 1, 2, 3, 6                    | 30                 | 4                    |
| : Крутский Ю. Л. Расчет процесса получения алюминия : методические указания к выполнению курсовой работы по курсу "Общая химическая технология" для механико-технологического факультета, по специальностям 240801, 240802 и других специальностей химико-технологического профиля / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 25 с. : ил., табл.. - В рамках проекта "Химическая инженерия: развитие и международное признание образовательной программы". |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Подготовка к занятиям       | 3, 4, 5                       | 54                 | 4                    |
| : Крутский Ю. Л. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098</a> . - Загл. с экрана.                                                                                                                                         |                             |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Подготовка к аттестации     | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7           | 30                 | 2                    |
| : Крутский Ю. Л. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098</a> . - 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                | Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС |
| Консультирование              | e-mail; Среда электронного обучения НГТУ           |
| Контроль                      | Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС              |
| Размещение учебных материалов | 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.20; ПК.4;          |
| <b>Формируемые умения:</b> з1. знать структуру современной электронно-библиографической системы отечественных и зарубежных баз данных; з3. знать классификацию и характеристику оборудования химических производств; у1. владеть навыками проектирования производств химических веществ; у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач                                                                                                                                                     |                            |                              |
| <b>Краткое описание применения:</b> 1. наилучшего использования энергии и сырья<br>2. разработки химико-технологической системы (ХТС). Классификация моделей ХТС.<br>3. описывать и систематизировать принципы, используемые при создании химико-технологических систем                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |                              |
| Подробная информация об использовании технологии приводится в "Крутский Ю. Л. Расчет процесса получения алюминия : методические указания к выполнению курсовой работы по курсу "Общая химическая технология" для механико-технологического факультета, по специальностям 240801, 240802 и других специальностей химико-технологического профиля / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 25 с. : ил., табл.. - В рамках проекта "Химическая инженерия: развитие и международное признание образовательной программы". " |                            |                              |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить 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 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 7</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                   |
| <i>Практические занятия:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 30        | 60                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Крутский Ю. Л. Расчет процесса получения алюминия : методические указания к выполнению курсовой работы по курсу "Общая химическая технология" для механико-технологического факультета, по специальностям 240801, 240802 и других специальностей химико-технологического профиля / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 25 с. : ил., табл.. - В рамках проекта "Химическая инженерия: развитие и международное признание образовательной программы". " |           |                   |
| <i>Курсовая работа: Итого</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0         | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Крутский Ю. Л. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098</a> . - Загл. с экрана."                                                                                                                                          |           |                   |
| <i>Зачет:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Крутский Ю. Л. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098</a> . - Загл. с экрана."                                                                                                                        |           |                   |

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 КР/КР   | Зачет |
| ПК.16                 | з3. знать классификацию и характеристику оборудования химических производств                          | +              | +     |
|                       | у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач |                | +     |

|              |                                                                                                            |  |   |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|
| <b>ПК.20</b> | з1. знать структуру современной электронно-библиографической системы отечественных и зарубежных баз данных |  | + |
| <b>ПК.4</b>  | у1. владеть навыками проектирования производств химических веществ                                         |  | + |

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

## 7. Литература

### Основная литература

1. Бесков В. С. Общая химическая технология : [учебник для вузов, по химико-технологическим направлениям подготовки бакалавров и дипломированных специалистов] / В. С. Бесков. - М., 2006. - 452 с. : ил.
2. Савельянов В. П. Общая химическая технология полимеров : [учебное пособие для вузов по специальности "Химическая технология высокомолекулярных соединений" направления подготовки "Химическая технология высокомолекулярных соединений и полимерных материалов"] / В. П. Савельянов. - М., 2007. - 333, [2] с. : ил.
3. Основы проектирования химических производств : [учебник для вузов по направлениям "Химическая технология неорганических веществ и материалов", "Химическая технология органических веществ и топлива" и др.] / В. И. Косинцев [и др.] ; под ред. А. И. Михайличенко. - М., 2006. - 332 с. : ил.
4. Примеры и задачи по общей химической технологии : [учебное пособие по химико-технологическим направлениям] / Игнатенков В. И., Бесков В. С. - М., 2006. - 198 с. : ил.

### Дополнительная литература

1. Кафаров В. В. Принципы создания безотходных химических производств / В. В. Кафаров. - М., 1982. - 287, [1] с. : ил.
2. Химическая технология неорганических веществ. В 2 кн.. Кн. 1 : [учебное пособие для вузов по специальности "Химическая технология неорганических веществ" направления подготовки "Химическая технология неорганических веществ и материалов"] / [Т. Г. Ахметов и др.] ; под ред. Т. Г. Ахметова. - М., 2002. - 687, [1] с. : ил.
3. Кутепов А. М. Общая химическая технология : учебник для вузов по специальностям химико-технологического профиля / А.М. Кутепов, Т. И. Бондарева, М. Г. Беренгартен. - М., 2004. - 528 с. : ил.
4. Химическая технология неорганических веществ. В 2 кн.. Кн. 2 : [учебное пособие для вузов по специальности "Химическая технология неорганических веществ" направления подготовки "Химическая технология неорганических веществ и материалов"] / [Т. Г. Ахметов и др.] ; под ред. Т. Г. Ахметова. - М., 2002. - 532, [1] с. : ил.
5. Раков Э. Г. Нанотрубки и фуллерены : учебное пособие по специальности 210602 "Наноматериалы" / Э. Г. Раков. - М., 2006. - 374 с. : ил.
6. Основы проектирования химических производств : учебник для вузов / В. И. Косинцев [и др.] ; под ред. А. И. Михайличенко. - М., 2008. - 332 с. : ил.
7. Механохимия создания материалов с заданными свойствами : учебное пособие / [О. В. Андрюшкова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 350, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/andryushk.pdf>. - Авт. указаны на обороте тит. л..

### 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 "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

1. Крутский Ю. Л. Расчет процесса получения алюминия : методические указания к выполнению курсовой работы по курсу "Общая химическая технология" для механико-технологического факультета, по специальностям 240801, 240802 и других специальностей химико-технологического профиля / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 25 с. : ил., табл. - В рамках проекта "Химическая инженерия: развитие и международное признание образовательной программы".

2. Крутский Ю. Л. Общая химическая технология [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Ю. Л. Крутский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000222098](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222098). - Загл. с экрана.

### 8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD

2 Office

3 Opera

## 9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                         | Назначение                                                                                       |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Наглядная демонстрация слайдов по теме оборудования и проектирования нефтехимических производств |

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

**Оборудование и основы проектирования производств химических продуктов**  
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 «Оборудование и основы проектирования производств химических продуктов» приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                      | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Этапы оценки компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Мероприятия текущего контроля (курсовая работа)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Промежуточная аттестация (зачет)                                    |
| 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 | з3. знать классификацию и характеристику оборудования химических производств                          | Введение в химическую технологию, история развития химической технологии, значение её для страны, основные тенденции и перспективы развития современной химической промышленности Общие принципы разработки химико - технологических систем. Системный анализ как метод исследования химикотехнологической системы. Принцип наилучшего использования сырья (применение малоотходных и безотходных производств) Технология производства алюминия Химико - технологическое оборудование (назначение и общее устройство реакторов для гомогенных и гетерогенных процессов, каталитических реакторов, промышленных печей, вспомогательного оборудования) | Курсовая работа по темам:<br>1. Химическое производство; сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС; энергия в химическом производстве;<br>2. Критерии оценки эффективности производства;<br>3. Иерархическая организация процессов в химическом производстве;<br>4. Общие закономерности химических процессов; промышленный катализ;<br>5. Химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неізотермические процессы в химических реакторах; промышленные химические реакторы; химико-технологические процессы;<br>6. Важнейшие промышленные химические производства: технология переработки нефти. | Зачет по вопросам билетов: с 1 по 28, по вопросам теста: с 1 по 8   |
| ПК.20/НИ готовность изучать научнотехническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования                                                                                                                                                                                                  | у1. уметь использовать технологическое и лабораторное оборудование для решения профессиональных задач | Инженерное оформление химико - технологических процессов. Применение связанного азота. Способы фиксации атмосферного азота. Промышленная технология связанного азота.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Курсовая работа по темам:<br>1. Химическое производство; сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС; энергия в химическом производстве;<br>2. Критерии оценки эффективности производства;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Зачет по вопросам билетов: с 29 по 56, по вопросам теста: с 9 по 15 |

|                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>3. Иерархическая организация процессов в химическом производстве;</p> <p>4. Общие закономерности химических процессов; промышленный катализ;</p> <p>5. Химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах; промышленные химические реакторы; химико-технологические процессы;</p> <p>6. Важнейшие промышленные химические производства: технология переработки нефти.</p>                                                                                                                |                                                                             |
| <p>ПК.4/ПТ способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p> |  | <p>Инженерное оформление химико-технологических процессов. Применение связанного азота. Способы фиксации атмосферного азота. Промышленная технология связанного азота. Промышленная технология связанного азота. Обзор технологического оборудования в химической технологии. Основы процессов биотехнологии. Экономическая эффективность, сущность технологических процессов, аппаратное оформление. Химико-технологическое оборудование (назначение и общее устройство электролизёров для получения алюминия, электропечей индукционного и дугового нагрева)</p> | <p>Курсовая работа по темам:</p> <p>1. Химическое производство; сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС; энергия в химическом производстве;</p> <p>2. Критерии оценки эффективности производства;</p> <p>3. Иерархическая организация процессов в химическом производстве;</p> <p>4. Общие закономерности химических процессов; промышленный катализ;</p> <p>5. Химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах; промышленные химические реакторы; химико-технологические процессы;</p> | <p>Зачет по вопросам билетов: с 56 по 86, по вопросам теста: с 16 по 20</p> |

|  |  |  |                                                                                  |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  | 6. Важнейшие промышленные химические производства: технология переработки нефти. |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|--|

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.16/НИ, ПК.20/НИ, ПК.4/ПТ.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам или в виде теста. Вопросы в билетах позволяют оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

Форма проведения зачета по билетам 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 зачета 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 курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

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.20/НИ, ПК.4/ПТ, 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 недостаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками. Диапазон баллов рейтинга 25-49, оценка по ECTS FX.

**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 зачета

по дисциплине «Оборудование и основы проектирования производств  
химических продуктов», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет 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. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4). За каждый вопрос из билета можно получить от 5 до 10 баллов.

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет МТФ

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Оборудование и основы проектирования производств химических  
продуктов»

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 билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинноследственные связи явлений. оценка составляет *менее 9 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинноследственные связи явлений, оценка составляет *10-14 баллов*.
- Ответ на билет для зачета 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, оценка составляет *15-16 баллов*.
- Ответ на билет для зачета 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, оценка составляет *17-20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных). Коэффициент, с которым учитывается полученная сумма баллов в общей оценке по дисциплине, определяется Правилами аттестации.

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

### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Оборудование и основы проектирования производств химических продуктов».

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 контактно-каталитических аппаратах.
27. Гидродинамический режим движения реагентов в слое катализатора контактно-каталитического аппарата.
28. Устройства для смешивания газов.
29. Аппараты с псевдоожиженным слоем катализатора.
30. Аппараты с движущимся слоем гранулированного катализатора.
31. Общая методика расчета реакторов для контактно-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 контактно-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.

Трубчатые и ретортные аппараты

☐ в трубчатых и ретортных аппаратах поверхности охлаждения расположены параллельно движению реагентов

☐ в трубчатых и ретортных аппаратах поверхности охлаждения расположены перпендикулярно движению реагентов

☐ ретортные аппараты не применяются для получения дивинила;

☐ ретортные аппараты применяются для получения

дивинила (возможно нескольких вариантов)

Вопрос 2.

Теплоносителями в химических процессах являются

☐ Фреоны

☐ Легкоплавкие металлы

☐ дымовые газы

☐ сжиженные газы

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 3.

Трубопроводная арматура

☐ бывает запорной, регулирующей, предохранительной и контрольной

☐ из чугуна выдерживает изгибающие усилия

☐ изготавливается в основном из стали, чугуна и цветных металлов

☐ изготавливается в основном из резины

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 4.

Сальниковое уплотнение

☐ достигается прижатием сальниковой набивки к вращающемуся валу

☐ может эксплуатироваться при давлениях 0,6...4 МПа

☐ имеет набивку из капроновых нитей

☐ не требует постоянного ухода и наблюдения

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 5.

Реакторы для полимеризации в растворе

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

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 6.

Основы безопасной эксплуатации реакционной аппаратуры

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

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 7.

Трубчатые аппараты

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

Вопрос 8.

Барботажные аппараты

- ☐ 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

☐ предназначены для осуществления взаимодействия твердых веществ и жидкостей

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 9.

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)

Вопрос 10.

Способы выравнивания температурного поля

☐ в полочных аппаратах регулирование температурного режима невозможно

☐ добавлением байпасного газа регулирование температурного режима в полочных аппаратах невозможно

☐ приближение к оптимальной температуре процесса в шахтных аппаратах возможно, когда они работают в сменно-циклическом режиме

☐ в полочных аппаратах температурный режим процесса регулируется подогревом или охлаждением реагентов между полками

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 11.

Сальниковое уплотнение

☐ имеет набивку из капроновых нитей

☐ достигается прижатием сальниковой набивки к вращающемуся валу

☐ не требует постоянного ухода и наблюдения

☐ может эксплуатироваться при давлениях 0,6...4 МПа

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 12.

Основы безопасной эксплуатации контактных аппаратов

☐ в контактных аппаратах с неподвижным слоем катализатора необходимо обеспечение устойчивости экзотермических (эндотермических) процессов

☐ 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

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 13.

Реакторы для полимеризации в эмульсии ☐ используются

для получения мономеров ☐ используются для получения

синтетических каучуков ☐ применяются для

полимеризации в неводных растворах ☐ эксплуатируются

при температуре процесса 100...150 °С (один вариант)

Вопрос 14.

Торцевое уплотнение

☐ по конструкции может быть внутренним и внешним, одинарным и двойным

☐ обеспечивает герметичность за счет плотного поджатия по торцевым плоскостям двух деталей – вращающейся и неподвижной

☐ не может эксплуатироваться в агрессивных средах

☐ характеризуется низкой стоимостью и легкостью

ремонта (возможно нескольких вариантов)

Вопрос 15.

Привод аппаратов с мешалками

☐ концевой подшипник должен работать со смазкой

☐ чаще всего используется электрический

☐ чаще всего используется паровой или гидравлический

☐ концевой подшипник устраняет крутильные колебания

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 16.

Быстроходные мешалки

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

(один вариант)

Вопрос 17.

Реакторы для контактно-каталитических процессов

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

(возможно нескольких вариантов)

Вопрос 18.

Тихоходные мешалки

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

(один вариант)

Вопрос 19.

Аппараты шахтного (емкостного) типа

- ☐ используются при небольшом тепловом эффекте

реакции

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

этилбензола (возможно нескольких вариантов)

Вопрос 20.

Гидродинамический режим движения реагентов в слое катализатора

☐ на эффективность работы аппарата не влияет равномерность распределения потока газа по сечению

☐ в аппаратах с неподвижным слоем катализатора движение газообразных реагентов обычно осуществляется снизу вверх

☐ в аппаратах с неподвижным слоем катализатора движение газообразных реагентов обычно осуществляется сверху вниз

☐ расчет гидравлического сопротивления особенно важен для аппаратов, работающих при давлении ниже атмосферного

(возможно нескольких вариантов)

## Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Оборудование и основы проектирования производств химических  
продуктов», 7 семестр

### 1. Методика оценки

Курсовая работа (КР) включает задание и расчетно-пояснительную записку.

В задании на КР указываются следующие исходные данные:

- 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.

Расчётно-пояснительная записка (объёмом не менее 20 страниц формата А4) оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 «Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и состоит из следующих разделов:

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, технологический и энергетический расчеты алкилятора);
4. Выводы;
5. Библиографический список.

Этапы выполнения и защиты: Задание на выполнение курсовой работы выдается студентам в течение первых двух недель учебного семестра. Срок выполнения и защиты - не позднее последней недели семестра. Оцениваемые позиции: качественное выполнение введения от 2 до 5 баллов, безошибочные результаты расчетов от 2 до 5 баллов, качественное выполнение выводов от 1 до 2 баллов, правильно оформленный библиографический список от 1 до 2 баллов, защита курсовой работы по вопросам из п.5 от 4 до 6 баллов.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части КР, практически отсутствует аналитический обзор, в расчетной части имеются ошибки, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части КР 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 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 алкилаторов), 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 КР учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Примерный перечень тем КР

Материальный и технологический расчет алкилатора (по вариантам).

Таблица

| 1  | 2      | Состав этиленовой фракции, % об. |                               |                               |                               |                               |                |                |                |     | 3    | 4   | 5   | 6  |
|----|--------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----|------|-----|-----|----|
|    |        | СН <sub>4</sub>                  | С <sub>2</sub> Н <sub>2</sub> | С <sub>2</sub> Н <sub>4</sub> | С <sub>2</sub> Н <sub>6</sub> | С <sub>3</sub> Н <sub>6</sub> | Н <sub>2</sub> | Н <sub>2</sub> | О <sub>2</sub> | СО  |      |     |     |    |
| 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 курсовой работы.**

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 алкилятор, 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 «Оборудование и основы проектирования производств химических  
продуктов», 7 семестр

**1. Методика оценки.**

Практическая работа выполняется студентами индивидуально, оформляется в тетради и защищается (список вопросов п.4).

**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 30 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 31 до 40 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 41 до 55 баллов.
- работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, выполнил задание для практической работы, отчет оформил верно, в полном объеме ответил на вопросы, оценка составляет от 56 до 60 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?