

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Механико-технологический факультет

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан МТФ

профессор, к.т.н. Буров  
Владимир Григорьевич

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология

ООП: специальность 240801.65 Машины и аппараты химических производств

Шифр по учебному плану: ОПД.Ф.6

Факультет: механико-технологический очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 7

Лекции: 36

Практические работы: 18 Лабораторные работы: 18

Курсовой проект: - Курсовая работа: 7 РГЗ: -

Самостоятельная работа: 56

Экзамен: 7 Зачет: -

Всего: 136

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 655400 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии. (№ 220 тех/дс от 27.03.2000)

ОПД.Ф.6, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Технологические процессы и аппараты протокол № 5/11 от 21.06.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Крутский Юрий Леонидович

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Кувшинов Геннадий Георгиевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Кувшинов Геннадий Георгиевич

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

ОПД.Ф.06	Общая химическая технология: химическое производство; иерархическая организация процессов в химическом производстве; критерии оценки эффективности производства; общие закономерности химических процессов; промышленный катализ; химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах, изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах, промышленные химические реакторы; химико-технологические системы (ХТС): структура и описание ХТС, синтез и анализ ХТС, сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС; энергия в химическом производстве, важнейшие промышленные химические производства.	136
----------	--	-----

## 2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС по направлению 655400 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии".
Адресат курса	Студенты 4 курса специальности 240801 "Машины и аппараты химических производств".
Основная цель (цели) дисциплины	Знать: принципиальные схемы работы основных циклов химической технологии и энергетических установок; вопросы сырьевой и энергетической базы химической промышленности; принципы рационального использования ресурсов; принципы построения безотходных и малоотходных производств. Уметь анализировать химико-технологические системы (ХТС).
Ядро дисциплины	Представляет собой лекционный материал, который условно разбит на две части. В первой части рассматриваются основы теории химических реакторов, математические модели процессов и промышленные химические реакторы. Во второй части - основы химической технологии, технологическое оборудование и стадии производства, вопросы ресурсосбережения и охраны окружающей среды, основы разработки и критерии оценки эффективности химических производств, примеры оформления химико-технологических процессов
Связи с другими учебными	Дисциплины, предшествующие по учебному плану: Общая и

дисциплинами основной образовательной программы	неорганическая химия, Процессы и аппараты химической технологии. Последующие дисциплины учебного плана: Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения.; Выпускная квалификационная работа.
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного освоения курса студенту необходимо предварительно знать основы курсов: общая и неорганическая химия, процессы и аппараты химической технологии. Кроме того, студент должен иметь опыт работы на персональном компьютере с использованием программы MathCad.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Обсуждение на лекционных занятиях ряда вопросов (снижение себестоимости химической продукции, увеличение скорости процесса, выбор реактора и т.д.) в форме дискуссии.

### 3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О современной химической технологии, основных факторах и характеристиках, влияющих на производительность и экономичность действующих технологий, принципах разработки и оптимизации химико-технологических систем
знать	
2	Математические модели процессов, протекающих в аппаратах химической технологии для определения и оптимизации основных параметров проектируемого технологического оборудования
3	Химико-технологическое оборудование и стадии технологических процессов
4	Основные принципы разработки химико-технологических систем, а также этапы разработки и методы оптимизации химико-технологических систем.
5	Экологические проблемы химической технологии.
6	Основные стадии технологических процессов и конструкции аппаратов производств: связанного азота, синтез-газа и переработки нефти.
7	Основы процессов биотехнологии.
уметь	
8	Физически и математически моделировать технологические процессы, протекающие в энергетических установках и аппаратах химической технологии.
9	Проводить расчёт современного оборудования химической технологии.
10	Выполнять расчёты и проводить оптимизацию типовых технологических процессов с использованием ЭВМ.
иметь опыт (владеть)	
11	Поиска информации в литературе, в том числе и в справочной.
12	Выполнения расчётов материального и теплового балансов конкретных химико-технологических процессов.

### 4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7		
Модуль: Сырьевая и энергетическая база химической технологии (виды сырья, энергоресурсы, рациональное использование сырья и энергии)		
Дидактическая единица: химическое производство; сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС;		

энергия в химическом производстве		
Введение в химическую технологию, история развития химической технологии, значение её для страны, основные тенденции и перспективы развития современной химической промышленности	2	1, 2, 6, 7
Модуль: химическая технология и охрана окружающей среды		
Дидактическая единица: критерии оценки эффективности производства;		
Химико-технологическое оборудование (назначение и общее устройство реакторов для гомогенных и гетерогенных процессов, каталитических реакторов, промышленных печей, вспомогательного оборудования)	2	5
Модуль: Основы разработки химических производств		
Дидактическая единица: иерархическая организация процессов в химическом производстве;		
Общие принципы разработки химико-технологических систем. Системный анализ как метод исследования химико-технологической системы. Принцип наилучшего использования сырья (применение малоотходных и безотходных технологий)	2	1, 2, 3, 4
Модуль: Себестоимость продукции, основное и вспомогательное оборудование, выход продукции, химико-технологические системы		
Дидактическая единица: общие закономерности химических процессов; промышленный катализ;		
Химико-технологическое оборудование (назначение и общее устройство реакторов для гомогенных и гетерогенных процессов, каталитических реакторов, промышленных печей, вспомогательного оборудования) и	4	10, 11, 12, 6, 7, 8, 9
Модуль: Примеры инженерного оформления химико-технологических процессов : технология связанного азота		
Дидактическая единица: химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах; промышленные химические реакторы;		
Инженерное оформление химико-технологических процессов. Применение связанного азота. Способы фиксации атмосферного азота. Промышленная технология связанного азота.	2	10, 6, 8
Модуль: Примеры инженерного оформления химико-технологических процессов: технология производства на основе синтез-газа		
Дидактическая единица: химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и		

неизотермические процессы в химических реакторах;		
Синтез аммиака (теоретические основы, технология, аппаратное оформление). Производство разбавленной и концентрированной азотной кислоты.	2	10, 6, 8
Модуль: Примеры инженерного оформления химико-технологических процессов: особенности процессов биотехнологии		
Дидактическая единица: промышленный катализ; химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах; промышленные химические реакторы		
Основы процессов биотехнологии. Экономическая эффективность, сущность технологических процессов, аппаратное оформление.	2	10, 7, 8
Модуль: Примеры инженерного оформления химико-технологических процессов: технология переработки нефти		
Дидактическая единица: Важнейшие промышленные химические производства: технология переработки нефти		
Технология нефти. Общая характеристика нефтехимического комплекса. Подготовка нефти к переработке. Первичная переработка нефти. Важнейшие нефтепродукты и способы их получения. Деструктивная переработка	2	10, 11, 12, 3, 4, 6

Практические занятия

Таблица 4.2

<b>(Модуль), дидактическая единица, тема</b>	<b>Учебная деятельность</b>	<b>Часы</b>	<b>Ссылки на цели</b>
Семестр: 7			
Дидактическая единица: ; иерархическая организация процессов в химическом производстве;			
Обзор основных направлений развития современной химической технологии.	Систематизирует и представляет реферативный материал по направлениям развития современной химической технологии.	2	1
Дидактическая единица: промышленные химические реакторы;			
Обзор технологического оборудования в химической	Систематизирует и представляет	2	2, 3

технологии.	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.		
Дидактическая единица: сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС;			
Принцип наилучшего использования энергии и сырья.	Изучает и описывает принцип наилучшего использования энергии и сырья для различных производств химической технологии.	2	3, 4
Дидактическая единица: химико-технологические системы (ХТС);			
Принципы разработки химико-технологической системы (ХТС). Классификация моделей ХТС.	Описывает принципы разработки химико-технологических систем, изучает и систематизирует модели ХТС.	4	2, 3, 4
Дидактическая единица: структура и описание ХТС; синтез и анализ ХТС;			
Функциональные схемы химико-технологических систем для различных производств.	Изучает и обобщает условные обозначения и функциональные схемы различных химических производств	2	2, 3, 4, 6, 7
Дидактическая единица: важнейшие промышленные химические производства.: технология связанного азота			
Анализ схем технологии связанного азота.	Описывает и обобщает особенности технологии получения аммиака и азотной кислоты, аппаратурное оформление процессов	2	10, 2, 5, 6, 8

Дидактическая единица: важнейшие промышленные химические производства.: технологии производств на основе синтез-газа			
Технологические схемы производства на основе синтез- газа.	Описывает и систематизирует принципы, используемые при создании химико- технологических систем	2	10, 4, 8
Дидактическая единица: важнейшие промышленные химические производства.: технологии переработки нефти			
Анализ схем технологии переработки нефти.	Описывает и систематизирует особенности технологий первичной и деструктивной переработки нефти, аппаратурное оформление процессов	2	10, 2, 5, 6, 8

Лабораторная работа

Таблица 4.3

<b>(Модуль), дидактическая единица, тема</b>	<b>Учебная деятельность</b>	<b>Часы</b>	<b>Ссылки на цели</b>
Семестр: 7			
Дидактическая единица: общие закономерности химических процессов;			
Расчёт вязкости чистых газов и газовых смесей	Используя программу MathCad, рассчитывает вязкость чистых газов и газовых смесей при низких давлениях на основе кинетической теории газов и интерпретирует полученные данные	4	10, 2, 8
Дидактическая единица: химические реакторы; основные математические модели процессов в химических реакторах; изотермические и неизотермические процессы в химических реакторах;			
Расчёт предельных показателей химического процесса на основе данных о термодинамически	Используя программы MathCad и NASA, рассчитывает	4	10, 2, 8

равновесном составе продуктов реакции.	предельные показатели химического процесса на основе данных о термодинамически равновесном составе продуктов реакции и обобщает расчётные данные.		
Дидактическая единица: промышленные химические реакторы;			
Селективное окисление сероводорода.	Используя программу MathCad, рассчитывает влияние различных факторов на показатели процесса гетерогенного селективного окисления сероводорода и обобщает полученные результаты.	4	10, 2, 4, 5
Дидактическая единица: важнейшие промышленные химические производства.			
Производство разбавленной азотной кислоты под давлением 0,73 МПа.	Используя программу "ТРЕНАЖЁР" (производство разбавленной азотной кислоты), моделирует этот процесс, исследуя влияние различных факторов на его показатели.	6	2, 4, 5, 6, 8

## 5. Самостоятельная работа студентов

### Семестр- 7, Курсовая работа

Курсовые работы даются по следующим темам:

1. Расчёт процесса получения серной кислоты контактным способом.
2. Расчёт процесса получения ацетилен пирролизом природного газа.
3. Расчёт процесса получения алюминия.

Каждая из тем имеет не менее чем по 15 вариантов, отличающихся исходными данными. Расчётно-пояснительные записки объёмом не менее 30 страниц формата А4 оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 "Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления".

Одна из тем курсовой работы - "Расчёт процесса получения алюминия". В задании на курсовую работу указываются следующие данные:

- тип электролизёра;
- токовая нагрузка на электролизёр, кА;
- напряжение выпрямительного устройства, В;
- температура анодных газов, °С;
- состав анодных газов, мольные доли.

Остальные, необходимые для расчётов данные, студент самостоятельно находит в рекомендуемой литературе.

Расчётно-пояснительная записка состоит из следующих разделов:

1. Введение.
2. Аналитический обзор.
3. Технология процесса электролиза алюминия.
4. Описание алюминиевого электролизёра.
5. Расчётная часть (расчёт числа электролизёров и производительности серии; конструктивный, материальный и энергетический расчёты электролизёра).
6. Выводы.
7. Список использованных источников.

В аналитическом обзоре приводятся сведения о теоретических основах получения алюминия. Наличие правильно оформленных ссылок на соответствующие литературные источники обязательно.

Срок защиты курсовой работы 15-17 неделя семестра.

Общая трудоемкость составляет 40 часов.

#### **Семестр- 7, Подготовка к занятиям**

При подготовке к лабораторным и практическим занятиям студенту рекомендуется повторять лекционный курс и самостоятельно работать со справочной литературой.

Общая трудоемкость составляет не менее 16 часов.

## 6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

### Текущая аттестация – 60 баллов.

1. Курсовая работа (10 – 20 баллов). Начисление баллов за срок выполнения приведено в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Этапы работы	Срок выполнения, недели семестра			
	До 7-ой недели	С 7-ой по 13-ую недели	С 13-ой по 16-ую недели	После 16-ой недели
I часть Введение и аналитический обзор	5	4	3	2
II часть Расчет материального баланса		5	4	3
III часть Расчет теплового баланса			5	4

Начисление баллов за защиту курсовой работы приведено в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Защита (при ответах на 3 вопроса)	Срок защиты	
	В течение семестра	После 16-ой недели
3 подробных ответа	5	4
2 подробных ответа и 1 неполный	4	3
1 подробный ответ и 2 неполных	3	2
3 неполных ответа	2	1

Примечание. Курсовая работа не будет защищена, если хотя бы на 1 вопрос нет ответа.

2. Лабораторные работы (4 – 24 балла).

Выполнение лабораторной работы в срок (в тот же день) – 2 балла (правильно); - 1 балл (с небольшими ошибками). Если расчеты по лабораторной работе выполнены неправильно, она переделывается во внеурочное время.

Итого за выполнение 4-х лабораторных работ начисляется 4 – 8 баллов. Начисление баллов за защиту лабораторных работ приведено в таблице 6.3.

Таблица 6.3

Защита (при ответах на 3 вопроса)	Срок защиты		
	В тот же день	В течение семестра*	После 16-ой недели
3 подробных ответа	4	3	2
2 подробных ответа и 1 неполный	3	2	1
1 подробный ответ и 2 неполных	2	1	0
3 неполных ответа	**	1	0

\* - последняя лабораторная работа выполняется обычно в конце семестра

\*\* - при 3-х неполных ответах лабораторная работа не может быть защищена в тот же день

Примечание. Лабораторная работа не будет защищена, если хотя бы на 1 вопрос нет ответа.

Итого за защиту 4-х лабораторных работ начисляется  $(0 - 4) \cdot 4 = 0 - 16$  баллов.

### 3. Лекции (0 – 8 баллов)

Отсутствие пропусков по неуважительной причине (100 %-ая посещаемость) – 4 балла.

Работа на занятиях (тщательное конспектирование материала) – 4 балла.

Незначительное количество пропусков по неуважительной причине (не менее чем 80 %-ая посещаемость) – 2 балла.

Нарушение дисциплины на занятиях (в том числе и опоздания) и наличие неполного конспекта – 2 балла.

Значительное количество пропусков по неуважительной причине (менее чем 80 %-ая посещаемость) – 0 баллов.

Отсутствие дисциплины на занятиях (в том числе и систематические опоздания) и отсутствие конспекта – 0 баллов.

### 4. Практические занятия (0 – 8 баллов)

Отсутствие пропусков по неуважительной причине (100 %-ая посещаемость) – 4 балла.

Работа на занятиях (самостоятельное решение задач) – 4 балла.

Незначительное количество пропусков по неуважительной причине (не менее чем 80 %-ая посещаемость) – 2 балла.

Нарушение дисциплины (в том числе и опоздания) и незначительная активность на занятиях – 2 балла.

Значительное количество пропусков по неуважительной причине (менее чем 80 %-ая посещаемость) – 0 баллов.

Отсутствие дисциплины (в том числе и систематические опоздания) и активности на занятиях – 0 баллов.

Допуск студентов к экзамену возможен только при выполненных и защищенных курсовой работе и лабораторных работах.

Минимальное количество баллов, которое студент должен набрать в течение семестра, равно 18 (10 за выполнение и защиту курсовой работы, 4 за выполнение и защиту лабораторных работ, 2 за работу на лекциях, 2 за работу на практических занятиях). Если студент набрал менее 18 баллов, то к сдаче экзамена он допускается только при предъявлении полного конспекта лекций и практических занятий.

### **Итоговая аттестация (экзамен) – 40 баллов.**

На экзамене студент отвечает на 2 вопроса и решает 1 задачу.

Каждый ответ на вопрос на экзамене оценивается следующим образом

- полностью правильный ответ 15 баллов;
- ответ с небольшими недочетами 12 баллов;
- ответ с незначительными ошибками 9 баллов;
- ответ с грубыми ошибками 6 баллов;
- неправильный ответ 3 балла;
- нет ответа 0 баллов.

Решение задачи на экзамене оценивается следующим образом

- решение полностью правильное,  
грамотное объяснение решения 10 баллов;
- решение полностью правильное,  
объяснение решения неполное 7 баллов;
- решение полностью правильное,  
объяснения нет 4 балла;
- решение неправильное, студент сам  
нашел ошибку в процессе объяснения 2 балла;
- решение неправильное 0 баллов.

Оценка знаний студентов по балльно-рейтинговой системе приведено в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Традиционная 4-х уровневая шкала оценки	Оценка ECTS	Диапазон баллов
Отлично	A+	98-100
	A	95-97
	A-	90-94
	B+	87-89
Хорошо	B	84-86
	B-	80-83
	C+	77-79
	C	74-76
Удовлетворительно	C-	70-73
	D+	67-69
	D	64-66
	D-	60-63
Неудовлетворительно	E	50-59
	FХ (с возможностью пересдачи)	25-49
	F (без возможности пересдачи)	0-24

## 7. Список литературы

### 7.1 Основная литература

#### В печатном виде

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. - Рекомендовано МО.
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. - Рекомендовано МО.
3. 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. - Рекомендовано МО.
4. 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. - Рекомендовано МО.
5. Примеры и задачи по общей химической технологии : [учебное пособие по химико-технологическим направлениям] / Игнатенков В. И., Бесков В. С. - М., 2006. - 198 с. : ил. - Рекомендовано МО.

### 7.2 Дополнительная литература

#### В печатном виде

1. Краткий справочник физико-химических величин / [сост. : Н. М. Барон, А. М. Пономарева, А. А. Равдель, З. Н. Тимофеева] ; под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. - СПб., 1999. - 231 с. : табл.
2. Кафаров В. В. Принципы создания безотходных химических производств / В. В. Кафаров. - М., 1982. - 287, [1] с. : ил.
3. Раков Э. Г. Нанотрубки и фуллерены : учебное пособие по специальности 210602 "Наноматериалы" / Э. Г. Раков. - М., 2006. - 374 с. : ил.
4. 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.
5. Основы проектирования химических производств : учебник для вузов / В. И. Косинцев [и др.] ; под ред. А. И. Михайличенко. - М., 2008. - 332 с. : ил. - Рекомендовано МО.

#### В электронном виде

1. 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..

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

#### В печатном виде

1. Процесс переработки углеводородсодержащих газов с получением филаментарного углерода и метано-водородной смеси : методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Общая химическая технология" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Г. Г. Кувшинов и др.]. - Новосибирск, 2002. - 67 с. : ил.
2. 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".

## 9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

1. Примерные экзаменационные вопросы (итоговый контроль).
1. Химическая технология как наука.
2. Краткие сведения по истории развития химической технологии.
3. Значение химической технологии и химического машиностроения в промышленности страны.
4. Основные тенденции развития современной химической промышленности.
5. Себестоимость химической продукции и возможные мероприятия по её снижению.
6. Химико-технологический процесс - совокупность операций, позволяющих получить целевой продукт.
7. Основные принципы работы химико-технологического оборудования.
8. Технологические критерии оценки эффективности работы химико-технологического оборудования и реализуемых в нём процессов.
9. Общие принципы работы химико-технологических систем (ХТС).
10. Принцип наилучшего использования сырья.
11. Обогащение твёрдого сырья.
12. Обогащение жидкого и газообразного сырья.
13. Способы увеличения степени использования сырья.
14. Комплексное использование сырья.
15. Уменьшение количества отходов и разработка безотходных производств.
16. Эффективность использования энергии в ХТС.
17. Использование воды и воздуха в качестве сырья химической промышленности.
18. Классификация промышленных загрязнений биосферы.
19. Источники загрязнения атмосферы.
20. Состав, свойства и классификация сточных вод.
21. Очистка промышленных выбросов.
22. Очистка отходящих газов химических производств.
23. Основные направления научно-технического прогресса в области охраны воздушного бассейна.
24. Очистка сточных вод химических производств.
25. Создание водооборотных циклов.
26. Переработка твёрдых отходов.
27. Химическая термодинамика как основа разработки химической технологии.
28. Выход продукта (степень превращения, равновесный выход, фактический выход).
29. Оценка выхода продукта на основе термодинамических расчётов.
30. Повышение эффективности химико-технологического процесса на основе смещения условий равновесия.
31. Химическая кинетика как основа разработки химической технологии.
32. Скорость химико-технологических процессов и основные формулы скорости.
33. Способы увеличения скорости химико-технологических процессов.
34. Теория тепло- и массопереноса как основа разработки химической технологии.
35. Составление материального баланса химико-технологического процесса.
36. Составление энергетического (теплого) баланса химико-технологического процесса.
37. Теория химических реакторов как основа разработки химической технологии.
38. Каталитические процессы и реакторы.
39. Сущность и виды катализа.
40. Свойства твёрдых катализаторов и их приготовление.
41. Энерготехнология и энергосбережение как основа разработки химической технологии.
42. Экологические критерии эффективности химической технологии.
43. Экономические критерии эффективности химической технологии.

44. Системный анализ как основа разработки химической технологии.
45. Постановка общей задачи разработки и создания ХТС.
46. Использование методов и принципов системного исследования при разработке ХТС.
47. Основные понятия и принципы системного подхода.
48. Химическое предприятие как сложная система.
49. Общая стратегия системного исследования; основные этапы создания ХТС.
50. Классификация моделей ХТС.
51. Получение синтез-газа из природного газа (основные стадии, основные процессы конверсии с использованием разных окислителей).
52. Технологическая схема конверсии метана.
53. Основное оборудование, применяемое при конверсии природного газа.
54. Очистка конвертированного газа.
55. Синтез аммиака: физико-химические основы процесса.
56. Технологический процесс синтеза аммиака.
57. Основное оборудование, применяемое в производстве аммиака (на примере агрегата производительностью 1360 тонн/сутки).
58. Производство азотной кислоты: физико-химические основы процесса.
59. Аппаратурное оформление процесса получения слабой азотной кислоты.
60. Производство концентрированной азотной кислоты.
61. Важнейшие нефтепродукты.
62. Первичная переработка нефти.
63. Деструктивная переработка нефти.
64. Механизм термических процессов.
65. Термический крекинг.
66. Пиролиз.
67. Коксование.
68. Термокаталитические процессы переработки нефти.
69. Каталитический крекинг.
70. Каталитический риформинг.
71. Очистка нефтепродуктов.
72. Охрана окружающей среды при нефтепереработке.
73. Основы процессов биотехнологии.

## 2. Примеры ситуационных задач.

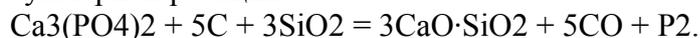
1. Как известно, синтез аммиака из элементов проводится при температуре примерно 500 0С и (чаще всего) при т.н. среднем давлении (порядка 30 МПа). Объяснить, почему именно такие параметры являются оптимальными. Пользуясь уравнением Ларсона и Доджа, приведенном в рекомендуемой литературе (см. п. 7), определить, как изменится равновесное содержание аммиака в газе при температуре 500 0С, если уменьшить давление от 30 до 10 МПа. Интерпретировать полученный результат.

2. Процесс производства извести из известняка описывается уравнением:



В промышленных условиях процесс осуществляется при температуре 1200 - 1300 0С. Пользуясь справочными данными, определить по константе равновесия приведённой выше реакции температуру, при которой давление CO<sub>2</sub> достигает 1 атмосферы и сравнить её с реальной температурой процесса. Интерпретировать полученный результат.

3. Первой стадией процесса производства термической фосфорной кислоты является получение элементарного фосфора в герметичных рудовосстановительных печах по суммарной реакции:



Объяснить необходимость добавления в шихту кварцита (источника SiO<sub>2</sub>). Температура процесса составляет 1400 - 1500 0С. Исходя из необходимости, во-первых, иметь шлак

(CaO·SiO<sub>2</sub>) жидким и, во-вторых, удаления из печи фосфора в газообразном состоянии, объяснить, почему температура процесса должна быть на указанном выше уровне.

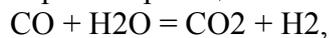
4. Одной из стадий технологического процесса получения серной кислоты является окисление сернистого ангидрида до серного:



Составить материальный и тепловой балансы процесса для следующих исходных данных:

- расход исходного газа 10000 м<sup>3</sup>/час;
- состав исходного газа, %: SO<sub>2</sub> - 8, O<sub>2</sub> - 11, N<sub>2</sub> - 81;
- степень окисления 90%;
- температура газа на входе в реактор 460 0С;
- температура газа на выходе из реактора 570 0С;
- средняя теплоёмкость газа 2,052 кДж/(м<sup>3</sup>·град);
- потери теплоты в окружающую среду составляют 5% от её прихода.

5. Оксид углерода, образовавшийся при конверсии метана, подвергается конверсии водяным паром по реакции:



протекающей с достаточно большой скоростью при температуре 425 - 550 0С на железохромовом катализаторе.

Обоснованно показать влияние повышения давления на процесс. Пользуясь температурной зависимостью константы равновесия, приведенной в справочной литературе, показать, что понижение температуры приводит к увеличению равновесной степени конверсии.