



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки (специальность)
18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы
Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2, 3
Семестр	

Магнитогорск
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиХТ, канд. хим. наук  С.А. Крылова

Рецензент:

ведущий специалист НГЦ ГАДП ПАО ММК, канд. техн. наук

 Е.Н. Степанов

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от 31.08.2020 г. № 1
Зав. кафедрой А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

- развитие у студентов способности проникать в сущность химико-технологических процессов, рассматривать их во взаимосвязи для управления качеством химической продукции, предупреждения и устранения брака, умения грамотно оценивать работу систем экологического управления предприятием, а также при решении других задач будущей профессиональной деятельности.

- формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Общая химическая технология входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Математика

Общая и неорганическая химия

История химии и химической технологии

Введение в направление

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Процессы и аппараты химической технологии

Тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Моделирование химико-технологических процессов

Технология огнеупоров

Массообменные процессы химической технологии

Химические реакторы

Учебно- исследовательская работа студента

Системы управления химико-технологическими процессами

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Общая химическая технология» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
Знать	теоретические основы химии основные законы естественнонаучных дисциплин в процессах химической переработки для понимания технологии производства.

Уметь	использовать знание свойств химических соединений и законы естествен-нонаучных дисциплин для разработки технологии ХТП проводить лабораторные испытания.
Владеть	методами теоретического исследования, методами идентификации хими-ческих веществ, классическими методами химического и физико-химиче-ского анализа.
ПК-1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	
Знать	<input type="checkbox"/> Основные определения и понятия химической технологии; <input type="checkbox"/> общие закономерности химических процессов, основные параметры ХТП; <input type="checkbox"/> основные показатели и методы оценки эффективности химического производства <input type="checkbox"/> основные принципы организации химического производства, его ие-рархической структуры
Уметь	<input type="checkbox"/> Рассчитывать основные характеристики химического процесса с ис-пользованием справочных данных; <input type="checkbox"/> использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач; <input type="checkbox"/> использовать знание свойств химических элементов, соединений и ма-териалов на их основе для решения задач профессиональной деятельно-сти; <input type="checkbox"/> составлять графические модели ХТС, <input type="checkbox"/> выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции <input type="checkbox"/> анализировать условия функционирования системы - ее устойчивость и надежность, безопасность, наличие побочных продуктов и отходов, условия работы и т.п.
Владеть	<input type="checkbox"/> профессиональным языком предметной области знания; <input type="checkbox"/> осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом <input type="checkbox"/> навыками использования технических средств для измерения основ-ных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции <input type="checkbox"/> навыками выполнения основных химико-технологических расчетов
ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	
Знать	<input type="checkbox"/> общие закономерности химических процессов; <input type="checkbox"/> основные показатели и методы оценки эффективности химического производства <input type="checkbox"/> основные принципы организации химического производства, его ие-рархической структуры, <input type="checkbox"/> технологию основных химических производств <input type="checkbox"/> типы химических реакторов и требования к ним, <input type="checkbox"/> способы регулирования технологических показателей химико-технологических процессов

Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> осуществлять поиск, анализ, структурирование информации, обозначать и освещать элементы передовых технологий <input type="checkbox"/> оценивать технологическую эффективность производства; <input type="checkbox"/> обосновывать принятие конкретного технологического решения при организации эффективной работы предприятия; <input type="checkbox"/> выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения <input type="checkbox"/> выполнять расчеты ХТП, составлять материальные и тепловые балансы элементов ХТС <input type="checkbox"/> проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему производства заданного продукта.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> навыками выделения уровней, элементов и взаимосвязей между ними на основе фундаментальных знаний, <input type="checkbox"/> навыками определения комплекса свойств физико-химических систем, положенных в основу химического производства, <input type="checkbox"/> навыками обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, интерпретации полученных результатов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 21,6 акад. часов;
- аудиторная – 18 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,6 акад. часов
- самостоятельная работа – 253,8 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа
- подготовка к зачёту – 3,9 акад. часа

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Основные понятия и определения	2	0,5			6,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию,	Собеседование, тестирование	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Итого по разделу		0,5			6,4			
2. Сырьевая и энергетическая подсистемы ХТС								
2.1 Сырьевая база химической промышленности.	2	0,25	2/И		17	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
2.2 Энергетическая база химической промышленности		0,25			16	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Итого по разделу		0,5	2/И		33			

3. Общие закономерности химических процессов								
3.1 Термодинамика химических превращений	2	0,5	1/ИИ		20	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
3.2 Кинетика ХТП		1	1/ИИ		36	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Итого по разделу		1,5	2/ИИ		56			
4. Химико-технологические системы (ХТС)								
4.1 Модели ХТС. Типы технологических связей	2	0,5			14	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
4.2 Расчет ХТС. Материальный и тепловой балансы		1			22	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №1	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №1	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Итого по разделу		1,5			36			
Итого за семестр		4	4/ИИ		131,4		зачёт	
5. Промышленный катализ								

5.1 Каталитические системы.	3	0,5			19	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Итого по разделу		0,5			19			
6. Важнейшие промышленные химические производства								
6.1 Производство аммиака. Очистка природного газа от сернистых соединений	3	2		2/2И	25	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №2	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
6.2 Производство неорганических кислот		1,5			45	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №2	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
6.3 Производство солей и минеральных удобрений			2/2И	2/2И	33,4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к собеседованию, тестированию, Выполнение домашней контрольной работы №2	Собеседование, тестирование Домашняя контрольная работа №2	ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Итого по разделу		3,5	2/2И	4/4И	103,4			
Итого за семестр		4	2/2И	4/4И	122,4		экзамен	
7. Зачет								
7.1 Зачет	2							ОПК-1, ПК-1, ПК-4
Итого по разделу								
Итого за семестр		4	4/4И		131,4		зачёт	
Итого по дисциплине		8	6/6И	4/4И	253,8		зачет, экзамен	ОПК-1,ПК-1,ПК-4

5 Образовательные технологии

Проектирование обучения строится на основе следующих принципов:

- Обучение на основе интеграции с наукой и производством.
- Профессионально-творческая направленность обучения.
- Ориентированность обучения на личность.
- Ориентированность обучения на развитие опыта самообразовательной деятельности будущего специалиста.

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Химические реакторы» используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии: информационная лекция и практические занятия.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии: лекция-визуализация. Практическое занятие в форме презентации – представление результатов с использованием специализированных программных сред.

3. Информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. При самостоятельном изучении литературы применение современных информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

4. Деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при разборе конкретных ситуаций, основанных на практических примерах, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

5. Развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

6. Интерактивные технологии: коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе. Изложение проблем и их совместное решение.

7. Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи : учебное пособие для академического бакалавриата / В. И. Игнатенков. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 195 с. — (Бакалавр.Академический курс). — ISBN 978-5-534-09222-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. —

[URL:https://urait.ru/viewer/obschaya-himicheskaya-tehnologiya-teoriya-primery-zadachi-450986#page/1](https://urait.ru/viewer/obschaya-himicheskaya-tehnologiya-teoriya-primery-zadachi-450986#page/1)

2. Смирнов, А. Н. Теоретические основы химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3515.pdf&show=dcatalogues/1/1514321/3515.pdf&view=true> .

б) Дополнительная литература:

1. Загкейм, А. Ю. Загкейм А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Загкейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/468690>

2. Кошелева, М. К. Общая химическая технология в примерах, лабораторных работах, задачах и тестах : учебное пособие / М. К. Кошелева. — 2-е изд., перераб. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 210 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-014977-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013714> .

3. Смирнов, А. Н. Производство химических продуктов : учебное пособие. Ч. 1 / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3663.pdf&show=dcatalogues/1/1526324/3663.pdf&view=true> .

4. Смирнов, А. Н. Гетерогенные химические процессы : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=67.pdf&show=dcatalogues/1/1130046/67.pdf&view=true> .

5. Смирнов, А. Н. Химические реакторы. Гомогенный изотермический процесс : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=70.pdf&show=dcatalogues/1/1130345/70.pdf&view=true> .

6. Крылова, С. А. Общая химическая технология : учебное пособие / С. А. Крылова, Р. Н. Абдрахманов, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=26.pdf&show=dcatalogues/1/1139098/26.pdf&view=true> .

7. Крылова, С. А. Введение в анализ и синтез химико-технологических систем : учебное пособие / С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=25.pdf&show=dcatalogues/1/1131464/25.pdf&view=true> .

в) Методические указания:

1. Крылова, С. А. Лабораторный практикум по общей химической технологии : учебное пособие / С. А. Крылова, З. И. Костина, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3627.pdf&show=dcatalogues/1/1121367/3627.pdf&view=true> .

2. Понурко, И. В. Получение и свойства стекловидных фосфатных композиций : практи-кум / И. В. Понурко, С. А. Крылова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 элек-трон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3680.pdf&show=dcatalogues/1/1527102/3680.pdf&view=true> .

3. Теоретические основы химической технологии: учеб. пособие /А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 61 с. - Текст :непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, учебные столы, стулья

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

Химическая лаборатория.

Химическая посуда, реактивы, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, Весы электронные лабораторные ВК-300, Низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, электропечь сопротивления камерная лабораторная СНОЛ 10/10, магнитные мешалки, эл. Плитки.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

Лаборатория технологии топлива

Аквадистиллятор, Аппарат Сапожникова с компьютером, пластометрический аппарат, для определения спекаемости ТГИ, Весы лаборат.квадратные ВЛКТ-500, Электрофотокориметр КФК-3-01, Шкаф сушильный, Дилатометр ИГИ-ДМетИ, учебные коллекции по образованию ТГИ и продуктов их переработки;

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи для хранения оборудования

Методическая литература для учебных занятий

Химическая посуда

Инструменты для ремонта и профилактического обслуживания учебного оборудования

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примеры расчетных заданий:

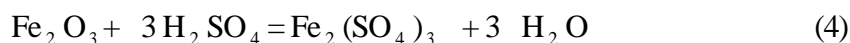
Расчет расходных коэффициентов

Пример 1. Рассчитать расход ильменитовой руды и серной кислоты для получения 1 т TiO_2 , если содержание титана в руде составляет 24,3% (масс.), а степень разложения FeTiO_3 и Fe_2O_3 89%. В производстве применяется 80% серная кислота с 50% избытком от теоретического.

Решение: Получение TiO_2 идет по следующим реакциям:



Fe_2O_3 также реагирует с H_2SO_4 (побочная реакция):



Найдем содержание Ti в чистом ильмените:

$$1 \text{ моль } \text{FeTiO}_3 - 1 \text{ моль Ti}$$

$$\text{или } 152 \text{ кг } \text{FeTiO}_3 - 48 \text{ кг Ti}$$

$$\omega(\text{Ti}) = \frac{48}{152} 100 = 31,5\%$$

По условию содержание Ti в руде составляет 24,3%.

Найдем содержание FeTiO_3 в руде:

$$31,5 - 100\%$$

$$24,3 - x, \quad x = 78\%$$

Значит, Fe_2O_3 в руде содержится $100 - 78 = 22\%$.

Расход FeTiO_3 для получения 1 т TiO_2 по реакциям (1) - (3) составляет:

$$1 \text{ кмоль } \text{FeTiO}_3 - 1 \text{ кмоль } \text{TiO}_2$$

$$152 \text{ кг FeTiO}_3 - 80 \text{ кг TiO}_2$$

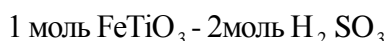
$$x - 1000 \text{ кг}, \quad x = 1900 \text{ кг},$$

С учетом степени разложения: $1900: 0,89 = 2130 \text{ кг}$,

с учетом состава руды: $2130: 0,78 = 2731 \text{ кг}$.

Расход H_2SO_4 :

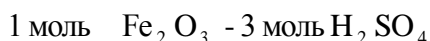
- по реакции (1):



$$152 \text{ кг} \quad - \quad 2 \cdot 196 \text{ кг}$$

$$1900 \text{ кг} \quad - \quad x, \quad x = 2450 \text{ кг}$$

- по реакции (4):



$$160 \text{ кг} \quad - \quad 294 \text{ кг}$$

$$(2731 \cdot 0,22) \text{ кг} \quad - \quad x, \quad x = 1104 \text{ кг}$$

Всего $2450 + 1104 = 3554 \text{ кг}$.

С учетом 50%-го избытка от теоретического:

$$3554 \cdot 1,5 = 5331 \text{ кг}.$$

С учетом 80% концентрации:

$$5331: 0,8 = 6664 \text{ кг}$$

Ответ: руды 2731 кг, кислоты 6664 кг.

Термодинамика и кинетика ХТП

1. Для реакции $A = C + 2D$ рассчитайте состав реакционной смеси, если начальное количество реагента $A - 30$ моль, а степень его превращения $- 0,8$.

Для реакции $C_2H_4 + H_2O \Leftrightarrow C_2H_5OH$ определите возможность протекания в прямом направлении и константу равновесия при стандартных условиях и при температуре 700 К (воспользовавшись уравнением Темкина-Шварцмана).

2. При синтезе аммиака газ, выходящий из колонны, имеет состав (об.%): $\text{NH}_3 - 17,0$; $\text{N}_2 - 11,0$; $\text{H}_2 - 72,0$. Рассчитать соотношение $\text{N}_2 : \text{H}_2$ в исходной смеси.

3. Для элементарной реакции $H_{2(z)} + Ar_{(z)} \rightarrow 2H_{(z)} + Ar_{(z)}$,

константа скорости при 3000 К равна $2,2 \cdot 10^4$ л·моль⁻¹·с⁻¹. Концентрации реагентов равны, моль/л: водорода - $4,1 \cdot 10^{-3}$, аргона - $4,1 \cdot 10^{-4}$. При какой концентрации аргона скорость реакции увеличится в 2 раза?

4. Некоторая химическая реакция протекающая без катализатора имеет энергию активации $E_1 = 5 \cdot 10^4$ кДж/моль и константу скорости k_1 при температуре 500 °С. В присутствии катализатора при этой же температуре энергия активации составила $E_2 = 3,5 \cdot 10^4$ кДж/моль, а константа скорости k_2 . Определите:

а) во сколько раз увеличится скорость каталитической реакции по сравнению с некаталитической при тех же условиях?

б) при какой температуре каталитическая реакция будет протекать с такой же скоростью, что и некаталитическая при 500 °С.

Составление материального баланса

Пример 2. Составить материальный баланс окисления аммиака (на 1 т азотной кислоты). Степень окисления NH_3 до NO - 0,97; до N_2 - 0,03; NO до NO_2 - 1,00. Степень абсорбции 0,92.

Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси 7,13% (масс.). Воздух насыщен парами воды при 30°С. Относительная влажность 80%.

Тепловые расчеты. Составление теплового баланса

Пример 3. При обжиге шихты, содержащей 10т известняка и кокс определить:

а) расход кокса состава (масс.%): С - 91; зола – 7; влага – 2;

б) состав обжиговых газов (об.%); в) тепловой эффект реакции обжига. Степень разложения при обжиге известняка 95%. Воздух подается с 40% избытком.

Пример 4. Смешали 2кг 20%-го раствора серной кислоты и 3 кг 12%-го раствора $NaOH$.

Определить температуру раствора после смешения, если первоначальная температура кислоты и щелочи 20°С, потери тепла в окружающую среду 1%.

Пример 5. Составить тепловой баланс реактора для получения водорода каталитической конверсией метана. Состав исходной газовой смеси (м³): CH_4 - 97,8; H_2O - 250,0. Потери теплоты составляют 4% от прихода. Температура смеси на входе в реактор - 380°С, на выходе 800°С.

С примерами выполнения расчетных заданий можно ознакомиться по учебным пособиям

1. Общая химическая технология: учеб. пособие / С.А Крылова, Р.Н. Абдрахманов, И.В. Понурко. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. 87 с.

Общая химическая технология : учебное пособие / С. А. Крылова, Р. Н. Абдрахманов, И. В. Понурко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:
<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=26.pdf&show=dcatalogues/1/1139098/26.pdf&view=true> . - Макрообъект.

2. Теоретические основы химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. 2,81 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ», 2018. ISBN 978-5-9967-1095-9.

Теоретические основы химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Смирнов, С. А. Крылова, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа:
<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3515.pdf&show=dcatalogues/1/1514321/3515.pdf&view=true> . - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1095-9.

3. Теоретические основы химической технологии [Текст]: учеб. пособие /А.Н. Смирнов, С.А. Крылова, В.И. Сысоев. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 61 с.

При изучении технологии основных химических продуктов должны быть рассмотрены следующие вопросы:

- свойства получаемого продукта, его народнохозяйственное значение, масштабы производства
- источники и характеристика перерабатываемого сырья;
- промышленные способы получения
- физико-химические основы процесса (степень превращения, стехиометрические и кинетические закономерности)
- основные технологические параметры процесса
- обоснование выбора технологической схемы и ее подробное описание;
- аппаратурные решения отдельных узлов в рассматриваемом производстве
- отходы производства, возможности их использования или утилизации, решение проблем экологической безопасности производства.

Примеры тестовых заданий

1. Что является объектом исследования химической технологии
 - а. химическое производство
 - б. кинетика химических реакций
 - в. основные процессы химического производства
 - г. термодинамика химических реакций
2. Выражение для интенсивности *I* аппарата (П- производительность, G – количество продукта, V – объем аппарата, t – время):
 - а. $I = \frac{P}{V}$
 - б. $I = \frac{G \cdot t}{V}$

в. $I = \Pi \cdot V$

г. $I = G / (V + t)$

д. $I = V / \Pi$

3. Что выражает уравнение $x_A = (n_{A0} - n_A) / n_{A0}$

- а) селективность
- б) степень превращения
- в) концентрацию компонентов
- г) выход продукта

4. Что представляет собой выражение

$$\Delta C_p = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2 + \dots :$$

- а) алгебраические суммы коэффициентов температурного ряда теплоемкостей
- б) алгебраические суммы стехиометрических коэффициентов
- в) изменение количества веществ А, В, С в реакции
- г) изменение теплоемкостей веществ А, В, С

5. Увеличение выхода продукта может быть достигнуто путем:

- а) циркуляции побочных веществ в зоне реакции
- б) установления равновесия в системе
- в) отвода исходных реагентов из реакционной зоны
- г) отвода продуктов реакции из реакционной зоны
- д) изменения плотности реакционной массы

6. Стехиометрическое уравнение химического превращения показывает:

- а) направление химических превращений;
- б) тип химического взаимодействия реагирующих веществ;
- в) соотношение количества веществ, вступающих в химическое взаимодействие;
- г) механизм реакции.

7. Какое выражение является кинетическим уравнением простой обратимой реакции:

а) $r = k_1 C_A - k_1 C_R$

б) $r = 0$

в) $r = kC^n$

$$\text{г) } r = k_1 C_{A0} (1-x) - k_2 C_{A0}$$

8. Как влияет уменьшение времени проведения процесса на селективность по R для схемы $A \rightarrow R \rightarrow S$:

- а) сначала увеличивается, затем уменьшается
- б) не влияет
- в) понижает
- г) повышает

9. В каком случае при проведении реакции по схеме $A \rightarrow R, A \rightarrow B$ повышение температуры благоприятно для селективности по R

- а) $E_1 > E_2$
- б) $E_1 = E_2$
- в) $E_1 < E_2$
- г) $E_1 = 0$

10. Какие факторы не способствуют интенсификации процесса в системе газ (жидкость) – твердое:

- а) увеличение концентрации компонентов в газе
- б) дробление частиц
- в) понижение скорости газового потока
- г) увеличение температуры

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

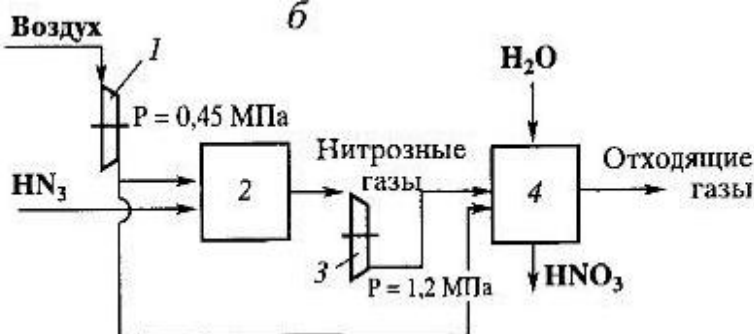
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
Знать	теоретические основы химии основные законы естественнонаучных дисциплин в процессах химической переработки для понимания технологии производства.	Сформулировать законы сохранения массы и энергии написать формулу Менделеева-Клапейрона, дать к ней пояснения сформулировать принцип Ле-Шателье, закон действующих масс
Уметь	использовать знание свойств химических соединений и законы естественнонаучных дисциплин для разработки технологии ХТП проводить лабораторные испытания.	<p>Практические задания:</p> <p>Используя принцип Ле-Шателье предложите способы увеличения равновесной степени превращения при протекании реакций</p> $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_p; \quad \text{C}_4\text{H}_{10} = \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 - Q_p.$ <p>Напишите выражение для константы равновесия.</p> <p>Какой объем занимает кислород массой 8 г при 28 °С и давлении 744 мм рт. ст.?</p> <p>Выполнить определение железа (3) в растворе.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	методами теоретического исследования, методами идентификации химических веществ, классическими методами химического и физико- химического анализа.	<p>Задания на решение задач из профессиональной области:</p> <p>– Определить принципиальную возможность протекания реакции</p> $CO_{2(g)} + 4H_{2(g)} \leftrightarrow CH_{4(g)} + 2H_2O_{(g)}$ <p style="text-align: center;">– 394,4 0 – 50,8 – 228,4 кДж/ моль</p> <p>при стандартных условиях (T=298 К). Значения ΔG^0_{298} всех участников реакции приведены под уравнением.</p> <p>– провести качественные реакции на обнаружение ионов железа (2) и железа (3) в растворе</p> <p>Рассчитать константу равновесия (при 298 К) реакций и оценить равновесный выход продукта:</p> <p>а) $1,5H_{2(g)} + 0,5N_{2(g)} \leftrightarrow NH_{3(g)}$</p> <p>б) $0,5H_{2(g)} + 1,5N_{2(g)} \leftrightarrow N_3H_{(g)}$</p> <p>При решении для расчета стандартной энергии Гиббса реакции использовать справочные таблицы.</p> <p>– предложить метод определения жесткости воды и описать его сущность.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-1 способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – Основные определения и понятия химической технологии; – общие закономерности химических процессов, основные параметры ХТП; – основные показатели и методы оценки эффективности химического производства – основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры 	<p>Теоретические вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Химическое производство. Иерархическая организация процессов в химическом производстве: молекулярный уровень, уровень малого объема, уровень потока, уровень реактора, уровень системы. Материальные объекты в химическом производстве: сырье, промежуточный продукт, побочный продукт, отходы хим. Производства. 2. Классификация основных процессов химической технологии. Гидромеханические, массообменные (диффузионные), тепловые, химические и механические процессы. 3. Химико-технологический процесс. Классификация ХТП . Лимитирующие стадии. Процессы, протекающие в кинетической, диффузионной и переходной областях. 4. Критерии эффективности хим.производства и ХТП: технические, экономические; социальные. Современные требования к химическому производству. 5. Сырьевая база химической промышленности. Классификация сырья. Обогащение сырья. Принципы обогащения твердого сырья. Вторичные материальные ресурсы. 6. Вода в химической промышленности. Классификация природных вод. Показатели качества воды. Промышленная водоподготовка. Основные операции по очистке воды. Методы очистки сточных вод. Водооборотные циклы 7. Энергетическая база химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Энергия в химическом производстве. Химическое топливо. Состав. Энергетические характеристики: теплота сгорания, жаропродуктивность. Энерготехнология. Энерготехнологические схемы производства. 8. Направление химических реакций. Изменение энергии Гиббса в ходе реакции. Уравнение изотермы Вант- Гоффа. Основные задачи технологических расчетов на

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>основании термодинамических закономерностей химических превращений.</p> <p>9. Общие закономерности химических процессов. Равновесие в технологических процессах. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения равновесия. Степень превращения сырья. выход продуктов.</p> <p>10. Скорость химико-технологических процессов. Кинетическая и диффузионная области технологических процессов. Способы увеличения скорости процесса.</p> <p>11. Факторы, определяющие скорость химико-технических процессов, протекающих в гомо- и гетерогенных средах. Роль концентрации реагентов, температуры, давления и обновления поверхности реагирующих фаз на скорость протекания технологических процессов.</p> <p>12. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Кинетика элементарных (одностадийных) и неэлементарных (сложных) химических реакций. Кинетическое уравнение. Константа (коэффициент) скорости. Частный и общий порядок реакции (для элементарных и формально простых реакций). Дифференциальная селективность.</p> <p>13. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализаторы. Промышленный катализ. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Контактные массы. Их состав.</p> <p>14. Технологические приемы ускорения (замедления) реакций. Экономические и технологические факторы, ограничивающие применение высоких температур и давлений как средств регулирования скорости ХТП.</p>
Уметь	<p>– Рассчитывать основные характеристики химического процесса с использованием справочных данных;</p> <p>– использовать современные информационные технологии для решения профессиональных задач;</p>	<p>Практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычислите временную жесткость воды, зная, что в 250 л ее содержится 202,5 г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. 2. Рассчитайте массу и объем сухого воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг угля с массовой долей: С -0,862, H_2 – 0,046, N_2– 0,012, влаги -0,010, золы – 0,070. 3. Составьте химическую и функциональную схемы производства разбавленной азотной

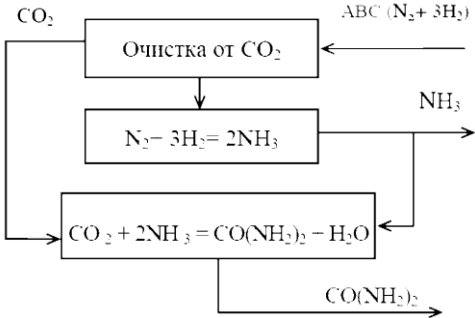
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none"> – использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности; – составлять графические модели ХТС, – выбирать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции – анализировать условия функционирования системы - ее устойчивость и надежность, безопасность, наличие побочных продуктов и отходов, условия работы и т.п. 	<p>кислоты. Определите условия синтеза.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Составьте химическую и функциональную схемы производства аммиачной селитры. Как используется теплота нейтрализации в процессе? 5. Энтальпия реакции нейтрализации аммиака 52,5%-ной азотной кислотой $\Delta H = -106,09$ кДж/моль. Определите, сколько воды может испариться за счет теплоты реакции нейтрализации 212,5кг аммиака. Энтальпия парообразования воды $\Delta H = -2684$ кДж/кг. 6. Определить расход сырья (поваренная соль, купоросное масло) для производства 1 т сульфата натрия (в расчете на чистый Na_2SO_4). Содержание основных компонентов в сырье, % (масс): $NaCl$ - 96,0; H_2SO_4 - 93,0. Степень разложения $NaCl$ (масс доли) - 0,9. Уравнение реакции $H_2SO_4 + 2NaCl_{(мс)} = Na_2SO_4 + 2HCl \uparrow$
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – профессиональным языком предметной области знания; – осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом – навыками использования технических средств для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции – навыками выполнения основных химико-технологических расчетов 	<p>Задания на решение задач из профессиональной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Составьте кинетические уравнения сложных реакций по каждому из веществ, участвующих в реакции, протекающей по схеме $A + B \xrightarrow{k_1} P + C$ $A + P \xrightarrow{k_2} C + D$ 2. Сформулировать основные принципы и методы обогащения минерального сырья. 3. Какие преимущества имеет схема производства азотной кислоты при двух давлениях (рис.) по сравнению со схемой при едином давлении?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p>4. Определить расход технического карбида кальция, для получения 200 л ацетилена по реакции $CaC_2 + H_2O = CaO + H_2C_2$. Содержание CaC_2 в техн.карбиде, % (масс)- 82; Степень разложения CaC_2 95% .</p> <p>Сформулируйте основной круг задач, решаемых в химической технологии при выборе технологического режима на основании законов химической термодинамики.</p>
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – общие закономерности химических процессов; – основные показатели и методы оценки эффективности химического производства – основные принципы организации химического производства, его 	<p>Теоретические вопросы:</p> <p>15. Основные технологические характеристики твердых катализаторов: активность, температура зажигания, селективность, пористость, устойчивость к контактными ядам.</p> <p>16. Особенности аппаратного оформления каталитических процессов. Контактные аппараты (КА). Классификация их по состоянию катализатора и режиму его движения. Показатели работы КА: время контакта, объемная скорость, удельная</p>

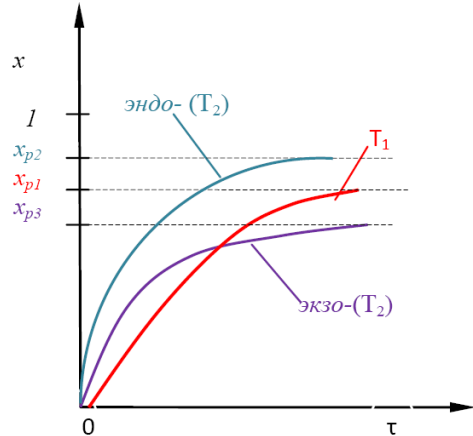
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>иерархической структуры,</p> <ul style="list-style-type: none"> – технологию основных химических производств – типы химических реакторов и требования к ним, – способы регулирования технологических показателей химико-технологических процессов 	<p>производительность.</p> <p>17. Промышленные химические реакторы. Классификация химических реакторов: по способу организации процесса; по характеру теплового режима; по характеру движения компонентов. Сравнение эффективности работы реакторов идеального вытеснения и идеального смешения.</p> <p>18. Химико-технологические системы (ХТС). Структура ХТС. Классификация моделей ХТС.</p> <p>19. Типы технологических связей между элементами химико-технологической системы, их назначение, привести примеры для конкретных производств.</p> <p>20. Материальный баланс. Принципы составления материального баланса химико-технологического процесса. Энергетический (тепловой) баланс. Принцип его составления.</p> <p>21. Промышленные способы производства водорода.</p> <p>22. Производство водорода каталитической конверсией метана природного газа с водяным паром. Какими соображениями руководствуются при выборе схемы и условий процесса конверсии(давление, температура, состав реакционной смеси)?</p> <p>23. Очистка природного газа от сернистых соединений. Приведите схему сероочистки.</p> <p>24. Синтез аммиака из азота и водорода. Условия синтеза. Функциональная схема синтеза.</p> <p>25. Очистка от СО и СО₂ после конверсии природного газа. Почему возникает ее необходимость? Способы и режимы очистки.</p> <p>26. Производство разбавленной азотной кислоты. Условия синтеза. Химическая и функциональная схема производства.</p> <p>27. Производство концентрированной азотной кислоты. Прямой (нитроолеумный) метод</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>производства концентрированной азотной кислоты.</p> <p>28. Производство серной кислоты контактным методом. Основные стадии процесса и условия их проведения. Преимущество печей КС (кипящего слоя) при осуществлении процесса обжига колчедана перед процессом в полочной печи.</p> <p>29. Абсорбция триоксида серы в производстве серно кислоты. Анализ диаграммы температура кипения – состав $H_2O-H_2SO_4-SO_3$. Схема абсорбции.</p> <p>30. Электротермическое получение элементарного фосфора и термической фосфорной кислоты. Химическая и функциональная схема производства.</p> <p>31. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Дегидратный, полигидратный и ангидритный способы разложения. Химическая и функциональная схема производства.</p> <p>32. Производство аммиачной селитры. Физико-химические основы и технологическая схема производства . Использование теплоты нейтрализации.</p> <p>33. Производство карбамида. Сырье. Химическая и функциональная схема производства. Условия.</p> <p>34. Производство аммофоса. Сырье. Химическая и функциональная схема производства. Условия.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – осуществлять поиск, анализ, структурирование информации, обозначать и освещать элементы передовых технологий – оценивать технологическую эффективность производства; – обосновывать принятие конкретного технологического решения при организации эффективной работы 	<p>Практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Предложить технологические методы ускорения (замедления) конкретной химической реакции. 2. Составьте функциональную и операторную схему процесса получения водорода конверсией метана. Выделите подсистему (на выбор), определите критерии ее эффективности. 3. Производство аммиака из природного газа можно представить химической схемой: $CH_4 + 2H_2O = CO_2 + 4H_2$

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства		
	<p>предприятия;</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения – выполнять расчеты ХТП, составлять материальные и тепловые балансы элементов ХТС – проводить анализ различных вариантов технологического процесса, прогнозировать последствия; выбирать рациональную схему производства заданного продукта. 	<p style="text-align: center;">$3H_2 + N_2 = 2NH_3$</p> <p>или суммарным уравнением $3CH_4 + 6H_2O + 4N_2 = 3CO_2 + 8NH_3$.</p> <p>Теоретически на производство 1т NH_3 необходимо затратить 494 м³ природного газа (метана). Реальный расходный коэффициент составляет более 1000 м³/1т NH_3. Назовите возможные причины дополнительного расхода природного газа.</p> <p>4. Составить материальный и тепловой балансы процесса сжигания 1 т серосодержащего сырья кислородом воздуха. Сырье содержит, (мас. доли): S - 0,99, H_2O - 0,06, зола – 0,04.</p> <p>5. Суммарное стехиометрическое уравнение последовательного получения HNO_3 из аммиака описывается уравнением $4NH_3 + 8O_2 = 4HNO_3 + 4H_2O$. Теоретически для получения одной тонны 100% - ной HNO_3 необходимо взять 270 кг аммиака. Реальный расход аммиака составляет 290 кг. Назовите основные причины различий между теоретическим и реальным расходными коэффициентами.</p> <p>6. Составить материальный и тепловой баланс окисления аммиака (в расчете на 1т 60 % азотной кислоты), протекающего по реакции $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O + 904,8 \text{ кДж/ моль}$ с учетом побочной реакции $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O + 1267,0 \text{ кДж/ моль}$</p> <p>7. Тепловым расчетом определить температуру, до которой необходимо нагреть аммиачно-воздушную смесь, чтобы процесс окисления аммиака протекал автотермично. Данные для расчета:</p> <table border="1" data-bbox="936 1326 2161 1409"> <tr> <td data-bbox="936 1326 1917 1409">Степень превращения NH_3 в NO ,%</td> <td data-bbox="1917 1326 2161 1409">8. 96,0</td> </tr> </table>	Степень превращения NH_3 в NO ,%	8. 96,0
Степень превращения NH_3 в NO ,%	8. 96,0			

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства								
		<table border="1" data-bbox="936 389 2166 675"> <tr> <td data-bbox="936 389 1917 461">Степень абсорбции, %</td> <td data-bbox="1917 389 2166 461">9. 96,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="936 461 1917 533">Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси, % (масс.).</td> <td data-bbox="1917 461 2166 533">10. 10,0</td> </tr> <tr> <td data-bbox="936 533 1917 604">Температура конверсии, °С:</td> <td data-bbox="1917 533 2166 604">11. 800</td> </tr> <tr> <td data-bbox="936 604 1917 675">Теплопотери в окружающую среду, % от прихода теплоты</td> <td data-bbox="1917 604 2166 675">12. 5</td> </tr> </table> <p data-bbox="994 746 2166 818">8. Какое комбинированное производство может соответствовать представленной схеме?</p>  <p data-bbox="936 1358 2166 1393">9. Обосновать необходимость использования нейтрализатора в синтезе нитрата аммония.</p>	Степень абсорбции, %	9. 96,5	Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси, % (масс.).	10. 10,0	Температура конверсии, °С:	11. 800	Теплопотери в окружающую среду, % от прихода теплоты	12. 5
Степень абсорбции, %	9. 96,5									
Содержание аммиака в сухой аммиачно – воздушной смеси, % (масс.).	10. 10,0									
Температура конверсии, °С:	11. 800									
Теплопотери в окружающую среду, % от прихода теплоты	12. 5									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками выделения уровней, элементов и взаимосвязей между ними на основе фундаментальных знаний, – навыками определения комплекса свойств физико-химических систем, положенных в основу химического производства, – навыками обработки и анализа данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях, интерпретации полученных результатов 	<p>Задания на решение задач из профессиональной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Составьте химическую и функциональную схемы производства серной кислоты контактным методом. Выделите подсистему абсорбции. Определите критерии эффективности и факторы, влияющие на них. 2. Как влияет давление на сажеобразование в реакции $\text{CO} + \text{H}_2 = \text{C}_{\text{тв}} + \text{H}_2\text{O}$? 3. Какими способами можно увеличить равновесное превращение при протекании реакций <div style="margin-left: 20px;"> $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_p$ $\text{C}_4\text{H}_{10} = \text{C}_4\text{H}_8 + \text{H}_2 - Q_p$ </div> <p>а. Напишите выражение для константы равновесия.</p> 4. Процесс осуществляется с протеканием простой обратимой реакции первого <div style="margin-left: 20px;"> $\text{A} \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} \text{R}$ </div> <p>Зависимость <i>степени превращения</i> $x(\tau)$ при температурах T_1 и $T_2 > T_1$ для эндотермической и экзотермической реакций в реакторе ИВ (или ИС-п) представлена на рис.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 <p data-bbox="1055 858 2168 922">штриховыми линиями показаны равновесные степени превращения x_p для тех же условий</p> <p data-bbox="1055 938 2168 1054">Какой температурный режим будет оптимальным для обеспечения максимальной интенсивности процесса с экзотермической и эндотермической реакцией?</p> <p data-bbox="1010 1134 2168 1204">5. Обоснуйте выбор условий процесса конверсии метана водяным паром (давление, температура, состав реакционной смеси).</p>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Общая химическая технология» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета (3 семестр) и экзамена (4 семестр).

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам из списка, доведенного до сведения студентов, вопрос может содержать небольшое практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– оценку **«зачтено»** студент получает, если может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач, может дать оценку предложенной ситуации.

– оценку **«незачтено»** студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, дать оценку предложенной ситуации.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять;
- последовательное, правильное выполнение всех практических заданий;
- умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций:

- дается комплексная оценка предложенной ситуации;
- демонстрируются достаточные знания теоретического материала и умение их применять; но допускаются незначительные ошибки, неточности
- выполнение всех практических заданий; возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя;

- затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций:

- затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации;
- неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя;
- выполнение заданий при подсказке преподавателя;
- затруднения в формулировке выводов.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач неправильная оценка предложенной ситуации;