Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:10:45
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e576551a8999b1390892af53989420420336ffbf573a434a57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

_____ И.А. Трофимцова
«28» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки
04.03.01 ХИМИЯ

Профиль
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры химии
(протокол № 9 от «28» июня 2023 г.)

Благовещенск 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА …….	3
2	УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ……	4
3	СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) ……	8
4	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ …….	16
5	ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ…….	18
6	ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА……	23
7	ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ……..	51
8	ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ……	51
9	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ……	51
10	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА…….	52
11	ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ……..	54

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Цель дисциплины: познакомить студентов с современными технологиями производства неорганических и органических веществ, с основными направлениями развития мировой химической технологии, освоить и отработать навыки студентов в моделировании химико-технологических производств.

1.2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Химическая технология» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 (Б1.О.20).

Для освоения дисциплины «Химическая технология» студенты используют знания, умения, навыки, сформированные за время обучения на младших курсах университета.

Дисциплина «Химическая технология» тесно связана с другими дисциплинами: общей и неорганической химией, физической химией, органической, аналитической химией. Преподавание этих дисциплин должно базироваться на знании законов химии и закономерностей протекания химических реакций.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-2; ОПК-1, ОПК-2:

– **УК-2.** Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, **индикаторами** достижения которой является:

- УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними
- УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта
- УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм
- УК-2.4 Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач
- УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
- ОПК-1.2 Предлагает интепретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.
- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

- **ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.
- ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик.
- ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.
- ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен:

– **Знать:**

• теоретические основы базовых химических дисциплин;

• стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;

• круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений в основных научных принципах и закономерностях химической технологии;

– **Уметь:**

• решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам; выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин;

• проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам;

• определять круг задач в рамках поставленной цели, определять связи между ними в области комплексной переработки полезных ископаемых. Основные экологические проблемы, возникающие при этом;

– **Владеть:**

• навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам;

• базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;

• навыками планирования реализации задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм в основных химических производствах.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Химическая технология» составляет 5 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (180 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5
Общая трудоемкость	180	180
Аудиторные занятия	86	86
Лекции	34	34
Лабораторные работы	42	42
Практические занятия	10	10
Самостоятельная работа	58	58
Вид итогового контроля:		зачет
	36	экзамен

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	
I. Введение. Основные научные принципы и закономерности химической технологии						
1.	Введение Предмет химической технологии, его значение. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Основные принципы химических производств.	4	2			2
2.	Лабораторная работа 1: Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Типовые расчеты в химической технологии. Расчёт материального и энергетического баланса.	4		2		2
3.	Основные научные принципы и закономерности химической технологии Химико-технологический процесс. Процессы и аппараты химического производства. Технологические схемы производства. Каталитические процессы и аппараты в химическом производстве.	4	2			2
4.	Практическое занятие 1: Химико-технологический процесс. Технологические схемы производства.	2			2	
5.	Лабораторная работа 2: Приготовление рабочих растворов	6		4		2
6.	Сырье Виды сырья. Комплексное использование сырья и комбинирование предприятий. Подготовка и обогащение сырья.	4	2			2
7.	Энергия Виды, источники энергии. Рациональное использование энергии. Новые виды энергии в химической промышленности.	4	2			2
8.	Вода Значение воды в промышленности и в быту. Промышленная водоподготовка. Оборотное водоснабжение. Очистка промышленных сточных вод.	4	2			2
9.	Лабораторная работа 3: Определение жёсткости воды и её умягчение	6		4		2
10.	Контрольная работа: (Материальный баланс; сырьё; вода).	2				2
II. Основные химические производства						

1.	Серная кислота Свойства серной кислоты, сырье для ее производства. Способы получения серной кислоты. Производство серной кислоты	4	2			2
2.	Практическое занятие 2: Производство серной кислоты	2			2	
3.	Лабораторная работа 4: Получение серной кислоты контактным способом.	6		4		2
4.	Технология связанного азота Методы связывания азота. Аммиак. Производство водорода и азотоводородной смеси для синтеза аммиака. Установки и технологические схемы синтеза аммиака.	4	2			2
5.	Азотная кислота. Сырье. Физико-химические основы производства азотной кислоты. Прямой синтез азотной кислоты.	4	2			2
6.	Лабораторная работа 5: Получение аммиака из азота воздуха и водорода	6		4		2
	Лабораторная работа 6: Получение аммонийной селитры	6		4		2
7.	Минеральные удобрения Производство азотных, фосфорных и калийных удобрений.	4	2			2
8.	Электрохимическое производство Электролиз водных растворов и расплавов. Получение алюминия из глинозема. Производство меди. Антикоррозионные покрытия.	4	2			2
9.	Лабораторная работа 7: Получение никелевого покрытия электрохимическим способом	6		4		2
10.	Классификация металлов, значение их для народного хозяйства. Общие способы получения металлов. Сырье в металлургии. Сплавы. Производство цветных металлов	3	2			1
11.	Производство чугуна и стали	3	2			1
12.	Практическое занятие 3: Металлургическое производство	2			2	
13.	Силикатная промышленность Классификация силикатных изделий. Производство керамики, стекла, цемента: химические процессы и технологические схемы производства.	4	2			2
14.	Лабораторная работа 8: Получение легкоплавких стекол	6		4		2
15.	Переработка топлива Нефть. Физические и химические методы переработки нефти. Фракционная перегонка. Риформинг. Крекинг нефти и нефтепродуктов. Продукты переработки.	2	2			

16.	Лабораторная работа 9: Количественное определение жирных кислот при окислении парафина	6		4		2
17.	Лабораторная работа 10: Получение уксусной кислоты гидратацией карбида кальция	6		4		2
18.	Твердое топливо Виды, классификация, состав, происхождение. Переработка твердого топлива.	4	2			2
19.	Основной органический синтез. Промышленный органический синтез. Направления в развитии органического синтеза. Производство спиртов и каучуков. Синтезы на основе оксидов углерода.	4	2			2
20.	Производство и переработка ацетилена, ацетальдегида, уксусной кислоты. Производство стирола и капролактама	4	2			2
21.	Практическое занятие 4: Промышленный органический синтез	4			2	2
22.	Лабораторная работа 11: Получение мыла. Количественное определение жирных кислот в мыле.	4		4		
23.	Высокомолекулярные соединения Классификация, структура, способы получения. Получение смол и пластмасс, волокон и эластомеров.	2				2
24.	Практическое занятие 5: Производство высокомолекулярных соединений	4			2	2
25.	Экзамен	36				
	ИТОГО	**180**	**34**	**42**	**10**	**58**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Тема занятия	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Виды сырья. Комплексное использование сырья и комбинирование предприятий. Подготовка и обогащение сырья.	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильмов	2
2.	Лабораторная работа 3: Определение жёсткости воды и её умягчение	ЛБ	Работа в малых группах	4
3.	Энергия. Виды, источники энергии. Рациональное использование энергии. Новые виды энергии в химической промышленности.	ЛК	Лекция-дискуссия	2
4.	Лабораторная работа 4: Получение серной кислоты контактным способом.	ЛБ	Работа в малых группах	4

5.	Основные научные принципы и закономерности химической технологии Химико-технологический процесс. Процессы и аппараты химического производства. Технологические схемы производства.	ЛК	Лекция с ошибками	2
6.	Практическое занятие 1: Химико-технологический процесс. Технологические схемы производства.	ПЗ	Круглый стол	2
7.	Переработка топлива Нефть. Физические и химические методы переработки нефти. Фракционная перегонка. Риформинг. Крекинг нефти и нефтепродуктов. Продукты переработки.	ЛК	Просмотр и обсуждение видеофильмов	2
8.	Лабораторная работа 5: Получение аммонийной селитры	ЛБ	Работа в малых группах	4
9.	Лабораторная работа 7: Получение никелевого покрытия электрохимическим способом	ЛБ	Работа в малых группах	4
10.	Лабораторная работа 9: Количественное определение жирных кислот при окислении парафина	ЛБ	Работа в малых группах	4
	ИТОГО			**30**

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

I. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Введение

Предмет химической технологии, его значение. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Основные принципы химических производств.

Основные научные принципы и закономерности химической технологии

Химико-технологический процесс.

Процессы и аппараты химического производства. Технологические схемы производства. Каталитические процессы и аппараты в химическом производстве.

Химико-технологический процесс. Технологические схемы производства.

Понятие о химико-технологическом процессе. Классификация процессов: по фазовому состоянию, реагентам и продуктам реакции, по типу химических реакций, по принципу контакта реагентов, по параметрам технологического режима и другим признакам.

Химические реакторы и химические процессы, протекающие в них. Гомогенные и гетерогенные процессы, их особенности. Движущая сила процесса и факторы ее определяющие.

Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа Ле Шателье для определения параметров технологического режима. Равновесная степень превращения. Выход продукта.

Скорость технологических процессов. Гомогенные процессы. Основные закономерности гомогенных процессов. Влияние температуры и концентрации

реагирующих веществ на скорость процесса и выход продукта. Методы воздействия на скорость гомогенных и гетерогенных процессов. Проектирование и моделирование химико-технологических процессов.

Катализ в химической промышленности. Сущность и виды катализа. Типы каталитических процессов: окислительно-восстановительного взаимодействия и кислотно-основного взаимодействия вещества с катализатором. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Свойства твердых катализаторов. Отравление катализаторов. Промышленные контактные массы. Аппаратурное оформление каталитических процессов. Контактные аппараты.

Основы макрокинетики. Области протекания процессов: кинетическая, диффузионная, переходная. Типы технологических схем: схемы с открытой цепью, схемы с частичной рециркуляцией, циркуляционные схемы.

Технологические и технико-экономические показатели химических производств: производительность и интенсивность работы аппаратов, выход продукта, качество готового продукта, расходы по сырью, топливу, энергии, себестоимость продукта. Материальный, тепловой и энергетический балансы в химическом производстве.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Типовые расчеты в химической технологии. Расчёт материального и энергетического баланса.

Приготовление рабочих растворов.

Сырье. Виды сырья. Комплексное использование сырья и комбинирование предприятий. Подготовка и обогащение сырья.

Понятие о сырье, готовом продукте, промежуточном продукте, отходах и отбросах производства.

Запасы сырья. Подготовка сырья к переработке – сортировка (классификация), измельчение, укрупнение, обезвоживание, обогащение.

Способы обогащения сырья: классификация, гравитационное обогащение, электромагнитная и электростатическая сепарация, флотация. Термическое обогащение. Химические способы обогащения. Разделение газовых смесей последовательной конденсацией, последовательным испарением, абсорбционно-десорбционным и адсорбционно-десорбционным методами.

Основные принципы химической технологии. Принцип рационального использования сырья. Комплексное использование сырья. Замена пищевого сырья непищевым. Безотходная и малоотходная технология.

Энергия. Виды, источники энергии, применяемой в химическом производстве (энергия электрическая, тепловая, химическая, световая и ядерная). Энергоемкость химических производств. Рациональное использование энергии. Коэффициент использования энергии.

Вода. Значение воды в промышленности и в быту. Промышленная водоподготовка. Оборотное водоснабжение. Очистка промышленных сточных вод.

Использование воды в химической промышленности. Характеристика природных вод и содержащихся в них примесей. Основные характеристики воды: солесодержание, окисляемость и др. Жесткость воды, временная и постоянная жесткость. Физические, химические и физико-химические способы умягчения воды. Обессоливание воды.

Требования, предъявляемые к качеству питьевой и промышленной воды. Очистка питьевой воды. Подготовка питьевой и промышленной (технологической) воды. Пути сокращения расхода воды в промышленности. Оборотное водоснабжение.

Определение жёсткости воды и её умягчение.

II. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА

Серная кислота. Свойства серной кислоты, сырье для ее производства. Способы получения серной кислоты.

Производство серной кислоты. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического высокотемпературного процесса в системе «т –

г». Типы обжиговых печей. Печь «кипящего слоя», ее преимущества. Общая очистка обжигового газа.

Получение серной кислоты контактным способом. Специальная очистка обжигового газа, ее назначение. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого, гетерогенного, каталитического процесса. Теоретические основы окисления оксида серы (IV). Применяемые катализаторы. Контактные аппараты со стационарным и кипящим слоями катализатора. Хемосорбция оксида серы (VI). Теоретические основы выбора абсорбента. Оптимальные условия процесса сорбции. Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.

Схема производства серной кислоты методом двойного контактирования.

Особенности производства серной кислоты по «короткой» схеме и методом «мокрого катализа».

Нитрозный способ производства серной кислоты.

Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.

Технология связанного азота

Методы связывания азота. Аммиак. Производство водорода и азотоводородной смеси для синтеза аммиака. Установки и технологические схемы синтеза аммиака.

Значение соединений азота для народного хозяйства. Промышленные методы «связывания» азота (дуговой, цианамидный, аммиачный), их сравнительная характеристика. Сырье в производстве аммиака. Методы получения азота, водорода и азотоводородной смеси (АВС) для синтеза аммиака. Двустадийный процесс производства АВС из природного газа конверсией метана с последующей конверсией оксида углерода (II). Получение азота из воздуха методом глубокого охлаждения. Производство водорода из коксового газа.

Синтез аммиака из АВС как пример каталитического процесса, осуществляемого по циклической схеме. Теоретические основы синтеза. Состав катализатора, каталитические яды. Предкатализ, его назначение. Принципиальная схема производства аммиака при среднем давлении. Устройство колонны синтеза. Использование теплоты реакции для поддержания автотермичности процесса.

Азотная кислота. Сырье. Физико-химические основы производства азотной кислоты. Прямой синтез азотной кислоты.

Азотная кислота, ее свойства, промышленные сорта и области применения. Основные стадии производства азотной кислоты из аммиака.

Теоретические основы окисления аммиака методом избирательного катализа. Оптимальные условия окисления аммиака до оксида азота (II). Устройство контактного аппарата поверхностного контакта. Применяемые катализаторы. Теоретические основы процессов окисления оксида азота (II), димеризация и абсорбция оксида азота (IV). Влияние основных параметров на скорость процесса и равновесие в системе.

Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом. Преимущества метода.

Производство концентрированной азотной кислоты. Концентрирование разбавленной азотной кислоты. Прямой синтез азотной кислоты. Технологическая схема прямого синтеза азотной кислоты. Особенности процесса.

Основные направления развития производства аммиака и азотной кислоты и ее солей.

Минеральные удобрения

Минеральные соли, их виды. Применение минеральных солей. Способы получения минеральных солей. Способы производства солей. Добыча и переработка природных солей (галлургия). Получение минеральных солей из природного минерального сырья или других видов сырья. Синтетический способ производства солей. Типовые процессы солевой технологии. Классификация минеральных удобрений. Роль минеральных удобрений, средств защиты растений и синтетических кормовых добавок в интенсификации сельскохозяйственного производства.

Минеральные удобрения. Производство азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Фосфорные удобрения, их классификация. Фосфатное сырье. Сернокислое, фосфорнокислое и азотнокислое разложение трикальцийфосфата как пример гетерогенных некаталитических процессов в системе «т – ж». Производство простого суперфосфата. Теоретические основы процесса сернокислотного разложения фторапатита. Суперфосфатная камера непрерывного действия. Нейтрализация и гранулирование суперфосфата.

Фосфорная кислота, свойства и применение. Экстракционный и электротермический методы получения фосфорной кислоты. Производство двойного суперфосфата. Физико-химические основы процесса фосфорнокислого разложения фторапатита. Принципиальная схема производства двойного суперфосфата бескамерным методом. Получение кормового преципитата и аммофоса. Азотнокислое разложение фосфатного сырья с получением сложных удобрений, их свойства и применение.

Азотные удобрения, их классификация. Производство нитрата аммония, теоретические основы процессов. Использование теплоты нейтрализации в реакторе ИТН. Принципиальная схема производства нитрата аммония с частичным упариванием воды и безупарочным методом.

Получение аммонийной селитры.

Производство карбамида. Синтез карбамида как пример гетерогенного процесса, осуществляемого при высоком давлении. Теоретические основы процесса синтеза карбамида с частичной циркуляцией не прореагировавших исходных веществ. Принципиальная схема процесса. Устройство колонны синтеза - реактора идеального вытеснения. Свойства и применение карбамида как удобрения, кормового продукта для животных и сырья в производстве полимерных материалов. Применение жидкого аммиака в качестве удобрения. Аммиакаты.

Калийные удобрения. Хлорид калия и бесхлорные удобрения. Методы выделения хлорида калия из сильвинита - галлургический и флотационный. Физико-химические основы разделения смеси природных солей методом избирательного растворения. Принципиальная схема процесса.

Выделение хлорида калия из сильвинита методом флотации. Схема процесса.

Выделение хлорида калия из сильвинита и его анализ

Биохимические производства, их роль в народном хозяйстве. Типовые промышленные биохимические процессы и их аппаратурное оформление. Производство кормового белка из нефтепродуктов.

Электрохимическое производство

Электрическая энергия, использование ее в химической технологии. Электротермические и электрохимические процессы. Теоретические основы промышленного электролиза. Теоретическое и практическое напряжение при электролизе. Последовательность разряда ионов в растворе и расплаве. Количественные показатели процесса электролиза - выход по току и коэффициент использования энергии.

Электрохимическое производство. Электролиз водных растворов и расплавов. Получение алюминия из глинозема. Производство меди. Антикоррозионные покрытия

Производство хлора и гидроксида натрия электролизом раствора хлорида натрия как пример электрохимического процесса. Теоретические основы электролиза с железным (диафрагменный метод) и ртутным катодами. Их принципиальное различие и сравнительная характеристика Области применения хлора и гидроксида натрия.

Получение никелевого покрытия электрохимическим способом.

Классификация металлов, значение их для народного хозяйства. Общие способы получения металлов. Сырье в металлургии. Сплавы. Производство цветных металлов. Сплавы. Металлургия. Сырье черной и цветной металлургии. Виды сырья. Классификация руд. Комплексное использование сульфидного сырья и комбинирование металлургического производства с сернокислотным.

Основные способы получения металлов - пирометаллургические, гидрометаллургические и электрометаллургические. Физико-химические основы процесса восстановления металлов из их соединений.

Цветная металлургия. Производство алюминия. Свойства алюминия и его сплавов, их значение для народного хозяйства. Сырье для производства алюминия. Способы выделения глинозема из руд: щелочные, кислотные и электротермические.

Получение глинозема (Al_2O_3) мокрым щелочным способом (способ Байера) и способом спекания. Химизм процессов и принципиальная схема производства.

Производство алюминия из глинозема. Теоретические основы процесса электролиза. Первичные и вторичные процессы в системе «глинозем - криолит». Электролизеры с обожженными и самообжигающимися анодами. Устройство электролизера с самообжигающимся анодом. Технологические показатели процесса электролиза. Рафинирование алюминия. Сплавы на основе алюминия.

Черные металлы. Сплавы на основе железа, их классификация и свойства. Диаграмма состояния «железо - углерод», ее анализ и практическое использование.

Производство чугуна и стали.

Производство чугуна. Железные руды, их классификация, состав и подготовка. Агломерация и изготовление окатышей. Теоретические основы доменного процесса. Химические реакции, протекающие в доменной печи. Прямое и косвенное восстановление оксидов железа.

Металлургическое производство.

Устройство доменной печи - реактора полного вытеснения, работающего по принципу противотока. Регенераторы (кауперы), их роль. Оптимальные условия доменного процесса: состав шихты и дутья, температура, давление.

Пути интенсификации доменного процесса: применение кислорода, природного газа, совершенствование конструкции печи (укрупнение ее размеров, комплексная механизация, автоматизация контроля и управления). Использование доменных шлаков и доменного газа.

Производство стали. Классификация и сравнительная оценка методов выплавки стали. Кислородно-конверторный метод, его преимущества. Химические реакции, протекающие в конверторе: окисление углерода и примесей, образование шлаков, раскисление оксида железа (II). Устройство и режим работы конвертора. Сырье для кислородно-конверторного способа выплавки стали, его особенности. Химические реакции в гетерогенной системе «газ - шлак - металл».

Мартеновский способ производства стали, его недостатки. Устройство мартеновской печи. Пути интенсификации мартеновского процесса: применение кислорода, сжатого воздуха, природного газа. Двухванные мартеновские печи.

Выплавка стали и ферросплавов в электрических печах. Электродуговые и индукционные печи. Качество стали. Переработка стали. Непрерывная разливка стали.

Прямое восстановление железа из руд. Сырье, его подготовка и переработка. Реакторы прямого восстановления железа из руд: барабанные вращающиеся печи, печи с «кипящим слоем». Основные восстановители. Химические реакции восстановления.

Получение металлов и сплавов действием газообразных восстановителей на их оксиды.

Рафинирование металлов: карбонильный способ, зонная плавка и др.

Порошковая металлургия. Промышленные методы порошковой металлургии - физико-химические и механические. Химические, физические и технологические свойства металлических порошков. Формование и спекание металлических порошков.

Перспективы развития черной и цветной металлургии в Амурской области, на Дальнем Востоке, в стране в целом.

Силикатная промышленность. Классификация силикатных изделий. Производство керамики, стекла, цемента: химические процессы и технологические схемы производства.

Состав силикатов и их строение. Диаграмма состояния «оксид кремния - оксид алюминия».

Сырье для производства силикатных материалов. Подготовка сырья. Типовые процессы технологии силикатов. Высокотемпературная обработка шихты и применяемые аппараты - шахтные, туннельные, барабанные вращающиеся и ванные печи.

Огнеупоры. Основные виды огнеупорных материалов. Алюмосиликатные огнеупоры, их разновидности и принцип получения.

Стекла. Состав, строение и классификация стекол. Зависимость свойств стекла от его состава. Сырье в стекольной промышленности. Физико-химические процессы, протекающие при варке стекломассы. Способы формования стеклянных изделий: вытягивание, прокат, литье, выдувание, прессование. Понятие о ситаллах.

Получение легкоплавких стекол.

Вяжущие вещества. Сырье для производства вяжущих веществ. Производство портландцемента. Физико-химические процессы производства. Принципиальная схема производства. Химизм затвердевания цементной массы.

Керамические материалы, их общая характеристика и классификация. Сырье для производства керамических материалов. Кирпич, фарфор, фаянс, огнеупоры, специальная керамика.

Керамика с электрическими, магнитными и оптическими функциями. Пьезокерамика. Керамика с химическими и ядерными функциями. Конструкционная керамика. Перспективы развития керамических материалов.

Переработка топлива

Виды топлива, их характеристика. Запасы и роль топлива в энергетическом балансе страны. Происхождение различных видов топлива. Основные характеристики топлив: состав, энергетические характеристики, температура горения, теплотворная способность. Топливо как сырье химической промышленности.

Твердое топливо

Виды, классификация, состав, происхождение. Переработка твердого топлива.

Комплексное использование компонентов твердого топлива при его деструктивной переработке.

Коксование каменных углей. Сущность метода и физико-химические процессы, протекающие в шихте при коксовании. Устройство коксовой печи. Периодическая работа коксовой камеры и непрерывная работа коксовой батареи. Механизация и автоматизация процесса коксования. Сухое тушение кокса, его преимущества.

Продукты коксования. Прямой коксовый газ, его состав. Принципиальная схема улавливания и разделения коксового газа. Выделение каменноугольной смолы, улавливание соединений аммиака и сырого бензола. Переработка сырого бензола и каменноугольной смолы. Выделение и очистка ароматических соединений. Обратный коксовый газ, его использование.

Низкотемпературное коксование (полукоксование) торфа, сланцев, древесины. Цель процесса полукоксования твердых топлив.

Газификация твердого топлива. Автотермические и аллотермические процессы газификации. Газогенераторы газификации твердого топлива (в плотном слое, в «кипящем» слое, в аэрозольном потоке). Газификация в ванне с расплавленным железом. Подземная газификация угля.

Гидрирование твердого топлива. Гидрогазификация.

Переработка нефти и нефтепродуктов. Нефтеносные районы страны. Способы добычи, состав и свойства нефти. Проблема комплексного использования сырья при переработке нефти. Подготовка нефти к переработке.

Принципы переработки нефти и нефтепродуктов. Прямая перегонка нефти. Сущность метода и принципиальная схема двухступенчатой установки атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Подготовка нефти к прямой гонке. Устройство трубчатых

печей и ректификационных колонн. Состав и характеристика продуктов прямой гонки нефти.

Переработка топлива. Нефть. Физические и химические методы переработки нефти. Фракционная перегонка. Риформинг. Крекинг нефти и нефтепродуктов. Продукты переработки.

Вторичная (химическая) переработка нефти. Пути увеличения выхода наиболее ценных нефтепродуктов и улучшения их качества.

Высокотемпературные методы деструктивной переработки нефтепродуктов: крекинг и ароматизация (риформинг). Цель и разновидности крекинга нефтепродуктов. Стабильность углеводородов различных классов. Химические реакции, протекающие при высоких температурах.

Каталитический крекинг, применяемое сырье и катализаторы. Схема превращений, протекающих на алюмосиликатном катализаторе. Условия оптимального режима процесса. Продукты каталитического крекинга, их отличие от продуктов термического крекинга. Принцип использования движущегося слоя катализатора при каталитическом крекинге. Схема установки каталитического крекинга с совмещенным реактором и регенератором. Крекинг в кипящем слое катализатора.

Каталитический риформинг. Сырье и применяемые катализаторы. Химические реакции, протекающие при риформинге. Разновидности каталитического риформинга: производство высокооктанового бензина (облагораживание бензина) и индивидуальных ароматических углеводородов (ароматизация). Принципиальные схемы процессов.

Продукты переработки нефти, их состав, свойства и применение. Октановая и цетановая характеристики моторных топлив. Очистка нефтепродуктов. Современная организация нефтехимического производства. Нефтехимические комбинаты.

Переработка газообразного топлива. Классификация газообразных топлив. Природный газ и его применение. Состав попутных нефтяных газов и газов нефтепереработки, их использование в качестве топлива и химического сырья. Конверсия природного газа, ее разновидности: конверсия с водяным паром, неполное окисление, окислительный пиролиз. Применение конверсии для производства синтез-газа, азотводородной смеси (АВС), ацетилена и водорода. Переработка крекинг-газа. Алкилирование бутиленовой фракции.

Промышленный органический синтез

Разновидности и сырье промышленного органического синтеза. Синтезы на основе оксида углерода (II), алканов и алкенов, ацетилена, нафтенов и ароматических углеводородов. Типовые химико-технологические процессы, применяемые в органическом синтезе: гидрирование, дегидрирование, окисление, восстановление, гидратация, гидролиз, алкилирование, сульфирование, хлорирование, нитрование и др.

Производство и переработка ацетилена. Методы получения ацетилена, их сравнительная характеристика. Производство ацетилена термоокислительным пиролизом метана, его преимущества.

Производство *ацетальдегида* гидратацией ацетилена по реакции Кучерова в паровой фазе и каталитическим окислением этилена. Производство уксусной кислоты и уксусного ангидрида каталитическим окислением ацетальдегида. Принципиальная схема их совместного производства.

Производство метанола из синтез-газа. Теоретические основы и принципиальная схема производства. Применение метанола. Производство формальдегида из метанола и селективным каталитическим окислением метана.

Производство этанола. Классификация и сравнительная характеристика промышленных способов производства этанола. Биохимический и гидролизный способы получения этанола. Производство этанола сернокислотной гидратацией и прямой гидратацией на фосфорнокислотном катализаторе. Химизм и принципиальная схема процесса прямой гидратации этилена.

Производство высших жирных спиртов и кислот окислением парафина. Химизм и принципиальная схема процесса. Выделение продуктов реакции и их применение. Синтетические моющие средства (СМС), поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Количественное определение жирных кислот при окислении парафина.

Получение *уксусной кислоты* гидратацией карбида кальция.

Производство бутадиена-1,3 из этилового спирта и каталитическим дегидрированием бутана. Химизм и принципиальная схема процесса. Производство изопрена из изопентана. Применение бутадиена-1,3 и изопрена.

Производство стирола из бензола через этилфенол. Физико-химические основы процессов алкилирования бензола и дегидрирования этилбензола. Принципиальная схема процесса.

Производство капролактама прямым окислением циклогексана. Химизм процесса. Применение стирола и капролактама.

Высокомолекулярные соединения

Полимерные материалы, их классификация, состав и общие свойства. Высокомолекулярные соединения (ВМС) как основа полимерных материалов. Строение и классификация ВМС. Специфические свойства ВМС как функция их строения и молекулярной массы. Элементарное звено, макромолекула. Фазовое и физическое состояние ВМС. Основные способы производства синтетических ВМС: полимеризация, сополимеризация, поликонденсация, сополиконденсация. Понятие о мономерах. Радикальная и ионная, цепная и ступенчатая полимеризация. Равновесная и неравновесная поликонденсация. Технические способы проведения полимеризации и поликонденсации.

Эластомеры (каучуки). Особенности высокоэлластичного состояния ВМС. Классификация и основные свойства каучуков. Натуральный каучук, его строение. Синтетические каучуки. Производство бутадиен-стирольного каучука методом эмульсионной полимеризации. Физико-химические основы и принципиальная схема процесса. Стереорегулярные каучуки, их строение. Применяемые катализаторы. Производство стереорегулярного изопренового каучука. Физико-химические основы процесса стереоспецифической полимеризации и принципиальная схема процесса

Переработка каучуков в резиновые изделия. Типовые процессы и аппараты резиновой промышленности. Вулканизация каучука. Принцип метода. Вулканизирующие агенты. Химизм вулканизации непредельных каучуков серой. Виды резиновых изделий.

Пластмассы, их классификация, состав, основные свойства и области применения. Компоненты пластических масс. Производство пластмасс.

Полимеризационные ВМС и пластмассы на их основе. Полиэтилен. Принципиальная схема производства полиэтилена высокого и низкого давления. Полипропилен. Полистирол.

Поликонденсационные ВМС и пластмассы на их основе. Производство фенолформальдегидных полимеров. Новолаки и резолы, условия их получения, отверждение до резитов. Получение пресс-порошков, волокнистых и слоистых пластиков.

Химические волокна, их классификация, основные свойства и применение. Типовые методы формования химических волокон из растворов и расплавов. Производство искусственных волокон на основе целлюлозы: вискозного и ацетатного. Химизм процессов. Производство синтетических волокон из лавсана (полиэтилентерефталата) и капрона (поликапролактама). Химизм процессов.

Основные направления единой научно-технической политики развития химико-технологических производств

Экологизация общественного производства. Новые методы добычи сырья и новые виды энергии. Новые технологии и новые материалы.

Малоотходные и безотходные технологические процессы и схемы в химической промышленности. Критерии экологичности технологических процессов. Основные направления в развитии безотходной и малоотходной технологии.

Территориально-промышленные комплексы и размещение химических производств. Особенности развития отдельных ТПК. Территориальная комплексная схема охраны природы. Энергообеспечение ТПК и охрана окружающей среды. Экологическая безопасность химических производств.

Экологический паспорт промышленного предприятия.

Эталонные проекты безотходных производств.

Комплексная переработка полезных ископаемых. Основные экологические проблемы, возникающие при этом.

Переработка и использование отходов. Обезвреживание и утилизация отходов предприятий химической промышленности. Использование отходов производств. Роль промышленности строительных материалов в использовании отходов производств. Использование отходов цветной и черной металлургии; золы и шлаков тепловых электростанций; пиритных огарков; электротермофосфорных шлаков; гипсовых отходов; отходов добычи и обогащения угля, вскрышных пород и т.д.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа призвана помочь студентам в организации самостоятельной работы по освоению дисциплины «Химическая технология». Химическая технология представляет собой интегрированную область знаний, базирующуюся на комплексе химических дисциплин, изученных студентами на предыдущих курсах.

Дисциплина «Химическая технология» должна обеспечивать подготовку высококвалифицированных специалистов, знающих состояние химической промышленности страны и перспективы ее развития, способы добычи, подготовки и комплексной переработки важнейших видов химического сырья. Специалист-химик должен знать теоретические основы, технологические процессы и типовые аппараты основных химических производств, использование продукции химической промышленности в народном хозяйстве, иметь представление об экономике химической промышленности, методах охраны окружающей среды от вредного влияния продуктов и отходов химической промышленности, ясно представлять значение химизации народного хозяйства, ее основные направления.

Современные промышленные предприятия представляют собой сочетание производств различного профиля. Наряду с развитием химической промышленности и увеличением числа химических производств происходит их типизация. При этом новые технологические процессы и системы управления разрабатываются на основании научного подхода, изучения отдельных химико-технологических процессов базируется на общих теоретических основах химической технологии как науки. Эти общие научные принципы излагаются в первой части лекционного курса, которая предшествует изучению конкретных химико-технологических процессов.

Во второй части лекционного курса изучаются наиболее типичные, важнейшие химические производства. При этом необходимо подчеркнуть, избегая дублирования, использование общих научных принципов и закономерностей химической технологии на конкретных примерах.

В процессе изучения каждого производства студенты должны ознакомиться со свойствами получаемого продукта, сырьевыми и энергетическими ресурсами, рассмотреть технологическую схему производства и обосновать оптимальный технологический режим его отдельных стадий. В заключение необходимо давать представление о химико-технологических показателях производства, области применения данного продукта, требованиях по охране окружающей природной среды и утилизации отходов.

В процессе проведения лабораторного практикума студенты должны закрепить и углубить знания, полученные в лекционном курсе, приобрести практические навыки в проведении исследования и количественной обработке результатов проводимой работы, ознакомиться с современными методами анализа сырья и получаемых продуктов.

Экспериментальные исследования проводятся на установках, моделирующих производственные. При постановке работ следует стремиться к тому, чтобы такие операции как анализ полученного продукта, определение его констант, снятие параметров процесса органически включались в соответствующую технологическую работу и выполнялись в объеме, необходимом для решения поставленных в этой работе задач.

Заключительным этапом в изучении дисциплины «Химическая технология» является производственная практика. Целью ее является расширение технологического кругозора, получение правильных представлений об устройстве аппаратов и машин и ходе производственного процесса, ознакомление со свойствами сырья и готовой продукции, с принципами организации и экономики производства.

Химическая технология изучается на протяжении пятого семестра, углубление знаний осуществляется в процессе выполнения обширного лабораторного практикума и закрепляется при прохождении производственной химико-технологической практики.

Учебно-методические материалы по подготовке лекционных и лабораторных занятий представлены отдельно по каждой теме дисциплины в соответствии с программой дисциплины и последовательностью изучения дисциплины: «Общие вопросы химической технологии»; «Теоретические вопросы химической технологии»; «Производство неорганических веществ»; «Производство минеральных удобрений»; «Производство силикатных материалов»; «Металлургия»; «Химическая переработка топлива»; «Производство органических веществ»; «Производство высокомолекулярных соединений».

В каждой теме даны учебно-методические материалы лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме и особенности изучаемого материала, приводится список основной и дополнительной литературы; представлены задания для самостоятельного изучения предмета, варианты контрольных работ, итоговые контрольные тесты, которые позволяют проверить уровень усвоения изученного материала. Контрольные тесты содержат задания разного содержания и уровня сложности, что позволяет достоверно оценить полноту знаний студентов.

Прежде чем приступить к выполнению заданий для самоконтроля, студентам необходимо изучить рекомендуемую по каждой теме литературу. Общий список учебной и учебно-методической литературы представлен в отдельном разделе данной работы. Кроме того, в материалах по подготовке семинарских занятий по каждой теме указана основная и дополнительная литература.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Наименование раздела (темы)	**Формы/виды самостоятельной работы**	**Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом**
I. Введение. Основные научные принципы и закономерности химической технологии	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Подготовка отчета по лабораторным работам Подготовка к экзамену	18
II. Основные химические производства	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников	40

	Подготовка отчета по лабораторным работам Подготовка к контрольной работе Подготовка к экзамену	
ИТОГО		**58**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

План лабораторных занятий

№ п/п	Тема занятия	Тема лабораторной работы	Всего часов
I	Введение. Основные научные принципы и закономерности химической технологии	Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Типовые расчеты в химической технологии. Расчёт материального и энергетического баланса.	2
		Приготовление рабочих растворов	4
		Определение жёсткости воды и её умягчение	4
II	Основные химические производства	Получение серной кислоты контактным способом.	4
		Получение аммиака из азота воздуха и водорода	4
		Получение аммонийной селитры	4
		Получение никелевого покрытия электрохимическим способом	4
		Получение легкоплавких стекол	4
		Количественное определение жирных кислот при окислении парафина	4
		Получение уксусной кислоты гидратацией карбида кальция	4
		Получение мыла. Количественное определение жирных кислот в мыле.	4
	ИТОГО		**42**

Лабораторный практикум

№	Лабораторная работа	Практикум
1	Лабораторная работа 1: Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ. Типовые расчеты в химической технологии. Расчёт материального и энергетического баланса.	[1] стр. 8
2	Лабораторная работа 2: Приготовление рабочих растворов	[1] стр. 8
3	Лабораторная работа 3: Определение жёсткости воды и её умягчение	[1] стр. 8
4	Лабораторная работа 4: Получение серной кислоты контактным способом.	[1] стр. 98
5	Лабораторная работа 5: Получение аммиака из азота воздуха и водорода	[1] стр. 89

6	Лабораторная работа 6: Получение аммонийной селитры	[1] стр. 87
7	Лабораторная работа 7: Получение никелевого покрытия электрохимическим способом	[1] стр. 100
8	Лабораторная работа 8: Получение легкоплавких стекол	[1] стр. 104
9	Лабораторная работа 9: Количественное определение жирных кислот при окислении парафина	[1] стр. 95
10	Лабораторная работа 10: Получение уксусной кислоты гидратацией карбида кальция	[1] стр. 92
11	Лабораторная работа 11: Получение мыла. Количественное определение жирных кислот в мыле.	[1] стр. 106

[1] Жидков В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 (2 часа)
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ. ТИПОВЫЕ РАСЧЕТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ. РАСЧЁТ МАТЕРИАЛЬНОГО И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА

Вопросы к занятию:

1. Введение. Правила поведения в лаборатории химической технологии, правила техники безопасности и оказание первой помощи.
2. Типовые расчеты в химической технологии.
3. Расчёт материального и энергетического баланса.
4. Практические расходные коэффициенты, выход продукта, производительность аппарата, интенсивность аппарата, удельные капитальные затраты

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 (4 часа)
ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ

Вопросы к занятию:

1. Способы выражения концентрации растворенного вещества.
2. Растворы в лабораторных работах практикума.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 (4 часа)
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ И ЕЁ УМЯГЧЕНИЕ

Вопросы к занятию:

1. Вода в химической промышленности. Характеристика природных вод.
2. Подготовка промышленной воды.Очистка питьевой воды.
3. Сырьё, его виды, классификация, подготовка сырья. Принцип рационального использования сырья.
4. Виды и источники энергии, применяемые в химической промышленности. Энергоёмкость химико-технологических процессов. Рациональное использование энергии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4 (4 часа)
ПОЛУЧЕНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ КОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ

Вопросы к занятию:

1. Серная кислота, её свойства, сорта, применение. Сырьё сернокислотного производства. Способы производства серной кислоты.
2. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического процесса. Типы обжиговых печей.
3. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого гетерогенного каталитического процесса.
4. Хемосорбция оксида серы (VI). Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.

5. Особенности производства серной кислоты по «короткой схеме» и способом «мокрого катализа». Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 (4 часа)

ПОЛУЧЕНИЕ АММИАКА ИЗ АЗОТА ВОЗДУХА И ВОДОРОДА

Вопросы к занятию:

1. Соединения азота, их значение для народного хозяйства. Промышленные методы связывания азота. Сырьё в производстве аммиака.
2. Синтез аммиака как пример каталитического гетерогенного процесса. Теоретические основы синтеза.
3. Производство аммиака. Принципиальная схема производства при среднем давлении.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 (4 часа)

ПОЛУЧЕНИЕ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ

Вопросы к занятию:

1. Роль минеральных удобрений и средств защиты растений для народного хозяйства. Классификация и характеристика минеральных удобрений.
2. Способы получения солей. Производство карбамида. Принципиальная схема производства карбамида.
3. Азотные удобрения, их классификация. Производство аммонийной селитры.
4. Калийные удобрения. Физико-химические процессы их получения.
5. Фосфорные удобрения, их классификация, сырьё. Производство простого и двойного суперфосфата.
6. Биохимические производства, их роль в народном хозяйстве. Производство БВК.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 (4 часа)

ПОЛУЧЕНИЕ НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Вопросы к занятию:

1. Сырьё цветной и чёрной металлургии. Основные показатели сырья. Перспективы развития цветной и чёрной металлургии в Амурской области.
2. Чугун, его характеристика. Устройство доменной печи. Доменный двор.
3. Сталь, характеристика стали. Марки стали. Отличие стали от чугуна.
4. Химические процессы, лежащие в основе производства стали.
5. Алюминий, сплавы на основе алюминия. Сырьё для производства алюминия.
6. Получение глинозёма: а) способом Байера; б) сухим щелочным способом.
7. Химические процессы электролиза в производстве алюминия.
8. Устройство и работа электролизера с обожжёнными анодами и самообжигающимися анодами.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 (4 часа)

ПОЛУЧЕНИЕ ЛЕГКОПЛАВКИХ СТЕКОЛ

Вопросы к занятию:

1. Силикаты. Классификация, сырьё, типовые технологические процессы производства силикатов.
2. Производство строительных материалов: извести, кирпича.
3. Огнеупоры. Основные виды огнеупоров, принципы их получения.
4. Производство портландцемента. Физико-химические процессы и принципиальная схема производства.
5. Стекло. Состав, строение, классификация стёкол. Варка стекла. Переработка стекла.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 (4 часа)

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ПРИ ОКИСЛЕНИИ ПАРАФИНА

Вопросы к занятию:

1. Промышленный органический синтез, его разновидности и сырьё. Синтезы на основе оксидов углерода, алканов, алкенов и других углеводородов. Типовые химико-технологические процессы, применяемые в органическом синтезе.

2. Производство метанола из синтез-газа. Теоретические основы и принципиальная схема производства.

3. Промышленные способы производства этанола. Принципиальная схема производства этанола гидратацией этилена.

4. Производство бутадиена - 1,3. Химизм и принципиальная схема процесса производства.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 (4 часа)

ПОЛУЧЕНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ГИДРАТАЦИЕЙ КАРБИДА КАЛЬЦИЯ

Вопросы к занятию:

1. Производство ацетилена. Методы производства, их сравнительная характеристика. Переработка ацетилена.

2. Производство ацетальдегида и уксусной кислоты. Принципиальная схема их совместного производства.

3. Производство стирола и капролактама. Химизм и принципиальная схема производства.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11 (4 часа)

ПОЛУЧЕНИЕ МЫЛА. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МЫЛЕ

1. Синтетические моющие средства.
2. Мыло. Виды, свойства.
3. Физико-химические основы стирки.
4. Производство синтетических моющих средств.

ВОПРОСЫ УСТНОГО ОПРОСА

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 (2 часа)

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

1. Понятие о химико-технологическом процессе. Классификация процессов: по фазовому состоянию, реагентам и продуктам реакции, по типу химических реакций, по принципу контакта реагентов, по параметрам технологического режима и другим признакам.

2. Химические реакторы и химические процессы, протекающие в них. Гомогенные и гетерогенные процессы, их особенности. Движущая сила процесса и факторы ее определяющие.

3. Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа Ле Шателье для определения параметров технологического режима. Равновесная степень превращения. Выход продукта.

4. Скорость технологических процессов.

5. Гомогенные процессы. Основные закономерности гомогенных процессов. Влияние температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость процесса и выход продукта. Методы воздействия на скорость гомогенных и гетерогенных процессов. Проектирование и моделирование химико-технологических процессов.

6. Катализ в химической промышленности. Сущность и виды катализа. Типы каталитических процессов: окислительно-восстановительного взаимодействия и кислотно-основного взаимодействия вещества с катализатором. Гомогенный и гетерогенный катализ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 (2 часа)

ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

1. Серная кислота, её свойства. Сорта серной кислоты. Сырьё для производства серной кислоты. Подготовка сырья.

2. Химические реакции, лежащие в основе производства серной кислоты.

3. Способы получения оксида серы (IV). Обжиг сырья. Печи, используемые для обжига сырья, их достоинства и недостатки.

4. Контактные аппараты, принципиальные схемы устройства различных видов контактных аппаратов.

5. Поглощение оксида серы (VI). Поглотительный узел. Теоретические основы процесса, условия его протекания.

6. Технологическая схема производства серной кислоты контактным способом. Короткая схема производства серной кислоты.

7. Производство серной кислоты нитрозным способом. Достоинства и недостатки производства.

8. Производство серной кислоты способом «мокрого катализа». Достоинства и недостатки производства.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 (2 часа)
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

1. Сырьё цветной и чёрной металлургии. Основные показатели сырья. Перспективы развития цветной и чёрной металлургии в Амурской области.

2. Процессы подготовки сырья. Классификация металлов. Способы получения металлов.

3. Аллотропические модификации железа. Сплавы на основе железа.

4. Чугун, его характеристика. Устройство доменной печи. Доменный двор.

5. Химические процессы доменного производства.

6. Сталь, характеристика стали. Марки стали. Отличие стали от чугуна.

7. Химические процессы, лежащие в основе производства стали.

8. Мартеновский способ производства стали. Устройство и работа мартеновской печи. Преимущества и недостатки мартеновского способа производства стали.

9. Кислородно-конверторный способ производства стали, его достоинства и недостатки.

10. Выплавка стали в электропечах. Достоинства и недостатки производства стали в электропечах.

11. Прямое восстановление железа из руд. Порошковая металлургия.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 (2 часа)
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

1. Промышленный органический синтез. Классификация и общая характеристика производства продуктов промышленного органического синтеза. Сырьё. Типовые химико-технологические процессы.

2. Синтез метанола. Технологическая схема производства.

3. Производство этилового спирта. Биохимический и гидролизный способы производства. Технологическая схема производства.

4. Производство этанола способом каталитической гидратации этилена. Технологическая схема производства.

5. Производство бутадиена. Технологическая схема производства.

6. Производство изопрена. Технологическая схема производства.

7. Производство стирола. Технологическая схема производства.

8. Производство капролактама. Химизм процесса.

9. Способы получения ацетилена. Технологическая схема производства ацетилена из карбида кальция. Технологическая схема производства ацетилена из углеводородного сырья.

10. Производство ацетальдегида. Технологическая схема производства.

11. Производство уксусной кислоты. Технологическая схема производства.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5 (2 часа)
ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Высокомолекулярные соединения. Свойства, классификация и методы получения. Полимеризация. Классификация и характеристика. Поликонденсация. Классификация и характеристика.

2. Производство целлюлозы. Сульфитный способ производства. Технологическая схема производства. Сульфатный способ производства. Технологическая схема производства.

3. Производство химических волокон. Классификация и характеристика химических волокон. Принципиальная схема производства.

4. Производство вискозного волокна. Технологическая схема производства.

5. Производство капронового волокна. Химизм и принципиальная схема производства.

6. Производство пластических масс. Классификация, общая характеристика, основные способы производства.

7. Поликонденсационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство фенопластов. Химизм и принципиальная схема производства.

8. Полимеризационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство полиэтилена. Технологическая схема производства.

9. Производство бутадиен-стирольного каучука. Технологическая схема производства.

10. Производство резины. Принципиальная схема производства.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ОПК-1	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;

			б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ОПК-1	Устный опрос	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в объяснении материала), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки в объяснении материала, в оформлении самостоятельной работы, которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)ответ без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота раскрытия или изложения вопроса, одна-две несущественные ошибки в раскрытии вопроса
		Высокий – отлично	а) ответ полный, правильный, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) изложен по плану; в) имеются организационные навыки (рациональное использование материала ответа, примеров).
ОПК-1	Тест	Низкий – до 60 баллов	за верно выполненное задание тестируемый получает максимальное

		(неудовлетворительно)	количество баллов, предусмотренное для этого задания, за неверно выполненное – ноль баллов. После прохождения теста суммируются результаты выполнения всех заданий. Подсчитывается процент правильно выполненных заданий теста, после чего этот процент переводится в оценку, руководствуясь указанными критериями оценивания.
		Пороговый – 61-75 баллов (удовлетворительно)	
		Базовый – 76-84 баллов (хорошо)	
		Высокий – 85-100 баллов (отлично)	
ОПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
ОПК-2	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»

		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
ОПК-2	Устный опрос	Низкий – неудовлетворитель но	ставится, если допущены существенные ошибки (в объяснении материала), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки в объяснении материала, в оформлении самостоятельной работы, которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)ответ без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота раскрытия или изложения вопроса, одна-две несущественные ошибки в раскрытии вопроса
		Высокий – отлично	а) ответ полный, правильный, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) изложен по плану; в) имеются организационные навыки (рациональное использование материала ответа, примеров).
ОПК-2	Тест	Низкий – неудовлетворитель но	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий – отлично	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
УК-2	Отчет по лабораторной	Низкий – неудовлетворитель	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в

	работе	но	объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
УК-2	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты

УК-2	Устный опрос	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в объяснении материала), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки в объяснении материала, в оформлении самостоятельной работы, которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а)ответ без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота раскрытия или изложения вопроса, одна-две несущественные ошибки в раскрытии вопроса
		Высокий – отлично	а) ответ полный, правильный, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) изложен по плану; в) имеются организационные навыки (рациональное использование материала ответа, примеров).

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет и экзамен.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
2. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
3. продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «не зачтено» выставляется, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Оценка «5» (отлично) ставится, если студент:

1. полно раскрыто содержание материала билета;
2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;

5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;

6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;

2. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;

3. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;

2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;

2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

3. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Определение двойной точки гидрофосфат кальция - дигидрофосфат кальция по растворимости оксида кальция в фосфорной кислоте
2. Производство высокомолекулярных соединений
3. Получение мыла. Количественное определение жирных кислот в мыле.
4. Получение уксусной кислоты гидратацией карбида кальция
5. Получение металлов восстановлением углеродом их оксидов
6. Получение металлов и сплавов действием газообразных восстановителей на их оксиды
7. Определение коррозионной стойкости металлов в кислой и нейтральной средах
8. Получение никелевого покрытия электрохимическим способом
9. Получение легкоплавких стекол
10. Получение аммонийной селитры

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Понятие и содержание науки «Химическая технология», связь ее с другими науками. Химическая промышленность как отрасль материального производства. Особенности отраслевой структуры химического комплекса. Современное состояние химической промышленности, химизация народного хозяйства.

2. Сырьё, его виды, классификация, общая подготовка сырья. Принцип рационального использования сырья. Механические и физико-химические методы обогащения сырья.

3. Виды и источники энергии, применяемые в химической промышленности. Энергоёмкость химико-технологических процессов. Рациональное использование энергии. Новые виды энергии в химической промышленности.

4. Вода в химической промышленности. Характеристика природных вод. Подготовка промышленной воды. Очистка питьевой воды.

5. Химико-технологический процесс, его структура. Классификация химико-технологических процессов. Организация химико-технологического процесса.

6. Общая характеристика и классификация процессов химической технологии (5 групп процессов).

7. Катализ в химической промышленности. Типы каталитических процессов. Свойства твёрдых катализаторов.

8. Контактные аппараты. Устройство и показатели работы контактных аппаратов.

9. Типы технологических схем, технологические и технико-экономические показатели химического производства. Балансы производства продукции.

10. Серная кислота, её свойства, сорта, применение. Сырьё сернокислотного производства. Способы производства серной кислоты.

11. Получение оксида серы (IV). Обжиг колчедана как пример гетерогенного некаталитического процесса. Сжигание серы и сероводорода при производстве сернистого газа.

12. Типы обжиговых печей и печей для сжигания серы в производстве серной кислоты. Специальная очистка обжигового газа.

13. Окисление оксида серы (IV) как пример обратимого гетерогенного каталитического процесса. Хемосорбция оксида серы (VI). Принципиальная схема производства серной кислоты контактным способом из колчедана.

14. Особенности производства серной кислоты по «короткой схеме», способом «мокрого катализа». Основные тенденции в развитии сернокислотного производства.

15. Соединения азота, их значение для народного хозяйства. Промышленные методы связывания азота. Сырьё в производстве аммиака.

16. Способы производства азота и водорода для синтеза аммиака.

17. Синтез аммиака как пример каталитического процесса. Теоретические основы синтеза. Производство аммиака. Принципиальная схема производства аммиака при среднем давлении.

18. Азотная кислота, её свойства, применение. Основные стадии производства. Теоретические основы окисления аммиака методом избирательного катализа.

19. Принципиальная схема производства разбавленной азотной кислоты комбинированным методом, его преимущества. Производство концентрированной азотной кислоты.

20. Способы получения солей. Роль минеральных удобрений и средств защиты растений для народного хозяйства. Классификация и характеристика минеральных удобрений.

21. Азотные удобрения, их классификация. Производство аммонийной селитры.

22. Карбамид. Производство карбамида. Принципиальная схема производства.

23. Калийные удобрения. Физико-химические процессы их получения.

24. Фосфорные удобрения, их классификация, сырьё. Производство простого и двойного суперфосфата. Принципиальная схема производства.

25. Силикаты. Классификация, сырьё, типовые технологические процессы производства силикатов. Производство строительных материалов: извести, кирпича.

26. Огнеупоры. Основные виды огнеупоров, принципы их получения. Производство портландцемента. Физико-химические процессы и принципиальная схема производства.

27. Стекло. Состав, строение, классификация стёкол. Варка стекла. Переработка стекла.

28. Теоретические основы промышленного электролиза. Количественные показатели процесса электролиза. Производство хлора и гидроксида натрия методом электролиза. Теоретические основы электролиза с диафрагменным и ртутным катодами.

29. Металлургия. Сырьё чёрной и цветной металлургии. Основные способы получения металлов.

30. Цветная металлургия. Производство алюминия. Методы получения глинозема. Химизм процесса производства алюминия и принципиальная схема производства.

31. Сплавы. Сплавы чёрной и цветной металлургии. Производство чугуна. Теоретические основы доменного процесса. Устройство и работа доменной печи. Доменный двор.

32. Производство стали. Классификация и сравнительная оценка методов выплавки стали. Мартеновский способ выплавки стали, его особенности.

33. Кислородно-конверторный способ производства стали, его особенности. Производство электростали. Технологическая схема производства.

34. Принципиальная схема прямого восстановления железа из руд. Порошковая металлургия.

35. Топливо. Классификация топлив. Основные способы переработки твердых, жидких и газообразных топлив.

36. Переработка твердого топлива. Коксование. Полукоксование. Улавливание и переработка продуктов коксования.

37. Газификация твердого топлива. Автотермические процессы. Аллотермические процессы.

38. Нефть. Характеристика, классификация, подготовка нефти к переработке. Физические методы переработки нефти. Перегонка нефти. Технологическая схема производства.

39. Химические методы переработки нефти и нефтепродуктов. Классификация и краткая характеристика методов вторичной переработки нефти.

40. Термические способы переработки нефти. Принципиальная схема термического крекинга.

41. Каталитический крекинг нефти. Технологическая схема производства.

42. Газообразное топливо. Характеристика и способы переработки. Конверсия метана. Технологическая схема производства.

43. Промышленный органический синтез. Классификация и общая характеристика производства продуктов промышленного органического синтеза. Сырьё. Типовые химико-технологические процессы.

44. Синтез метанола. Технологическая схема производства.

45. Производство этилового спирта. Биохимический и гидролизный способы производства. Технологическая схема производства.

46. Производство этанола способом каталитической гидратации этилена. Технологическая схема производства.

47. Производство бутадиена. Технологическая схема производства.

48. Производство изопрена. Технологическая схема производства.

49. Производство стирола. Технологическая схема производства.

50. Производство капролактама. Химизм процесса.

51. Способы получения ацетилена. Технологическая схема производства ацетилена из карбида кальция. Технологическая схема производства ацетилена из углеводородного сырья.

52. Производство ацетальдегида. Технологическая схема производства.

53. Производство уксусной кислоты. Технологическая схема производства.

54. Высокомолекулярные соединения. Свойства, классификация и методы получения ВМС. Полимеризация. Классификация и характеристика методов. Поликонденсация. Классификация и характеристика методов.

55. Производство целлюлозы. Сульфитный способ производства. Технологическая схема производства. Сульфатный способ производства. Технологическая схема производства.

56. Производство химических волокон. Классификация и характеристика химических волокон. Принципиальная схема производства. Производство вискозного волокна. Технологическая схема производства.

57. Производство капронового волокна. Химизм и принципиальная схема производства.

58. Производство пластических масс. Классификация, общая характеристика. Поликонденсационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство фенопластов. Химизм и принципиальная схема производства.

59. Полимеризационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство полиэтилена. Технологическая схема производства.

60. Производство бутадиен-стирольного каучука. Технологическая схема производства. Производство резины. Принципиальная схема производства.

Список терминов (рассмотреть к экзамену)

1. Абсорбция
2. Адсорбция
3. Баббиты
4. Байпасирование
5. Барботирование
6. Батарея
7. Газификация
8. Гидролизат
9. Грохот
10. Дезинтегратор
11. Иониты
12. Ионообменники
13. Классификация
14. Огнеупоры
15. Огнеупорность
16. Пластификаторы
17. Платформинг
18. Полупродукт
19. Промоторы
20. Реактор
21. Ректификация
22. Рекультивация
23. Рекуперация
24. Синтез-газ
25. Скруббер
26. Технологический режим
27. Трегеры (носители)
28. Фенопласты
29. Ферментер
30. Флотация
31. Химико-технологическая система
32. Химико-технологическая схема
33. Шамот
34. Шликер
35. Эксгаустер
36. Экструдер

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

6.3.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-1

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов	5, 6	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может

(2, 3 из 4)			быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	7, 8	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	11, 12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; 3 б – если допущена одна ошибка /неточность/; 2 б – если допущено более одной ошибки; 0 б – ответ не / ответ отсутствует

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	• ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. • ОПК-1.2 Предлагает интепретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. • ОПК-1.3 Формулирует

	заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

Тест 1 (ОПК-1)

«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Задание 1. Основная цель промышленной водоподготовки для систем охлаждения – это:

1) Полное удаление всех растворенных солей (деминерализация).
2) Умягчение воды и предотвращение образования накипи и коррозии.
3) Обессоливание для получения питьевой воды.
4) Удаление взвешенных веществ для сброса в водоем.

Ответ: 2

Задание 2. Сырьем для производства аммиака по методу Габера-Боша является:

1) Азот воздуха и водород из воды.
2) Азотная кислота и водород.
3) Оксид азота(II) и водород.
4) Азот воздуха и водород из природного газа.

Ответ: 4

Задание 3. Какой процесс лежит в основе получения бензина с более высоким октановым числом из тяжелых фракций нефти?

1) Прямая перегонка.
2) Крекинг (термический или каталитический).
3) Обессеривание.
4) Висбрекинг.

Ответ: 2

Задание 4. Какое из перечисленных видов сырья НЕ используется в качестве основного для производства серной кислоты?

1) Самородная сера.
2) Колчедан (FeS_2).
3) Сульфид водорода (H_2S).
4) Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Ответ: 4

Задание 5. Какие из перечисленных стадий являются частью классического контактного метода производства серной кислоты из колчедана? (Выберите 3 варианта)

1) Окисление SO_2 в SO_3 на катализаторе.
2) Абсорбция SO_3 разбавленной серной кислотой.
3) Электролиз водного раствора сульфата натрия.
4) Обжиг колчедана для получения SO_2.
5) Гидратация SO_3 чистой водой.

Ответ: 1, 2, 4

Задание 6. Какие из перечисленных процессов являются стадиями производства стекла? (Выберите 3 варианта)

1) Синтез полимера.
2) Варка стекломассы.
3) Отжиг.
4) Экструзия.
5) Формование изделий.

Ответ: 2, 3, 5

Задание 7. Установите соответствие между стадией водоподготовки и ее целью:

1. Осветление : А. Удаление взвешенных и коллоидных частиц
2. Умягчение : Б. Удаление ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}
3. Обессоливание : В. Снижение солесодержания до уровня глубокой очистки
4. Дегазация : Г. Удаление растворенных газов (O_2, CO_2)

Задание 8. Установите соответствие между продуктом и основным сырьем для его производства:

1. Керамика : А. Каолин, кварц, полевой шпат
2. Стекло : Б. Песок, сода, известняк
3. Цемент : В. Известняк и глина

Задание 9. Установите последовательность операций в схеме очистки природной воды для технологических нужд:

1) Коагуляция и отстаивание : 2) Механическая фильтрация : 3) Умягчение (известково-содовый метод) : 4) Обессоливание (ионный обмен)

Задание 10. Установите последовательность операций при пирометаллургическом получении меди из сульфидных руд:

1) Обжиг руды: 2) Плавка на штейн : 3) Конвертирование медного штейна : 4) Огневое рафинирование

Задание 11. Какой основной продукт используется для абсорбции SO_3 в производстве серной кислоты и почему не используют воду?

Ответ: Олеум или 98 % серная кислота. Вода не используется, так как при гидратации SO_3 водой образуется туман из мельчайших капель серной кислоты, который плохо улавливается.

Задание 12. Как называется основной аппарат для синтеза аммиака?

Ответ: Колонна синтеза (реактор синтеза аммиака).

Задание 13. Какой основной катализатор используется в процессе каталитического крекинга?

Ответ: Цеолитсодержащий катализатор (или алюмосиликатный катализатор).

Задание 14. Опишите принцип работы и преимущества контактного метода производства серной кислоты по сравнению с нитрозным (башенным). Какие физико-химические закономерности лежат в основе выбора катализатора и температурного режима?

Примерный ответ: **Принцип:** Прямое каталитическое окисление SO_2 в SO_3 с последующей абсорбцией SO_3 серной кислотой.

Преимущества: Более высокая концентрация и чистота продукта, возможность автоматизации, экологичность (отсутствие выбросов оксидов азота), компактность установок.

Физико-химические основы: 1) **Выбор катализатора** (V_2O_5): Обусловлен его высокой активностью, селективностью и устойчивостью к ядам. 2) **Температурный режим**: Реакция окисления SO_2 экзотермична и обратима. Согласно принципу Ле Шателье, для увеличения конверсии необходима не слишком высокая температура. Однако низкая температура снижает скорость реакции. Поэтому применяют многослойный реактор с промежуточным охлаждением газа между слоями катализатора для совмещения высокой скорости и высокой степени превращения.

Задание 15. Опишите процесс электролитического рафинирования меди. Какие химические реакции протекают на электродах? Почему этим методом можно получить металл высокой чистоты?

Примерный ответ: **Сущность процесса:** Анод - из нечистой меди, катод - тонкая листовая медь-основа. Электролит - раствор $CuSO_4$ с H_2SO_4.

Реакции: На аноде: Cu^0 (нечистый) - $2\bar{e} \rightarrow Cu^{2+}$ (переходит в раствор). Более активные примеси (Zn, Fe) также переходят в раствор, а менее активные (Au, Ag, Pt) выпадают в осадок на дне в виде «анодного шлама».

На катоде: $Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cu^0$ (чистый). Ионы менее активных металлов не восстанавливаются, оставаясь в растворе.

Причина высокой чистоты: На катоде осаждается только медь, так как ее потенциал восстановления выше, чем у примесей Zn^{2+}, Fe^{2+}. Благородные примеси не растворяются и не попадают на катод. Таким образом, происходит электрохимическое разделение.

6.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)**
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3, 4	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2, 3 из 4)	5, 6	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	7, 8	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	9, 10	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ

			правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	11, 12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; 3 б – если допущена одна ошибка /неточность/; 2 б – если допущено более одной ошибки; 0 б – ответ не / ответ отсутствует

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	• ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. • ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик. • ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. • ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

Тест 2 (ОПК-2)

«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Задание 1. Катализатор, используемый в контактном методе производства серной кислоты для окисления SO_2 в SO_3, – это:

1) Оксид железа(III).
2) Платина на носителе.
3) Металлический никель.
4) Оксид ванадия(V) (V_2O_5).

Ответ: 4

Задание 2. Какой из перечисленных процессов относится к пирометаллургии?

1) Электролитическое рафинирование меди.
2) Восстановление железа из руды в доменной печи.
3) Выщелачивание меди разбавленной серной кислотой.
4) Цементация меди железом.

Ответ: 2

Задание 3. Основной рудой для производства алюминия является:

1) Боксит.
2) Галенит.
3) Медный колчедан.
4) Гематит.

Ответ: 1

Задание 4. Исходным сырьем для производства полиэтилена высокого давления (ПЭВД) является:

1) Ацетилен.
2) Этан.
3) Этилен.
4) Метан.

Ответ: 3

Задание 5. Какие из перечисленных веществ являются конечными продуктами в технологии связанного азота? (Выберите 2 варианта)

1) Аммиак (NH_3).
2) Азотная кислота (HNO_3).
3) Мочевина ($CO(NH_2)_2$).
4) Азот (N_2).

Ответ: 1, 3

Задание 6. Какой метод получения изделий из керамики является наиболее распространенным? (Выберите 2 варианта)

1) Литье из расплава.
2) Пластическое формование.
3) Литье шликером.
4) Вакуумное формование.

Ответ: 2, 3

Задание 7. Установите соответствие между металлом и основным промышленным способом его получения из руды:

1. Железо : А. Пирометаллургия (восстановление углем в печи)
2. Медь (из сульфидных руд) : Б. Пирометаллургия (обжиг, плавка, конвертирование)
3. Алюминий : В. Электролиз расплава солей

Задание 8. Установите соответствие между мономером и получаемым из него полимером:

1. $CH_2=CH_2$ (этилен) : А. Полиэтилен (ПЭ)
2. $CH_2=CHCl$ (винилхлорид) : Б. Поливинилхлорид (ПВХ)
3. $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$ (изопрен) : В. Натуральный каучук

Задание 9. Установите правильную последовательность стадий производства серной кислоты из серы:

1) Сжигание серы : 2) Очистка печного газа : 3) Контактное окисление SO_2 : 4) Абсорбция SO_3

Задание 10. Установите последовательность технологических стадий производства листового стекла:

1) Приемка и подготовка сырья : 2) Варка шихты : 3) Формование (флоат-метод) : 4) Отжиг : 5) Резка и упаковка

Задание 11. Как называется процесс термического разложения угля без доступа воздуха с получением кокса, каменноугольной смолы и газа?

Ответ: Коксование.

Задание 12. Как называется научная дисциплина, изучающая скорости химических реакций, которая крайне важна для проектирования химических реакторов?

Ответ: Химическая кинетика.

Задание 13. Основным оксидом в производстве силикатного кирпича является:

Ответ: Оксид кремния (SiO_2).

Задание 14. Вам необходимо выбрать оптимальный способ переработки тяжелого газойля для увеличения выхода бензина на нефтеперерабаты-

вающем заводе. Сравните каталитический и термический крекинг. Какие факторы (выход бензина, его качество, стоимость процесса, экологичность) вы будете учитывать для принятия решения?

Примерный ответ: **Каталитический крекинг**: Плюсы: Высокий выход бензина (до 50 %), высокое октановое число, возможность получения ценных сжиженных газов (пропилен, бутилен). Минусы: Высокие капитальные затраты, сложность процесса, необходимость регенерации катализатора.

Термический крекинг: Плюсы: Более простая и дешевая технология. Минусы: Низкий выход и низкое качество бензина, большое образование непредельных углеводородов и кокса.

Анализ и вывод: Для основной цели (максимизация выхода качественного бензина) оптимален каталитический крекинг. Несмотря на высокие первоначальные затраты, он обеспечивает лучшие технико-экономические показатели за счет качества и количества целевого продукта, а также большей гибкости производства. Термический крекинг может рассматриваться для менее ответственных задач или как дополнение.

Задание 15. Опишите процесс получения уксусной кислоты окислением ацетальдегида. Какие химические реакции лежат в основе этого метода? Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать при работе с исходными реагентами и продуктами?

Примерный ответ: **Химическая сущность**: Ацетальдегид окисляется кислородом воздуха в присутствии катализатора (ацетат марганца) до уксусной кислоты: $2CH_3CHO + O_2 \rightarrow 2CH_3COOH$.

Стадии процесса: 1) Получение ацетальдегида (например, гидратацией ацетилена). 2) Окисление ацетальдегида в жидкой фазе при умеренных температурах (50-70 °C) и давлении. 3) Ректификация для выделения чистой уксусной кислоты.

Требования безопасности: **Ацетальдегид**: Легколетуч, горюч, обладает наркотическим действием. Необходима герметичность оборудования, взрывобезопасная электротехника, вентиляция. **Кислород**: Сильный окислитель. Контакт с маслами и органическими материалами недопустим (возможен взрыв). **Уксусная кислота**: Коррозионно-активна, вызывает ожоги. Требуется использование коррозионно-стойких материалов (нержавеющая сталь), средств индивидуальной защиты (очки, перчатки, фартук). **Общие меры:** Контроль температуры и давления в реакторе, так как реакция экзотермична.

6.3.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ УК-2

Тесты содержат следующие типы заданий

Тип задания	№	Вес	Результат оценивания

	задания	задания (балл)	(баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильного ответа)
Задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа (1 – 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (2, 3 из 4)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление соответствия (3 на 3 и 4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
Задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; 3 б – если допущена одна ошибка /неточность/; 2 б – если допущено более одной ошибки; 0 б – ответ не / ответ отсутствует

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
УК-2. Способен определять круг	• УК-2.1. Определяет круг

задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними • УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта • УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм • УК-2.4 Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач • УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования

Тест 3 (УК-2)

«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

Задание 1. Какой из перечисленных процессов является нестационарным в классическом понимании?

1) Периодический процесс нейтрализации кислоты щелочью в реакторе с мешалкой.
2) Процесс горения в печи обжига колчедана для получения SO_2.
3) Процесс абсорбции SO_3 в производстве серной кислоты в насадочной колонне при установившемся режиме.
4) Процесс перекачки воды центробежным насосом с постоянной производительностью.

Ответ: 1

Задание 2. Наиболее распространенный в промышленности метод связывания атмосферного азота – это:

1) Электролитический метод.
2) Цианамидный метод.
3) Процесс Габера-Боша.

4) Прямое окисление в дуговом разряде.

Ответ: 3

Задание 3. Основным сырьем для производства портландцемента является:

1) Кварцевый песок, сода и известняк.
2) Известняк и глина (или мергель).
3) Глина, кварцевый песок и полевой шпат.
4) Каолин и карбонат кальция.

Ответ: 2

Задание 4. Какие из перечисленных факторов являются ограничивающими при выборе источника энергии для крупного химического производства? (Выберите 2 варианта)

1) Стоимость единицы энергии.
2) Удельная теплота сгорания топлива.
3) Экологичность источника.
4) Цвет топлива.

Ответ: 1, 3

Задание 5. Какие из перечисленных процессов являются стадиями производства алюминия по способу Байера-Холла? (Выберите 2 варианта)

1) Электролиз водного раствора солей алюминия.
2) Получение чистого глинозема (Al_2O_3) из боксита.
3) Электролиз расплава глинозема в криолите.
4) Карбонильное рафинирование.
5) Обжиг с получением оксида.

Ответ: 2, 3

Задание 6. Какие из перечисленных процессов относятся к вторичным методам переработки нефти? (Выберите 3 варианта)

1) Атмосферная перегонка.
2) Каталитический крекинг.
3) Каталитический риформинг.
4) Гидроочистка.
5) Сепарация нефти от газа и воды.

Ответ: 2, 3, 4

Задание 7. Какие из перечисленных процессов относятся к основным стадиям типичного химико-технологического процесса (ХТП)? (Выберите два варианта)

1) Подготовка сырья
2) Маркетинг продукта
3) Химическое превращение
4) Разработка дизайна упаковки
Ответ: 1; 3

Задание 8. Установите соответствие между видом сырья и основным химическим процессом его переработки:

1. Природный газ : А. Конверсия с водяным паром
2. Колчедан (FeS_2) : Б. Обжиг
3. Нефть : В. Ректификация
4. Вода : Г. Электролиз

Задание 9. Установите соответствие между типом удобрения и его основным действующим веществом:

1. Азотное : А. N (в форме аммонийных, нитратных или амидных соединений)
2. Фосфорное : Б. P_2O_5 (в форме растворимых фосфатов)
3. Калийное : В. K_2O (в форме растворимых солей калия)

Задание 10. Установите правильную последовательность стадий производства серной кислоты контактным методом из серы:

1) Сжигание серы : 2) Очистка печного газа : 3) Контактное окисление SO_2 до SO_3 : 4) Абсорбция SO_3

Задание 11. Установите правильную последовательность стадий производства азотной кислоты из аммиака:

1) Окисление аммиака на платино-родиевом катализаторе : 2) Окисление NO до NO_2 : 3) Абсорбция оксидов азота водой : 4) Концентрирование кислоты

Задание 12. Как называется основной аппарат для проведения контактного окисления SO_2 в SO_3?

Ответ: Контактный аппарат (или реактор окисления).

Задание 13. Какой газ используется в качестве восстановителя в доменном процессе получения чугуна?

Ответ: Окись углерода (CO).

Задание 14. Проанализируйте ситуацию: На стадии абсорбции SO_3 в производстве серной кислоты была зафиксирована повышенная потеря

оксида серы с отходящими газами. Используя знания о процессе, предложите возможные причины и способы решения этой проблемы, учитывая ограничения по ресурсам (стоимость реагентов, возможность остановки линии).

Примерный ответ: **Причины:** 1) Недостаточная концентрация или температура абсорбента (серной кислоты). 2) Слишком высокая скорость газа в абсорбере, ведущая к проскоку. 3) Загрязнение или деградация насадки в абсорбере. 4) Неправильный режим орошения.

Способы решения: 1) **Корректировка режима** (наименее затратный): проверить и отрегулировать концентрацию кислоты (оптимум ~98%) и температуру орошения. 2) **Оперативное вмешательство:** Увеличить расход орошающей кислоты, если позволяет гидравлика. 3) **Плановый ремонт** (более затратный): при плановой остановке провести осмотр и очистку насадки абсорбера. Наиболее оптимальным сначала является проверка и корректировка технологических параметров.

Задание 15. Вам поставлена задача повысить выход аммиака в колонне синтеза. Какие технологические параметры вы можете скорректировать и как, основываясь на принципе Ле Шателье? Оцените возможные ограничения для каждого способа (рост давления - затраты на оборудование, температура - активность катализатора).

Примерный ответ: **Повышение давления:** Реакция $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ идет с уменьшением объема. Повышение давления смещает равновесие в сторону продукта. **Ограничение:** Высокое давление требует дорогостоящего и энергоемкого оборудования, повышает риски.

Снижение температуры: Реакция экзотермична. Снижение температуры смещает равновесие в сторону продукта. **Ограничение:** Низкая температура резко снижает скорость реакции. Существует оптимальный температурный интервал для катализатора (450-550 °C).

Удаление продукта из зоны реакции: Отвод аммиака конденсацией также смещает равновесие. **Ограничение:** Технологическая сложность и энергозатраты на глубокое охлаждение.

Оптимальный способ: Планирование работы в зоне оптимального давления (компромисс между выходом и стоимостью) и температуры (компромисс между равновесием и скоростью) с эффективной системой конденсации аммиака.

ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Форма отчета. Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, схемы приборов, расчеты, таблицу, графики зависимости, вывод. К лабораторной работе должны быть разобраны вопросы к занятию.

ВОПРОСЫ УСТНОГО ОПРОСА

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 (2 часа)

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

1. Понятие о химико-технологическом процессе. Классификация процессов: по фазовому состоянию, реагентам и продуктам реакции, по типу химических реакций, по

принципу контакта реагентов, по параметрам технологического режима и другим признакам.

2. Химические реакторы и химические процессы, протекающие в них. Гомогенные и гетерогенные процессы, их особенности. Движущая сила процесса и факторы ее определяющие.

3. Равновесие в химико-технологическом процессе. Применение принципа Ле Шателье для определения параметров технологического режима. Равновесная степень превращения. Выход продукта.

4. Скорость технологических процессов.

5. Гомогенные процессы. Основные закономерности гомогенных процессов. Влияние температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость процесса и выход продукта. Методы воздействия на скорость гомогенных и гетерогенных процессов. Проектирование и моделирование химико-технологических процессов.

6. Катализ в химической промышленности. Сущность и виды катализа. Типы каталитических процессов: окислительно-восстановительного взаимодействия и кислотно-основного взаимодействия вещества с катализатором. Гомогенный и гетерогенный катализ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 (2 часа)
ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

9. Серная кислота, её свойства. Сорта серной кислоты. Сырьё для производства серной кислоты. Подготовка сырья.

10. Химические реакции, лежащие в основе производства серной кислоты.

11. Способы получения оксида серы (IV). Обжиг сырья. Печи, используемые для обжига сырья, их достоинства и недостатки.

12. Контактные аппараты, принципиальные схемы устройства различных видов контактных аппаратов.

13. Поглощение оксида серы (VI). Поглотительный узел. Теоретические основы процесса, условия его протекания.

14. Технологическая схема производства серной кислоты контактным способом. Короткая схема производства серной кислоты.

15. Производство серной кислоты нитрозным способом. Достоинства и недостатки производства.

16. Производство серной кислоты способом «мокрого катализа». Достоинства и недостатки производства.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 (2 часа)
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

12. Сырьё цветной и чёрной металлургии. Основные показатели сырья. Перспективы развития цветной и чёрной металлургии в Амурской области.

13. Процессы подготовки сырья. Классификация металлов. Способы получения металлов.

14. Аллотропические модификации железа. Сплавы на основе железа.

15. Чугун, его характеристика. Устройство доменной печи. Доменный двор.

16. Химические процессы доменного производства.

17. Сталь, характеристика стали. Марки стали. Отличие стали от чугуна.

18. Химические процессы, лежащие в основе производства стали.

19. Мартеновский способ производства стали. Устройство и работа мартеновской печи. Преимущества и недостатки мартеновского способа производства стали.

20. Кислородно-конверторный способ производства стали, его достоинства и недостатки.

21. Выплавка стали в электропечах. Достоинства и недостатки производства стали в электропечах.

22. Прямое восстановление железа из руд. Порошковая металлургия.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 (2 часа)
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

1. Промышленный органический синтез. Классификация и общая характеристика производства продуктов промышленного органического синтеза. Сырьё. Типовые химико-технологические процессы.

2. Синтез метанола. Технологическая схема производства.

3. Производство этилового спирта. Биохимический и гидролизный способы производства. Технологическая схема производства.

4. Производство этанола способом каталитической гидратации этилена. Технологическая схема производства.

5. Производство бутадиена. Технологическая схема производства.

6. Производство изопрена. Технологическая схема производства.

7. Производство стирола. Технологическая схема производства.

8. Производство капролактама. Химизм процесса.

9. Способы получения ацетилена. Технологическая схема производства ацетилена из карбида кальция. Технологическая схема производства ацетилена из углеводородного сырья.

10. Производство ацетальдегида. Технологическая схема производства.

11. Производство уксусной кислоты. Технологическая схема производства.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5 (2 часа)
ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Высокомолекулярные соединения. Свойства, классификация и методы получения. Полимеризация. Классификация и характеристика. Поликонденсация. Классификация и характеристика.

2. Производство целлюлозы. Сульфитный способ производства. Технологическая схема производства. Сульфатный способ производства. Технологическая схема производства.

3. Производство химических волокон. Классификация и характеристика химических волокон. Принципиальная схема производства.

4. Производство вискозного волокна. Технологическая схема производства.

5. Производство капронового волокна. Химизм и принципиальная схема производства.

6. Производство пластических масс. Классификация, общая характеристика, основные способы производства.

7. Поликонденсационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство фенопластов. Химизм и принципиальная схема производства.

8. Полимеризационные полимеры и пластмассы на их основе. Производство полиэтилена. Технологическая схема производства.

9. Производство бутадиен-стирольного каучука. Технологическая схема производства.

10. Производство резины. Принципиальная схема производства.

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа (Материальный баланс; сырьё; вода).

1.Суммарная реакция получения дивинила по способу С.В. Лебедева выражается уравнением

$$2C_2H_5OH \rightarrow CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2H_2O + H_2.$$

Выход дивинила составляет 80%. Вычислите, сколько кг дивинила можно получить из 2000 м^3 96%-го спирта (ρ = 80,0 кг/м^3). (Ответ: 72,12 т).

2. Цех карбидных смол на 1 т продукции расходует 30 м^3 оборотной воды. Вычислите годовую потребность цеха в хлоре для предупреждения образования биологической пленки в теплообменных аппаратах, если доза хлора 8 мг/л, его

производственные потери − 12%. Периодичность обработки два раза в год, а производительность цеха 9000 т/г. (Ответ: 484 т).

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Тест (химическая технология)

Часть А

1. Для удаления карбонатной жесткости используют гашеную известь, соду, едкий натр, тринатрийфосфат. Какое из названных веществ окажется наиболее эффективность, если взять их одинаковые количества?

1) известь;
2) тринатрийфосфат;
3) едкий натр;
4) сода.

2. Что такое коксование?

1) разложение твердого топлива в присутствии воздуха при температуре 1000°С;
2) разложение твердого топлива без доступа воздуха при температуре 1000°С и выше;
3) нагревание твердого топлива в присутствии газов при температуре 1000°С;
4) нагревание твердого топлива до температуры 1000°С в токе азота

3. В каких аппаратах осуществляется поглощение аммиака из коксового газа?

1) в скрубберах;
2) в ректификационных колоннах;
3) в холодильниках непосредственного действия;
4) в сатураторах.

4. Какой из получаемых продуктов составляет наибольшую массовую долю при коксовании твердого топлива?

1) коксовый газ;
2) каменноугольная смола;
3) кокс;
4) надсмольная вода.

5. Определите внутреннюю структуру стекла.

1) твердое кристаллическое тело;
2) раствор с большой вязкостью;
3) переохлажденный расплав;
4) охлажденная жидкость.

6. В каких печах варят стекло?

1) камерные;
2) электропечи;
3) регенеративные;
4) трубчатые.

7. Что такое бетон?

1) смесь цемента с водой и наполнителем;
2) смесь извести с водой и песком;
3) смесь цемента с водой и известью;
4) смесь известняка с гипсом.

8. Какие стадии отсутствуют при «короткой» схеме производства серной кислоты?

1) обжиг колчедана;
2) поглощение SO_2 водой;
3) специальная очистка;
4) охлаждение в контактном аппарате.

9. Что понимают под термином «циркуляционный газ»?

1) азотоводородная смесь с остатком аммиака, возвращаемая в систему;
2) аммиак с незначительной примесью азота и водорода;
3) азот и водород;

4) аммиак.

10. Каким способом отделяется KCl от NaCl при получении его из сильвинита?

1) флотация и избирательное растворение при нагревании;
2) гравитационное обогащение;
3) адсорбция;
4) экстракция.

11. Каким способом получают алюминий в промышленности?

1) восстановление оксида алюминия водородом;
2) электролитический;
3) металлотермический;
4) пирометаллургический.

12. Какой из перечисленных ниже процессов является примером гетерогенного необратимого экзотермического процесса?

1) синтез аммиака;
2) окисление SO_2 в SO_3;
3) обжиг серного колчедана;
4) сжигание серы.

13. Что называется расходным коэффициентом?

1) расход каждого вида сырья, отнесенный к единице целевого продукта;
2) масса готового продукта;
3) расход одного вида сырья по отношению к другому

14. Какой продукт называют «нитроолеум»?

а) смесь азотной кислоты с серной;
б) серная кислота, насыщенная оксидами азота;
в) азотная кислота, насыщенная димером оксида азота (N_2O_4);
г) раствор оксидов азота в азотной кислоте.

15. Какие процессы происходят при варке стекла?

а) химические;
б) физико-химические;
в) термические;
г) физические.

Часть В

16. Чем определяется общая скорость химического процесса в реакторе? В каких областях может протекать химико-технологический процесс?
17. По каким признакам классифицируются реакции, лежащие в основе химико-технологического процесса?
18. Что называют контактными массами, каков их состав?
19. Что такое технологическая схема процесса? Какими могут быть химико-технологические системы?
20. Что называют технологическим режимом и параметрами этого режима?

Часть С

21. Составить материальный баланс синтеза аммиака из чистой азотводородной смеси, если выход составляет 95%. **Ответ:** m N_2 – 0,876т; m H_2 – 0,186т.
22. Рассчитайте расходный коэффициент серы для получения 1т серной кислоты, если потери составляют 7%. **Ответ:** 349,35т.
23. Что такое выход продукта? Как его определить?
24. При электролизе хлорида натрия при силе тока 1500 А в течение 36 часов было получено 67,94 кг хлора. Определить выход по току. **Ответ:** 95,1%
25. Почему при окислении диоксида серы в триоксид серы стремятся поддерживать температуру в пределах 450-500°С? Почему не применяют более высокую температуру, несмотря на то, что скорость реакции значительно увеличивается?

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

Основная литература

1. Бесков, В.С. Общая химическая технология: учебник для вузов /В.С. Бесков. - М. : Академкнига, 2006. − 452 с. (30 экз.)

2. Жидков, В.В. Практикум по химической технологии и прикладной химии: учебное пособие для студентов вузов / В.В. Жидков. - Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014. – 124 с. (28 экз.)

Дополнительная литература

1. Игнатенков, В. И. Общая химическая технология: теория, примеры, задачи: учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 195 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09222-6. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/489904

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. XuMuK.ru http://www.xumuk.ru
2. Электронная библиотека по химии http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
3. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

Ауд. 219 «А». Лаборатория химической технологии

- Стол лабораторный 2-мест. (12 шт.)
- Стул (24 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул преподавателя (1 шт.)
- Пюпитр (1 шт.)
- Аудиторная доска (1 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (3 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Принтер лазерный «CANON» (2 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксмер (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)

- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллёр» (3 шт.)
- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-3КМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Химическая технология»
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда

Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ, в лаборатории психолого-педагогических исследований и др.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Жидков В.В., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).