

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
Д.Е. Андрианов
_____ 17.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая химическая технология

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки

*Химическая технология неорганических
веществ*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
5	108 / 3	16	24		1,6	2,25	43,85	64,15	Зач.
Итого	108 / 3	16	24		1,6	2,25	43,85	64,15	

Муром, 2022 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование знаний, необходимых для решения технологических задач, связанных с разработкой и проектированием технологических схем производства различных продуктов и материалов.

Задачи дисциплины: изучение методов расчета основных процессов химической технологии, методов расчета основных размеров аппаратов и ознакомление с конструктивными схемами аппаратов, а также формирование практических навыков решения конкретных технических задач и умения проектировать типовые технологические схемы основных химико-технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Изучение "Общей химической технологии" базируется на цикле естественно-научных и математических дисциплин средней общеобразовательной школы, а также на дисциплинах "Общая и неорганическая химия", "Физическая химия", "Дополнительные главы физической химии". Знания, полученные студентами при изучении дисциплины, будут использованы при написании курсовых работ и ВКР.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.3 Использует механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	знать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире (ОПК-1.3)	вопросы, задачи
ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой	ОПК-4.1 Обеспечивает проведение технологического процесса, производит расчеты основных процессов химической технологии	уметь обеспечивать проведение технологического процесса, производит расчеты основных процессов химической технологии (ОПК-4.1)	вопросы, задачи
	ОПК-4.2 Производит изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	уметь производить изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья (ОПК-4.2)	

<p>продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья</p>			
<p>ПК-1 Способен осуществлять химико- технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса</p>	<p>ПК-1.3 Осуществляет химико-технологический процесс в соответствии с регламентом</p>	<p>уметь осуществлять химико-технологический процесс в соответствии с регламентом (ПК-1.3) владеть навыками проектирования химических технологических процессов (ПК-1.3)</p>	<p>вопросы, задачи</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником						Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация			Контроль
1	Сырьевые и энергетические ресурсы химического производства	5	6	8						15	устный опрос
2	Физико-химические основы технологических процессов	5	10	16						49,15	решение задач
Всего за семестр		108	16	24			+	1,6	2,25	64,15	Зач.
Итого		108	16	24				1,6	2,25	64,15	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 5

Раздел 1. Сырьевые и энергетические ресурсы химического производства

Лекция 1.

Общая химическая технология. Основные понятия и определения. Цели и задачи дисциплины. Роль химической промышленности в современной жизни (2 часа).

Лекция 2.

Компоненты и состав химического производства. Показатели полезности и эффективности (2 часа).

Лекция 3.

Сырье в химической промышленности. Характеристика и запасы сырья. Подготовка сырья. Принципы обогащения сырья. Концепция полного использования сырьевых ресурсов (2 часа).

Раздел 2. Физико-химические основы технологических процессов

Лекция 4.

Водные и энергетические ресурсы в химической промышленности. Требования к качеству воды. Промышленная водоподготовка. Виды и источники энергии. Принципы рационального использования водных и энергетических ресурсов (2 часа).

Лекция 5.

Основные закономерности химической технологии. Химико-технологические процессы и их классификация. Основные стадии химико-технологического процесса. Аппаратурное и

документальное оформление. Типы реакторов и их конструктивные особенности. Технологические схемы (2 часа).

Лекция 6.

Физико-химические основы химико-технологического процесса. Равновесие в технологических процессах (2 часа).

Лекция 7.

Ускорение химических процессов – наиболее эффективный способ интенсификации химико – технологических процессов и оптимизации технико – экономических показателей. Скорость и способы ее увеличения (2 часа).

Лекция 8.

Гомогенные процессы и гетерогенные процессы. Гомогенные процессы в газовой и жидкой фазах (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Семестр 5

Раздел 1. Сырьевые и энергетические ресурсы химического производства

Практическое занятие 1

Основы расчета материального баланса (2 часа).

Практическое занятие 2

Смешение и разделение потоков (2 часа).

Практическое занятие 3

Баланс химических процессов (2 часа).

Практическое занятие 4

Энергетические расчеты (2 часа).

Раздел 2. Физико-химические основы технологических процессов

Практическое занятие 5

Баланс обратимых химических процессов. Часть 1 (2 часа).

Практическое занятие 6

Баланс обратимых химических процессов. Часть 2 (2 часа).

Практическое занятие 7

Балансовые расчеты Часть 1 (2 часа).

Практическое занятие 8

Балансовые расчеты Часть 2 (2 часа).

Практическое занятие 9

Балансовые расчеты Часть 3 (2 часа).

Практическое занятие 10

Расчет химических процессов. Часть 1 (2 часа).

Практическое занятие 11

Расчет химических процессов. Часть 2 (2 часа).

Практическое занятие 12

Расчет химических процессов. Часть 3 (2 часа).

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

Не планируется.

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Равновесие в технологических процессах. Скорость и способы ее увеличения. Технологические схемы.
2. Гомогенные процессы. Характеристика гомогенных химических процессов. Гомогенные процессы в газовой и жидкой фазах.
3. Основные закономерности гомогенных процессов. Некоторые типичные аппараты для проведения гомогенных процессов.

4. Гетерогенные процессы. Характеристика гетерогенных химических процессов. Процессы в системах газ - жидкость, жидкость - твердое тело.
5. Гетерогенные процессы в системе газ – твердое тело. Процессы в бинарных твердых, двухфазных жидких и многофазных системах.
6. Высокие температуры как средство интенсификации химико-технологических процессов. Условия, ограничивающие повышение температуры химико-технологических процессов.
7. Высокотемпературные процессы и аппараты. Печи.
8. Каталитические процессы и аппараты. Значение и области применения катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Свойства твердых катализаторов и их изготовление.
9. Аппаратурное оформление каталитических процессов. Основные элементы технологических расчетов контактных аппаратов.
10. Использование фотохимических, радиохимических, биохимических, плазменно-химических процессов и ультразвука в химической технологии.
11. Методы гравитационного обогащения сырья. Устройство и принцип действия гидравлического классификатора, гидроциклона, воздушного сепаратора.
12. Методы электромагнитного обогащения. Устройство и принцип действия электромагнитного и электростатического сепараторов.
13. Флотация как метод обогащения сырья. Устройство и принцип действия флотационных машин с пневматическим и механическим перемешиванием.
14. Методы очистки и разделения газов. Аб(д)сорбционно-десорбционный метод разделения газовых смесей.
15. Методы очистки и разделения жидкостей. Дистилляция и ректификация.
16. Рациональное использование энергии. Устройство и принцип действия регенератора и рекуператора.
17. Способы и средства перемешивания реакционных масс как метод увеличения скорости процесса.
18. Высокотемпературные процессы и аппараты.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

1. Макроскопическая теория физико-химических явлений - теоретическая база химической технологии.
2. Основные макроскопические переменные параметры, характеризующие перенос и превращение вещества, импульса и энергии в распределенных неравновесных системах.
3. Обобщенная форма дифференциальных уравнений баланса, связывающих функции плотности, потока и источника субстанции. Конвективный и кондуктивный перенос субстанции.
4. Классические законы пропорциональности кондуктивных потоков химического компонента, импульса и теплоты градиентам концентрации, скорости и температуры. Характеристика коэффициентов переноса в различных средах.
5. Конкретные частные формы дифференциальных уравнений баланса вещества, импульса и энергии.
6. Способы и устройства для измерения скорости и расхода движущейся среды. Краткие сведения о насосах, компрессорных машинах и турбинах.
7. Методы смешения фаз и разделения гетерогенных систем.
8. Тепловые процессы в химической технологии. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение; соответствующие уравнения теплопереноса.
9. Технологические способы нагрева и охлаждения. Теплообменные аппараты. Представление о сложении термических сопротивлений и лимитирующем сопротивлении.

10. Пути интенсификации процессов теплообмена и повышения их термодинамической эффективности.
11. Массообменные процессы. Основные принципы массообменных процессов в системах газ - жидкость, жидкость - жидкость, газ - твердое тело.
12. Равновесные, кинетические и механические факторы в организации процессов межфазного массообмена. Моделирование стационарного процесса абсорбции. Аналогия с теплообменом.
13. Экологические аспекты производства ПЭ и изделий на его основе.
14. Электрохимическое производство хлора и каустической соды. Физико-химические основы процесса электролиза водных растворов и расплавов хлоридов щелочных металлов.
15. Баланс напряжения и расход электроэнергии на электролиз. Выход по току.
16. Материальный и тепловой балансы электролизера.
17. Основы теории переноса в диафрагмах и ионообменных мембранах. Распределение газосодержания в межэлектродном пространстве.
18. Анализ влияния неоднородностей распределения тока и фильтрации электролита на выход по току побочных продуктов.
19. Типы промышленных электролизеров. Электролизеры с твердым катодом: диафрагменный и мембранный. Электролизер с ртутным катодом. Реактор для разложения амальгамы. Электролизер для электролиза расплавов хлоридов щелочных металлов.
20. Основные стадии производства хлора и каустической соды. Приготовление и очистка рассола.
21. Электролиз водных растворов и расплавов.
22. Физико-химические основы конденсации жидкого хлора. Осушка и конденсация жидкого хлора. Хранение и транспортировка жидкого хлора.
23. Осушка и перекачка водорода.
24. Выпарка и плавка каустической соды.
25. Экологические проблемы производства хлора и каустической соды.
26. Сырье для производства ПЭ. Промышленный способ получения этилена. Технологическая схема подготовки сырья для производства ПЭ.
27. Промышленное получение ПЭ. Сравнение регенерации катализатора.
28. Роль процессов массопереноса в осуществлении каталитического крекинга.
29. Каталитический крекинг - важнейший многотоннажный технологический процесс переработки нефтяных фракций. Химические основы процесса и целевые продукты.
30. Многовариантный состав керосино-газойлевых фракций -основного сырья процесса каталитического крекинга и методы его подготовки (гидрообессеривание и гидроочистка).
31. Алюмосиликатные катализаторы крекинга (от природных глин до современных цеолитсодержащих синтетических катализаторов).
32. Роль аморфной алюмосиликатной матрицы. Синергизм в системе цеолит - матрица.
33. Изменение свойств катализатора (активности и селективности) в процессе крекинга.
34. Эволюция технологического оформления процесса каталитического крекинга: стационарный слой катализатора, псевдооживленный слой микросферного катализатора, движущийся слой гранулированного катализатора, движущийся слой шарикового катализатора.
35. Основные технологические параметры современного процесса: температура, давление, объемная скорость подачи сырья, кратность циркуляции катализатора и его характеристика.
36. Влияние массовых потоков в реакторе и регенераторе на устойчивость температурных режимов каталитического крекинга и эффективность процесса в целом.
37. Совершенствование процесса: повышение активности и прочности катализаторов, каталитический реформинг, платформинг.
38. Структура современного производства аммиака из природного газа: основные блоки и связи. Гибкое использование гетерогенных катализаторов в многоступенчатой схеме приготовления и очистки азотоводородной смеси.
39. Особенности циркуляционной схемы синтеза аммиака.
40. Экономические показатели эффективности химических производств. Техно-экономические особенности химической промышленности.

41. Основные производственные фонды, оборотные средства и трудовые ресурсы производств. Критерии эффективности их использования.
42. Структура затрат на производство и реализацию продукции.
43. Себестоимость продукции, прибыль и ценообразование в химической промышленности.

5. Образовательные технологии

Для реализации познавательной и творческой активности студента в учебном процессе используются современные образовательные технологии, дающие возможность повышать качество образования, более эффективно использовать учебное время. Применяются пассивные и интерактивные формы занятий. Студенты выполняют индивидуальные и групповые задания. Подробное объяснение теоретического материала на лекционных занятиях позволяет студентам применять свои знания при решении практических заданий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Шлегель А. Н., Коростелев В. Ф. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие, 2013 - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3403>
2. Блощицина Ю. В. Методические указания к практическим работам "Моделирование и оптимизация технологических процессов";, 2012 - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2653>
3. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва : Логос, 2014. — 304 с. - <https://www.iprbookshop.ru/66419>
4. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. - <http://www.iprbookshop.ru/96108>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Козадерова, О. А. Задачи и упражнения по химической технологии неорганических веществ : учебное пособие / О. А. Козадерова, С. И. Нифталиев, К. Б. Ким. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 60 с. - <https://www.iprbookshop.ru/95368>
2. Брянкин, К. В. Общая химическая технология. Часть 2 : учебное пособие / К. В. Брянкин, А. И. Леонтьева, В. С. Орехов. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 172 с. - <http://www.iprbookshop.ru/64137>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Изучение "Общей химической технологии" базируется на цикле естественно-научных и математических дисциплин средней общеобразовательной школы, а также на дисциплинах "Общая и неорганическая химия", "Физическая химия", "Дополнительные главы физической химии". Знания, полученные студентами при изучении дисциплины, будут использованы при написании курсовых работ и ВКР.

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

e.lib.vlsu.ru:80

iprbookshop.ru

mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционная аудитория

проектор SANYO PDG - DSU 20; ноутбук HP.

Лаборатория общей и неорганической химии

Вытяжные шкафы «Ламинар»; комплекс для анализа тяжелых металлов; химический мультиметр с набором ионоселективных электродов; печь сушильная; весы аналитические ВЛТ-1; весы лабораторные ВЛТэ-150; весы лабораторные ВЛТэ-150; вискозиметр стеклянный; реохорд; специальная химическая посуда; водяная и песчаная баня; электроплитки; штативы химические с держателями; секундомеры; ионметр Микон-2; рН-метр ИПЛ-311.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Глубокому освоению теоретического материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебными пособиями и научными материалами. Для успешного освоения теоретического материала студент знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась, целесообразно изучать ее поэтапно – по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы опираются на предыдущие.

При подготовке к практическим занятиям целесообразно повторить основные понятия по теме занятия, изучить примеры, внимательно прочитать нужную тему, разобраться со всеми теоретическими положениями. Для более глубокого усвоения материала крайне важно обратиться за помощью к основной и дополнительной учебной, справочной литературе, журналам или к преподавателю за консультацией. На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Решая задачу, студент должен предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать и наметить план решения. В конце занятия обучающиеся демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий. Важной частью работы студента является знакомство с рекомендуемой и дополнительной литературой, поскольку лекционный материал, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, содержит лишь

минимум необходимых теоретических сведений. Высшее образование предполагает более глубокое знание предмета. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями на курсовую работу. Обучающийся выбирает одну из указанных в перечне тем курсовых работ, исходя из своих интересов, наличия соответствующих литературных и иных источников. В ходе выполнения курсовой работы преподаватель проводит консультации обучающегося. На заключительном этапе обучающийся оформляет пояснительную записку к курсовой работе и выполняет ее защиту в присутствии комиссии из преподавателей кафедры.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *18.03.01 Химическая технология* и профилю подготовки *Химическая технология неорганических веществ*
Рабочую программу составил к.х.н., доцент Ермолаева В.А. _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 18 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* _____ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии МСФ _____ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года.

Заведующий кафедрой _____
(Подпись) _____ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года.

Заведующий кафедрой _____
(Подпись) _____ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на _____ учебный год.

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года.

Заведующий кафедрой _____
(Подпись) _____ (Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Общая химическая технология

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости
по дисциплине**

Примеры типовых контрольных вопросов и заданий

1. Что такое технология?
2. Чем отличается химическая технология от механической?
3. Что такое сырье, промежуточный продукт, побочный продукт и отходы химического производства?
4. Основные функциональные части химического производства?
5. Какие процессы включает подготовка сырья?
6. Какие показатели химического производства относятся к экономическим?
7. Какие механические процессы используются в химической технологии?
8. Какие гидромеханические процессы используются в химической технологии?
9. Какие тепловые процессы используются в химической технологии?
10. Какие массообменные процессы используются в химической технологии?
11. Чем характеризуется непрерывность процессов химической технологии?
12. Дайте характеристику и определения качественным моделям ХТС.
13. Дайте определение и характеристику количественным моделям ХТС.
14. Приведите основные типы технологических связей.
15. Что такое степень превращения?
16. Что такое выход продукта?
17. Что такое селективность реагента?
18. Что такое производительность?
19. Что такое интенсивность?
20. Что является предметом математического моделирования?
21. Дайте характеристику и приведите примеры граничных и начальных условий.
22. Что понимают под моделью идеального перемешивания? Дайте характеристику этой модели и приведите ее математическое описание.
23. Что понимают под моделью идеального вытеснения? Дайте характеристику этой модели и приведите ее математическое описание.
24. Что понимают под диффузионной моделью. Дайте характеристику этой модели и приведите ее математическое описание.
25. В чем различие между однопараметрической и двухпараметрической диффузионными моделями?
26. Что является предметом изучения химической кинетики?
27. Дайте определение скорости химической реакции.
28. Приведите примеры дифференциальных и интегральных уравнений скоростей химической реакции.
29. Дайте формулировку основному закону химической кинетики – закону действующих масс.
30. Что такое порядок и молекулярность химической реакции? В чем их различие?
31. Каков физический смысл константы скорости химической реакции? От каких параметров она зависит?
32. Приведите интегральную формулу кинетического уравнения первого порядка.
33. Какие методы и приемы могут быть использованы для расчета константы скорости необратимой реакции первого порядка?
34. Приведите дифференциальную и интегральную форму кинетического уравнения простой реакции второго порядка.
35. Дайте определение понятию «период полупревращения». Ответ проиллюстрируйте примерами.

37. Дайте определение и приведите математическое выражение, иллюстрирующее зависимость скорости реакции от температуры по правилу Вант-Гоффа.
38. Дайте определение энергии активации. В чем заключается физический смысл этой величины?
39. Каким образом скорость химической реакции и константа скорости химической реакции зависят от температуры по уравнению Аррениуса?
40. Какими методами и приемами можно определить величину энергии активации химической реакции?
41. Дайте характеристику основным методам осуществления гетерогенно-каталитических процессов.
42. Приведите основные характеристики гетерогенных катализаторов, применяемых в промышленности. Каким основным требованиям должны удовлетворять катализаторы?
43. Дайте характеристику основным теориям гетерогенного катализа: теории промежуточных соединений; адсорбционной теории гетерогенного катализа; мультиплетной теории гетерогенного катализа А.А. Баландина; электронной теории гетерогенного катализа.
44. Перечислите основные стадии гетерогенно-каталитической реакции. Дайте характеристику основным областям протекания гетерогенно-каталитических процессов. Назовите методы получения связанного азота.
45. Назовите основные направления использования аммиака.
46. Что является сырьем в производстве аммиака?
47. Как осуществляется очистка природного газа от серосодержащих соединений?
48. Назовите способы получения азотоводородной смеси.
49. Какие реакции протекают при конверсии метана и его гомологов?
50. Какой катализатор используется для конверсии метана и его гомологов?
51. Какие существуют способы конверсии метана и его гомологов?
52. Какие катализаторы используются для конверсии оксида углерода?
53. Назовите промышленные способы конверсии оксида углерода.
54. Какие методы очистки азотоводородной смеси используются в промышленности?
55. Какие факторы влияют на выход аммиака при его синтезе?
56. Назовите основные свойства азотной кислоты.
57. В каких отраслях используется азотная кислота?
58. Какие способы азотной кислоты существуют?
59. Назовите основные стадии производства азотной кислоты из аммиака.
60. Из каких стадий состоит каталитическое окисление аммиака?
61. Какие катализаторы используются для окисления аммиака?
62. Какие факторы и как влияют на скорость окисления аммиака?
63. Какие химические реакции протекают при окислении оксида азота?
64. Что входит в состав нитрозных газов?
65. Какие химические реакции протекают при абсорбции нитрозных газов?
66. Из каких стадий состоит процесс абсорбции нитрозных газов?
67. Какие факторы влияют на процесс абсорбции нитрозных газов?
68. Какие способы производства разбавленной азотной кислоты используются в промышленности?
69. Роль и значение химической промышленности в жизни общества. Современные направления развития химической промышленности. Роль и значение химических методов в решении экологических проблем и защите окружающей среды
70. Что такое химическое производство и какие основные требования предъявляются к химическому производству? Его структура и компоненты. Состав химического производства. Технические и экономические показатели химического производства Крупнотоннажные и мелкотоннажные производства. Привести примеры. Какая из функций химического производства сегодня наиболее актуальна?
71. Сырьё в химической промышленности. Классификация сырья. Ценность и доступность сырья. Виды сырья для органического синтеза. Концепция полного

использования сырьевых ресурсов и методы экономичного использования ценного сырья в химической промышленности. Какова роль использования этой концепции в современных условиях?

72. Вода в химической промышленности. Виды природных вод. Показатели качества воды. Водоподготовка в химическом производстве: жёсткость воды и способы её устранения.

73. Виды и источники энергии, применяемой в химической промышленности. Концепция полного использования энергии и пути её реализации.

74. Химико-технологический процесс, его структура. Классификация химико-технологических процессов. Отдельные виды процессов в химико-технологическом процессе и их роль. Технологические режимы и их выбор. Технологическая документация, сопровождающая химико-технологический процесс.

75. Аппаратурное оформление химико-технологических процессов. Химический реактор. Виды химических реакторов и их конструкционные особенности. Основные типы реакторов для гомогенных, гетерогенных, высокотемпературных, электрохимических и каталитических процессов. Сущность методов моделирования химических реакторов.

76. Физико-химические основы химических процессов: стехиометрия химических процессов, степень превращения ключевого компонента и её расчёт. Селективность и выход продукта. Формулы для расчёта выхода продукта для необратимых и обратимых процессов.

77. Равновесие в технологических процессах. Термодинамическое условие равновесия. Константа равновесия и её связь с выходом продукта. Выражение константы равновесия для газовых реакций.

78. Выход готового продукта и его значение для технико-экономических показателей химического производства. Равновесный выход продукта. Зависимость выхода от порядка реакции и режимов химико-технологического процесса. Регулирование выхода избытком реагентов. Зависимость выхода от времени протекания процесса.

79. Скорость технологического процесса. Какими формулами можно выразить скорость процесса, через какие величины? Формулы для скорости гомогенных и гетерогенных реакций. Константа скорости процесса, от чего она зависит. Формулы для константы скорости гомогенных, гетерогенных и процессов в переходной области. Лимитирующая процесс скорость.

80. Что такое движущая сила химико-технологического процесса и какие формулы выражают зависимость скорости процесса от движущей силы в текущий момент времени? Как изменяется движущая сила в проточных и противоточных процессах? Какие процессы предпочтительнее?

81. Гомогенные процессы в газовой и жидкой фазе. Основные закономерности процессов. Зависимость скорости гомогенных процессов от порядка реакции, концентрации, давления. Методы гомогенизации реагирующих веществ.

82. Гетерогенные процессы и основные закономерности их протекания. Основные промышленные гетерогенные процессы. Стадии гетерогенных химических реакций, лимитирующая стадия. Выражение для скорости гетерогенного химического процесса. Движущая сила гетерогенных процессов. Общие способы интенсификации гетерогенных процессов.

83. Способы увеличения поверхности соприкосновения в гетерогенных химических процессах. Виды перемешивающих устройств.

16. Гетерогенные некаталитические процессы в системе Г-Ж. Основные химические производства. Абсорбция. Виды и механизм абсорбции. Аппаратурное оформление абсорбционных процессов.

84. Гетерогенные некаталитические процессы в системе Г-Т и Ж-Т. Основные химические производства. Адсорбция, виды и классификация. Аппаратурное оформление адсорбционных процессов. Методы интенсификации процессов адсорбции.

85. Какие процессы относятся к высокотемпературным? Как влияет повышение температуры на интенсификацию эндотермических и экзотермических процессов? Приведите формулы, выражающие зависимость между изменением константы равновесия и температурой для эндотермических и экзотермических процессов, протекающих в

кинетической области. Приведите уравнение Аррениуса, выражающее зависимость константы скорости реакции от температуры и энергии активации реакции.

86. Как зависит выход от температуры эндотермических и экзотермических процессов?

87. Как влияет температура на скорость процессов в диффузионной области? Как зависит коэффициент диффузии от температуры для разных сред? Энергия активации диффузии, зависимость от температуры, её величина для различных сред.

88. Перечислите условия, ограничивающие повышение температуры химико-технологических процессов.

89. В каких аппаратах осуществляются высокотемпературные химико-технологические процессы? Каковы особенности высокотемпературных печей?

Перечислите основные промышленные высокотемпературные процессы.

90. Катализ и его применение в химической промышленности. Преимущества и недостатки катализа по сравнению с другими методами интенсификации химических процессов. Механизм действия и виды катализаторов. Скорость гомогенных и гетерогенных каталитических процессов. Основные характеристики катализаторов. Аппаратурное оформление каталитических процессов.

91. Какие процессы называются электрохимическими, как они классифицируются? Основные параметры электрохимических процессов. Законы Фарадея. Электролиз. Последовательность процессов на аноде и катоде.

92. Гальванические процессы. Назначение гальванических покрытий и основные требования к ним. Оборудование и оснастка гальванических производств. Источники тока. Состав растворов электролитов. Роль цианистых электролитов.

93. Экологическая опасность гальванических производств.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	устный опрос 15 вопросов	20
Рейтинг-контроль 2	устный опрос 20 вопросов, 2 практических задания	20
Рейтинг-контроль 3	устный опрос 20 вопросов, 2 практических задания	30
Посещение занятий студентом		10
Дополнительные баллы (бонусы)		10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		10

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Перечень вопросов

ОПК-1

Блок 1 (знать):

1. Какой компонент в ХТП относят к ключевым и почему?
2. Какие виды сырья используют в химическом производстве?
3. Что означает понятие «Концепция экономии сырьевых ресурсов»? Каковы пути экономичного использования сырьевых ресурсов?

4. Какие показатели ХТП характеризуют эффективность работы оборудования?
5. Как рассчитывается степень превращения исходного компонента и его селективность?
6. Что означает понятие «Выход продукта»? По каким формулам рассчитывают выход?
7. Селективность и выход продукта. Формулы для расчёта выхода продукта для необратимых и обратимых процессов.
8. Равновесие в технологических процессах.
9. Термодинамическое условие равновесия. Константа равновесия и её связь с выходом продукта. Выражение константы равновесия для газовых реакций.

Блок 2 (уметь):

1. Сублимационная сушка.
2. Композитные материалы. Правило фаз. Основные формы и материалы матрицы и наполнителя.
3. Стандартизация. ISO и ГОСТ. ТУ. Защита интеллектуальной собственности. Авторские права. Патентование.
4. Различия основного и тонкого синтеза. Компоненты химического производства. Сырье. Критерии оценки химической технологии. Е-фактор.
5. Производство аммиака, азотной кислоты, азотных удобрений. Сырье. Технологии. Основные параметры процессов. Перспективы.
6. Нефтепереработка. Продукты, основные процессы. Крекинг. Риформинг. Некаталитические методы переработки. Параметры мирового и российского производства и потребления. Сырье. Технологии. Основные параметры процессов. Перспективы.
7. Новые среды (ионные и сверхкритические жидкости).
8. Новые физические реакционные условия. Микрореакторы, их преимущества и недостатки, объяснение. Микроволновой нагрев, электромагнитный нагрев.
9. Новые подходы и работа с сырьем, растительное сырье, его состав, механохимическая обработка.
10. В реактор подается 500кг технического сероводорода (90% об. H₂S и 10% об. H₂O), и 2500м³ воздуха. Конверсия H₂S - 40%. Определить концентрации компонентов реакционной смеси в различных единицах. $H_2S + 1,5O_2 = SO_2 + H_2O$
11. В реактор подается 20 кмоль технического сероводорода, содержащего 3% масс H₂ в качестве примеси и 200кмоль воздуха. Конверсия H₂S - 81%. Определить концентрации компонентов реакционной смеси в различных единицах. $H_2S + 1,5O_2 = SO_2 + H_2O$
12. В реактор подается 400м сероводорода, содержащего 12%мольн. SO₂ в качестве примеси и 50кмоль кислорода технического, содержащего 5%масс. азота. Конверсия H₂S - 86%. Определить концентрации компонентов реакционной смеси в различных единицах. $H_2S + 1,5O_2 = SO_2 + H_2O$
13. В реакторе протекает реакция окисления сероводорода $H_2S + 1,5O_2 = SO_2 + H_2O$. Рассчитать количество загружаемых в реактор веществ (в кмоль), если в реактор подается: 200 м³ смеси, содержащей H₂S и H₂O в массовом соотношении 10:1, и 2900м³ воздуха. Рассчитать состав реакционной смеси (в кмоль, кг, %масс, %мольн, %об, кмоль/м³), если конверсия H₂S =99%.

Блок 3 (владеть):

- Составить часовой материальный баланс сжигания колчедана в печи КС. Производительность печи 800 (т/сут). Концентрация (массовая доля, %) серы в колчедане - 44, влаги в колчедане - 3,0, серы в огарке - 0,55. Концентрация (объемная доля, %) SO₂ в сухом печном газе 13,0, кислорода в сухом печном газе 4,14. Относительная влажность воздуха - 55.
- Требуется приготовить 15 тонн серной кислоты концентрацией 70% мас. H₂SO₄ из растворов, содержащих 95 и 58 %мас. H₂SO₄. Сколько нужно взять исходных компонентов?
- Составить материальный баланс производства оксида этилена прямым каталитическим окислением этилена воздухом. Состав исходной газовой смеси в % об.:

этилен - 4, воздух - 96. Степень окисления этилена $X=0,51$. Расчет вести на 1т оксида этилена.
 $2C_2H_4 + O_2 \rightarrow 2C_2H_4O$

- Контактный метод получения серной кислоты. Получить 98% H_2SO_4 из железного колчедана (45% S). Влажность колчедана 6%, серы в огарке 1%. Расчет вести на 1500кг готового продукта. Исходное сырье: SO_2 - 14,5%, N_2 - 74%, O_2 - 11,5%. $4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$, $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$, $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

- Получение сульфата натрия из межкристалльных рассолов (метод плавления-выпаривание): Расчет вести на 1000кг готового продукта. Исходное сырье: обогащенные межкристалльные рассолы ($NaCl$ - 1%, Na_2SO_4 - 30%, $MgCl_2$ - 0,7%, H_2O - 68,3%). Конечный продукт: 88% - Na_2SO_4 . $2NaCl + MgSO_4 \rightarrow MgCl_2 + Na_2SO_4$

- При конверсии оксида углерода с водяным паром значение константы равновесия K равна 10. Определить равновесный состав газа, если в исходной смеси на 1 моль окиси углерода приходится 2 моль водяного пара.

- Рассчитать расходные коэффициенты в производстве фенола и ацетона из изопропилбензола. Степень превращения исходного сырья составляет 78%, коэффициент избытка воздуха -2. Расчет вести на 1000кг фенола.

- Рассчитать расходные коэффициенты по сере и воде в производстве 1000кг/ч 92,5% серной кислоты. Содержание диоксида серы в обжиговом газе равно 8% об. Степень окисления диоксида серы составляет 0,97. степень абсорбции триоксида серы равна 99,9%. Рассчитать также концентрацию диоксида серы и триоксида серы в выходящем газовом потоке.

ОПК-4

Блок 1 (знать):

1. Общие требования к химическому производству. Принципы физического моделирования химико-технологических процессов.
2. Основные уравнения движения жидкостей, основы теории теплопередачи и массопередачи.
3. Перечислите виды энергии, используемые в химической продукции?
4. Какие приёмы используют в химической промышленности для экономии энергии?
5. Перечислите приёмы умягчения воды для использования её в химической технологии. Почему нежелательно применение неочищенной воды при получении химических веществ? Приведите примеры.
6. Перечислите основные технико-экономические показатели ХТП.
7. Какие процессы составляют химико-технологический процесс ХТП?
8. Какая документация сопровождает ХТП?
9. Основные способы моделирования и оптимизации химико-технологических процессов.
10. Классификация химико-технологических процессов.
11. Отдельные виды процессов в химико-технологическом процессе и их роль. Технологические режимы и их выбор.
12. Технологическая документация, сопровождающая химико-технологический процесс.

Блок 2 (уметь):

1. Проектирование, моделирование, идентификация и оптимизация процессов химической технологии
2. Химические реакторы. Реакторы идеального смешения и идеального вытеснения. Проточный реактор смешения. Типы реакторов (для реагентов в различных состояниях и формах). Выбор подходящего реактора.
3. Перемешивание, цели перемешивания, оценочные характеристики перемешивания, виды, практическая реализация, технологический эффект, виды мешалок, фактор мощности.

4. Неоднородные системы, классификация, методы разделения, часто встречающиеся виды: аэрозоли, эмульсии, суспензии, пены и др., основные характеристики неоднородных систем.

5. Вязкость. Ламинарное и турбулентное течение жидкостей. Критерий Рейнольдса. Влияние на технологические процессы.

6. Производство серы и серной кислоты. Параметры мирового и российского производства и потребления. Сырье. Технологии. Основные параметры процессов. Перспективы.

7. В реактор подается 500кг H₂S воздушной смеси, содежащей 20%масс. H₂S. Конверсия H₂S - 40%. Определить концентрации компонентов реакционной смеси в различных единицах. $H_2S + 1,5O_2 = SO_2 + H_2O$

8. В реакторе протекает реакция $2CH_4 = C_2H_2 + 3H_2$. В реактор поступает 25м³ метансодержащего газа состава: CH₄ - 98% об. C₂H₂ - 2%об. Конверсия CH₄ - 90%. Определить состав реакционной смеси и выразить его в кг, %масс., кмоль, %моль, м³, %об., кмоль/м³

9. В реакторе протекает реакция $CO + 2H_2 = CH_3OH$, В реактор поступает 200кг синтез-газа в мольном соотношении CO : H₂ = 2 : 6. Конверсия CO=12%. Определить состав реакционной смеси и выразить его в кг, %масс., кмоль, %моль, м³, %об., кмоль/м³.

10. В реакторе протекает реакция $C_4H_8 = C_4H_6 + H_2$. В реактор поступает 520м³ бутиленовой фракции состава; C₄H₈ - 99%об., C₄H₁₀ - 1%об. Конверсия C₄H₈ = 37%. Определить состав реакционной смеси и выразить его в кг, %масс., кмоль, %моль, м³, %об., кмоль/м³.

Блок 3 (владеть):

- Полученный расплав серы необходимо отфильтровать от механических примесей, попавших в продукт из за коррозии оборудования. Процесс происходит при 190 С (динамическая вязкость серы при этой температуре 90 Па*с). Каков должен быть перепад давления на трубе с фильтром (диаметр трубы и фильтра одинаков и равен 20 см) для непрерывной работы установки с производительностью 100 кг серы в час? Плотность серы 1800 кг\м³, сопротивление фильтра взять 1010 м⁻¹, сопротивлением осадка пренебречь.

- В ходе производства композита необходимо обеспечить эффективное механическое перемешивание смеси компонентов (матрица – высоковязкий пластичный расплав плотностью 3000 кг/м³) в турбулентном режиме. Какие типы мешалок можно использовать в этом случае? При какой частоте перемешивания будет достигнут нужный режим при динамической вязкости 2 Па*с и диаметре мешалки 1 м?

-Из газа, содержащего SO₂ - 0,4 %, и SO₃ - 0,03% получают раствор NaHSO₃ из содового раствора с концентрацией 22,5%. Найти состав конечного раствора. Расчет вести на 100 кг содового раствора. $NaOH + SO_2 \rightarrow NaHSO_3$

- При газофазном хлорировании 10000 кг метана образовалось 500м³ хлористого метила, селективность по которому составила 75%. Определить степень превращения метана.

- Определить расход бурого угля (60% масс. долей углерода), водяного пара и воздуха для получения 1000м³ генераторного газа, в состав которого входят %об: CO - 30, H₂ - 18, N₂ - 52. Процесс газификации протекает по реакциям: $C + H_2O = CO + H_2$, $2C + O_2 = 2CO$

- Составить часовой материальный баланс сжигания колчедана в печи КС. Производительность печи 250 (т/сут).Концентрация (массовая доля, %) серы в колчедане - 50, влаги в колчедане – 2,0, серы в огарке – 0,70. Концентрация (объемная доля, %) SO₂ в сухом печном газе 15, кислорода в сухом печном газе 1,56. Относительная влажность воздуха – 65.

- Рассчитать материальный баланс процесса обжига хромитовой шихты, протекающего по следующей реакции $Cr_2O_3 + 2Na_2CO_3 + 1,5O_2 \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 2CO_2$. Исходная руда содержит Cr₂O₃, 90 %масс. (остальное примеси). Степень окисления, 92 %. Расчет вести на 1000кг исходной руды и на 1000 кг хроматан натрия, 1000кг крбоната натрия.

- Рассчитать материальный баланс процесса газификации твердого топлива $3C + H_2O + O_2 \rightarrow 3CO + H_2$. Состав бурого угля, 70 %масс. Степень выгорания, 92 %. Для газификации

используют атмосферный воздух, %об. Кислород – 21, азот - 79. Расчет вести на 1000кг угарного газа.

- Массовая доля Fe_2O_3 в 10 т руды – 72%, а железа в концентрате – 70%. При этом потери железа при обогащении составили 1%. Найти массу концентрата, выход концентрата, степени извлечения и обогащения.

- Рассчитать теоретический и фактический расходные коэффициенты: производства бензола парофазной дегидрогенизации циклогексана: Химическая схема процесса: $C_6H_{12} \rightarrow C_6H_6 + 3H_2$, $6H_{12} \rightarrow 3C_6H_6$. В реактор подается 100кг/ч бензола. Степень превращения бензола равна 85%. Выход циклогексана равен 60%.

ПК-1

Блок 1 (знать):

1. Типовые процессы химической технологии.
2. Аппараты для проведения различных химико-технологических процессов.
3. Какие процессы относят к периодическим?
4. Какие процессы предпочтительнее, периодические или непрерывные и почему?
5. Основные методы расчета аппаратов. Опишите конструкцию ёмкостных аппаратов.
6. Опишите конструкцию колонного реактора.
7. Опишите конструкцию трубчатого реактора
8. Чем отличаются реакторы полного смешения от реакторов идеального вытеснения?
9. Аппаратурное оформление химико-технологических процессов. Химический реактор.
10. Основные типы реакторов для гомогенных, гетерогенных, высокотемпературных, электрохимических и каталитических процессов.
11. Сущность методов моделирования химических реакторов.
12. Физико-химические основы химических процессов: стехиометрия химических процессов, степень превращения ключевого компонента и её расчёт.

Блок 2 (уметь):

- Составить материальный баланс обжига сульфатсодержащего сырья (ангидрита) в присутствии антрацита в производстве серной кислоты $2CaSO_4 + C = 2CaO + CO_2 + 2SO_2$. Производительность установки по моногидрату П т/год = 140000 . Количество рабочих дней в году $n=347$. Исходное сырье содержит $C_1=87,8\%$ масс. $CaSO_4$, количество влаги $C_2=1,2\%$ масс. Антрацит содержит углерода $C_3=90,8\%$ масс. Избыток антрацита против стехиометрического 17 %. Весь избыточный углерод отеляется до CO_2 . Избыток воздуха $a=2,1$.

- Подали на реакцию 15 г вещества А. Из них прореагировало 10г. В результате реакции образовалось 4 г. вещества С. $3A \rightarrow 2C + D$. $M(A) = 12$ г/моль, $M(C) = 15$ г/моль. Найти конверсию x и селективность .

- Выход фенола при кумольном способе получения составляет 70%. Селективность процесса 0,85. сколько можно получить фенола из 1т кумола.

- Рассчитать расходные коэффициенты по этанолу и HBr на 1 т бромэтана, если селективность процесса по этанолу составляет 85% (по массе), а по HBr – 92% (по массе). Потери этанола – 5% (по массе), HBr – 15% (по массе): $C_2H_5OH + HBr = C_2H_5Br + H_2O$

- Рассчитать состав реакционной смеси для реакции окисления метана $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$. Сырье: 1) 520 кг технического метана, состав (%мольн): CH_4 – 65%, C_2H_6 – 20%, C_3H_8 – 15% 2) воздух. Молярное соотношение реагентов ($CH_4 : O_2$) составляет 1:2, конверсия метана $a(CH_4) = 0,55$.

- Получить 1 тонну 98 % раствора азотной кислоты. Рассчитать расходные коэффициенты: 1) аммиака, содержащегося 99,5% об. 2) воздуха (кислорода) 3) воды: $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$, $2NO + O_2 = 2NO_2$, $2NO_2 = N_2O_4$, $2N_2O_4 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$

- В реактор подается 200 кмоль H_2S воздушной смеси, содержащей 10% масс. H_2S . Рассчитать исходную смесь.

- Составить материальный баланс получения 1 м³ ацетилена из технического карбида кальция, содержащего 90% CaC₂, если степень превращения карбида кальция составляет 0,94:
$$\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$$

- Дымовые газы на выходе из топки содержат CO₂ - 16% и O₂ - 3%. После пылеулавливающих аппаратов содержание кислорода увеличилось в 2 раза. Определить подсос воздуха и содержание CO₂ в газе после подсоса.

- В реактор подается 200 кмоль H₂S воздушной смеси, содержащей 10% мольн. H₂S. Конверсия H₂S - 85%. Определить концентрации компонентов реакционной смеси в различных единицах. $\text{H}_2\text{S} + 1,5\text{O}_2 = \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Блок 3 (владеть):

- Синтез аммиака осуществляется в колонне под давлением 30 МПа при 450°C. Газ, выходящий из колонны, имеет состав [% (об.)]: NH₃-17,0; N₂- 11,0; H₂ -72,0. Рассчитать соотношение N₂ и H₂ в исходном газе, поступающем в колонну синтеза.

- При синтезе хлороводорода, проводимом с 10%-ным избытком H₂ по отношению к стехиометрическому количеству, в газе, выходящем из аппарата, содержится 80% HCl. Рассчитать K_c для заданных условий.

- Найти при 327 °C константу равновесия реакции гидрирования пропилена до пропана: $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2 = \text{C}_3\text{H}_8$.

- Для процесса синтеза аммиака рассчитать равновесные выходы аммиака и значения констант равновесия при t₁ = 600°C и t₂ = 500°C. Процесс осуществляется под давлением P₁ = 30 МПа, исходная смесь содержит реагенты в стехиометрическом соотношении. Определить, как изменится равновесное содержание NH₃ в газе при 500 °C, если уменьшить давление от P₁ = 30 МПа до P₂=10МПа.

- Составить материальный баланс трубчатого конвертора метана для конверсии природного газа по следующим данным. Производительность агрегата по природному газу (идущему на конверсию) 4700 м³/ч. Состав природного газа [% (об.)]: CH₄ -97,8; C₂H₆ - 0,5; C₃H₈ -0,2; C₄H₁₀ - 0,1; N₂ - 1,4. Отношение объемов водяной пар: газ в исходной парогазовой смеси (ПГС) 2,5. Степень конверсии 67% по углероду, т. е. по углеводородной части газа.

- Рассчитать теоретические и практические расходные коэффициенты сульфата натрия и водорода для получения одной тонны технического сульфида натрия (содержание Na₂S 98% мас.) на побочные реакции расходуется 1% мас. Na₂SO₄ и 2% об. водорода от теоретически необходимого количества. Содержание Na₂SO₄ в техническом сульфате натрия 97% мас. Содержание водорода в сырье 98% об. Процесс можно описать уравнением реакции: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$

- Составить материальный баланс получения 1 т гидрокарбоната натрия $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$. Хлорид натрия поступает в виде насыщенного раствора (рассола) с концентрацией NaCl 290,5 г/л (плотность 1,2 г/см³). Диоксид углерода поступает в виде газа, содержащего (в %об.) 87 – CO₂, 10,3 – N₂, 2,7 – O₂, степень превращения хлористого натрия 93%, углекислого газа - 91%.

- Рассчитать материальный и тепловой балансы прокалики железного купороса (Fe₂SO₄*7H₂O) на 1 час работы. На прокалику поступает 1,1 кг/с железного купороса с температурой 290К, окись железа выходит с температурой 700К, а газы – 580К. Тепло подводится за счет сжигания природного газа, содержащего (в об %) CH₄ - 92, N₂ - 8. Потери тепла в окружающую среду – 30% от прихода тепла. $2\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3 + 14\text{H}_2\text{O}$

- Рассчитать сколько потребуется природного газа для осуществления процесса разложения, если природный газ сжигают согласно уравнению реакции: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

- Составить материальный баланс и найти количество подведенного тепла в процессе получения водорода путем конверсии метана водяным паром, описываемой реакциями: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2 - Q_p$ (204,4 кДж) (1), $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q_p$ (36,6 кДж) (2).

Количество паров воды (в кмоль) поступает в 4 раз больше, чем метана, степень превращения метана $X = 0,8$, выход оксида углерода 0,7. Расчёт вести на 10000 м³/ч водорода.

- Какой объем воздуха при нормальных условиях необходим для сжигания 1 м³ природного газа, содержащего 80% метана, 8% кислорода, 4% азота, 4% оксида углерода, 4% диоксида углерода (проценты объемные).

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Для оценки текущей успеваемости каждому студенту выдаются индивидуальные задания на все темы практических работ, которые он защищает по мере прохождения тем. Контроль качества подготовленности по дисциплине осуществляется при проверке отчетов по практическим работам, ответов на контрольные вопросы.

Технология контроля успеваемости состоит в ведении журнала с регулярным учетом результатов. Для текущего контроля успеваемости в течение семестра предусмотрено проведение защит отчетов в форме устного собеседования с целью развития коммуникативных способностей студента. Возможно использование элементов деловой игры во время групповых занятий, преимущественно в конце семестра. На основании результатов учета текущей успеваемости в конце семестра преподаватель допускает студента к зачету. Студент, получивший допуск, сдает зачет в виде собеседования по материалам лекций и личных конспектов самостоятельной проработки материала и решения задач. По завершении изучения дисциплины проводится защита курсовой работы.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Высокий уровень
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	Продвинутый уровень
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	Пороговый уровень
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Отношение количества полученного целевого продукта к теоретически возможному его количеству при заданной степени превращения исходного реагента называется.....

- выходом на пропущенное сырье
- селективностью
- активностью катализатора
- активностью целевого продукта

Какое сырье используется на большинстве заводов по производству серной кислоты:

- оксид серы (IV)
- серный колчедан
- сульфиды металлов
- истая сера

Каким уравнением описывается первый этап химико-технологического процесса производства серной кислоты?

- $\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{Q}$
- $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 - \text{Q}$
- $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Q}$
- $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2 + \text{Q}$

Аппарат, который используется в промышленности для поглощения оксида серы (VI) H_2SO_4 методом противотока - это

В производстве серной кислоты на стадии окисления SO_2 для увеличения выхода продукта повышают концентрацию

Уравнение химической реакции $\text{C}_{20}\text{H}_{42} \rightarrow \text{C}_{10}\text{H}_{22} + \text{C}_{10}\text{H}_{20}$ (550°C) соответствует процессу

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=165>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.