

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники
и электроники
/ В.А. Небольсин /

« 17 » марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Химическая технология»

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль Технологии неорганических и полимерных композиционных материалов

Квалификация выпускника бакалавр

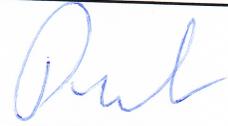
Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы
Заведующий кафедрой
Химии и химической
технологии материалов

 Г.Ю. Вострикова

 О.Б. Рудаков

Руководитель ОПОП

 Г.Ю. Вострикова

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины - общее ознакомление с технологиями химических производств по созданию неорганических и полимерных композиционных материалов, рассмотрение общих проблем синтеза и анализа химических производств, с целью создания высокоэффективных ресурсосберегающих производств.

1.2. Задачи освоения дисциплины - подготовка бакалавров к различным видам профессиональной деятельности, включающей производственно-технологическую часть, а также научно-исследовательскую работу в интересах конкретного производства; получение навыков использования полученных знаний в профессиональной деятельности, освоение теоретических основ химической технологии и основными инженерными расчетами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Химическая технология» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Химическая технология» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-8 - Способен участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-8	знать - общий порядок разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них; - классификацию и схемы наиболее распространенных механизмов, классификацию деталей машин общего назначения, геометрические параметры и кинематические характеристики механических передач (ИД-1 _{ПК-8}).
	уметь - количественно описывать элементарные процессы, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов; - находить в соответствии с заданием оптимальные параметры механического оборудования, использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения (ИД-2 _{ПК-8}).
	владеть - навыками разработки технологической документации; - инженерной терминологией в области механики машин (ИД-3 _{ПК-8}).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химическая технология» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	135	135
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	252 7	252 7

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Химическая технология, как наука	Роль и значение химической технологии в современных условиях развития общества. Направления в развитии химической технологии. Основные продукты химической промышленности, динамика и масштабы их производства. Технологические понятия и определения в химической технологии.	6	6	4	22	38
2	Структура химико-технологических систем	Классификация химических реакций в химико-технологических процессах. Стехиометрия химических реакций. Технологические критерии эффективности химико-технологических процессов. Химико-технологические системы (ХТС)	6	6	4	22	38
3	Технология создания композиционных материалов на основе неорганических веществ	Металлические материалы. Производство алюминия, чугуна. Силикатные материалы. Общие сведения о силикатных материалах. Типовые процессы технологии силикатных материалов. Производство стекла. Состав и	6	6	2	22	36

		классификация стекол. Процесс производства стекла. Производство керамических материалов. Общая характеристика и классификация материалов. Производство огнеупоров.					
4	Технология создания композиционных материалов на основе органических и природных веществ	Пластмассы. Каучук и его производные. Лакокрасочные материалы. Эмали. Древесина и ее разновидности.	6	6	4	22	38
5	Технологии обработки и производства новых материалов	Обработка композиционных материалов различной природы.	6	6	2	24	38
6	Применение новых материалов в различных отраслях промышленности	Знакомство с различными предприятиями РФ и за рубежом, достоинства предприятий, конкурентоспособность готовой продукции на мировом рынке и на рынке РФ. Импортзамещение, востребованность композиционных материалов, полученных по новым современным технологиям.	6	6	2	23	37
Итого			36	36	18	135	225

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	Техника безопасной работы в химической лаборатории. Получение алюминия в лабораторных условиях	2
2	Технология получения полимерных композиционных материалов и на основе силикатов	4
3	Технология получения каучука в лабораторных условиях	4
4	Изучение физико-механических показателей пластмасс и композиционных материалов на основе каучука	4
5	Технология получения древесно-полимерных композиционных материалов	4

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;
«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-8	<p>знать - общий порядок разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них;</p> <p>- классификацию и схемы наиболее распространенных механизмов, классификацию деталей машин общего назначения, геометрические параметры и кинематические характеристики механических передач (ИД-1пк-8).</p>	Отчет по лабораторным работам, тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	<p>уметь - количественно описывать элементарные процессы, отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов;</p> <p>- находить в соответствии с заданием оптимальные параметры механического оборудования, использовать возможности вычислительной техники и</p>	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	программного обеспечения (ИД-2ПК-8).			
	владеть - навыками разработки технологической документации; - инженерной терминологией в области механики машин (ИД-3ПК-8).	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-8	знать - общий порядок разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них; - классификацию и схемы наиболее распространенных механизмов, классификацию деталей машин общего назначения, геометрические параметры и кинематические характеристики механических передач (ИД-1ПК-8).	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - количественно описывать элементарные процессы,	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

<p>отражающих механическую, гидромеханическую, тепловую и массообменную сущность технологических процессов;</p> <p>- находить в соответствии с заданием оптимальные параметры механического оборудования, использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения (ИД-2_{ПК-8}).</p>			задачах		
<p>владеть - навыками разработки технологической документации;</p> <p>- инженерной терминологией в области механики машин (ИД-3_{ПК-8}).</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Расходный коэффициент – это...
 - а) количество целевого продукта;
 - б) расход одного из видов сырья, отнесенный к единице целевого продукта;
 - в) расход каждого вида сырья, отнесенный к единице целевого продукта;
 - г) денежное выражение затрат данного предприятия на изготовление и сбыт единицы продукции.
2. Минералы могут образовываться в результате физических и химических процессов, происходящих...
 - а) в глубинах и на поверхности Земли;
 - б) на Луне и других планетах Солнечной системы;
 - в) при высоких температурах и давлениях в химических реакторах;
 - г) в атмосфере Земли при мощных грозовых разрядах.
3. Величина, характеризующая аппарат или режим его работы, называется:

- а) производительность;
 - б) параметр;
 - в) технологический процесс;
 - г) технологический регламент.
4. Процесс биохимической очистки воды, протекающий без доступа кислорода, называется:
- а) коагуляция;
 - б) анаэробный;
 - в) окислительный;
 - г) восстановительный.
5. Коррозия - это:
- а) разрушение материалов под воздействием агрессивной среды;
 - б) восстановление активности катализатора;
 - в) поглощение компонентов из газовых смесей жидкими поглотителями;
 - г) поглощение компонентов из газовых смесей твердыми поглотителями .
6. Рудное сырье - это:
- а) железо;
 - б) соль;
 - в) нефть;
 - г) вода.
7. Что не относится к параметрам технологического процесса:
- а) температура;
 - б) конверсия;
 - в) давление;
 - г) уровень.
8. Отходы, содержащие пустую породу:
- а) концентраты;
 - б) сырье;
 - в) хвосты;
 - г) эмульсия.
9. Что служит сырьём для производства кальцинированной соды?
- а) сульфид железа;
 - б) поваренная соль, известняк;
 - в) аммиак, атмосферный воздух;
 - г) воздух, вода, поваренная соль;
10. Что используют в производстве аммиака?
- а) воду, природный газ, атмосферный воздух;
 - б) воду, водород, атмосферный воздух.
 - в) кислород, водород, аммиак, природный газ, атмосферный воздух;
 - г) аммиак, водород, воду.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Пример 1. Определить теоретические расходные коэффициенты для следующих железных руд в процессе выплавки чугуна, содержащего 92% Fe, при условии, что руды не содержат пустой породы и примесей:

М

Шпатовый железняк FeCO_3 115,8

Лимонит $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 373

Гетита $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 355

Красный железняк Fe_2O_3 159,7

Магнитный железняк Fe_3O_4 231,5

где M – мол. масса.

Решение.

FeCO_3 .

Из 1 кмоль FeCO_3 можно получить 1 кмоль Fe или из 115,8 кг FeCO_3 — 55,9 кг Fe. Отсюда для получения 1 т чугуна с содержанием Fe 92% (масс.) необходимо:

$$(1 \cdot 0,92 \cdot 115,8) / 55,9 = 1,9 \text{ т}$$

Аналогично находим значения теоретических расходных коэффициентов для других руд:

$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

$$(1 \cdot 0,92 \cdot 373) / (4 \cdot 55,9) = 1,55 \text{ т}$$

$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$$(1 \cdot 0,92 \cdot 355) / (4 \cdot 55,9) = 1,45 \text{ т}$$

Fe_2O_3

$$(1 \cdot 0,92 \cdot 159,7) / (2 \cdot 55,9) = 1,33 \text{ т}$$

Fe_3O_4

$$(1 \cdot 0,92 \cdot 231,5) / (3 \cdot 55,9) = 1,28 \text{ т}$$

Пример 2. Рассчитать расход алунитовой руды, содержащей 23% Al_2O_3 , для получения 1 т алюминия, если потери алюминия на всех производственных стадиях составляют 12% (масс). Алунит можно представить следующей формулой: $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, мол. Масса алунита 828.

Решение. Процесс получения металлического алюминия из алунита состоит из двух стадий:

1. Получение окиси алюминия (глинозема), для чего алунитовую руду обжигают при $500\text{-}580^\circ\text{C}$, а затем обрабатывают раствором аммиака. Оставшиеся в осадке Al_2O_3 и $\text{Al}(\text{OH})_3$ обрабатывают 10-12% раствором NaOH и получают раствор алюмината, из которого при пропускании CO_2 выпадает осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$, последующее прокаливание осадка заканчивает стадию образования глинозема.

2. Электролизом окиси алюминия, растворенной в расплавленном криолите Na_3AlF_6 , получают металлический алюминий.

Для получения 1000 кг алюминия теоретически требуется

$$(102 \cdot 1000) / (2 \cdot 27) = 1900 \text{ кг } \text{Al}_2\text{O}_3$$

где: 102 — мол. масса Al_2O_3 ; 27 — мол. масса Al)

или чистого алунита

$$(1900 \cdot 828) / (3 \cdot 102) = 5100 \text{ кг}$$

Содержание Al_2O_3 в алуните составляет

$$(3 \cdot 102 \cdot 100)/828 = 37\%$$

По условию в алунитовой руде содержится 23% Al_2O_3 . Следовательно, расход алунитовой руды заданного состава на 1 т алюминия при условии полного использования ее составит:

$$(5100 \cdot 37)/23 = 8200 \text{ кг} = 8,2 \text{ т}$$

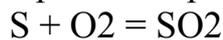
Практический расход, учитывающий производственные потери алюминия на всех стадиях производства $A_{пр} = 8,2/0,88 = 9,35 \text{ т}$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных

Пример 1. Составить материальный баланс печи для сжигания серы производительностью 60 т/сутки. Степень окисления серы 0,95 (остальная сера возгоняется и сгорает вне печи). Коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,5^*$ (Коэффициент избытка воздуха (кислорода) α характеризует отношение практически подаваемого в печь воздуха к теоретически необходимому согласно уравнению реакции). Состав воздуха, % об.: $O_2 - 21$, $N_2 - 79$. Расчет следует вести на производительность печи по сжигаемой сере в кг/ч.

Решение.

Процесс горения серы описывается уравнением реакции



производительность печи

$$60/24 = 2,5 \text{ т/ч} = 2500 \text{ кг/ч серы}$$

Количество окисленной до SO_2 серы

$$2500 \cdot 0,95 = 2375 \text{ кг}$$

Осталось в виде паров неокисленной серы

$$2500 - 2375 = 125 \text{ кг}$$

Израсходовано кислорода на окисление

$$VO_2 = (2375 \cdot 22,4)/32 = 1670 \text{ м}^3$$

С учетом коэффициента избытка α

$$1670 \cdot 1,5 = 2500 \text{ м}^3 \text{ или } (2500 \cdot 32)/22,4 = 3560 \text{ кг } O_2$$

С кислородом поступает азота

$$VN_2 = (2500 \cdot 79)/21 = 9450 \text{ м}^3 \text{ или } (9450 \cdot 28)/22,4 = 11800 \text{ кг}$$

Образовалось в результате реакции двуокиси серы

$$(2375 \cdot 64)/32 = 4750 \text{ кг или } VSO_2 = 4750/64 = 22,4 = 1675 \text{ м}^3$$

Осталось неизрасходованного кислорода

$$1670 \cdot 0,5 = 835 \text{ м}^3 \text{ или } (835/22,4) \cdot 32 = 1185 \text{ кг}$$

Полученные данные сводим в таблицу:

Материальный баланс печи для сжигания серы (1 ч) Приход Расход

Исходное вещество кг м³ Продукт кг м³

S 2500 S 125

O₂ 3560 2500

SO₂ 4750 1670

N₂ 11800 9450

O₂ 1185 835

N₂ 11800 9450

Итого 17860 11950

Пример 2. Составить материальный баланс производства окиси этилена прямым каталитическим окислением этилена воздухом. Состав исходной газовой смеси в % (об.):

этилен — 3, воздух — 97. Состав воздуха, % об.: O₂ — 21, N₂ — 79. Степень окисления этилена $x = 0,5$. Расчет следует вести на 1 т окиси этилена.

Решение. Окись этилена является одним из важнейших полупродуктов, имеющих широкое применение в различных синтезах — для получения этиленгликоля, полигликолей, лаковых растворителей, пластификаторов, этаноламинов, различных эмульгирующих и моющих средств; соединения, синтезируемые из окиси этилена, находят применение в производстве синтетических волокон, каучуков и других продуктов.

В настоящее время применяются два основных метода получения окиси этилена:

1. Гипохлорирование этилена с последующим отщеплением хлористого водорода от

получающегося этиленхлоргидрина.

2. Прямое каталитическое окисление этилена. При пропускании смеси воздуха с этиленом (нижний предел взрываемости этиленовоздушной смеси — 3,4% C₂H₄) на серебряном катализаторе при 250—280°С образуется окись этилена:



Окись этилена из газовой смеси выделяют водной абсорбцией, а остаточный газ направляют во 2-й контактный аппарат.

По уравнению реакции находим расход этилена на 1 т окиси этилена. Из 28 кг этилена

образуется 44 кг C₂H₄O или расход C₂H₄ на 1000 кг окиси этилена составит:

$$(28 \cdot 1000)/44 = 640 \text{ кг}$$

С учетом степени окисления:

$$640/0,5 = 1280 \text{ кг или } (1280 \cdot 22,4)/28 = 1020 \text{ м}^3$$

Объем воздуха в этиленовоздушной смеси составит

$$(1020 \cdot 97)/3 = 33000 \text{ м}^3$$

в том числе кислорода $33000 \cdot 0,21 = 6800 \text{ м}^3$ или

$$(6800/22,4) \cdot 32 = 9700 \text{ кг}$$

азота $33000 \cdot 0,79 = 26200 \text{ м}^3$ или

$$(26200/22,4) \cdot 28 = 32500 \text{ кг}$$

Израсходовано кислорода на окисление

$$(1020 \cdot 0,5)/2 = 255 \text{ м}^3$$

В продуктах окисления содержится кислорода:

$$6800 - 255 = 6545 \text{ м}^3 \text{ или } (6545 \cdot 32)/22,4 = 9340 \text{ кг}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу:

Материальный баланс на 1 т окиси этилена

Исходное вещество	кг	м ³	Продукт	кг	м ³
-------------------	----	----------------	---------	----	----------------

Этилен	1280	1020	Окись этилена	1000	510
--------	------	------	---------------	------	-----

Воздух	Этилен	640	510		
--------	--------	-----	-----	--	--

в том числе: Кислород 9340 6545
Кислород 9700 6800 Азот 32500 26200
Азот 32500 26200
Итого: 43480 34020

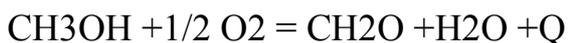
Пример 3. Составить материальный баланс реактора для каталитического окисления метанола в формальдегид. Производительность реактора 10000 т/год. CH_2O . Степень превращения CH_3OH в CH_2O 0,7. Общая степень превращения метанола 0,8 (с учетом побочных реакций).

Содержание метанола в спирто-воздушной смеси – 40% (об.). Мольное соотношение побочных продуктов в продукционном газе HCOOH ; CO_2 ; CO ; CH_4 равно 1,8; 1,6; 0,1; 0,3. Агрегат работает 341 день в году (с учетом планово-предупредительного ремонта и простоев).

Окисление ведется на твердом серебряном катализаторе при 600 $^{\circ}\text{C}$. Расчет ведется на производительность реактора в кг/час.

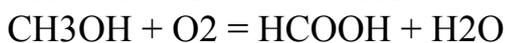
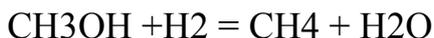
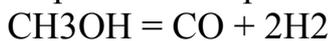
Решение.

Формальдегид получают главным образом окислением метанола воздухом. Процесс окисления проводят при 550-600 $^{\circ}\text{C}$ на серебряном катализаторе. При этом одновременно протекают реакции дегидрирования метанола и его окисление:



Обычно на реакцию подают лишь около 80% воздуха от количества, соответствующего мольному отношению метанол: кислород = 2:1 и проводят процесс с неполным сгоранием образовавшегося водорода по реакции $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + Q$. Выходящие газы содержат 20-21% формальдегида, 36-38% азота и примеси в виде CO , CO_2 , CH_4 , H_2 , CH_3OH , HCOOH и др.

Образование примесей можно представить следующим образом:



Вся эта смесь после охлаждения до 60 $^{\circ}\text{C}$ поступает в поглотительную башню, орошаемую водой. Полученный в результате раствор формалина содержит 10-12% метанола, который в данном случае является желательной примесью, так как препятствует полимеризации формальдегида.

Производительность реактора окисления метанола

$$10000 / (341 \cdot 24) = 1220 \text{ кг/ч или } 1220 / 30 = 40,7 \text{ кмоль/ч}$$

Для получения такого количества формальдегида необходимо метанола:

$$(1220 \cdot 32) / (30 \cdot 0,7) = 1860 \text{ кг или } 1860 / 32 = 58,12 \text{ кмоль}$$

Объем паров метанола составит:

$$(18600 / 32) \cdot 22,4 = 1300 \text{ м}^3$$

Объем спирто-воздушной смеси:

$$(1300 / 0,4) = 3250 \text{ м}^3$$

С ней поступает воздуха $3250 - 1300 = 1950 \text{ м}^3$. В том числе кислорода $1950 \cdot 0,21 = 410 \text{ м}^3$ или 586 кг, азота $1930 \cdot 0,79 = 1540 \text{ м}^3$ или 1920 кг.

В состав газовой производственной смеси входит CH_2O , неокисленный CH_3OH , азот и побочные продукты: HCOOH , CO_2 , CO , CH_4 , H_2 , а также водяной пар.

Образуется CH_2O – 40,7 кмоль. На образование одного моля любого из побочных продуктов расходуется по 1 моль CH_3OH . Всего на образование побочных продуктов израсходовано метанола:

$$58,12 \cdot 0,8 - 40,7 = 5,8 \text{ кмоль}$$

Остается неокисленным в составе производственных газов:

$$58,12 \cdot 0,2 = 11,6 \text{ кмоль или } 372 \text{ кг } \text{CH}_3\text{OH}$$

Образовалось в соответствии с заданным молярным соотношением

$$\text{HCOOH}; \text{CO}_2; \text{CO}; \text{CH}_4 = 1,8; 1,6; 0,1; 0,3 \text{ (всего } 3,8)$$

$$\text{HCOOH} (5,8 \cdot 1,8)/3,8 = 2,75 \text{ кмоль или } 126,5 \text{ кг}$$

$$\text{CO}_2 (5,8 \cdot 1,6)/3,8 = 2,45 \text{ кмоль или } 108 \text{ кг}$$

$$\text{CO} (5,8 \cdot 0,1)/3,8 = 0,158 \text{ кмоль или } 4,3 \text{ кг}$$

$$\text{CH}_4 (5,8 \cdot 0,3)/3,8 = 0,459 \text{ кг}$$

Для определения количества водяного пара и водорода в газах синтеза составляется баланс по кислороду и водороду.

Баланс по кислороду

В реактор поступило кислорода (в кг):

С воздухом 586

$$\text{В составе } \text{CH}_3\text{OH} (1860 \cdot 16)/32 = 930$$

Всего 1516 кг

Израсходовано кислорода:

$$\text{На образование } \text{CH}_2\text{O} (1220 \cdot 16)/30 = 650 \text{ кг}$$

$$\text{На образование } \text{HCOOH} (126,5 \cdot 32)/46 = 88 \text{ кг}$$

$$\text{На образование } \text{CO}_2 (108 \cdot 32)/44 = 78,6 \text{ кг}$$

$$\text{На образование } \text{CO} (4,3 \cdot 16)/28 = 2,45 \text{ кг}$$

В составе неокисленного метанола:

$$(372 \cdot 16)/32 = 186 \text{ кг}$$

$$\text{Всего израсходовано кислорода: } 650 + 88 + 78,6 + 2,4 + 186 = 1005 \text{ кг}$$

Остальное количество кислорода, равное $1516 - 1005 = 509$ кг, пошло на образование воды.

$$\text{В результате получено } (509 \cdot 18)/16 = 572 \text{ кг воды}$$

Баланс по водороду

Количество водорода, поступающего в реактор:

$$(1860 \cdot 4)/30 = 233 \text{ кг}$$

Расходуется на образование:

$$\text{CH}_2\text{O} (1220 \cdot 2)/30 = 81,5 \text{ кг}$$

$$\text{HCOOH} (126,5 \cdot 2)/46 = 5,5 \text{ кг}$$

$$\text{CH}_4 (7,3 \cdot 4)/16 = 1,82 \text{ кг}$$

$$\text{H}_2\text{O} (572 \cdot 2)/18 = 63,6 \text{ кг}$$

В составе неокисленного метанола:

$$(372 \cdot 4)/32 = 46,5 \text{ кг}$$

$$\text{Всего расходуется водорода: } 81,5 + 5,5 + 1,82 + 63,6 + 46,5 = 198,92 \text{ кг}$$

Остальное количество водорода входит в состав контактных газов в

свободном состоянии $233 - 198,92 = 34,08$ кг

Результаты расчетов сведены в таблицу:

Приход Расход Исходное вещество кг продукт кг

Спирто-воздушная смесь: CH_2O 1220 CH_3OH 1860 CH_3OH 372 O_2 586
 H_2O 572

N_2 : 1920 HCOOH 126,5

CO_2 : 108

CO : 4,3

CH_4 : 7,3

H_2 34,08

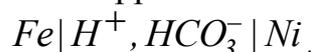
N_2 : 1920

Итого: 4366 Итого: 4364,18

Пример 4. Изделие из железа с примесью никеля находится во влажной среде, содержащей углекислый газ. Укажите, по какому механизму протекает коррозионный процесс, и напишите его уравнения.

Решение. Углекислый газ взаимодействует с водой и образует слабую угольную кислоту $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$, которая диссоциирует по уравнению $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$. Таким образом, раствор, в котором находится изделие, будет проводить электрический ток, и окислителем в нем являются катионы H^+ . Коррозия, следовательно, протекает по электрохимическому механизму.

Запишем схему возникшего коррозионного элемента:



Железо Fe более активный металл ($E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0}^0 = -0,44$ В) чем никель, оно является анодом, а Ni – катодом ($E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^0}^0 = -0,25$ В).

Схема электрохимической коррозии железа с примесью никеля в воде, содержащей углекислый газ, представлена на схеме.

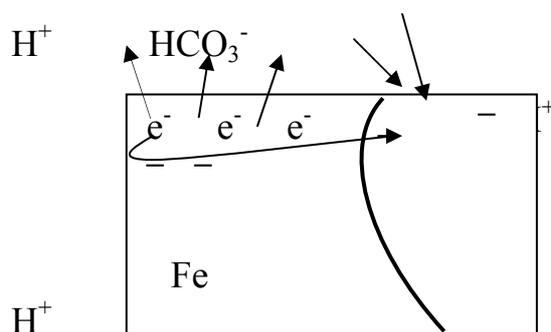


Схема электрохимической коррозии железа в кислой среде

На поверхности железа (анода) происходит процесс окисления.

Уравнение анодного процесса (анод Fe^0): $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$.

Железо в виде ионов Fe^{2+} переходит в раствор, а электроны перетекают

на никель. Поверхность никеля заряжается отрицательно, к ней из раствора подходят катионы водорода, принимают электроны и восстанавливаются.

Уравнение катодного процесса (катод Ni^0): $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

Пример 5.

Резиной называется:

- а.** продукт специальной обработки смеси каучука с различными добавками;
- б.** каучук и ингредиенты;
- в.** каучук с добавлением серы.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Какие подсистемы относятся к основным подсистемам химического производства?
2. Какие критерии относятся к технологическим критериям эффективности химического производства?
3. Понятие степени превращения реагента.
4. Понятие выхода продукта.
5. Характеристика моделей ХТС.
6. Выбор технологического режима.
7. Состав стекла разного назначения. Наиболее важные компоненты и их свойства.
8. Характеристика сырья для производства стекла.
9. Производство стекольной массы. Силикатообразование, стеклообразование, дегазация, гомогенизация, охлаждение.
10. Типы стекловаренных печей (ваннные, горшковые).
11. Керамика. Сырье для керамических изделий. Производство для керамических изделий. Подготовка сырья. Приготовление керамических масс. Формование изделий. Обжиг изделий.
12. Кислотоупорные изделия.
13. Керамические строительные материалы. Огнеупоры. Шамотные изделия. Динасовые изделия. Специальные огнеупорные материалы.
14. Влияние электролита на эффективность коагуляции. Влияние температуры на коагулирование примесей. Коагуляция примесей воды. Коагуляция с подщелачиванием. Флокулянты. Неорганические флокулянты. Органические флокулянты.
15. Гальванический элемент Якоби-Даниэля. Концентрационный элемент. Термогальванический элемент. Электродвижущая сила гальванического элемента.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит

5 вопросов и 3 задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 2 баллами, задача оценивается в 5 баллов (5 баллов верное решение и 2 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 25.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 12 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 13 до 17 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 18 до 22 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 23 до 25 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Химическая технология, как наука	ПК-8	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
2	Структура химико-технологических систем	ПК-8	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
3	Технология создания композиционных материалов на основе органических и природных веществ	ПК-8	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
4	Технология создания композиционных материалов на основе неорганических веществ	ПК-8	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
5	Технологии обработки и производства новых материалов	ПК-8	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
6	Применение новых материалов в различных отраслях промышленности	ПК-8	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи

компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Текст] : учебник / под ред. Х. Э. Харлампиدي. - 2-е изд., перераб. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2013 (Чехов : ОАО "Первая Образцовая тип.", фил. "Чеховский Печатный Двор", 2013). - 447 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-1478-9 : 839-80.

2. Закгейм, Александр Юделевич. Общая химическая технология: Введение в моделирование химико-технологических процессов [Текст] : учебное пособие. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Логос, 2011 (Йошкар-Ола : ООО "Тип. "Вертикаль"). - 302 с. - (Новая Университетская Библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1 : 415-00.

3. Технология конструкционных материалов: Учебник для студентов машиностроительных ВУЗов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н. Бухаркин и др.; Под общ. ред. А.М. Дальского. – 5-е изд., испр. – М. Машиностроение, 2003. - 511с.: ил

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>

2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>

3. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Оборудование:

вытяжной шкаф ВА0000002694,

химическая посуда 1632157,

электроплита 1632417,
 учебно-лабораторный комплекс «Химия» в составе 0101040548,
 весы технические 0000004560,
 приспособл. ТПР-М ВА0000002710,
 лабораторный (8 шт.) ВА0000002716,
 шкаф сушильный ВА0000002726,
 штатив лабораторный ВА0000002727

Технические средства обучения

1. Ноутбук - отдел организации и обеспечения учебного процесса
2. Медиапроектор программ - отдел организации и обеспечения учебного процесса

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Химическая технология» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета профессиональных задач. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать

	дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--