

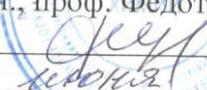
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Федотова О.В.

"05"  2020 г.

Рабочая программа дисциплины
Химическая технология

Направление подготовки бакалавриата
04.03.01 Химия

Профили подготовки бакалавриата
Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ
Физическая химия
Аналитическая химия и химическая экспертиза

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Аниськова Татьяна Владимировна		05.06.2020
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		05.06.2020
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		05.06.2020
Специалист Учебного управления	Зыкина Елена Валерьевна		05.06.2020

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химическая технология» является формирование компетенций связанных с:

- знанием общих методов и приемов использования закономерностей химических и технологических наук для решения задач химической технологии применительно к массовому производству;
- формированием и развитием у студентов основы технологического и экологического мышления;
- выработкой навыков владения современными методами промышленного производства важнейших химических и нефтехимических производств;
- знанием методов переработки твердых и жидких топлив.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Химическая технология» (Б1.О.15) входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 04.03.01 Химия, профилям Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ, Физическая химия, Аналитическая химия и химическая экспертиза

Обучение по данной дисциплине базируется главным образом на знаниях, полученных студентами в процессе изучения курсов неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, математика, физика.

Полученные в результате изучения данной дисциплины знания и навыки необходимы студенту для прохождения преддипломной практики.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм,	1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	Знать: -основные цели и задачи химической технологии; -основные типовые производства химической промышленности; основные параметры эффективности химико-

<p>имеющихся ресурсов и ограничений</p>	<p>2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. 3.1_Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время 4.1_Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>технологических производств Уметь: -определять основные задачи конкретного производства и находить оптимальный способ решения этой задачи Владеть: - методами составления материального баланса основных химических производств</p>
<p>ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>	<p>ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p>Знать: -теоретические основы химико-технологического производства; - типовые схемы химико-технологических производств. Уметь: - анализировать, оценивать, интерпретировать технологическую эффективность производств; -рассчитывать технологические параметры химических производств. Владеть: -методами анализа эффективности работы технологических процессов; -навыками анализа и интерпретации результатов работы технологического процесса; -навыками определения критериев эффективности химических производств</p>
<p>ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и</p>	<p>ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2. Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием</p>	<p>Знать: -нормы техники безопасности проведения химических экспериментов. Уметь: -проводить химический эксперимент согласно заданию, рассчитывать основные</p>

свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	имеющихся методик ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4. Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	технологические параметры эксперимента; -работать на лабораторном оборудовании с соблюдением техники безопасности Владеть: -методами анализа полученных результатов
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра*	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Содержание и задачи химической технологии.	7	1	24	2	14	8	–	Решение задач на тему: «Составление материального и теплового балансов технологических процессов». Индивидуальное задание
2	Сырье и энергетика химических процессов	7	2-4	18	6	8	4		Отчет по теме лабораторной работы.
3	Переработка жидкого топлива.	7	5-7	22	6	12	4		Отчет по теме лабораторной работы
4	Переработка твердого топлива	7	8-9	18	4	8	6		Индивидуальное задание

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра*	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Контроль	
5	Химико-технологические процессы. Критерии эффективности химико-технологических процессов	7	10	16	2	8	6		Решение задач на тему: оценка эффективности процессов (выход продуктов, производительность, степень превращения сырья)
6	Важнейшие промышленные химические производства	7	11-16	28	12	12	4		Отчет по теме лабораторной работы
7	Химические реакторы	7	17-18	18	4	10	4		Тестирование
	Промежуточная аттестация	7		36				36	Экзамен
	Итого	7		180	36	72	36	36	

Содержание дисциплины

1. Содержание и задачи химической технологии.

Значение химической технологии для различных отраслей промышленности. Особенности химической технологии как науки. Возникновение и развитие отечественной химической технологии. Структура и особенности химической промышленности. Состояние химической промышленности в РФ. Основные тенденции развития химической технологии. Сущность и методы составления и изображения материальных и энергетических балансов. Определения выходов продукции и коэффициентов полезного действия. Экологические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу.

2. Сырье и энергетика химических процессов.

Основные виды и ресурсы сырья. Определение, классификация и требования к химическому сырью. Подготовка химического сырья к переработке. Обогащение минерального сырья, его значение и основные принципы. Сущность комплексного использования сырья. Значение воды в

химической технологии. Промышленная подготовка воды. Источники водоснабжения химических производств.

Человеческое общество и проблема энергии. Использование энергии в химическом процессе. Энергетика в химической промышленности. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного применения энергии. Рациональное использование энергии в химическом процессе. Использование новых видов энергий в химической промышленности.

3. Переработка жидкого топлива.

Определение, классификация и состав топлив. Энергетические характеристики топлив. Роль нефти, как сырья для органического синтеза. Происхождение, состав и свойства нефтей. Нефтепродукты. Краткая история развития нефтепереработки. Общая схема переработки нефти. Подготовка нефти к переработке. Первичная перегонка нефти. Физические и химические методы переработки нефти. Термохимические превращения углеводородов. Прямая атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Термический и каталитический крекинг. Каталитический риформинг и платформинг. Пиролиз нефтепродуктов. Очистка нефтепродуктов. Коксование нефтяных остатков.

4. Переработка твердого топлива.

Виды и происхождение твердых топлив. Каменные угли: строение и свойства. Общая схема коксохимического производства. Гидрирование твердого топлива. Совершенствование процессов переработки твердого топлива.

5. Химико-технологические процессы. Критерии эффективности химико-технологических процессов.

Содержание химико-технологического процесса. Общая характеристика и классификация процессов. Основные процессы химической технологии: гидромеханические, тепловые, массообменные. Понятие о степени превращения, интегральной и дифференциальной селективности, выходе, производительности, мощности, интенсивности. Взаимосвязь важнейших химико-технологических критериев эффективности. Управление химическим производством.

6. Важнейшие промышленные химические производства.

Технология связанного азота. Потребности народного хозяйства в соединениях азота. Методы связывания атмосферного азота. Синтез

аммиака. Физико-химические основы синтеза аммиака. Технологическая схема производства аммиака. Совершенствование аммиачного производства.

Производство разбавленной азотной кислоты. Применение азотной кислоты. Краткий исторический очерк производства азотной кислоты. Сырьё для производства азотной кислоты. Окисление аммиака и оксидов азота. Физико-химические основы технологических процессов, влияние давление, кислорода. Концентрирование разбавленной азотной кислоты. Прямой синтез концентрированной азотной кислоты. Перспективы развития азотнокислого производства.

Технология органических соединений.

Технология производства серной кислоты: общие сведения, применение серной кислоты, сырьё. Метод ДКДА. Производство серной кислоты из железного колчедана, из серы.

Технология производства минеральных удобрений. Агротехническое значение минеральных удобрений. Классификация минеральных удобрений. Краткий исторический очерк развития производства минеральных удобрений. Производство нитрата аммония. Физико-химические основы процесса. Аппарат ИТН. Производство фосфорных удобрений. Производство двойного суперфосфата.

7. Химические реакторы.

Основные элементы теории реакторов. Основные принципы проектирования химических реакторов. Классификация химических реакторов. Реакторы непрерывного действия: реактор идеального вытеснения, реактор идеального (полного) смешения. Уравнение материального баланса реакторов. Реакторы с различным режимом движения среды: реактор идеального смешения, вытеснения, каскад реакторов. Сравнение реакторов различного типа. Реакторы с различным тепловым режимом. Математическое описание реакторов.

Перечень лабораторных работ.

1. Технический анализ топлив, определение теплотворной способности и содержания воды в топливе.
2. Контрольно-измерительные приборы для измерения температуры
3. Контрольно-измерительные приборы давления и расхода газов.
4. Производство азотной кислоты окислением аммиака.
5. Получение двойного суперфосфата.
6. Производство соды аммиачным способом.
7. Пиролиз.
8. Ректификационная колонна.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии: курс лекций с мультимедийными материалами (в программе Power Point), консультации, промежуточный тестовый контроль знаний студентов, лабораторные занятия, контрольные задания.

Предусмотрено использование в учебном процессе деловых игр, разбор конкретных ситуаций (подбор оптимального сырья и условий проведения процесса конкретного химического производства, варианты снижения себестоимости продукции нефтяной промышленности, совершенствование методов очистки газовых выбросов и сточных вод конкретных химических производств).

Часть лабораторных работ привязаны к темам самостоятельной работы и позволят контролировать уровень самостоятельной подготовки студентов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет 80 % аудиторных занятий.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при обучении студентов с ОВЗ и инвалидностью

При освоении данного курса лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляется больше времени на выполнение работ, дополнительное оборудование, в частности ноутбук, который находится в распоряжении Института специально для работы на нем только инвалидов. Также данной категории студентов дается больше времени на ответы.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студента заключается в освоении теоретического материала, подготовка, расчет и оформление лабораторных работ, выполненных в аудитории.

На самостоятельную работу вынесены следующие вопросы:

- технология производства органических соединений: уксусной кислоты, ацетальдегида, спирта, муравьиной кислоты;
- расчет хроматограмм процесса пиролиза;
- расчет числа теоретических тарелок процесса ректификации;
- расчет материальных балансов по органическим производствам;
- приборы для измерения температуры;
- приборы для измерения давления;

- приборы для измерения расхода газов, пара, жидкостей;
- адсорбционные методы разделения газовых смесей;
- разделение жидких смесей методом ректификации;
- технический анализ топлив;
- промышленный катализ;
- технологические характеристики твердых катализаторов.

Проверка вышеперечисленных вопросов для самостоятельной работы осуществляется при контроле выполнения лабораторных работ в аудитории, а также на итоговом экзамене.

Вопросы для самоконтроля

1. Закономерности и методы химической технологии. Значение термодинамических и кинетических (микро и макро) закономерностей для технологии.
2. Сущность комплексного использования сырья.
3. Значение воды в химической технологии.
4. Способы обогащения минерального сырья.
5. Основные тенденции развития химической технологии.
6. Сущность и методы составления и изображения материальных и энергетических балансов.
7. Определения выходов продукции и коэффициентов полезного действия.
8. Экологические требования, предъявляемые к рациональному производственному процессу.
9. Основные элементы теории реакторов.
10. Уравнение материального баланса реакторов.
11. Реакторы с различным режимом движения среды: реактор идеального смешения, вытеснения, каскад реакторов.
12. Реактор идеального вытеснения, каскад реакторов.
13. Реакторы с различным тепловым режимом. Математическое описание реакторов.
14. Основные виды и ресурсы сырья. Обогащение минерального сырья и сущность комплексного его использования.
15. Промышленная подготовка воды. Основные методы очистки вод от вредных примесей.
16. Виды и источники энергии, применяемые в химических производственных процессах.

17. Сущность комплексного энергохимического использования горючих ископаемых и применение тепла экзотермических процессов, регенерации и повторного применения энергии
18. Технология получения синтез-газа. Конверсия метана водяным паром и кислородом.
19. Технология синтеза аммиака. Промышленные способы синтеза аммиака.
20. Технология азотной кислоты. Производства разбавленной азотной кислоты.
21. Производство концентрированной азотной кислоты.
22. Концентрирование разбавленной HNO_3 с помощью водоотнимающих агентов.
23. Технология производства серной кислоты. Технологическая схема по методу ДКДА.
24. Технология минеральных удобрений. Производство простого суперфосфата. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
25. Технологическая схема производства простого гранулированного суперфосфата.
26. Производства гранулированного суперфосфата камерным и поточным методом.
27. Технология производства аммиачной селитры. Аппарат использования теплоты нейтрализации.
28. Технология получения уксусной кислоты.
29. Производство муравьиной кислоты. Физико-химические основы и технологическая схема.
30. Критерии эффективности химико-технологических процессов.
31. Нефть, её происхождение и состав.
32. Нефтепродукты.
33. Краткая история развития переработки нефти.
34. Общая схема переработки нефти.
35. Первичная перегонка нефти.
36. Крекинг нефтепродуктов.
37. Каталитический риформинг нефтепродуктов.
38. Очистка нефтепродуктов.
39. Гидроочистка.
40. Установка ЭЛОУ-АВТ.
41. Виды и происхождение твердых топлив.
42. Строение и свойства каменных углей.
43. Общая схема коксохимического производства.

44. Классификация каменных углей.
45. Сырьё коксохимического производства.
46. Переработка продуктов коксования.
47. Гидрирование твердого топлива.
48. Совершенствование процессов переработки твердого топлива.
49. Промышленный катализ.
50. Технологические характеристики твердых катализаторов.
51. Ректификация. Сущность и назначение процесса.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	13	15	0	8	0	24	40	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции от 0 до 13 баллов

Диапазон баллов	Критерий оценки
0 баллов	Посещение менее 5 лекционных занятий (менее 28%)
1-3 балла	Посещение 5-7 лекционных занятий (28-39%)
4-5 баллов	Посещение 8-9 лекционных занятий (44-50%)
5-7 баллов	Посещение 10-11 лекционных занятий (55-61%)
8-9 баллов	Посещение 12-14 лекционных занятий (67-78%)
10-12 баллов	Посещение 15-16 лекционных занятий (79-88%)
13 баллов	Посещение 16-18 лекционных занятий (89-100%) и участие в лекционных дискуссиях

Лабораторные занятия от 0 до 15 баллов

Количество баллов за 1 работу (всего предусмотрено 5 работ)	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1	Работа выполнена, но не оформлена
2	Работа выполнена и аккуратно оформлена
3	Работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок

Практические занятия

Не предусмотрены.

Самостоятельная работа от 0 до 8 баллов (домашние задания)

Предусматривает самостоятельное решение задач по темам: «Составление материального и теплового балансов технологических процессов», «Оценка эффективности технологических процессов (выход продуктов, производительность, степень превращения сырья). Количество баллов за 1 тему равно 4 (2 домашних задания).

	0	1-2	3-4
домашнее задание (решение задач)	Работа не выполнен а	Выполнено менее 50% работы	Выполнено от 80 до 100% работы.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности от 0 до 24 баллов

Предусмотрены к оценке 2 индивидуальных задания, за выполнение каждого максимально можно получить 7 баллов, в том числе: от 0 до 6 баллов за структурированность решения и правильный результат; от 0 до 1 балла за оригинальность и аккуратность оформления.

По итогам освоения дисциплины предусмотрено тестирование. Максимальное количество баллов равно 10.

	0	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Тестирование	нет ни одного правильно го ответа	количество правильных ответов до 20%.	количество правильных ответов от 20 до 40%.	количество правильных ответов от 41 до 60%.	количество правильных ответов от 61 до 80%.	количество правильных ответов больше 81%.

Промежуточная аттестация (экзамен) от 0 до 40 баллов

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 35 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 27 до 34 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 20 до 26 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» от 0 до 19 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по дисциплине «**Химическая технология**» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «**Химическая технология**» в оценку (экзамен):

85-100 баллов	«отлично»
70-84 баллов	«хорошо»
55-69 баллов	«удовлетворительно»
0 -54 баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. 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. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/64137.html>

2. Лисовская Д. П. Производственные технологии [Электронный ресурс] : учебник / Лисовская Д. П. - Минск : Высшая школа, 2009. - 400 с. - ISBN 978-985-06-1711-8 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

3. Химическая технология органических веществ : учебное пособие / Т. Н. Качалова, Ф. Р. Гариева, В. И. Гаврилов, С. А. Бочкова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2008. — 138 с. — ISBN 978-5-7882-0523-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63542.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Microsoft Excel версии 2003 или новее или соответствующий аналог свободно распространяемых пакетов офисных приложений;

Microsoft Word версии 2003 или новее или соответствующий аналог свободно распространяемых пакетов офисных приложений

Интернет-ресурсы:

Справочники по химии и технологии
<http://www.fptl.ru/biblioteka/spravo4niki.html>

Scopus. URL: <https://www.scopus.com/> (доступ с компьютеров сети СГУ).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные лаборатории № 10, 11 (для проведения лабораторных и практических занятий), нижняя аудитория 1-го учебного корпуса (для проведения

лекционных занятий), Хроматограф Кристалл-5000; Рефрактометр УРФ-22; Печи электрические-1000; Часы газовые ГСБ-400 кл; Установка пиролиза; Установка дегидрирования углеводородов; Весы ВЛА-200; Весы АДВ-200; Насос Камовского; Шкаф сушильный SNOJ 58/350; Шкаф сушильный КПС-1-2D; Колориметр фотоэлектрический однолучевой КФО; Колориметр КФ-77; ЛАТР; Реактор проточного типа; Реактор смешения; Реометры; миллиамперметры; Термопары; Аквадистиллятор ДЭ10; Гидравлический пресс; Электрохолодильник; Компьютер; Баллоны с CO₂ и N₂; Вытяжной шкаф.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с по направлению 04.03.01 «Химия» и профилям подготовки «Аналитическая химия и химическая экспертиза», «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ» «Физическая химия».

Автор к.х.н., доцент Аниськова Т.В.

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от 5 июня 2020 года, протокол № 14.

Примерные задачи для домашнего задания

1. Определите объем проточного реактора идеального смешения, необходимый для достижения степени превращения исходного реагента $X_A=0,85$ при проведении реакции $2A \rightarrow R + S$, если $C_{A,0}=2,5$ кмоль/м³, $K=18,2$ м³/кмоль · ч, реагенты подают в реактор с объемным расходом $1,2$ м³/ч.
2. Определите степени превращения реагентов А и В на выходе из проточного реактора идеального смешения объемом $0,5$ м³ при проведении реакции $A+B \rightarrow R+S$, если $C_{A,0}=1,2$ кмоль/м³, $C_{B,0}=1,6$ кмоль/м³, объемный расход $V=5$ м³/ч, константа скорости $K=12$ м³/кмоль · ч.
3. В реакторе идеального вытеснения проводят реакцию $A+B \rightarrow R + S$. Определите производительность по продукту R, если известно, что $C_{A,0}=C_{B,0}=2$ кмоль/м³, объем реактора $1,4$ м³, объемный расход $V=28$ м³/ч, константа скорости $K=18$ м³/кмоль · ч.
4. Рассчитать среднее время пребывания реагентов в реакторе идеального смешения, необходимое для достижения степени превращения исходного реагента $X_A=0,8$. В реакторе протекает реакция второго порядка $2A \rightarrow R + S$, скорость которой описывается при постоянной температуре кинетическим уравнением $W_{r,A}=2,5 \cdot C_A^2$. Начальная концентрация реагента А на входе в реактор равна $C_{A,0}=4$ кмоль/м³.
5. Определить среднее время пребывания реагента в проточном реакторе идеального вытеснения для условий задачи №13.
6. Проводится жидкофазная реакция первого порядка $A \rightarrow R$ с константой скорости равной $0,45$ мин⁻¹. Объемный расход реагента составляет 30 л/мин. Сравнить степень превращения вещества А, достигаемую в реакторе смешения и вытеснения объемом 150 л. каждый.

Примерные задачи к контрольным заданиям

1. Определите состав смеси и степень превращения для (X_B) для реакции $A+2B \rightarrow 2R+S$, если $X_A=0,6$; $C_{A,0}=1$ кмоль/м³, $C_{B,0}=1$ кмоль/м³.
2. Для реакции гидрирования бензола $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$ проводимой при мольном соотношении реагентов $C_6H_6 : H_2 = 1 : 10$, степень превращения бензола $X=0,95$. Рассчитать мольный состав смеси, если исходное количество бензола равно 10 моль.
3. Рассчитайте выход продукта Р, если известно, что при проведении последовательных процессов $A+B \rightarrow P+R$, $P+M \rightarrow S+Z$ получено 12 молей продукта Р, 4 моля продукта S, а для проведения реакции было взято по 20 молей реагентов А и В.

4. Рассчитайте полную селективность, если при проведении последовательных реакций $A \rightarrow R + M$ (целевая реакция), $R \rightarrow S + N$ (побочная реакция) получено 6 моль продукта R и 2,5 моль продукта S.
5. Определите выход продукта R и степень превращения X_A реагента A, если обратимая реакция $A \leftrightarrow 2R$ протекает при условии, когда равновесная степень превращения $X_{A,e} = 0,75$, а отношение концентраций продукта и реагента после окончания реакции составляет $C_R:C_A=1$.
6. Составьте материальный баланс синтеза метанола из синте-газа, если производительность по синтез-газу 2400 кг/ч, мольное соотношение $n_{CO}:n_{H_2}=1:3$, если степень превращения $X_{CO}=0,3$, селективность $\varphi_{CH_3OH}=0,9$, $\varphi_{CH_4}=0,07$. Необходимо учитывать следующие реакции $CO+2H_2 \rightarrow CH_3OH$, $2CH_3OH \rightarrow (CH_3)_2O + H_2O$, $CH_3OH + H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$.
7. На упаривание поступает 9200кг/час 56%-го раствора аммиачной селитры. После упаривания из выпарного аппарата выводится 5350 кг/час раствора аммиачной селитры с концентрацией 96% составить материальный баланс процесса упаривания.
8. Составьте материальный баланс получения пропионового альдегида по следующим реакциям: $C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow CH_3CH_2COH$, $2C_2H_4 + CO + H_2 \rightarrow C_2H_5COC_2H_5$, если выход альдегида составляет 80%, $\varphi_{C_3H_6O}=0,85$, мольные соотношения реагентов $C_{CO} : C_{H_2}= 1$; $C_{C_2H_4} : C_{CO}=0,6$, производительность по альдегиду составляет 46400 кг/ч.

Примерные вопросы теста.

1. Технология это –
 - наука о способах переработки природного сырья;
 - наука о способах и процессах производства промышленных продуктов из природного и синтетического сырья;
 - наука о способах и процессах производства промышленных продуктов из природного сырья.
2. Способ производства это -
 - совокупность всех операций, которые проходит сырье до получения из него продукта;
 - последовательные операции, протекающие в соответствующих машинах и аппаратах;
 - последовательность химических реакций производства определенного продукта.
3. Какая стадия не является стадией химико-технологического процесса:

- очистка реагирующих компонентов;
- подвод реагирующих компонентов в зону реакции;
- химические реакции;
- отвод из зоны реакции полученных продуктов.

4. Технологический режим это –

- набор требований, соблюдение которых необходимо для определенного технологического процесса;
- совокупность основных факторов (параметров), влияющих на скорость процессов, выход и качество продуктов;

5. Изотермический реактор это –

- реактор, в котором температура постоянна во всем реакционном объеме;
- реактор с достаточно сильным перемешиванием;
- реактор, в котором температура во всем реакционном объеме различна.

6. Каких процессов не существует в гетерогенных процессах:

- прямоточных;
- параллельных;
- противоточных;
- перекрестных.

7. Степень превращения это –

- доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;
- отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;
- отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции.

8. Выход продукта реакции это –

- доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;
- отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;
- отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции.

9. Селективность реакции это –

- доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;
- отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;

- отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции.

10. Дифференциальная селективность реакции это –

- отношение скорости превращения исходных реагентов в целевой продукт к суммарной скорости расходования исходных реагентов;

- отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;

- отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции.

11. Гравитационный метод обогащения сырья это –

- разделение взвешенных в жидкости относительно мелких частиц друг от друга по их способности прилипать к вводимым в суспензию газовым пузырькам с последующим всплыванием их на поверхность жидкости и образованием пены;

- разделение, основанное на разной скорости выпадения частиц разной плотности в потоке жидкости или газа, или на действии центробежной силы;

- разделение по электрической проводимости (отделение проводящих руд от диэлектрических пород, например, гипса, известняка, силикатов).

12. Флотационный метод обогащения сырья это –

- разделение взвешенных в жидкости относительно мелких частиц друг от друга по их способности прилипать к вводимым в суспензию газовым пузырькам с последующим всплыванием их на поверхность жидкости и образованием пены;

- разделение, основанное на разной скорости выпадения частиц разной плотности в потоке жидкости или газа, или на действии центробежной силы;

- разделение по магнитной проницаемости, например, отделение магнитного железняка, хромистого железняка и других магнитно-восприимчивых материалов от пустой породы.

13. Общая щелочность воды это –

- суммарная концентрация содержащихся в воде анионов OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , HSiO_3^- , SiO_3^{2-} и некоторых солей слабых органических кислот (гуматов);

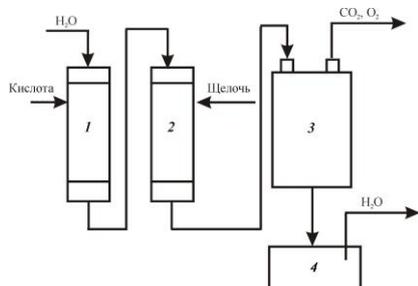
- суммарное содержание солей кальция и магния;

- суммарное содержание бикарбонатов кальция и магния.

14. Жесткость воды это –

- суммарная концентрация содержащихся в воде анионов OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , HSiO_3^- , SiO_3^{2-} и некоторых солей слабых органических кислот (гуматов);
- суммарное содержание солей кальция и магния;
- суммарное содержание бикарбонатов кальция и магния.

15. Назовите основные аппараты установки умягчения воды:



- 1 – катионитовый фильтр; 2 – анионитовый фильтр; 3 – дегазатор; 4 – сборник воды
- 1 – анионитовый фильтр; 2 – катионитовый фильтр; 3 – дегазатор; 4 – сборник воды
- 1 – анионитовый фильтр; 2 – катионитовый фильтр; 3 – сборник воды; 4 – дегазатор.

16. Теплотворная способность топлива это –

- теплота реакции горения топлива;
- количество теплоты, которое выделяется при неполном сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива (кДж/кг) или 1 м³ газообразного топлива (кДж/м³);
- максимальная температура горения, развиваемая при полном сгорании топлива без избытка воздуха, в условиях, когда вся выделяющаяся при сгорании теплота полностью расходуется на нагрев образующихся продуктов сгорания

17. Жаропроизводительность топлива это –

- теплота реакции горения топлива;
- количество теплоты, которое выделяется при неполном сгорании 1 кг твердого или жидкого топлива (кДж/кг) или 1 м³ газообразного топлива (кДж/м³);
- максимальная температура горения, развиваемая при полном сгорании топлива без избытка воздуха, в условиях, когда вся выделяющаяся при сгорании теплота полностью расходуется на нагрев образующихся продуктов сгорания.

18. Какое топливо не относится к топливу с высокой жаропроизводительностью:

- торф;
- каменный уголь;
- природный газ.

19. Какое топливо не относится к топливу с низкой жаропроизводительностью:

- торф;
- сланцы;
- природный газ.

20. Октановое число это –

- условная единица измерения детонационной стойкости, численно равная содержанию в объемных процентах изооктана;
- условная единица измерения детонационной стойкости, численно равная содержанию в объемных процентах н-октана;
- условная единица измерения детонационной стойкости, численно равная содержанию в объемных процентах цетана.

21. Цетановое число это –

- условная единица измерения детонационной стойкости, численно равная содержанию в объемных процентах изооктана;
- условная единица измерения детонационной стойкости, численно равная содержанию в объемных процентах н-октана;
- условная единица измерения детонационной стойкости, численно равная содержанию в объемных процентах цетана.

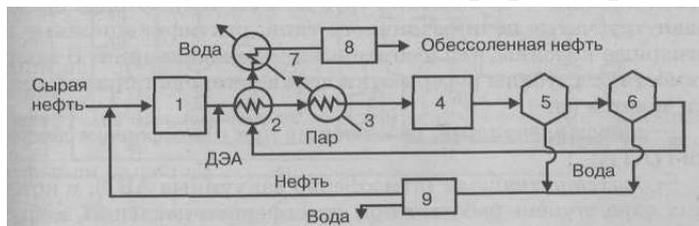
22. Что не относится к процессам вторичной нефтепереработки

- перегонка;
- риформинг;
- крекинг.

23. Стабилизация нефти это –

- процесс выделения легких углеводородов из нефти в виде попутного газа;
- отделение попутных газов методом многоступенчатой сепарации;
- удаление газового конденсата, путем десорбции газов и конденсирования летучих углеводородов.

24. Данная установка иллюстрирует процесс:



- гидроочистки
- ЭЛОУ
- ректификация

25. Что не является продуктами прямой перегонки нефти на установках АТ

- битум
- бензин
- авиационный керосин

26. Что не является продуктами прямой перегонки нефти на установках АВТ?

- смазочные масла
- гудрон
- бензин

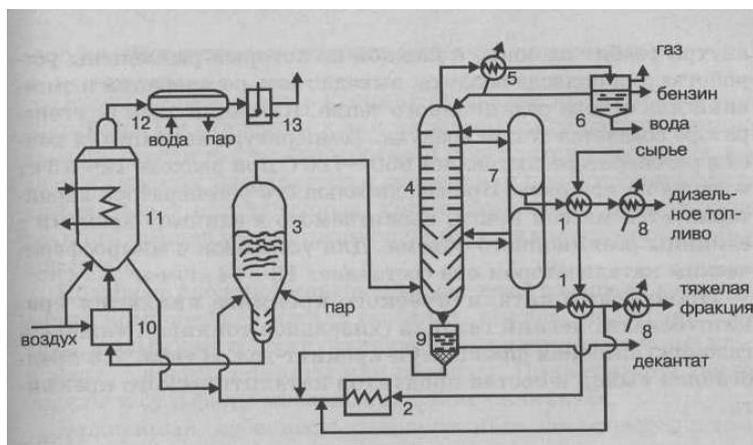
27. Что не является основным аппаратом при прямой перегонки нефти?

- Трубчатые печи
- Ректификационные колонны
- Сепараторы

28. К закономерным продуктам каталитического крекинга не относятся:

- значительный выход газообразных продуктов, содержащих количество углеродных атомов от 1 до 4;
- значительный выход бензинов с большим содержанием изоалканов;
- значительный выход бензинов с большим содержанием аренов.

29. На рисунке изображена технологическая схема какого процесса:



- Термический крекинг
- Каталитический крекинг
- Пиролиз

30. Основной аппарат установки каталитического крекинга это:

- Теплообменник
- Реактор кипящего слоя
- Ректификационная колонна

31. Что не относится к основным продуктам каткрекинга?

- Кокс

- Дизельное топливо
- Тяжелый газойль

32. Что является особенностью процесса гидрокрекинга?

- Распад тяжелых углеводородов сырья
- Гидрирование ненасыщенных углеводородов
- Распад тяжелых углеводородов сырья и гидрирование продуктов распада

33. Риформинг это-

- Процесс очистки нефти от гетероорганических соединений;
- Процесс переработки нефтепродуктов, проводимый с целью получения индивидуальных ароматических углеводородов, водорода или бензина с повышенным содержанием ароматических углеводородов;
- Процесс переработки нефтепродуктов, с целью получения бензина с повышенным содержанием изопарафинов.

34. Пиролиз это –

- Процесс разложения твердого топлива с целью получения кокса
- Процесс разложения твердого топлива с целью получения из него твердых, жидких и газообразных продуктов
- Процесс разложения твердого топлива с целью получения искусственного и газообразного синтетического топлива

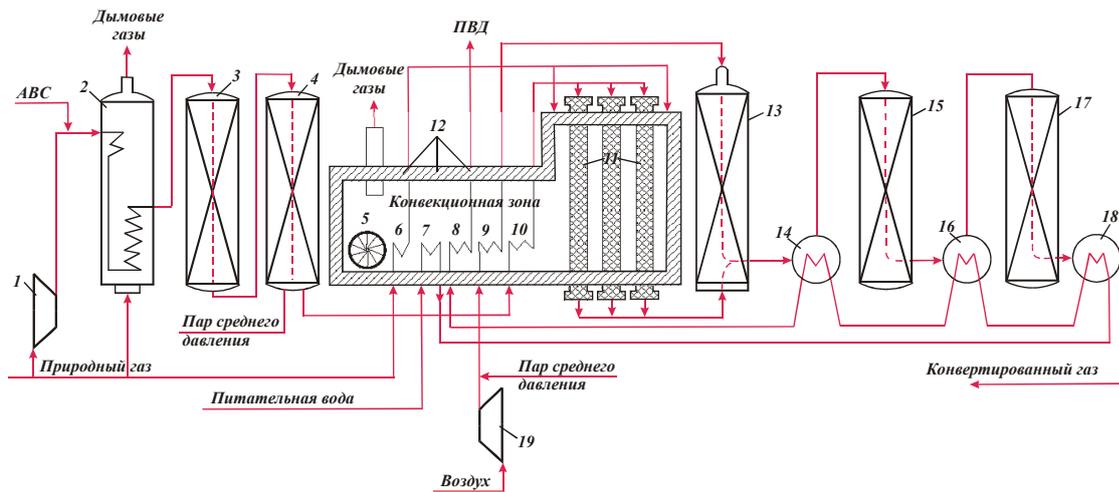
35. Что является катализатором очистки от сернистых соединений процесса конверсии природного газа:

- 1-я ступень Co, Mo/Al₂O₃ 2-я ступень Ni/Al₂O₃
- 1-я ступень Ni/Al₂O₃ 2-я ступень 25% NiO, 57% Al₂O₃, 10% CaO, 8% MgO
- 1-я ступень Co, Mo/Al₂O₃ 2-я ступень ZnO

36. Что не относится к современным методам очистки отходящих газов от оксидов углерода:

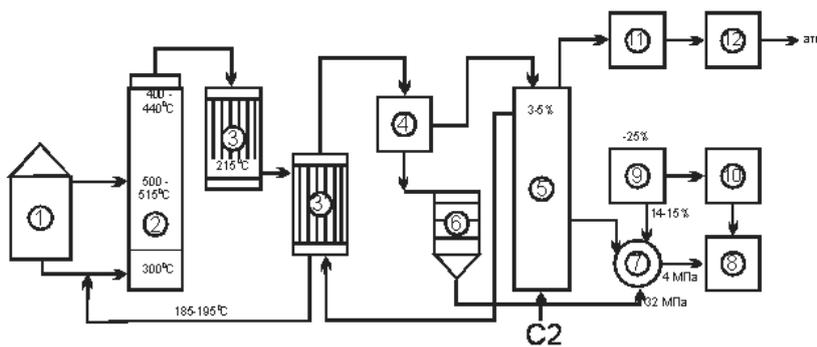
- Моноэтаноламинная очистка
- Очистка с помощью поташа
- Восстановление оксидов углерода водородом

37. Нижеприведенная схема иллюстрирует процесс



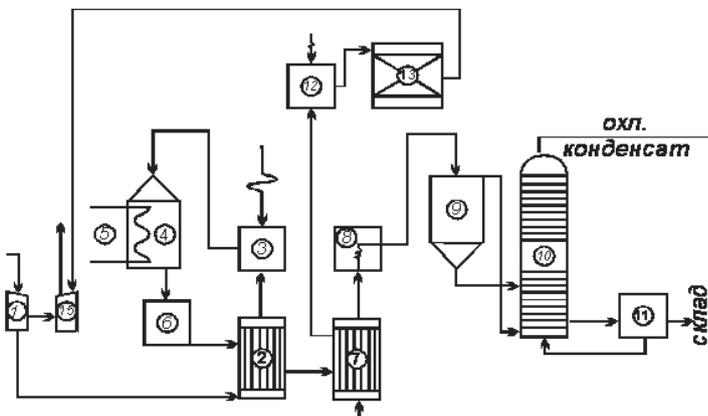
- Конверсия природного газа
- Получение аммиака
- Получение синтез-газа

38. Нижеприведенная схема иллюстрирует процесс:



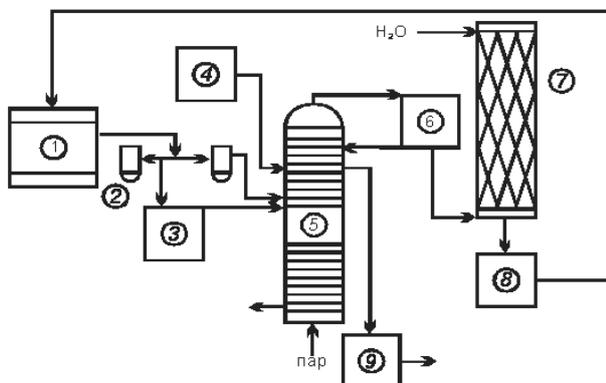
- Синтез аммиака
- Конверсия природного газа
- Концентрирование азотной кислоты

39. Нижеприведенная схема иллюстрирует процесс:



- Схема синтеза азотной кислоты
- Конверсия природного газа
- Концентрирование азотной кислоты

40. Нижеприведенная схема иллюстрирует процесс:



- Конверсия природного газа
- Синтез аммиака
- Концентрирования азотной кислоты

41. Какой катализатор не используется в процессе синтеза аммиака

- Железный катализатор
- Co , $\text{Mo}/\text{Al}_2\text{O}_3$
- K_2O , Na_2O , CaO , MgO .

42. Каков температурный режим технологической схемы получения серной кислоты ДКДА

- 400-650 °C
- 600-850 °C
- 200-350 °C

43. Чем не определяется температурный режим любого каталитического технологического процесса?

- Температурой зажигания катализатора
- Температурой спекания катализатора
- Температурой активации катализатора

44. Какая стадия не является стадией получения азотной кислоты

- конверсия аммиака с целью получения оксида азота
- конверсия аммиака с целью получения азота
- окисление NO до диоксида азота NO_2

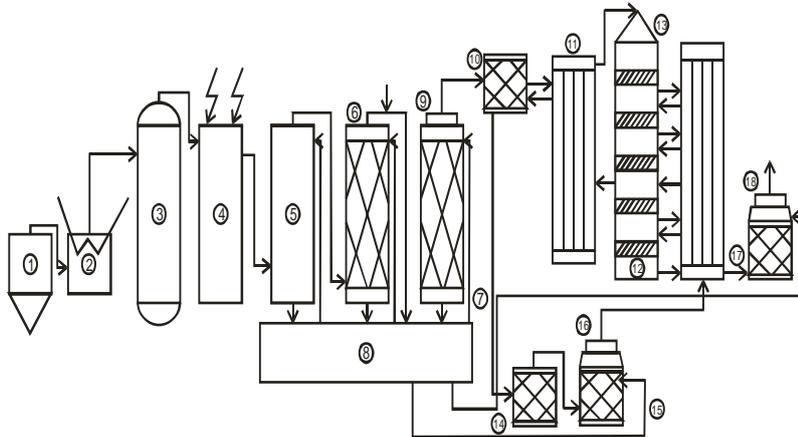
45. Какой катализатор не используется в процессе получения азотной кислоты:

- $\text{Pt} + \text{Rh} + \text{Pd}$
- $\text{Pt} + \text{Rh}$
- Pt

46. Какой катализатор используют при производстве серной кислоты:

- V_2O_5
- Pt + Rh
- Co, Mo/ Al_2O_3

47. Какой технологический процесс иллюстрирует следующая схема:



- Конверсия природного газа
- Синтез аммиака
- Получение серной кислоты методом ДКДА

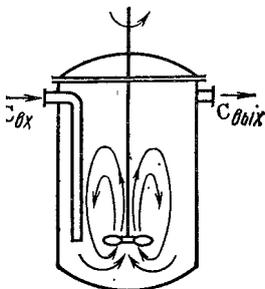
48. Сколько усвояемого оксида фосфора (V) содержит простой суперфосфат

- 34-36%
- 18-20%
- 40-45%

49. Сколько усвояемого оксида фосфора (V) содержит двойной суперфосфат

- 34-36%
- 18-20%
- 42-50%

53. Что изображено на картинке



- Реактор вытеснения
- Реактор смешения
- Каскад реакторов