

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 16.02.2026 11:57:51  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabb73e946cf4a4851f1a56d089

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
*О.Г. Локтионова*  
« 9 » 02 2026 г.  
(ЮЗГУ)



**ТЕХНОЛОГИЯ ОСНОВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО И  
НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

Методические указания по подготовке к практическим занятиям и  
выполнению самостоятельной работы для обучающихся,  
осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые  
по модели «перевернутого обучения»

УДК 547 (075.8)

Составитель Р.В. Лавров

Рецензент

К.х.н, доцент Пожидаева С.В.

**Технология основного органического и нефтехимического синтеза: методические указания по подготовке к практическим занятиям и выполнению самостоятельной работы для обучающихся, осваивающих ОПОП ВО – программы магистратуры, реализуемые по модели «перевернутого обучения» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Р.В. Лавров. – Курск, 2026. – 147 с. – Библиогр.: с. 146.**

Методические указания структурированы по темам дисциплины, знакомят обучающихся с алгоритмом, применяемым при реализации ОПОП ВО по модели «перевернутого обучения»; содержанием самостоятельной работы обучающихся по освоению каждой темы дисциплины и планом проведения каждого практического занятия; включают вопросы и задания, предлагаемые обучающимся для самостоятельной внеаудиторной и аудиторной работы.

Предназначены для обучающихся по очной форме обучения по ОПОП ВО – программам магистратуры, реализуемым по модели «перевернутого обучения», осваивающих дисциплину «Технология основного органического и нефтехимического синтеза».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 9.02.26 Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 7,19. Уч.-изд. л. 9,18.

Тираж 35 экз. Заказ № Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## ТЕМА № 2

Общие сведения о промышленном органическом синтезе

### I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

*Задания, выполняемые до начала  
первого практического занятия по теме № 2*

**1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 2:** предварительное (до начала первого практического занятия по теме самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

*Опорный конспект по теме № 2 «Общие сведения о промышленном органическом синтезе»*

#### 1. ЗАПОМИНАЕМ ГЛАВНОЕ

1.1 Впишите пропущенные слова:

а) Промышленный органический синтез базируется на основных видах минерального сырья = \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_

б) Продуктами основного органического синтеза являются относительно простые \_\_\_\_\_, хлорпроизводные \_\_\_\_\_, альдегиды \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_, карбоновые \_\_\_\_\_, диеновые и \_\_\_\_\_.

в) Важнейшим сырьем в современной промышленности основного органического синтеза являются: парафиновые \_\_\_\_\_, олефины диолефины \_\_\_\_\_ и ароматические \_\_\_\_\_.

г) **ГАЗЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НЕФТИ** отличаются высоким содержанием \_\_\_\_\_, что делает их ценным сырьем для получения \_\_\_\_\_.

1.2 Укажите стрелочками соответствия и впишите сравнительный вывод для требований к разным типам сырья

<i>Тип сырья</i>	<i>Характеристики сырья и процессов получения продуктов из сырья</i>
углеводородное для нефтехимических процессов	Реакции большей частью каталитические или радикально-цепные для получения требуемых продуктов необходима высокая селективность катализатора
для процессов переработки нефти	для производства этилового спирта прямой гидратацией этилена требуется 97-98%-ный этилен для производства полиэтилена высокого давления требуется 99,99%-ный этилен, совершенно свободный от ацетиленов при содержании более 0,1% пропиленов в этилене, идущем на гидратацию, нельзя получить этиловый спирт требуемого качества для данного типа сырья должны быть ограничения преимущественно по содержанию оксидов углерода, аммиака и по влажности

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ВЫВОД** для требований к разным типам сырья :

---



---



---



---

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

многотоннажное малостадийное промышленное производство

ТОНКИЙ  
ОРГАНИЧЕСКИЙ  
СИНТЕЗ

многотоннажное малостадийное промышленное производство органических соединений на основе углеводородного сырья (нефть, газ, уголь) и продуктов его переработки

ОСНОВНОЙ  
ОРГАНИЧЕСКИЙ  
СИНТЕЗ

производство продукции органического синтеза, в непрерывном процессе, реализованный на крупных производственных комплексах с агрегатами большой единичной мощности (до 1000 тыс. тонн в год)

малотоннажное производство органических соединений сложной структуры  
производство многостадийное, энергозатратное, со значительным количеством отходов и сложностью решения экологических проблем

1.4 Напишите основные продукты первичной переработки углеводородного сырья:

1. Предельные углеводороды: \_\_\_\_\_.
2. Непредельные углеводороды: \_\_\_\_\_.
3. Ароматические углеводороды: \_\_\_\_\_.

...

## 2. СОЗДАЕМ БАНК НОВЫХ ТЕРМИНОВ

2.1 Какие новые термины вы узнали при изучении материала по теме №2? Выпишите их во вторую колонку таблицы, а в третьей в нескольких словах раскройте их содержание:

№	Новый термин (понятие)	Содержание
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2.2 Дайте краткое содержание прочитанного вами текста по теме №2 или запишите в виде тезисов:

- 1.
- 2.
- 3.
- 6.
- 7.
- 8.

- |    |     |
|----|-----|
| 4. | 9.  |
| 5. | 10. |

2.3 Сегодня меня больше всего заинтересовала информация о

\_\_\_\_\_ потому что  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_.

3. Сформулируйте кратко вывод, который Вы сделали лично для себя после чтения текста по теме №2:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_.

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 2 после прочтения текста.

Обратите внимание на ключевые моменты по теме №2.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Виды сырья для органического синтеза.

2. Требования, предъявляемые к сырью для процессов переработки нефти.

3. Требования, предъявляемые к углеводородному сырью для нефтехимических процессов.

4. Номенклатура продуктов основного органического синтеза.

5. Основные типы реакций при получении продуктов основного органического синтеза.

1.6. Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 2.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме № 2.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 2:

1. В состав нефтей входят углеводороды следующих рядов:

- А) парафиновые
- Б) нафтеновые
- В) олефины
- Г) диены

2. Температура застывания нефти зависит:

- А) от содержания твердых парафиновых рядов
- Б) от содержания олефинов
- В) от содержания нафтенов
- Г) от содержания ациклических углеводородов

3. К ароматическим углеводородам, содержащимся в нефти, относятся:

- А) бензол
- Б) нафталин
- В) антрацен
- Г) метан

4. Принцип, предусматривающий комплексное решение вопросов выбора композиционных материалов, проектирования из них конструкций и разработки технологических процессов включает в себя:

- А) разработку новой конструкции
- Б) выбор композиционного материала для изготовления детали
- В) технологический процесс получения детали
- Г) все три указанных процесса

5. Монокарбоновые кислоты, способные к этерификации и к образованию солей, вязкие жидкости со специфическим запахом называются \_\_\_\_\_.

6. Содержание фенолов в нефти в отношении от нафтеновых кислот:

- А) традиционно большое
- Б) более 20 %
- В) 4-10% от нафтеновых кислот
- Г) подходят все варианты

7. Содержание серы в нефти отечественных месторождений:

- А) 0,3-5%
- Б) более 5%
- В) менее 0,3%
- Г) все варианты

8) В состав асфальто-смолистых веществ

входят \_\_\_\_\_.

9) Главным компонентом горючих газов является:

- А) метан
- Б) пентан
- В) октан
- Г) бутан

10) Олефиновые углеводороды обладают:

- А) высокой реакционной способностью
- Б) низкой реакционной способностью
- В) двойной связью в молекуле
- Г) одинарной связью в молекуле

11. К синтезам на основе пропилена относятся:

А) изопропиловый спирт

Б) хлористый аллил

В) бутиловый спирт

Г) углепластики

12. К методам получения олефинов относятся:

А) деструктивная переработка нефтяного сырья

Б) пиролиз

В) дегидрирование

Г) выделением из сырой нефти

13. Наибольшее значение для промышленности имеют следующие диеновые:

А) бутадиен - 1,3

Б) 3-метилбутадиен-1,3

В) 2-метилбутадиен-1,3

Г) *n*-додецилен

14. Ацетилен получают:

А) разложение карбида кальция водой

Б) термической деструкцией углеводородов

В) пиролизом

Г) димеризацией

15. Установите соответствие:

1. Ароматические углеводороды	А. Изопрен
2. Диеновые углеводороды	Б. Метан
3. Олефины	В. Не содержатся в сырой нефти
4. Парафиновые углеводороды	Г. Бензол

## II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

### Практическое занятие № 2

«Общие сведения о промышленном органическом синтезе»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 2, в производственных ситуациях.

**Планируемые результаты обучения:**

**Знать<sup>5</sup>:**

**Уметь<sup>5</sup>:**

**Иметь опыт**

<p>основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов;</p> <p>технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов</p>	<p>проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации разработки изделий;</p> <p>разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов</p>	<p><b>деятельности:</b></p> <p>анализа и систематизации необходимой информации разработки изделий;</p> <p>по модернизацию и реконструкции технологического оборудования</p>
--	---	---

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

П

## **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 2**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний) .
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 2 (входной контроль знаний)**

### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 2**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими

опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

## 1.2 Тестирование по теме № 2

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 2:

1. Ассортимент исходных веществ для органического синтеза включает:

- А) Парафины, олефины, синтез-газ, ацетилен
- Б) Олигомеры
- В) Поверхностно активные вещества
- Г) Углекислый газ

2. К мягким парафинам относятся?

- А) Парафины от  $C_{11}$ - $C_{20}$
- Б)  $C_1$ - $C_5$
- В)  $C_{20}$ - $C_{35}$
- Г)  $C_{35}$ - $C_{50}$

3. Главным методом получения олефинов в промышленности являются?

А) Процессы расщепления нефтяных фракций или углеводородных газов

- Б) Процессы конденсации спиртов
- В) Процессы ступенчатой полимеризации
- Г) Процессы алкилирования

4. Разделение \_\_\_\_\_ низших \_\_\_\_\_ парафинов проводят \_\_\_\_\_

5. Основными источниками органического сырья являются?

- А) Каменный уголь; нефть; природный газ
- Б) Древесина
- В) Углеволокно
- Г) Торф

6. К промежуточным продуктам промышленного органического синтеза относят \_\_\_\_\_.

7. К промежуточным продуктам промышленного органического синтеза относят:

- А) Хлороформ; бензол; этиленгликоль
- Б) Полиэтилен
- В) Бензин
- Г) Поливинилхлорид

8. К синтетическим растворителям и экстрагентам относят:

- А) Ацетон, бензол, хлороформ
- Б) Парафин
- В) Нафталин
- Г) Додecilсульфат натрия

Д) все ответы верны

9. Дисперсно-упрочненные и армированные композитные материалы имеют:

- А) матричную структуру
- Б) слоистую структуру
- В) каркасную структуру
- Г) комбинированную структуру

10. К синтетическим поверхностно-активным и моющим веществам относятся:

- А) Органические вещества, содержащие гидрофобную и гидрофильную группы в молекуле
- Б) Перфторуглероды
- В) Алкалоиды
- Г) Пестициды

11. Пластификаторами (или смягчителями) называют вещества:

- А) Добавляемые к некоторым полимерам в количестве до 30 –40 % для улучшения их пластических, эластических свойств
- Б) Используемые для получения пластилина
- В) Используемые для получения пластиков
- Г) Добавляемые для умягчения воды

12. К продуктам целевого применения основного органического синтеза относятся:

- А) Бензин, полиэтилентерефталат, синтетические масла, зооциды
- Б) Фосген
- В) Этилен
- Г) Дихлорэтан
- Д) все варианты верны

13. К синтетическим смазочным маслам относятся:

- А) Алкилированные ароматические углеводороды, сложные эфиры двухосновных карбоновых кислот и высших одноатомных спиртов, кремнийорганические полимеры
- Б) Высшие спирты
- В) Твердые парафины
- Г) Органические вещества, содержащие гидрофобную и гидрофильную группы в молекуле

14. Фосген используют:

- А) Для получения сложных эфиров карбоновых кислот
- Б) подготовка материалов
- В) Для получения пластификаторов
- Г) Для получения ароматических углеводородов

15. Найдите соответствие:

Продукт синтеза на основе метана	Дихлорэтан
----------------------------------	------------

Продукт синтеза на основе этилена	Изопропиловый спирт
Продукт синтеза на основе пропилена	Формальдегид

## **2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2**

### **Консультация преподавателя**

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

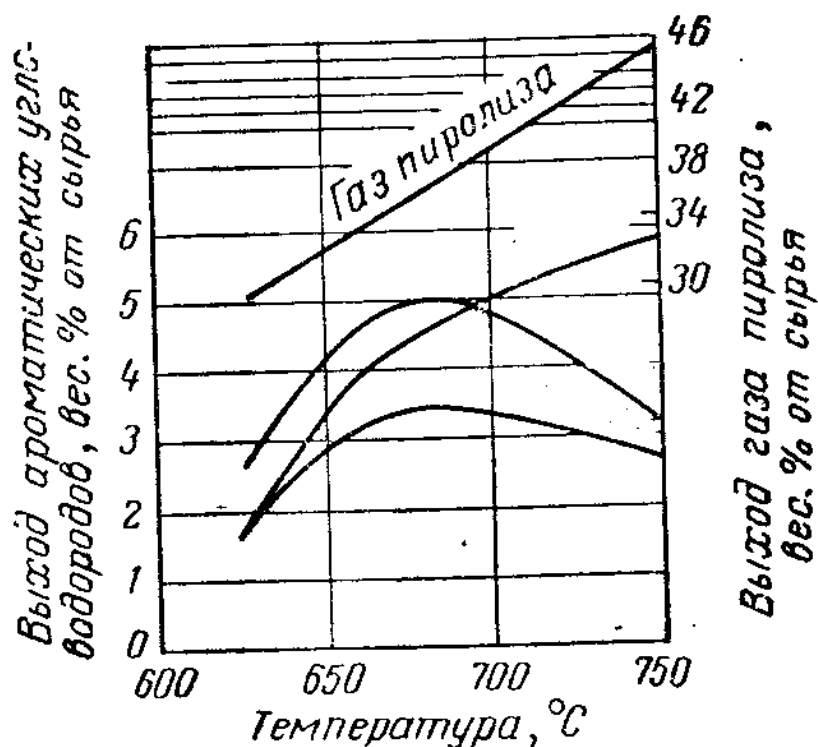
В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем** *(по содержанию темы № 2, изученному дома самостоятельно)*

1. Состав природных горючих газов, их характеристика
2. Что получают путем прямого окисления пропана и бутана?
3. Что получают путем нитрования углеводородов  $C_2-C_4$ ?
4. Как получают вазелин?
5. Какие технологии переработки используют для синтеза продуктов на основе этилена?
6. Назовите продукт переработки пропилена гипохлорированием?
7. Как в промышленности получают бутадиен - 1,3?
8. Дайте характеристику циклогексану.

**Практическое задание для станции № 2**

На приведенной диаграмме изменения выходов ароматических углеводородов и газа при пиролизе керосино-газойлевой фракции (пределы кипения 211—346 °С) в зависимости от температуры укажите соответствующие кривые для бензола, толуола и ксилолов.



### Практическое задание для станции № 3

При деструкции *n*-пентана (600° С, 1 кПа) в результате соударения радикала R- с молекулой *n*-пентана возможны три направления реакции отрыва атома водорода — от первого, второго и третьего атома углерода. Составьте три уравнения реакции образования радикалов.

### Практическое задание для станции № 4

Дайте объяснение тому, что в случае термического крекинга под давлением в конечном продукте содержится больше парафиновых углеводородов и меньше непредельных по сравнению с продуктом парофазного крекинга.

## 4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

### Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

## 5. Текущий контроль успеваемости по теме № 2

Текущий контроль успеваемости проводится в форме теста.

Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Производство композитных материалов» для

данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>

### ТЕМА № 3

Получение углеводов из нефти. Процессы переработки нефти.

#### **I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ**

*Задания, выполняемые до начала первого практического занятия по теме № 3*

**1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 3:** предварительное (до начала первого практического занятия по теме самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

*Опорный конспект по теме № 3 «Получение углеводов из нефти. Процессы переработки нефти».*

#### 1. ЗАПОМИНАЕМ ГЛАВНОЕ

1.1 Впишите пропущенные слова:

а) Первичным и основным способом переработки нефти является = \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_.

б) Первую стадию прямой гонки осуществляют на установках, работающих \_\_\_\_\_, на \_\_\_\_\_ которых отбирают \_\_\_\_\_, а остаток после отгонки \_\_\_\_\_.

нефтяных дистиллятов (мазут) разгоняют

в) Термическим крекингом называют процесс переработки с частичным \_\_\_\_\_ углеводородов, с небольшим образованием \_\_\_\_\_.

г) Низшие парафиновые углеводороды до пентанов- включительно выделяются из нефти в процессе \_\_\_\_\_, проводимой в \_\_\_\_\_.

1.2 Укажите стрелочками соответствия и впишите общий вывод- характеристику процессов переработки нефти.

<i>Тип процесса</i>	<i>Область применения(характеристика) процесса и тип используемого/ получаемого продукта</i>
Экстракция	выделяют из масляных дистиллятов нефти
Первичный способ переработки нефти	парафин и церезин
Экстрактивная перегонка	для отделения толуола из бензинов
Прямая гонка	бензол+вода
Парофазный крекинг	происходит в паровой фазе
Гетерогенные азеотропы	проводят в условиях, предотвращающих разложение углеводородов
	разгонка на отдельные фракции

## ВЫВОД

---



---



---



---

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

Азеотропная перегонка	широко применяется в нефтяной и химической промышленности для выделения индивидуальных углеводородов
Экстрактивная перегонка	образует с одним или несколькими компонентами азеотропные смеси
	выделяют узкую фракцию, кипящую в интервале 85—127°C (толуоловый концентрат)
	в присутствии фурфурола применяют в одном из методов выделения бутадиена
	разделение смеси основано на различии

избирательной растворимости компонентов, а не температур из кипения

1.4 Опишите сравнительные преимущества и недостатки способы разделения жидких углеводородов:

1. Экстракцией: \_\_\_\_\_.

2. Азеотропной перегонкой  
: \_\_\_\_\_.

3. Экстрактивной перегонкой: \_\_\_\_\_

...

## 2. СОЗДАЕМ БАНК НОВЫХ ТЕРМИНОВ

2.1 Какие новые термины вы узнали при изучении материала по теме №3? Выпишите их во вторую колонку таблицы, а в третьей в нескольких словах раскройте их содержание:

№	Новый термин (понятие)	Содержание
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2.2 Дайте краткое содержание прочитанного вами текста по теме №2 или запишите в виде тезисов:

- |    |     |
|----|-----|
| 1. | 6.  |
| 2. | 7.  |
| 3. | 8.  |
| 4. | 9.  |
| 5. | 10. |

2.3 Сегодня меня больше всего заинтересовала информация о

\_\_\_\_\_ потому что  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

3. Сформулируйте кратко вывод, который Вы сделали лично для себя после чтения текста по теме №3:

---

---

---

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 3 после прочтения текста.

Обратите внимание на ключевые моменты по теме №3.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Виды сырья для органического синтеза.

2. Требования, предъявляемые к сырью для процессов переработки нефти.

3. Требования, предъявляемые к углеводородному сырью для нефтехимических процессов.

4. Номенклатура продуктов основного органического синтеза.

5. Основные типы реакций при получении продуктов основного органического синтеза.

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 2.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме № 3

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Операции, предшествующие первичной переработке нефти:

- А) стабилизация
- Б) отделение газообразных продуктов
- В) олефины
- Г) легкий крекинг

2. Коксование нефтяных остатков:

- А) ведут при избыточном давлении
- Б) ведут комнатной температуре
- В) позволяет получить 60—65% жидких дистиллятов
- Г) позволяет получить 60-65% газа

3. Низшие парафиновые углеводороды:

- А) выделяются из нефти в процессе ее стабилизации
- Б) выделяются при давлении до 100 кПа
- В) имеющие большой молекулярный вес затруднительно разделить методом ректификации

Г) имеющие большой молекулярный разделяют в колоннах большим числом тарелок (100 и более)

4. Температура кипения азеотропной смеси:

А) может быть выше температуры кипения входящих в нее компонентов

Б) может быть ниже температуры кипения входящих в нее компонентов

В) может быть ниже или выше температуры кипения входящих в нее компонентов

Г) все перечисленное

5. Для оценки трудности разделения жидких смесей обычной ректификацией критерием служит \_\_\_\_\_.

6. Повышению выхода непредельных газообразных углеводородов при пиролизе способствуют:

А) кратковременное пребывание реагентов в горячей зоне

Б) длительное пребывание реагентов в горячей зоне

В) разбавление сырья водяным паром

Г) подходят все варианты

7. Какой метод используют для удаления меркаптанов и других сернистых соединений из бензиновых и керосиновых дистиллятов:

А) экстракция

Б) ректификация

В) пиролиз

Г) все варианты

8) Выход ароматических углеводородов в большой степени зависит от \_\_\_\_\_ пиролиза.

9) Из дистиллята, состоящего из углеводородов  $C_2—C_5$

А)

Б) нельзя получить: индивидуальные углеводороды

В) можно получить: индивидуальные углеводороды фракционированием в нескольких ректификационных колоннах

Г) можно получить: индивидуальные углеводороды фракционированием в ректификационной колонне

10) Разделение низших парафинов путем ректификации проводят:

А) В колонне 1 для выделения в небольших количествах метана и этана

Б) В колонне 2 для выделения пентанов

В) В колонне 1 для выделения пентанов

Г) В колонне 3 для выделения углеводородов  $C_5$  и  $C_6$

11. Квазиазеотропные смеси это:

А) гетерогенные азеотропные смеси

Б) гомогенные азеотропные смеси

В) псевдоазеотропные азеотропные смеси

Г) все перечисленное

12. Относительную летучесть выражают:

А) отношением показателей для более летучего компонента к показателям для менее летучего

Б) отношением показателей для менее летучего компонента к показателям более для летучего

В) уравнением вида

$$\alpha = \frac{y_A x_B}{x_A y_B}$$

Г) уравнением вида

$$\alpha = \frac{p_A}{p_B}$$

13. Холодным фракционированием называют:

А) разделение жидкостей при помощи селективных растворителей

Б) экстрактивная и азеотропная перегонка.

В) пиролиз

Г) крекинг

14. Каталитический крекинг это:

А) процесс деструктивной переработки нефтяных дистиллятов

Б) процесс деструктивной переработки нефтяных дистиллятов в присутствии катализаторов

В) пиролиз

Г) димеризация

15. Установите соответствие:

1. Каталитический крекинг	А. можно подвергать различные виды нефтяного- сырья — от легких дистиллятов до тяжелых газойлей, выкипающих в пределах примерно 350—540° С
2. Азеотропная перегонка	Б. для выделения толуола из смесей используют метанол
3. Экстрактивная перегонка	В. Растворитель должен быть химически инертным по отношению к разделяемым компонентам
4. Разделение жидких углеводородов экстракцией	Г. разделения нефтяных фракций с помощью селективных растворителей

## **II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ**

### **Практическое занятие № 3**

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3, в производственных ситуациях.

**Планируемые результаты обучения:**

**Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов

**Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов

**Иметь опыт деятельности:**

анализа и систематизации необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

**ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 3**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний) .
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

## 1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)

### 1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

### 1.2 Тестирование по теме № 3

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Стабилизация нефти это:
  - А) удаление легких фракций
  - Б) удаление тяжелых фракций
  - В) удаление поверхностно активных веществ
  - Г) удаление легких фракций, способных испаряться в условиях хранения и транспортировки нефти
2. Удаляемые из нефти газы и легкие фракции (газы стабилизации) состоят?
  - А) из низших парафиновых углеводородов  $C_1—C_5$
  - Б) из парафиновых углеводородов  $C_{15}—C_{20}$
  - В) из парафиновых углеводородов  $C_{20}-C_{35}$
  - Г) из парафиновых углеводородов  $C_{35}-C_{50}$
3. После стабилизации нефть:
  - А) обезвоживают
  - Б) освобождают от механических примесей (соли, песок, глина)
  - В) направляют на переработку
  - Г) все вместе
4. Отделение газообразных продуктов от нефти производят в специальных сепараторах \_\_\_\_\_.
5. Первичным и основным способом переработки нефти является?
  - А) разгонка на отдельные фракции
  - Б) переработка нефти физическими методами
  - В) переработка с частичным разложением (деструкцией) углеводородов
  - Г) термокаталитический крекинг
6. Процессы крекинга, протекающие без катализаторов называются \_\_\_\_\_.
7. При каком способе переработки получаемое количество легких дистиллятов невелико:

- А) первичный и основным способом переработки нефти  
 Б) переработка с частичным разложением (деструкцией) углеводородов  
 В) при котором состав дистиллятов прямой гонки соответствует составу исходной нефти  
 Г) переработка с полным разложением углеводородов
8. Дистилляты прямой гонки содержат:  
 А) значительные количества олефинов  
 Б) значительные количества диенов  
 В) больше ароматических углеводородов, чем в случае пиролизной переработки  
 Г) додецилсульфат натрия  
 Д) все ответы неверны
9. Продукты деструктивной переработки:  
 А) значительные количества олефинов  
 Б) значительные количества диенов  
 В) больше ароматических углеводородов, чем в случае первичной переработки  
 Г) все ответы верны
10. Установка АТ это:  
 А) установка атмосферных трубчаток, где проводят первую стадию прямой перегонки  
 Б) установка атмосферных трубчаток, где проводят пиролиз углеводородов  
 В) установка, работающая при атмосферном давлении  
 Г) где из нефти отбирают светлые продукты
11. Светлые продукты нефти это:  
 А) бензиновый, лигройновый дистилляты  
 Б) керосиновый и соляровый дистилляты  
 В) мазут  
 Г) бензиновый, лигройновый, керосиновый и соляровый дистилляты
12. Установка АВТ это:  
 А) установка атмосферных трубчаток, где проводят первую стадию прямой перегонки  
 Б) установка, в которой последовательно объединены атмосферный и вакуумный нефтеперегонные агрегаты  
 В) установка, где остаток после отгонки нефтяных дистиллятов разгоняют в вакууме  
 Г) установка, где отбирают керосин (углеводороды  $C_9—C_{16}$ ) — при  $180—300^{\circ}C$   
 Д) все варианты верны
13. Гудрон это:  
 А) остаток после отгонки масел из мазута

Б) соляровый дистиллят

В) Твердые парафины

Г) соляровый дистиллят

14. Для понижения температуры кипения дистиллятов применяют:

А) вакуум

Б) повышенное давление

В) аутогенное давление

Г) острый водяной пар

15. Найдите соответствие:

Первичный способ переработки нефти	нефтяные дистилляты
Вторичной способ переработки	установка атмосферных трубчаток (АТ)
	получаемое количество легких дистиллятов невелико
	выход бензина до 60—70% и более от количества перерабатываемого сырья

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

### **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно)**

1. Газы стабилизации, состав, характеристика.

2. Первичный способ переработки нефти, технологические особенности.

3. Что получают из остатка после отгонки нефтяных дистиллятов?

4. Из какого продукта получают смазочные масла с высокой температурой вспышки?

5. Благодаря чему состав дистиллятов прямой гонки соответствует составу исходной нефти?

6. Почему при прямой гонке получается всего 5—20% бензинового дистиллята от количества исходной нефти?

7. Благодаря чему стало возможным резко увеличить выход легких дистиллятов из нефтей самых различных месторождений?

8. При какой обработке нефти получают максимальное количество непредельных и ароматических углеводородов в конечном продукте?

#### **Практическое задание для станции № 2**

Рассчитать расходный коэффициент по природному газу, содержащему 97% объемных долей метана, в производстве уксусной кислоты из ацетальдегида. Выход ацетиленов  $E_{ac}$  = 15%, выход ацетальдегида из ацетиленов  $E_{ald}$  = 60%, а выход уксусной кислоты из ацетальдегида  $E_{ук}$  = 90%. Молекулярные массы веществ:  $C_2H_2$  - 26;  $CH_3CHO$  - 44;  $CH_3COOH$  - 60;  $CH_4$  - 16.

#### **Практическое задание для станции № 3**

Проанализируйте схему первичной переработки нефтепродуктов и укажите возможные способы интенсификации/модернизации этого способа при наличии на производстве действующей установки АТ.

#### **Практическое задание для станции № 4**

Проанализируйте схемы первичной и вторичной переработки с частичным разложением (деструкцией) углеводородов и выберите наиболее подходящую для получения высококачественного топлива из некондиционных нефтепродуктов (отработанные масла и мазут).

**4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

#### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия.

Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

### **Практическое занятие № 4**

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 2, в производственных ситуациях.

#### **Планируемые результаты обучения:**

##### **Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов

##### **Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов

##### **Иметь опыт деятельности:**

анализа и систематизации необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 4**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний) .

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

## **1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)**

### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

### **1.2 Тестирование по теме № 3**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Разделение ректификацией это:

А) выделение индивидуальных углеводородов из получаемого дистиллята, содержащего углеводороды  $C_2—C_5$

Б) удаление тяжелых фракций

В) удаление механических примесей

Г) удаление легких фракций, способных испаряться в условиях хранения и транспортировки нефти

2. Разделение низших парафинов производится?

А) при давлении до 19 кПа в четырехколонном ректификационном агрегате

Б) при атмосферном давлении

В) в двухколонном ректификационном агрегате

Г) из парафиновых углеводородов  $C_{35}-C_{50}$

3. Каждая колонна снабжена:

А) выносным дефлегматором и кипятильником

Б) сепаратором

В) дроссельным вентилем

Г) все вместе

4. В колонне 4 происходит \_\_\_\_\_ от *n*-бутана.

5. Температуры кипения изомеров  $C_4$ ?

А) очень близки

- Б) имеют шаг в 10 °С
- В) имеют большую разницу
- Г) все перечисленное

6. С возрастанием молекулярного веса углеводородов разделение их методом ректификации \_\_\_\_\_.

7. В колонне 3 происходит разделение углеводородов:

- А) C<sub>3</sub> и C<sub>4</sub>
- Б) изобутана от *n*-бутана
- В) циклопентанов циклогексанов
- Г) с полным разложением углеводородов

8. В колонне 2 отделяют:

- А) пентаны
- Б) значительные количества диенов
- В) больше ароматических углеводородов
- Г) в небольших количествах метан и этан
- Д) все ответы неверны

9. К гомогенным азеотропам относятся смеси:

- А) этиловый спирт + вода
- Б) метиловый спирт+бензол
- В) бензол + циклогексан
- Г) все ответы верны

10. К гетерогенным азеотропам относятся смеси:

- А) бензол+вода
- Б) дихлорэтан+вода
- В) бензол + циклогексан
- Г) метиловый спирт+бензол

11. Выражение относительной летучести справедливо для:

$$\alpha = \frac{P_A}{P_B}$$

- А) только идеальных
- Б) смесей, строго подчиняющихся закону Рауля
- В) любых смесей
- Г) неидеальных смесей

12. При смешении нескольких веществ летучесть каждого из них может:

- А) измениться под влиянием других компонентов
- Б) практически не меняется
- В) значительно измениться
- Г) все варианты

13. Относительную летучесть бинарной смеси можно представить:

А) как отношение парциальных давлений насыщенных паров компонентов

Б) как отношение парциальных давлений насыщенных паров компонентов при одной и той же температуре

В) как отношение парциальных давлений насыщенных паров компонентов при разных температурах

Г) отношением мольных долей компонентов в парах к мольным долям компонентов в жидкой фазе

14. Относительную летучесть обычно выражают:

А) отношением показателей для более летучего компонента к показателям для менее летучего

Б) отношением показателей для менее летучего компонента к показателям для более летучего

В) для многокомпонентных смесей определяют отношением показателей данного компонента к показателям наименее летучего компонента смеси

Г) для многокомпонентных смесей определяют отношением показателей данного компонента к показателям наиболее летучего компонента смеси

15. Найдите соответствие:

Выделение низших парафиновых углеводородов	в процессе стабилизации нефти
Ректификация в колоннах от 100 тарелок и более	проводится в ректификационных колоннах
	получаемое количество легких дистиллятов невелико
	разница температур кипения жидких углеводородов не менее 3°C

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам

тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

### **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно)**

1. Выделение индивидуальных углеводородов из дистиллята.
2. Фракционирование в ректификационных колоннах, особенности процесса.
3. Схема разделения низших парафинов путем ректификации.
4. Необходимые условия для разделения углеводородов с близкой температурой кипения.
5. Рабочий режим колонн для разделения низших парафинов.
6. В чем различие гомогенных (однородных) и гетерогенных азеотропных смесей?
7. Как определяют летучесть чистой жидкости?
8. Почему с возрастанием молекулярного веса углеводородов разделение их методом ректификации затрудняется?

**Практическое задание для станции № 2**

Определить расходные коэффициенты в производстве карбида кальция (технического), содержащего [% (масс.)]:  $\text{CaC}_2$ -78;  $\text{CaO}$  - 15;  $\text{C}$ -3; прочие примеси-4. Известь содержит 96,5%  $\text{CaO}$ . Содержание (%) в коксе: золы- 4, летучих - 4, влаги- 3. Расчёт вести на 1 т технического продукта. Молекулярная масса:  $\text{CaC}_2$  64,  $\text{CaO}$ -56

**Практическое задание для станции № 3**

Проанализируйте схему ректификации дистиллята, получаемого при стабилизации сырой нефти и укажите режимы разделения низших парафинов, имеющих в газах стабилизации нефти для каждой колонны.

**Практическое задание для станции № 4**

Оцените возможность разделения азеотропной смеси бензола и толуола при атмосферном давлении и  $93,2\text{C}^\circ$  при мольном содержании компонентов бензола ( $X_A$ )=0,56 и толуола ( $X_B$ )=0,44.

**4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

**Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия.

Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

### **Практическое занятие № 5**

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3, в производственных ситуациях.

#### **Планируемые результаты обучения:**

<b>Знать<sup>5</sup>:</b>	<b>Уметь<sup>5</sup>:</b>	<b>Иметь опыт деятельности:</b>
основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов;	проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации	анализа и систематизации необходимой информации
технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов	разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов	разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

#### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 5**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний) .

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

### **1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 3**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Процесс экстракции углеводов основан:

А) на свойстве растворителя, обладающего избирательной растворяющей способностью

Б) на различии избирательной растворимости компонентов, а не температур их кипения

В) на различии температур их кипения

Г) на удалении легких фракций, способных испаряться в условиях хранения и транспортировки нефти

2. Что называют холодным фракционированием?

А) разделение жидкостей при помощи селективных растворителей

Б) разделение жидкостей на различии температур их кипения

В) образование двух жидких фаз, которые могут быть легко разделены благодаря разности их плотностей

Г) перегонку парафиновых углеводородов  $C_{35}$ -  $C_{50}$

3. Экстракт это:

А) получаемый раствор из нижней части колонны

Б) получаемый раствор из средней части колонны

В) получаемый раствор из верхней части колонны

Г) раствор из кубовой части колонны

4. В среднюю часть экстракционной колонны 1 вводят \_\_\_\_\_ жидкость.

5. Рафинат это

- А) получаемый раствор из нижней части колонны
- Б) получаемый раствор из средней части колонны
- В) получаемый раствор из верхней части колонны
- Г) раствор из кубовой части колонны

6. Выделение тяжелого компонента из экстракта можно проводить несколькими способами:\_\_\_\_\_.

7. Для облегчения подъема разделяемой жидкости вверх:

- А) выводят из системы отделенные от растворителя тяжелые компоненты и часть их подают в нижнюю часть экстракционной колонны
- Б) выводят из системы отделенные от растворителя тяжелые компоненты и часть их подают в верхнюю часть экстракционной колонны
- В) накапливают в системе отделенные от растворителя тяжелые компоненты и часть их подают в нижнюю часть экстракционной колонны
- Г) накапливают в системе отделенные от растворителя тяжелые компоненты и часть их подают в среднюю часть экстракционной колонны

8. Твердые углеводороды — парафин и церезин — выделяют:

- А) экстракцией
- Б) этерификацией
- В) центрифугированием
- Г) перегонкой
- Д) все ответы неверны

9. В качестве селективных растворителей используют:

- А) алифатические спирты и гликоли
- Б) метиловый спирт+бензол
- В) бензол + циклогексан
- Г) фурфурол

10. Для уменьшения растворимости углеводородов в диэтиленгликоле:

- А) получаемый экстракт разбавляют водой
- Б) получаемый экстракт разбавляют смесью дихлорэтан+вода
- В) получаемый экстракт разбавляют смесью бензол + циклогексан
- Г) получаемый экстракт разбавляют смесью метиловый спирт+бензол

11. Растворитель монометилформамид подходит для:

- А) растворения ароматических углеводородов
- Б) смесей, строго подчиняющихся закону Рауля
- В) любых смесей
- Г) неидеальных смесей

12. Диэтиленгликоль:

- А) обладает большей растворяющей способностью в отношении ароматических углеводородов, чем монометилформамид
- Б) обладает меньшей растворяющей способностью в отношении ароматических углеводородов, чем монометилформамид
- В) применяется для экстрагирования при повышенной температуре (~130°C) и давлении 6—8 кПа

Г) применяется для экстрагирования при обычных температурах и нормальном давлении.

13. Для экстракции бензольных углеводородов сложных углеводородных смесей применяют:

- А) тетраметилсульфон
- Б) сульфолан
- В) Монометилформамид
- Г) Диэтиленгликоль

14. Вместо индивидуальных растворителей можно применять:

- А) подобранные смеси, обладающие большей растворяющей способностью и селективностью, чем отдельные растворители
- Б) подобранные смеси, обладающие низкой растворяющей способностью и селективностью, чем отдельные растворители
- В) смесь метилэтилкетона, бензола и толуола
- Г) смесь монометилформамид + диэтиленгликоль

15. Найдите соответствие:

Процесс экстракции  Способ извлечения ароматических углеводородов из продуктов риформинга нефтяных фракций с использованием я монометилформамида	Две жидкие фазы, которые могут быть легко разделены благодаря разности их плотностей
	разделение смеси основано на различии температур кипения
	температура кипения ди-метилформамида его (159° С) слишком близка к температуре кипения ароматических углеводородов
	разница температур кипения жидких углеводородов не менее 3°С

## **2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2**

### **Консультация преподавателя**

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые групп, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или

каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

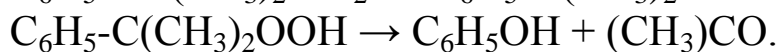
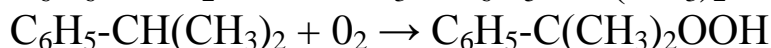
В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно)**

1. Физико-химические предпосылки разделения нефтяных фракций с помощью селективных растворителей.
2. Фракционирование в ректификационных колоннах, особенности процесса.
3. Схема разделения низших парафинов путем ректификации.
4. Необходимые условия для разделения углеводородов с близкой температурой кипения.
5. Рабочий режим колонн для разделения низших парафинов.
6. В чем различие гомогенных (однородных) и гетерогенных азеотропных смесей?
7. Как определяют летучесть чистой жидкости?
8. Почему с возрастанием молекулярного веса углеводородов разделение их методом ректификации затрудняется?

**Практическое задание для станции № 2**

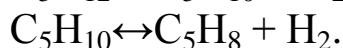
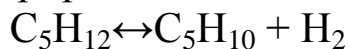
Рассчитать расходные коэффициенты по бензолу и пропан-пропиленовой фракции газов крекинга, содержащих 30% объемных долей пропилена и 70% объемных долей пропана для производства фенола. Получение фенола из бензола и пропилена состоит из трех стадий:



Выход изопропилбензола из бензола составляет 90%, а выход фенола из изопропилбензола — 93%.

**Практическое задание для станции № 3**

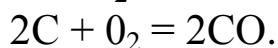
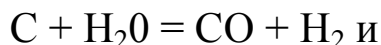
Рассчитать теоретический и практический коэффициенты 97% изопентана в производстве 1 т изопрена. Процесс каталитического дегидрирования изопентана осуществляется по реакциям:



Выход изоамилена составляет 73%, а изопрена - 65% от теоретического.

#### **Практическое задание для станции № 4**

Определить расход бурого угля (70% массовых долей C), водяного пара и воздуха для получения 1000 м<sup>3</sup> генераторного газа, содержащего в объемных долях, %: CO — 40, H<sub>2</sub> — 18, N<sub>2</sub> - 42. Процесс газификации твердого топлива содержит две основные реакции:



#### **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

##### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

#### **Практическое занятие № 6**

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3, в производственных ситуациях.

#### **Планируемые результаты обучения:**

##### **Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического

##### **Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и

##### **Иметь опыт**

##### **деятельности:**

анализа и систематизации

процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов	систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать тех- нологический процесс про- изводства композиционных материалов	необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования
---	---	--

**Необходимое материально–техническое оборудование:**  
мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 6**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний) .
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 3**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Разделение смеси на отдельные компоненты ректификацией облегчается:
- А) при повышении относительной летучести ее компонентов
  - Б) при понижении относительной летучести ее компонентов
  - В) на различии температур кипения компонентов
  - Г) добавлением к разделяемой смеси специально подобранной жидкости
2. Относительную летучесть повышают?
- А) изменением общего давления системы в процессе ректификации
  - Б) резким понижением давления системы
  - В) понижением давления системы
  - Г) увеличением давления системы
3. Изменение относительной летучести компонентов достигают:
- А) уменьшением давления и одновременным понижением температуры
  - Б) уменьшением давления и одновременным повышением температуры
  - В) увеличением давления и одновременным понижением температуры
  - Г) увеличением давления и одновременным повышением температуры
4. Большее отклонение жидкой смеси от идеальной, подчиняющейся закону Рауля достигается \_\_\_\_\_ третьего компонента.
5. При введении третьего компонента в смесь облегчается разделение смеси ректификацией потому что :
- А) относительная летучесть будет изменяться
  - Б) достигается большее отклонение жидкой смеси от идеальной
  - В) можно разделять компоненты, образующие азеотропные смеси
  - Г) коэффициенты активности изменяются на различную величину
6. Наиболее эффективным способом разделения смеси на отдельные компоненты является \_\_\_\_\_.
7. Относительная летучесть пропилена по отношению к пропану при понижении давления:
- А) повышается
  - Б) понижается
  - В) не меняется
  - Г) сопровождается уменьшением температуры
8. Относительная летучесть компонентов смесей алифатических углеводородов  $C_4$  при добавлении фурфурола:
- А) повышается
  - Б) понижается
  - В) не меняется
  - Г) сопровождается изменением температуры
  - Д) все ответы неверны
9. Относительная летучесть изобутилена при добавлении фурфурола:
- А) повышается
  - Б) понижается

- В) не меняется  
 Г) сопровождается изменением давления смеси  
 10. При каких условиях нарушается равенство

$$\frac{Y_A}{Y_B} = \frac{P_B}{P_A}$$

- А) в случае образования азеотропных смесей  
 Б) в случае изменения коэффициентов активности на различную величину  
 В) в случае изменения коэффициентов активности на одинаковую величину

Г) в случае разбавления смесью метиловый спирт+бензол

11. Если добавляемый третий компонент менее летуч, чем исходные углеводороды, то его вводят:

- А) сверху колонны и выводят снизу вместе с остатком  
 Б) снизу колонны и выводят сверху колонны  
 В) сверху колонны и выводят в середине колонны  
 Г) снизу колонны и выводят в середине колонны

12. Растворитель для экстрактивной ректификации должен иметь:

- А) достаточно высокую температуру кипения  
 Б) достаточно низкую температуру кипения  
 В) такую температуру кипения, чтобы компоненты, полученные с растворителем в виде одной фазы, можно было легко отделить от него при помощи перегонки

Г) достаточно высокую температуру кипения, чтобы компоненты, полученные с растворителем в виде одной фазы, можно было легко отделить от него при помощи перегонки.

13. Если добавляемое вещество более летуче, чем исходные компоненты, то его вводят в ректификационную колонну:

А) вместе с сырьем и выводят из нее вместе с парами верхнего продукта

Б) сверху колонны и выводят в середине колонны

В) снизу колонны и выводят в середине колонны

Г) вместе с сырьем и выводят из нее вместе с парами верхнего продукта в случае использования диэтиленгликоля

14. Вещество называют уводителем:

А) если обеспечивает образование постоянно кипящей смеси (азеотропа) с одним или несколькими компонентами разгоняемой смеси

Б) если не обеспечивает образование постоянно кипящей смеси (азеотропа) с одним или несколькими компонентами разгоняемой смеси

В) если образует азеотропную смесь с одним из компонентов сырья

Г) в смеси с монометилформамидом

15. Найдите соответствие:

Методы перегонки нефти на отдельные фракции Методы ректификации оказываются непригодными , Азеотропная и экстрактивная ректификация	различие летучести этих фракций
	когда из нефтяных фракций требуется выделить индивидуальные углеводород высокой чистоты (96-99%)
	введение в систему постороннего вещества для увеличения разницы в летучести разделяемых углеводородов
	разница температур кипения жидких углеводородов не менее 3°C

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного

списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

### **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем** (*по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно*)

1. Физико-химические основы разделения нефтяных фракций с помощью экстрактивной перегонки.

2. Физико-химические основы разделения нефтяных фракций с помощью азеотропной перегонки.

3. Способы увеличения относительной летучести компонентов.

4. Наиболее эффективный способ разделения нефтяных фракций.

5. Подготовка сырья для осуществления экстрактивной и азеотропной ректификаций.

6. В чем различие гомогенных (однородных) и гетерогенных азеотропных смесей?

7. Почему уводитель должен иметь температуру кипения, близкую к температуре кипения отгоняемого вещества?

8. Требования к растворителю для экстрактивной ректификации.

### **Практическое задание для станции № 2**

Определить расходный коэффициент по техническому карбиду кальция в производстве ацетилена. В техническом продукте содержится 83%  $\text{CaC}_2$ , а степень превращения  $\text{CaC}_2$  в производстве равна 0,88.

### **Практическое задание для станции № 3**

Рассчитать конечный состав газовой смеси, если ее исходный состав в массовых долях, % (объемных долях, %):  $\text{CH}_4$  - 16,5 (20,7);  $\text{C}_2\text{H}_6$  — 9,7 (22,9);  $\text{O}_2$  — 44,9 (18,6);  $\text{N}_2$  — 28,9 (37,8). Количество смеси — 1000 кг (1000 м<sup>3</sup>).

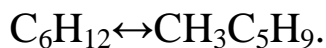
Каков конечный состав смеси в объемных долях, % (массовых долях, %), если удалено:  $\text{CH}_4$  - 105 кг (150 м<sup>3</sup>);  $\text{O}_2$  - 300 м<sup>3</sup> (150 кг); добавлено водяного пара - 200 м<sup>3</sup> (100 кг)?

### **Практическое задание для станции № 4**

Рассчитать основные технологические показатели производства бензола методом парофазовой дегидрогенизации циклогексана:

- теоретические и фактические расходные коэффициенты;
- выходы продуктов на подаваемый и превращенный циклогексан;
- общую и избирательную конверсии циклогексана.

Химическая схема процесса



Материальный баланс производства метилциклопентана сведен в таблице получения бензола:

Приход		Расход	
Вещество	Количество, т/сут	Вещество	Количество, т/сут
Циклогексан	503,16	Бензол	150
		Циклогексан	32,113
		Водород	11,538
		Метилциклопентан	294,856
Итого	503,16	Итого	503,16

#### 4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

##### Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

#### Практическое занятие № 7

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3, в производственных ситуациях.

#### Планируемые результаты обучения:

##### Знать<sup>5</sup>:

основы разработки технологического процесса производства

##### Уметь<sup>5</sup>:

проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой

##### Иметь опыт

##### деятельности:

анализа и систематизации необходимой информации

композиционных материалов;	информации разработки изделий;	разработки изделий;
технических заданий и оформление отчета производства	разрабатывать технологический процесс производства	по модернизацию и реконструкции технологического оборудования
композиционных материалов	композиционных материалов	

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 7**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний) .

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 3**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Для экстрактивной перегонки применяют растворитель, который:

А) менее летуч, чем разделяемые компоненты

Б) более летуч, чем разделяемые компоненты

- В) должен образовывать азеотропные смеси  
 Г) не должен образовывать азеотропные смеси
2. Для экстрактивной перегонки применяют растворитель который:  
 А) должен легко регенерировать обычной ректификацией  
 Б) не должен регенерировать обычной ректификацией  
 В) должен обладать достаточной селективностью  
 Г) не должен обладать достаточной селективностью
3. Для экстрактивной перегонки применяют растворитель который:  
 А) хорошо растворять определенные компоненты смеси и хорошо растворяться в них  
 Б) хорошо растворять определенные компоненты смеси и не растворяться в них  
 В) не растворять определенные компоненты смеси и хорошо растворяться в них  
 Г) вводят в очень больших количествах от третьего компонента
4. Большее отклонение жидкой смеси от идеальной, подчиняющейся закону Рауля достигается \_\_\_\_\_ третьего компонента.
5. Тарельчатая колонна применяемая для экстрактивной перегонки, состоит:  
 А) из регенеративной, абсорбционной и исчерпывающей зон  
 Б) из регенеративной и исчерпывающей зон  
 В) из «отбойной», абсорбционной и исчерпывающей зон  
 Г) из нижней, средней и верхней зон
6. Твердые углеводороды выделяют из масляных дистиллятов нефти \_\_\_\_\_.
7. Выделение тяжелого компонента из экстракта и регенерацию растворителя можно проводить:  
 А) промыванием экстракта водой или другими жидкостями  
 Б) разгонкой  
 В) кристаллизацией  
 Г) декантацией
8. Какие показатели учитывают при составлении материального баланса экстракционной колонны:  
 А) объемные скорости растворителя  
 Б) объемные скорости исходной смеси  
 В) начальная и конечная концентрации извлекаемого вещества в растворителе  
 Г) начальная и конечная концентрации извлекаемого вещества в исходной смеси  
 Д) все ответы неверны
9. Какие аппараты применяют для разделения жидких смесей методом экстракции:  
 А) с мешалками

- Б) центробежные смесители
- В) распылительные сушилки
- Г) грануляторы

10. Разбавленный водой диэтиленгликоль подвергают ректификации

- А) при пониженном давлении
- Б) при атмосферном давлении
- В) при повышенном давлении
- Г) дополнительно вводят метиловый спирт+бензол

11. Скорость подачи растворителя в экстракционную регулируют следующим образом:

А) чтобы его концентрация на всех тарелках колонны, расположенных ниже места ввода, была достаточной для повышения относительной летучести разделяемых компонентов

Б) чтобы его концентрация на всех тарелках колонны, расположенных выше места ввода, была достаточной для понижения относительной летучести разделяемых компонентов

В) для эффективного вывода в середине колонны

Г) чтобы его концентрация на всех тарелках колонны, расположенных ниже места ввода, была достаточной для понижения относительной летучести разделяемых компонентов

12. В абсорбционной и исчерпывающей зонах колонны смесь разделяется:

А) на две фракции — легкую и тяжелую

Б) на три фракции — легкую и тяжелую и среднюю

В) на две фракции — легкую и среднюю

Г) не разделяется.

13. Конденсатор нужен для:

А) для конденсации части паров легкой фракции

Б) для конденсации части паров тяжелой фракции

В) для конденсации части паров легкой фракции и отвода жидкости обратно в колонну в качестве флегмы

Г) вывода из паров верхнего продукта в случае использования диэтиленгликоля

14. Отделение последних от паров растворителя происходит в:

А) регенеративной части колонны

Б) в абсорбционной

В) в пространстве между местом ввода растворителя и местом ввода флегмы

Г) смеси с монометилформамидом

15. Найдите соответствие:

Для отделения ароматических углеводородов от неароматических	из бензинов предварительной
--	-----------------------------

Растворитель не должен	ректификацией выделяют узкую фракцию, кипящую в интервале 85—127°C
	оказывать коррозионного действия на материал аппаратуры
	быть значительно менее летуч, чем разделяемые компоненты
	легко регенерировать обычной ректификацией

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## 3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем** *(по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно)*

1. Физико-химические основы разделения нефтяных фракций с помощью экстрактивной перегонки.

2. Физико-химические основы разделения нефтяных фракций с помощью азеотропной перегонки.

3. Способы увеличения относительной летучести компонентов.

4. Наиболее эффективный способ разделения нефтяных фракций.

5. Подготовка сырья для осуществления экстрактивной и азеотропной ректификаций.

6. В чем различие гомогенных (однородных) и гетерогенных азеотропных смесей?

7. Почему уводитель должен иметь температуру кипения, близкую к температуре кипения отгоняемого вещества?

8. Требования к растворителю для экстрактивной ректификации.

### Практическое задание для станции № 2

Определить расходный коэффициент по техническому карбиду кальция в производстве ацетилена. В техническом продукте содержится 83%  $\text{CaC}_2$ , а степень превращения  $\text{CaC}_2$  в производстве равна 0,88.

### Практическое задание для станции № 3

Рассчитать конечный состав газовой смеси, если ее исходный состав в массовых долях, % (объемных долях, %):  $\text{CH}_4$  - 16,5 (20,7);  $\text{C}_2\text{H}_6$  — 9,7 (22,9);  $\text{O}_2$  — 44,9 (18,6);  $\text{N}_2$  — 28,9 (37,8). Количество смеси — 1000 кг (1000 м<sup>3</sup>).

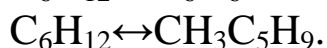
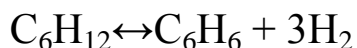
Каков конечный состав смеси в объемных долях, % (массовых долях, %), если удалено:  $\text{CH}_4$  - 105 кг (150 м<sup>3</sup>);  $\text{O}_2$  - 300 м<sup>3</sup> (150 кг); добавлено водяного пара - 200 м<sup>3</sup> (100 кг)?

### Практическое задание для станции № 4

Рассчитать основные технологические показатели производства бензола методом парофазовой дегидрогенизации циклогексана:

- теоретические и фактические расходные коэффициенты;
- выходы продуктов на подаваемый и превращенный циклогексан;
- общую и избирательную конверсии циклогексана.

Химическая схема процесса



Материальный баланс производства метилциклопентана сведен в таблице по лучению бензола:

Приход		Расход	
Вещество	Количество, т/сут	Вещество	Количество, т/сут

Циклогексан	503,16	Бензол	150
		Циклогексан	32,113
		Водород	11,538
		Метилциклопентан	294,856
Итого	503,16	Итого	503,16

#### **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

##### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

#### **Практическое занятие № 8**

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3, в производственных ситуациях.

#### **Планируемые результаты обучения:**

##### **Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов

##### **Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов

##### **Иметь опыт деятельности:**

анализа и систематизации необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 8**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний) .

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 3**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Азеотропная перегонка применяется в нефтяной и химической промышленности для:

А) выделения индивидуальных углеводородов и узких углеводородных фракций

Б) для осушки углеводородного сырья

В) должен образовывать азеотропные смеси

Г) для абсолютирования спирта

2. Отличие азеотропной от экстрактивной перегонки:

А) добавляемая жидкость образует с одним или несколькими компонентами азеотропные смеси

Б) добавляемая жидкость образует только с одним компонентом азеотропную смесь

В) добавляемая жидкость должна обладать достаточной селективностью

Г) добавляемая жидкость не должна образовывать с компонентами азеотропных смесей

3. Азеотропный агент может смешиваться с разделяемыми компонентами:

А) в жидкой фазе во всех отношениях или частично

Б) в парагазовой фазе

В) не растворять определенные компоненты смеси и хорошо растворяться в них

Г) в газовой фазе во всех отношениях или частично

4. Для выделения толуола из смесей используют \_\_\_\_\_ и их смеси.

5. В процессе извлечения ксилолов в качестве азеотропного агента используют:

А) этанол

Б) производные пиридина

В) морфолин

Г) все перечисленные

6. Кроме толуола, в бензине содержатся \_\_\_\_\_ углеводороды

7. Максимальный азеотроп это:

А) азеотропная смесь с минимальной температурой кипения

Б) азеотропная смесь с максимальной температурой кипения

В) азеотропная смесь с температурой кипения более 100 С

Г) азеотропная смесь с температурой кипения более 200 С

8. Смесь двух смешивающихся жидкостей, имеющая давление пара максимального значения:

А) обладает самой низкой температурой кипения из всех возможных смесей этих жидкостей

Б) обладает самой высокой температурой кипения из всех возможных смесей этих жидкостей

В) обладает усредненной температурой кипения из всех возможных смесей этих жидкостей

Г) все ответы неверны

9. Если вещества образуют азеотропную смесь с максимумом температуры кипения, то при перегонке:

А) вначале отгоняется один из компонентов, который имеется в недостатке по отношению к составу азеотропа

Б) вначале отгоняется один из компонентов, который имеется в избытке по отношению к составу азеотропа, и лишь затем последний

В) вначале отгоняется последний компонент

Г) вначале отгоняется один из компонентов, который имеется в равенстве по отношению к составу азеотропа

10. Чем дальше отстоят температуры кипения жидкостей друг от друга, тем:

А) большие силы необходимы для того, чтобы образовалась азеотропная смесь

Б) меньшие силы необходимы для того, чтобы образовалась азеотропная смесь

В) невозможнее образование азеотропной смеси

Г) вероятнее образование азеотропной смеси

11. Большое влияние на температуру кипения и состав азеотропной смеси оказывает:

А) давление

Б) повышение концентрации веществ

В) взятие одного из компонентов в избытке

Г) введение в состав азеотропа низкокипящей жидкости

12. Необходимым требованием к добавке, образующей азеотропную смесь с выделяемым веществом, является:

А) легкость последующего отделения от него

Б) невозможность отделения от него

В) возможность разделения на две фракции — легкую и среднюю

Г) возможность выделения тяжелой фракции.

13. В схеме выделения толуола из бензина методом азеотропной перегонки исходную фракцию подают:

А) в экстракционную колонну

Б) в колонну для азеотропной перегонки

В) в ректификационную колонну

Г) в холодильник

14. В схеме выделения толуола из бензина методом азеотропной перегонки смесь паров парафино-нафтеновых углеводородов и спирта:

А) подают в регенеративную часть колонны

Б) отбирают с верхних тарелок колонны для азеотропной перегонки

В) вводят в пространстве между местом ввода растворителя и местом ввода флегмы

Г) соединяют с монометилформамидом

15. Найдите соответствие:

Азеотропный агент может При перегонке смеси двух веществ, способных образовать азеотропную смесь с минимумом температуры кипения	вначале отгоняется азеотропная смесь
	оказывать коррозионного

	действия на материал аппаратуры
	быть значительно менее летуч, чем разделяемые компоненты
	смешиваться с разделяемыми компонентами в жидкой фазе во всех отношениях или частично

## **2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2**

### **Консультация преподавателя**

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно)**

1. Физико-химические основы разделения нефтяных фракций с помощью экстрактивной перегонки.

2. Физико-химические основы разделения нефтяных фракций с помощью азеотропной перегонки.

3. Способы увеличения относительной летучести компонентов.

4. Наиболее эффективный способ разделения нефтяных фракций.

5. Подготовка сырья для осуществления экстрактивной и азеотропной ректификаций.

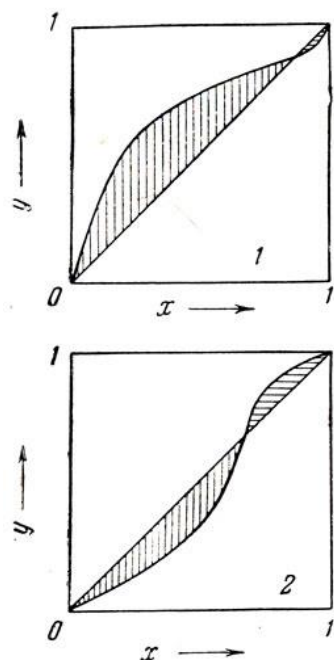
6. В чем различие гомогенных (однородных) и гетерогенных азеотропных смесей?

7. Почему уводитель должен иметь температуру кипения, близкую к температуре кипения отгоняемого вещества?

8. Требования к растворителю для экстрактивной ректификации.

### Практическое задание для станции № 2

Анализируя диаграмму равновесия смеси двух веществ, образующих азеотроп, укажите минимальный азеотроп и максимальный азеотроп.



### Практическое задание для станции № 3

Имеется смесь бензола и метилового спирта.

1. Используя способ азеотропной перегонки, подберите физико-химические параметры условия, при которых увеличится содержание бензола в дистилляте.

2. Используя способ азеотропной перегонки, подберите физико-химические параметры условия, при которых увеличится содержание метилового спирта в дистилляте

### Практическое задание для станции № 4

Имеется смесь уксусной кислоты и воды. Подберите соответствующую добавку, позволяющую разделить смесь на воду и кислоту ректификацией.

**4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

**Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

### **Практическое занятие № 9**

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3, в производственных ситуациях.

#### **Планируемые результаты обучения:**

##### **Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов

##### **Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов

##### **Иметь опыт деятельности:**

анализа и систематизации необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 9**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний).

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)**

### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

### **1.2 Тестирование по теме № 3**

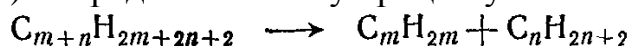
Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Разложение парафинов может происходить:

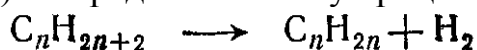
А) с разрывом связи С—С (реакции расщепления)

Б) или связи С—Н (реакции дегидрирования):

В) по представленному процессу:



Г) по представленному процессу:



2. Высшие метановые углеводороды в отсутствие катализаторов начинают расщепляться:

А) примерно при 500°C с образованием метановых углеводородов меньшего молекулярного веса

Б) примерно при 500°C с образованием метановых углеводородов большего молекулярного веса

В) примерно при 800°C

Г) примерно при 300°C

3. При термическом разложении парафиновые углеводороды C<sub>3</sub> и выше (кроме изобутана) подвергаются расщеплению:

А) в значительно большей степени, чем дегидрированию

Б) в значительно меньшей степени, чем дегидрированию

В) не подвергаются

Г) в значительно большей степени, чем дегидрированию, вследствие того, что энергия связи С—Н больше энергии связи (С—С)

4. Направление первичных реакций разложения парафиновых углеводородов зависит от \_\_\_\_\_.

5. Разложение *n*-бутана с образованием в заметных количествах ацетилена происходит :

А) при температурах выше 1100°C и кратковременном пребывании реакционных газов в зоне высоких температур

Б) при температурах ниже 1100°C

В) при температурах выше 1100°C и долговременном пребывании реакционных газов в зоне высоких температур

Г) все перечисленное

6. Согласно механизму Райса, для процесса термической деструкции характерен \_\_\_\_\_.

7. В результате гомолитического распада парафинового углеводорода образуются:

А) два свободных радикала

Б) три свободных радикала

В) один этильный радикал

Г) один метильный радикал

8. Степень вероятности рекомбинации свободных радикалов в стабильные молекулы:

А) мала, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объеме незначительна

Б) велика, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объеме значительна

В) мала, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объеме значительна

Г) велика, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объеме незначительна

Д) все ответы неверны

9. Направление деструкции углеводорода определяется величиной:

А) относительной вероятности отрыва атома водорода

Б) числом атомов водорода при углероде

В) числом атомов углерода в молекуле углеводорода; дающих одинаковые радикалы

Г) химического состава

10. Чем можно объяснить большее содержание парафиновых углеводородов и меньшее содержание непредельных углеводородов в продуктах крекинга под давлением по сравнению с парофазным крекингом и пиролизом:

А) образованием больше пропана, бутана и высших парафиновых углеводородов

Б) уменьшением количества олефинов

В) ускорением вторичных реакций

Г) образованием в меньших количествах пропана, бутана и высших парафиновых углеводородов

11. При высоких давлениях или в жидкой фазе сложные алифатические радикалы:

А) не всегда успевают полностью распасться

Б) могут прореагировать на промежуточной стадии с молекулами исходных углеводородов

В) успевают полностью распасться

Г) частично распадаются

12. Рассчитать теоретически состав продуктов деструкции углеводородов под давлением или в жидкой фазе:

А) не представляется возможным

Б) представляется возможным, ввиду достаточных данных о степени устойчивости различных свободных радикалов

В) не представляется возможным ввиду недостаточных данных о степени устойчивости различных свободных радикалов

Г) все ответы неверны.

13. Процесс термической деструкции парафинов (без учета вторичных превращений) может рассматриваться:

А) как мономолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению первого порядка

Б) как бимолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению первого порядка

В) как мономолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению второго порядка

Г) как бимолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению второго порядка

14. Скорость термического расщепления углеводородов зависит от:

А) температуры

Б) характера исходных углеводородов

В) изменяется по мере увеличения глубины превращения

Г) все ответы верны

15. Найдите соответствие:

При деструкции <i>n</i> -пентана (600° С, 1 кПа) При крекинге под давлением	возможны три направления реакции отрыва атома
--	---

	водорода — от первого, второго и третьего атома углерода
	образуется значительно меньшее количество газов

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## 3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно)**

1. Механизм разложение парафинов.
2. Направление первичных реакций разложения парафиновых углеводородов.
3. Механизм термической деструкции с участием свободных радикалов.
4. Предпосылки цепной реакции термического расщепления парафиновых углеводородов.
5. Теретический расчёт вероятного состава продуктов деструкции индивидуальных углеводородов.
6. Направление деструкции углеводорода.
7. Почему для углеводородов с более длинной, чем у бутана, цепью число возможных направлений реакций разложения, как и число образующихся при этом соединений, значительно больше?

8. Почему при термическом разложении парафиновые углеводороды  $C_3$  и выше (кроме изобутана) подвергаются расщеплению в значительно большей степени, чем дегидрированию?

#### **Практическое задание для станции № 2**

Определите направление первичных реакций разложения для *n*-бутана.

#### **Практическое задание для станции № 3**

Опишите направления реакции отрыва атома водорода при деструкции, *n*-пентана ( $600^\circ C$ , 1 кПа) в результате соударения радикала R- с молекулой *n*-пентана

#### **Практическое задание для станции № 4**

Напишите схему расщепления образовавшегося свободного радикала на простейшие радикалы  $H\cdot$ ,  $CH_3\cdot$ ,  $C_2H_5\cdot$  и взаимодействие простейшего радикала с молекулой *n*-пентана

### **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

#### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

### **Практическое занятие № 10**

«Получение углеводородов из нефти. Процессы переработки нефти»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 3, в производственных ситуациях.

#### **Планируемые результаты обучения:**

##### **Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического

##### **Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и

##### **Иметь опыт**

##### **деятельности:**

анализа и систематизации

процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов	систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать тех- нологический процесс про- изводства композиционных материалов	необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования
---	---	--

**Необходимое материально–техническое оборудование:**  
мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 10**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 3 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 3**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 3**

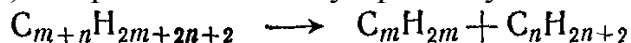
Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 3:

1. Разложение парафинов может происходить:

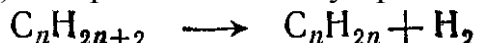
А) с разрывом связи С—С (реакции расщепления)

Б) или связи С—Н (реакции дегидрирования):

В) по представленному процессу:



Г) по представленному процессу:



2. Высшие метановые углеводороды в отсутствие катализаторов начинают расщепляться:

А) примерно при 500°C с образованием метановых углеводородов меньшего молекулярного веса

Б) примерно при 500°C с образованием метановых углеводородов большего молекулярного веса

В) примерно при 800°C

Г) примерно при 300°C

3. При термическом разложении парафиновые углеводороды C<sub>3</sub> и выше (кроме изобутана) подвергаются расщеплению:

А) в значительно большей степени, чем дегидрированию

Б) в значительно меньшей степени, чем дегидрированию

В) не подвергаются

Г) в значительно большей степени, чем дегидрированию, вследствие того, что энергия связи С—Н больше энергии связи (С—С)

4. Направление первичных реакций разложения парафиновых углеводородов зависит от \_\_\_\_\_.

5. Разложение *n*-бутана с образованием в заметных количествах ацетилена происходит :

А) при температурах выше 1100°C и кратковременном пребывании реакционных газов в зоне высоких температур

Б) при температурах ниже 1100°C

В) при температурах выше 1100°C и долговременном пребывании реакционных газов в зоне высоких температур

Г) все перечисленное

6. Согласно механизму Райса, для процесса термической деструкции характерен \_\_\_\_\_.

7. В результате гомолитического распада парафинового углеводорода образуются:

А) два свободных радикала

Б) три свободных радикала

В) один этильный радикал

Г) один метильный радикал

8. Степень вероятности рекомбинации свободных радикалов в стабильные молекулы:

А) мала, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объёме незначительна

Б) велика, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объёме значительна

В) мала, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объёме значительна

Г) велика, так как концентрация свободных радикалов в реакционном объёме незначительна

Д) все ответы неверны

9. Направление деструкции углеводорода определяется величиной:

А) относительной вероятности отрыва атома водорода

Б) числом атомов водорода при углероде

В) числом атомов углерода в молекуле углеводорода; дающих одинаковые радикалы

Г) химического состава

10. Чем можно объяснить большее содержание парафиновых углеводородов и меньшее содержание непредельных углеводородов в продуктах крекинга под давлением по сравнению с парофазным крекингом и пиролизом:

А) образованием больше пропана, бутана и высших парафиновых углеводородов

Б) уменьшением количества олефинов

В) ускорением вторичных реакций

Г) образованием в меньших количествах пропана, бутана и высших парафиновых углеводородов

11. При высоких давлениях или в жидкой фазе сложные алифатические радикалы:

А) не всегда успевают полностью распасться

Б) могут прореагировать на промежуточной стадии с молекулами исходных углеводородов

В) успевают полностью распасться

Г) частично распадаются

12. Рассчитать теоретически состав продуктов деструкции углеводородов под давлением или в жидкой фазе:

А) не представляется возможным

Б) представляется возможным, ввиду достаточных данных о степени устойчивости различных свободных радикалов

В) не представляется возможным ввиду недостаточных данных о степени устойчивости различных свободных радикалов

Г) все ответы неверны.

13. Процесс термической деструкции парафинов (без учета вторичных превращений) может рассматриваться:

А) как мономолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению первого порядка

Б) как бимолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению первого порядка

В) как мономолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению второго порядка

Г) как бимолекулярная реакция, подчиняющаяся уравнению второго порядка

14. Скорость термического расщепления углеводородов зависит от:

А) температуры

Б) характера исходных углеводородов

В) изменяется по мере увеличения глубины превращения

Г) все ответы верны

15. Найдите соответствие:

При деструкции <i>n</i> -пентана (600° С, 1 кПа) При крекинге под давлением	возможны три направления реакции отрыва атома водорода — от первого, второго и третьего атома углерода
	образуется значительно меньшее количество газов

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 3

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

### **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

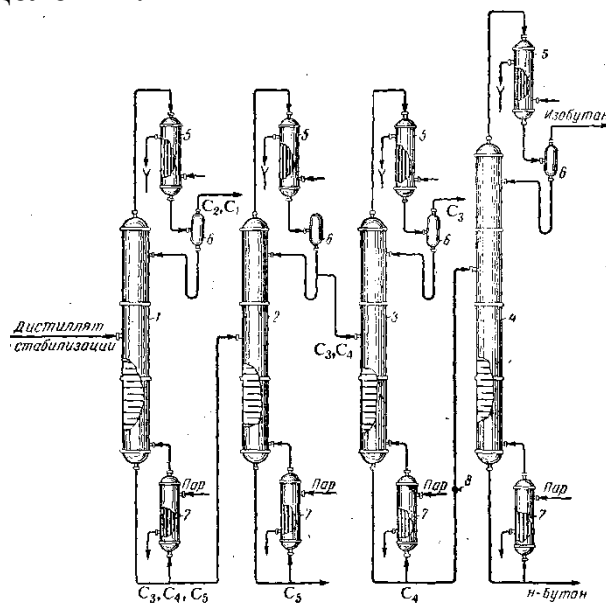
В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 3, изученному дома самостоятельно)**

1. Термический крекинг
2. Прямая гонка - процесс переработки нефти физическими методами.
3. Первичный способ переработки нефти.
4. Как перерабатывают дистилляты прямой гонки и мазут?
5. Чем отличаются продукты деструктивной переработки от продуктов прямой гонки?
6. Преимущества и недостатки термического крекинга.
7. Какое процентное отношение занимает (крекинг-газ) от количества перерабатываемого сырья ?
8. Как получают нефтяной кокс?

### **Практическое задание для станции № 2**

Используя схему ректификации дистиллята, получаемого при стабилизации сырой нефти сделайте вывод о возможности разделить жидкие углеводороды только при разнице их температур кипения не менее  $3^{\circ}\text{C}$ . Опишите требования к колоннам и условия осуществления разделения.



### **Практическое задание для станции № 3**

Найдите относительную летучесть смеси бензола и толуола при атмосферном давлении и  $93,2^{\circ}\text{C}$  имеющей следующий равновесный состав (мольное содержание компонентов);

Жидкость

Пары

Бензол	$X_A=0,46$	$y_A=0,68$
Толуол	$X_B=0,54$	$y_B=0,82$

#### **Практическое задание для станции № 4**

Дайте объяснение тому, что бензины каталитического крекинга обладают более высокими октановыми числами (~80), чем прямогонные бензины и бензины термического крекинга.

#### **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

##### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

#### **5. Текущий контроль успеваемости по теме № 3**

Текущий контроль успеваемости проводится в форме теста.

Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Производство композитных материалов» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>

### **ТЕМА № 4**

Процессы дегидрирования и гидрирования углеводородов, применяемые в производстве.

#### **I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ**

*Задания, выполняемые до начала первого практического занятия по теме № 2*

**1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 2:** предварительное (до начала первого практического занятия по теме самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

*Опорный конспект по теме № 4 «Процессы дегидрирования и гидрирования углеводородов, применяемые в производстве»*

### 1. ЗАПОМИНАЕМ ГЛАВНОЕ

1.1 Впишите пропущенные слова:

а) Промышленное значение имеют процессы дегидрирования \_\_\_\_\_ +и \_\_\_\_\_ -ароматических углеводородов.

б) При крекинге и пиролизе нефтяного сырья преобладают реакции \_\_\_\_\_ углеводородов.

в) В сложном комплексе реакций деструктивной переработки углеводородов при термическом крекинге и пиролизе нефтяного сырья главной первичной реакцией является \_\_\_\_\_ парафинового углеводорода \_\_\_\_\_ углерод-углеродной связи .

г) Для гемолитического разрыва углерод-углеродной связи надо затратить \_\_\_\_\_ чем для разрыва углерод-водородной связи.

1.2 Укажите стрелочками соответствия, сравните содержание утверждений в правой части и впишите вывод о возможных исключениях

<i>Тип процесса</i>	<i>Характеристики сырья и процессов получения продуктов из сырья</i>
Термическая деструкция алифатических углеводородов, протекающая по свободнорадикальному механизму	вероятно расщепление углеводорода, а не его дегидрирование осуществимо только при применении селективных катализаторов высокая температура высокий выход этилена
Термическая деструкция этана	
Дегидрирование парафиновых углеводородов	

**ВЫВОД** о **ВОЗМОЖНЫХ** **ИСКЛЮЧЕНИЯХ** :

---



---



---

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

<p><b>РОЛЬ КАТАЛИЗАТОРОВ ПРИ ДЕГИДРИРОВАНИИ</b></p>	<p>Катализаторы не могут подавить реакции расщепления углеводородов Катализаторы во много раз повышают скорость реакции дегидрирования; последняя протекает при этом за столь короткое время, что реакции расщепления не успевают развиваться</p>
---	---

<p><b>ВАЖНЕЙШИМИ СОВРЕМЕННЫМИ СПОСОБАМИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛЕНА ЯВЛЯЮТСЯ</b></p>	<p>деструктивная переработка жидких дистиллятов нефти и термическое разложение низших (газообразных) углеводородов дегидратация этилового спирта</p>
--	--

1.4 Раскройте роль технологических компонентов дегидрирования парафиновых углеводородов :

1. Катализаторы: \_\_\_\_\_.
2. Низкое давление: \_\_\_\_\_.
3. Применение водяного пара: \_\_\_\_\_

...

## 2. СОЗДАЕМ БАНК НОВЫХ ТЕРМИНОВ

2.1 Какие новые термины вы узнали при изучении материала по теме №4? Выпишите их во вторую колонку таблицы, а в третьей в нескольких словах раскройте их содержание:

<i>№</i>	<i>Новый термин (понятие)</i>	<i>Содержание</i>
1		
2		
3		
4		
5		

6		
7		
8		
9		
10		

2.2 Дайте краткое содержание прочитанного вами текста по теме №4 или запишите в виде тезисов:

- |    |     |
|----|-----|
| 1. | 6.  |
| 2. | 7.  |
| 3. | 8.  |
| 4. | 9.  |
| 5. | 10. |

2.3 Сегодня меня больше всего заинтересовала информация о

\_\_\_\_\_ потому что  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

3. Сформулируйте кратко вывод, который Вы сделали лично для себя после чтения текста по теме №4:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 4 после прочтения текста.

Обратите внимание на ключевые моменты по теме №4.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Дегидрирования парафиновых углеводородов.
2. Получение этилена.
3. Особенности протекания реакций дегидрирования.
4. Реакции дегидрирования парафинов и олефинов.
5. Физическое изменение поверхности катализатора при дегидрировании олефинов.
6. Варианты процессов дегидрирования низших парафинов.

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 4.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме № 4.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 4:

1. Разрыв углерод-углеродной связи:

- А) необратимое расщепление парафинового углеводорода
- Б) главная первичная реакция при термическом крекинге и пиролизе
- В) инициирует размыкание углерод-водородной связи
- Г) энергетически более осуществим, чем разрыв углерод-водородной

связи

2. Изменение свободной энергии при разрыве связи C — C составляет:

А)  $\Delta G = 19\,100 - 33,67$

Б)  $\Delta G = 31\,600 - 33,67$

В) становится отрицательным при температурах выше 567° К (294° С)

Г) становится отрицательным при температурах выше 942°К (669° С)

3. При термической деструкции алифатических углеводородов, протекающей по свободнорадикальному механизму, значительно более вероятно:

- А) расщепление углеводорода
- Б) дегидрирование
- В) поэтапный процесс дегидрирования
- Г) осуществить термический крекинг

4. Пентаны и высшие углеводороды при термическом воздействии подвергаются:

- А) более вероятному расщеплению, а не дегидрированию
- Б) только расщеплению по связи C —C
- В) смешанному процессу расщепления-дигидрирования
- Г) всем трем указанным процессам

5. При разрыве связи C — H изменение свободной энергии равно

6. Пропан, изобутан и *n*-бутан при термическом воздействии:

- А) занимают промежуточное положение
- Б) только расщепляются по связи C —C
- В) только расщепляются по связи C —H
- Г) подходят все варианты

7. Катализаторы позволяют проводить процесс дегидрирования:

- А) при более низких температурах
- Б) при повышенных температурах
- В) при изменении давления
- Г) все варианты

8) Глубина обратимой эндотермической реакции дегидрирования парафиновых углеводородов \_\_\_\_\_ с понижением температуры и с повышением давления.

9) Этилен:

А) первый из алифатических олефинов, получивший широкое промышленное использование

Б) вначале получали дегидратацией этилового спирта в присутствии гомогенных или гетерогенных катализаторов

В) получали дегидратацией этилового спирта без использования катализаторов

Г) все ответы неверны

10) Этан:

А) единственный парафиновый углеводород, который дегидрируется в олефин с высоким выходом

Б) обладает низкой реакционной способностью

В) двойной связью в молекуле

Г) дегидрируется в олефин при повышенных температурах и в отсутствие селективных катализаторов

11. Образование этилена из этана является:

А) цепной реакцией

Б) многостадийной реакцией

В) одностадийной реакцией

Г) протекающей по свободнорадикальному механизму

12. Понижение давления:

А) уменьшает протекание вторичных реакций

Б) способствует смещению равновесия обратимой реакции, протекающей с увеличением объема

В) полностью останавливает протекание вторичных реакций

Г) способствует смещению равновесия обратимой реакции, протекающей с уменьшением объема

13. В производственных условиях проведение процесса дегидрирования этана в вакууме:

А) технологически легко осуществимо

Б) связано с большими технологическими трудностями

В) не осуществляется

Г) все ответы верны

14. Гидрогенизация это:

А) обратная реакция дегидрирования

Б) присоединение  $H_2$  к органическим соединениям

В) пиролиз

Г) димеризация

15. Установите соответствие:

1. Гидрирование обычно происходит	А. при низких температурах
2. Дегидрирование происходит	Б. при высоких температурах
3. Крекинг происходит	В. при повышенном давлении
4. Пиролиз происходит	Г. при пониженном давлении

### Практическое занятие № 11

«Процессы дегидрирования и гидрирования углеводородов, применяемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 2, в производственных ситуациях.

#### Планируемые результаты обучения:

##### **Знать:**

основу ведения технологического регламента, особенности его изменения, методики эксперимента для проведения испытаний

##### **Уметь:**

планировать проведение испытаний новых композитных материалов, особенности внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов

##### **Иметь опыт деятельности:**

навыками работы на экспериментальных установках, учебном и научном лабораторном оборудовании при испытаниях новых композитных материалов, навыками внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 11**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 4**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 4**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 4:

1. Наибольшее практическое значение имеют процессы дегидрирования:

А) парафинов  $C_3-C_5$

Б) парафинов  $C_7-C_9$

В) парафинов  $C_9-C_{11}$

Г) парафинов  $C_{11}-C_{15}$

2. От чего зависит направление процессов расщепления и дегидрирования при нагревании углеводородов:

А) от температуры,

Б) от давления

В) наличия катализатора

Г) продолжительности пребывания реагентов в зоне высоких температур

Д) все перечисленное

3. Процесс дегидрирования осуществляют во избежание заметного пиролиза исходного сырья и продуктов реакции:

А) при температуре более 300°C

Б) не более 700°C

В) не более 900°C

Г) при температуре менее 300°C

4. В реакции дегидрирования, при переходе от исходных веществ к продуктам, объем газов \_\_\_\_\_.

5. Основные проблемы при разработке технологии дегидрирования легких парафинов:

А) быстрая дезактивация катализатора

Б) необходимость интенсивного подвода тепла в зону реакции для компенсации ее эндотермического эффекта

В) отсутствие дезактивации катализатора

Г) все перечисленное

6. Процесс дегидрирования высших парафинов осуществляют в \_\_\_\_\_ условиях.

7. Процесс получения диенов реализован на :

А) дегидрировании олефинов при атмосферном давлении в присутствии водяного пара

Б) вакуумном дегидрировании в присутствии алюмохромовых катализаторов

В) дегидрировании олефинов в вакууме в присутствии водяного пара

Г) вакуумном дегидрировании в присутствии инертного газа

8. С целью достижения максимальной селективности процесса дегидрирования:

А) процесс осуществляют при высокой объемной скорости подачи сырья с ограниченной конверсией сырья за проход

Б) процесс осуществляют при низкой объемной скорости подачи сырья с неограниченной конверсией сырья за проход

В) при низкой объемной скорости подачи сырья с ограниченной конверсией сырья за проход

Г) при высокой объемной скорости подачи сырья с неограниченной конверсией сырья за проход

Д) все ответы неверны

9. Процесс дегидрирования высших парафинов осуществляют:

А) на стационарном слое полиметаллического алюмоплатинового катализатора

Б) на подвижном слое полиметаллического алюмоплатинового катализатора

В) без катализатора

Г) в кипящем слое мелкозернистого алюмохромового катализатора, непрерывно циркулирующего между реактором и регенератором

10. Дегидрирование олефинов проводят при оптимальных температурах реакции:

А) 600- 700 °С

Б) 800- 900 °С

В) 300-500 °С

Г) необходимых для образования в меньших количествах пропана, бутана и высших парафиновых углеводородов

11. Дегидрирование этилбензола проводят:

А) в трубчатых изотермических или адиабатических реакторах со стационарным слоем катализатора

Б) в трубчатых изотермических или адиабатических реакторах с подвижным слоем катализатора

В) в ректификационных колоннах

Г) в пиролизной колонне

12. Реакции дегидрирования парафинов и олефинов:

А) сильно эндотермичны

Б) экзотермичны

В) характеризуются тем, что выходы целевых продуктов лимитируются равновесием реакции

Г) все ответы неверны.

13. Приемлемые выходы целевых продуктов при дегидрировании парафинов достигаются только при температурах:

А) выше 520°С

Б) выше 570°С

В) выше 600°С

Г) выше 700°С

14. С целью понижения парциального давления исходных углеводородов и увеличения выходов целевых продуктов процессы осуществляют при разбавлении сырья:

А) водяным паром

Б) парогазовой смесью

В) инертным газом

Г) водородом

15. Найдите соответствие:

<p>Основные технологические процессы дегидрирования низших парафинов осуществляют</p>	<p>в вакууме в адиабатических реакторах со стационарным слоем</p>
---	---

	в реакторах с псевдооживленным слоем
	при атмосферном давлении с движущимся слоем шарикового платинового катализатора в многоступенчатом реакторном узле
	при повышенном давлении в изотермическом реакторе с неподвижным слоем катализатора

## **2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2**

### **Консультация преподавателя**

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 4, изученному дома самостоятельно)**

1. Дегидрирования парафиновых углеводородов.
2. Получение этилена.
3. Особенности протекания реакций дегидрирования.
4. Реакции дегидрирования парафинов и олефинов.
5. Физические изменение поверхности катализатора при дегидрировании олефинов.
6. Варианты процессов дегидрирования низших парафинов.

7. Процесс "Катофин" (ABB Lummus Crest/United Catalysts) осуществляют в вакууме в адиабатических реакторах со стационарным слоем алюмохромового катализатора. Тепло, выделяющееся при регенерации катализатора от углеродистых отложений, используют для проведения эндотермической реакции дегидрирования. Почему процесс осуществляют короткими циклами (по 15-25 минут)?

8. Почему при термическом разложении парафиновые углеводороды  $C_3$  и выше (кроме изобутана) подвергаются расщеплению в значительно большей степени, чем дегидрированию?

#### **Практическое задание для станции № 2**

Дегидрирование олефинов проводят при оптимальных температурах реакции 600- 700 °С. Приведите возможные варианты достижения высокой селективности продукта реакции.

#### **Практическое задание для станции № 3**

Предложите пути увеличения межрегенерационного периода катализатора в стационарном слое процесса дегидрирования при сохранении высоких выходов целевого продукта

#### **Практическое задание для станции № 4**

Опишите побочные процессы, ухудшающие промышленные способы дегидрирования углеводородов, связанные с использованием водяного пара, катализатора и жестких термодинамических параметров процесса.

### **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

#### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

### **Практическое занятие № 12**

«Процессы дегидрирования и гидрирования углеводородов, применяемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 4, в производственных ситуациях.

### **Планируемые результаты обучения:**

<b>Знать:</b>	<b>Уметь:</b>	<b>Иметь опыт деятельности:</b>
основу ведения технологического регламента, особенности его изменения, методики эксперимента для проведения испытаний	планировать проведение испытаний новых композитных материалов, особенности внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов	навыками работы на экспериментальных установках, учебном и научном лабораторном оборудовании при испытаниях новых композитных материалов, навыками внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 12**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

### **1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 4**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 4**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 4:

1 Гидрирование и дегидрирование связаны:

А) подвижным равновесием, положение которого определяется температурой и давлением  $H_2$

Б) подвижным равновесием, положение которого определяется температурой

В) подвижным равновесием, положение которого определяется давлением  $H_2$

Г) необратимой реакцией

2. В реакциях как гидрирования, так и дегидрирования применяют:

А) одни и те же катализаторы

Б) разные

В) катализаторы-химические элементы с недостроенными d-оболочками

Г) катализаторы в виде оксидов и сульфидов металлов

Д) все перечисленное

3. Достаточно легко гидрируются:

А) ацетилены, олефины, нитросоединения

Б) ароматич. углеводороды, альдегиды, кетоны

В) карбоновые кислоты и их производные

Г) высшие парафины

4. Недостаток процесса гидрирования \_\_\_\_\_ селективность вследствие \_\_\_\_\_.

5. При некаталитическом гомогенном гидрировании донорами водорода являются:

А) металлы в спиртах

- Б) кислотах
- В) аммиаке, аминах
- Г) все перечисленное

6. При некаталитическом гидрировании первоначально идет атака \_\_\_\_\_ по месту \_\_\_\_\_ с последующим присоединением протона.

7. Для получения жидких продуктов из угля является метод прямой гидрогенизации, включающий:

- А) воздействию на уголь молекулярного водорода под давлением
- Б) повышенные температуры с использованием жидких продуктов (пастообразователей и катализаторов)
- В) получение продукта в виде дистиллята с температурой кипения до 300–350 °С
- Г) все перечисленное

8. Для ожижения применяют каменные угли:

- А) низких рангов метаморфизма и бурые угли с содержанием 65–86 % массы углерода
- Б) угольные вещества бурых и каменных углей невысокой стадии метаморфизма
- В) высоких рангов метаморфизма и бурые угли с содержанием 65–86 % массы углерода
- Г) низких рангов метаморфизма и бурые угли специально подготовленных с содержанием 65–86 % массы углерода,
- Д) все ответы неверны

9. Эффективным способом интенсификации гидрогенизации угля является:

- А) применение различных пастообразователей и каталитических добавок
- Б) увеличение температуры и давления процесса
- В) использование аппарата кипящего слоя
- Г) перемешивающие устройства

10. Первая фаза гидрогенизации угля проходит:

- А) в жидкой фазе, в которой паста из угольной пыли и тяжелых масел реагирует с водородом при давлении 230 атмосфер и нагреве 300 °С
- Б) в твердой фазе, в которой угольная пыль реагирует с водородом при давлении 230 атмосфер и нагреве 300 °С
- В) в фазе твердое-жидкое
- Г) в парогазовой фазе угольной пыли и водяного пара

11. Вторая фаза гидрогенизации угля проходит:

- А) в паровой фазе при давлении 200–300 атмосфер, нагреве до 400 °С и использовании катализатора
- Б) в трубчатых изотермических или адиабатических реакторах с подвижным слоем катализатора

В) в ректификационных колоннах

Г) в пиролизной колонне

12. В гидрогенизации углей выделяют следующие стадии:

А) термическая деструкция макромолекулярной структуры угля

Б) насыщение радикалов в результате реакций гидрирования молекулярным водородом

В) насыщение радикалов в результате реакций гидрирования молекулярным водородом водородно-донорного растворителя с образованием низкомолекулярных продуктов.

Г) все ответы неверны.

13. В результате гидрирования высокомолекулярные органические вещества превращаются в:

А) смесь низкомолекулярных соединений, насыщенных водородом

Б) смесь высокомолекулярных соединений, насыщенных водородом

В) смесь низкомолекулярных соединений

Г) смесь низкомолекулярных и высокомолекулярных соединений

14. Гидроочистке подвергают топливные фракции сернистых нефтей для:

А) повышения их термич. стабильности

Б) снижения коррозионного действия путём удаления гетероатомных примесей и насыщения алкенов

В) насыщения водородом

Г) очистки от низкомолекулярных соединений

15. Найдите соответствие:

При гетерогенном гидрировании молекулярным водородом	Н <sub>2</sub> , активированный катализатором, ступенчато присоединяется к субстрату
Для увеличения степени превращения углей в жидкие продукты на уголь наносят катализатор.	Чем активнее катализатор, тем при более низком давлении может быть осуществлена гидрогенизация угля
Если каталитическое гидрирование обычно осуществляют в избытке водорода (давление от 0,1 до 7,0 МПа) и при температурах 125-150 °С, то процесс дегидрирования	

	проводят при более высоких температурах (300-550 °С)
--	--

## **2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2**

### **Консультация преподавателя**

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем** *(по содержанию темы № 4, изученному дома самостоятельно)*

1. Отличия процессов гидрирования и дегидрирования.
2. Катализаторы для дегидрирования.
3. Общая технологическая схема гидрирования углей.
4. Продукты гидрирования углей.
5. Недостатки процесса гидрирования.
6. Аутоотермическое дегидрирование.
7. Дегидрирование *n*-бутана.
8. Установки с псевдосжиженным катализатором.

**Практическое задание для станции № 2**

В чем различие схем гидрогенизации угля Бергиуса-Пира и Фишера-Тропша? Перечислите преимущества и недостатки схем.

**Практическое задание для станции № 3**

Объясните, почему соотношение между скоростями, установленное для чистых углеводородов, не сохраняется при гидрировании их смесей.

**Практическое задание для станции № 4**

В условиях, необходимых для проведения основных реакций гидрогенизационной переработки топлив, могут протекать также реакции коксообразования. Предложите технологические способы снижения коксообразования.

#### **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

##### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

#### **Практическое занятие № 13**

«Процессы дегидрирования и гидрирования углеводородов, применяемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 4, в производственных ситуациях.

##### **Планируемые результаты обучения:**

###### **Знать:**

основу ведения технологического регламента, особенности его изменения, методики эксперимента для проведения испытаний

###### **Уметь:**

планировать проведение испытаний новых композитных материалов, особенности внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов

###### **Иметь опыт деятельности:**

навыками работы на экспериментальных установках, учебном и научном лабораторном оборудовании при испытаниях новых композитных материалов, навыками внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных

материалов

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 13**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний).

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 4 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 4**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 4**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 4:

1 Молекулярный водород не реагирует с органическими веществами при температуре

А) ниже 480 °С

Б) выше 480 °С

В) определяется давлением  $H_2$

Г) не реагирует при любой температуре при низком давлении

2. Реакция с газообразным водородом возможна лишь:

А) на поверхности катализатора, который сорбирует и водород, и органические молекулы

Б) на поверхности катализатора, который сорбирует органические молекулы

В) на поверхности катализатора, который сорбирует только водород  
 Г) только на поверхности катализаторов в виде оксидов и сульфидов металлов

Д) все перечисленное

3. Активность металлических катализаторов уменьшается в следующем ряду

А) Rh>Ir>Ru>Pt>Pd>Ni>Fe>Co>Os

Б) Os >Rh> Ru>Pt>Pd>Ni>Fe>Co> Ir

В) Pt>Os >Rh> Ru> Pd>Ni>Fe>Co> Ir

Г) Pd>Ni>Fe>Co>Os> Rh>Ir>Ru>Pt

4. Недостаток процесса гидрирования \_\_\_\_\_ селективность вследствие \_\_\_\_\_.

5. Реакция на поверхности катализатора на первой стадии:

А) происходит сорбция субстрата и водорода на катализаторе

Б) атом водорода мигрирует к  $\beta$ -углеродному атому двойной связи и образуется связь между металлом и  $\alpha$ -углеродным атомом

В) происходит восстановительное элиминирование продукта

Г) все перечисленное

6. Реакция \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_ поверхности \_\_\_\_\_ катализатора осуществляется \_\_\_\_\_.

7. Реакция на поверхности катализатора на второй стадии:

А) происходит сорбция субстрата и водорода на катализаторе

Б) атом водорода мигрирует к  $\beta$ -углеродному атому двойной связи и образуется связь между металлом и  $\alpha$ -углеродным атомом

В) происходит восстановительное элиминирование продукта

Г) все перечисленное

8. Реакция на поверхности катализатора на третьей стадии:

А) происходит сорбция субстрата и водорода на катализаторе

Б) атом водорода мигрирует к  $\beta$ -углеродному атому двойной связи и образуется связь между металлом и  $\alpha$ -углеродным атомом

В) происходит восстановительное элиминирование продукта

Г) все перечисленное

9. Эффективным способом интенсификации гидрогенизации угля является:

А) применение различных пастообразователей и каталитических добавок

Б) увеличение температуры и давления процесса

В) использование аппарата кипящего слоя

Г) перемешивающие устройства

10. Жидкофазное гидрирование проводят:

А) путем саботирования водородом через жидкую реакционную массу

Б) путем саботирования водорода через реакционную массу в твердой фазе

В) в фазе твердое-жидкое

Г) в парогазовой фазе угольной пыли и водяного пара

11. Катализатор в виде комплексных металлоорганических соединений:

А) нередко получается непосредственно в массе гофрируемого вещества

Б) очень активен, но его трудно отделять от гидрогенизата при последующей переработке

В) стационарный гранулированный катализатор

Г) суспендируют в реакционную среду

12. Процессы гидрирования протекают через ряд промежуточных стадий:

А) карбоновые кислоты, альдегиды и кетоны восстанавливаются последовательно в спирты и углеводороды

Б) нитрилы - в имины, амины и углеводороды

В) гидрогенолиз органического соединения с образованием нежелательных продуктов деструкции

Г) все ответы неверны.

13. На одном и том же катализаторе селективность процесса зависит от:

А) относительной реакционной способности органических веществ

Б) отдельных функциональных групп и от их способности адсорбироваться поверхностью катализатора

В) наличия в продукте низкомолекулярных соединений

Г) наличия в продукте высокомолекулярных соединений

14 Чем ниже температура, тем селективнее можно провести процесс:

А) по более реакционно-способным группам

Б) остановить процесс на определенной промежуточной стадии

В) более глубокого превращения

Г) очистки от низкомолекулярных соединений

15. Найдите соответствие:

<p>К неблагоприятным реакциям, протекающим параллельно с целевыми реакциями относятся</p> <p>В результате побочных реакций на активной поверхности катализатора откладываются продукты реакций, таких как</p>	<p>поликонденсация, термическая и каталитическая полимеризация нестабильных соединений.</p>
	<p>олигомеризация и полимеризация, значительно уменьшающие</p>

	активность
--	------------

## **2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2**

### **Консультация преподавателя**

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем** *(по содержанию темы № 4, изученному дома самостоятельно)*

1. Гидрокрекинг алканов.
2. Гидрирование олефинов.
3. Гидрирование ацетиленов и его гомологов.
4. Технология гидрирования углеводородов.
5. Реакционные узлы процессов жидкофазного гидрирования.
6. Технология жидкофазного гидрирования.
7. Гидрирование в эмульсиях.
8. Гидрирование парафинов.

**Практическое задание для станции № 2**

При фракционировании нефтяного сырья непредельные углеводороды практически неразделимы с алканами, обладающими той же массой, а для получения наиболее качественного бензина необходимо как можно полное устранение непредельных углеводородов из их состава. Предложите технологическую схему, позволяющую разделить непредельные углеводороды с алканами.

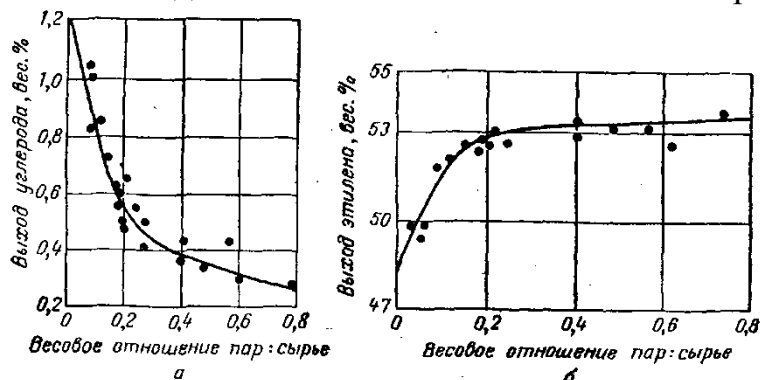
**Практическое задание для станции № 3**

Атмосферный диоксид углерода может служить дешевым, безопасным и возобновляемым источником углерода для получения органических соединений. На данный момент использование  $\text{CO}_2$  в качестве химического сырья ограничивается в связи с термодинамической стабильностью молекулы диоксида

углерода и высокой эндотермичностью ее вовлечения в химические взаимодействия. Предложите вероятные способы гидрирования диоксида углерода.

#### Практическое задание для станции № 4

На приведенной ниже зависимости выхода углерода (а) и этилена (б) от отношения водяного пара найдите оптимальное процентное значение количества водяного пара, соответствующее максимальной степени конверсии. Возможно ли найденное значение использовать на практике?



#### 4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися

##### Защита решений

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

#### 5. Текущий контроль успеваемости по теме № 4

Текущий контроль успеваемости проводится в форме теста. Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Производство композитных материалов» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>

### ТЕМА № 5

Процессы галогенирования, применяемые в производстве.

#### I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ

*Задания, выполняемые до начала первого практического занятия по теме № 5*

**1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 5:** предварительное (до начала первого практического занятия по теме самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

*Опорный конспект по теме № 5 «Процессы галогенирования, применяемые в производстве»*

## 1. ЗАПОМИНАЕМ ГЛАВНОЕ

1.1 Впишите пропущенные слова:

а) Галогенированием называется введение атома \_\_\_\_\_ + в молекулу \_\_\_\_\_.

б) Реакцией \_\_\_\_\_ металепсии \_\_\_\_\_ называется \_\_\_\_\_ последовательное \_\_\_\_\_ в отсутствие \_\_\_\_\_.

в) Цепными реакциями являются процессы галогенирования, протекающие \_\_\_\_\_ инициированными свободными \_\_\_\_\_

г) Основными методами галогенирования являются реакции \_\_\_\_\_.

1.2 Укажите стрелочками соответствия, сравните содержание утверждений в правой части и впишите вывод о возможных исключениях

*Тип процесса*

*Характеристики сырья и процессов получения продуктов из сырья*

Реакция замещения

Для парафиновых углеводородов эти реакции

Реакция присоединения

наиболее характерны, при этом скорость

Реакция расщепления.

реакций галогенирования снижается в ряду

$F > Cl > Br > I$

идет по связям  $C=C$ ,  $C^{\wedge}C$ ,  $C_{sp}-C_{sp}$ ,  
включает реакции дегидрогалогенирования ,  
дегалогенирования, хлоролиза и пиролиза

**ВЫВОД об особенностях протекания основных методов галогенирования органических соединений :**

---



---



---

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

ДЛЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ ВОДОРОДНЫХ АТОМОВ В ЯДРЕ ПРОХОДЯТ В ПРИСУТСТВИИ	катализаторов (хлориды металлов - $AlCl_3$ , $SbCl_3$ , $SbCl_5$ ) свободных радикалов и протекают при замещении атомов водорода в углеводородах, при присоединении галогенов по кратным связям ( $C=C$ , $C_{sp}-C_{sp}$ ) и расщеплении (рекомбинации) галоген углеводородов атома, обладающего неспаренным электроном, иона, что вызывает последовательные превращения исходных веществ в продукты реакции
ЦЕПНЫЕ РЕАКЦИИ ХАРАКТЕРИЗУЮТСЯ ВОЗНИКНОВЕНИЕМ В КАЖДОМ ЭЛЕМЕНТАРНОМ АКТЕ АКТИВНОЙ ЧАСТИЦЫ	свободных радикалов, которые могут образовываться при термических, фотохимических, каталитических процессах и методом химического инициирования

1.4 Раскройте роль технологических компонентов процессов галогенирования, применяемых в производстве:

1. Освещение \_\_\_\_\_ или \_\_\_\_\_ присутствие инициаторов: \_\_\_\_\_.

2. Катализаторы: \_\_\_\_\_.

3. Давление: \_\_\_\_\_

...

## 2. СОЗДАЕМ БАНК НОВЫХ ТЕРМИНОВ

2.1 Какие новые термины вы узнали при изучении материала по теме №2? Выпишите их во вторую колонку таблицы, а в третьей в нескольких словах раскройте их содержание:

№	Новый термин (понятие)	Содержание
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2.2 Дайте краткое содержание прочитанного вами текста по теме №5 или запишите в виде тезисов:

- |    |     |
|----|-----|
| 1. | 6.  |
| 2. | 7.  |
| 3. | 8.  |
| 4. | 9.  |
| 5. | 10. |

2.3 Сегодня меня больше всего заинтересовала информация о

\_\_\_\_\_ потому что  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

3. Сформулируйте кратко вывод, который Вы сделали лично для себя после чтения текста по теме №5:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 5 после прочтения текста.

Обратите внимание на ключевые моменты по теме №5.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля**:

1. Основные методы галогенирования органических соединений.

2. Галогенирующие агенты.
3. Механизм радикально-цепного галогенирования.
4. 3 стадии радикально-цепного хлорирования.
5. Реакции электрофильного присоединения к тройной связи – галогенирование

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 5.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме № 5.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 4:

1. Прямое замещение водорода на галоген осуществляется:
  - А) действием свободного галогена на предельный углеводород на свету
  - Б) действием свободного галогена на предельный углеводород
  - В) размыканием углерод-водородной связи
  - Г) действием свободного галогена на предельный углеводород на свету в отсутствие катализаторов
2. Реакции роста цепи повторяются:
  - А) до обрыва цепи
  - Б) роста новой цепи
  - В) после обрыва цепи
  - Г) все ответы верны
3. Реакция начала цепи (иницирование) протекает гораздо легче:
  - А) при освещении
  - Б) в присутствии инициаторов
  - В) соединений, легко превращающихся в радикалы
  - Г) при низком давлении
4. Замещение водорода на галоген в радикалах карбоновых кислот идет:
  - А) несколько медленнее
  - Б) ускоренно с добавками катализаторов
  - В) не идет при нормальных условиях
  - Г) протекает самопроизвольно
5. Наибольшее значение в качестве галогенирующих агентов имеют свободные \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ галогеноводороды.
6. Для ароматических углеводородов реакции замещения водородных атомов в ядре возможны :
  - А) при введении в боковую цепь галоген в отсутствие катализаторов при нагревании
  - Б) при расщеплении связи С—С

В) в присутствии катализаторов

Г) подходят все варианты

7. Радикально-цепные реакции проходят с участием:

А) свободных радикалов

Б) свободных радикалов и протекают при замещении атомов водорода в углеводородах, при присоединении галогенов по кратным связям

В) резкого изменения давления

Г) все варианты

8) Для осуществления реакции на стадии зарождения цепи необходимо наличие \_\_\_\_\_, которые могут образовываться при \_\_\_\_\_ процессах и методом химического инициирования.

9) При термическом хлорировании (в газовой фазе) зарождение цепи достигается:

А) расщеплением молекулы хлора при высокой температуре (250-500 °С)

Б) расщеплением молекулы хлора при высокой температуре (250-500 °С) с участием стенки аппарата или насадки

В) в отдельных случаях при умеренных температурах (100-200 °С)

Г) все ответы неверны

10) При фотохимическом хлорировании разрыв связи C1-C1 происходит:

А) при облучении реакционной массы ультрафиолетовым светом

Б) при облучении реакционной массы длинами волн видимого спектра

В) при облучении реакционной массы дальним ИК

Г) при облучении реакционной массы жестким излучением

11. В каталитических процессах свободные атомы образуются под действием:

А) цепной реакцией

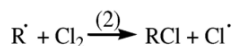
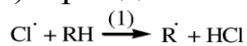
Б) катализатора

В) одностадийной

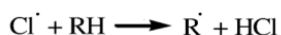
Г) реакции по свободнорадикальному механизму

12. Присоединение к олефинам и диенам происходит:

А) через две повторяющиеся стадии



Б) через одну повторяющуюся стадию



В) протекание вторичных реакций

Г) при смещении равновесия обратимой реакции

13. Процесс обрыва цепи протекает:

А) на стенке аппарата

- Б) за счет рекомбинации углеводородных радикалов  
 В) при реакциях с хлорпроизводными - на атомах хлора  
 Г) все ответы верны

14. Региоселективная реакция это:

А) реакция, в ходе которой химическим изменениям подвергается преимущественно одно из двух или нескольких положений молекулы субстрата

- Б) процесс обрыва цепи  
 В) присоединение галогенов к олефинам и диенам  
 Г) димеризация

15. Установите соответствие:

1. Галогенирование йодом можно осуществить	А. используя активирующее облучение УФ-светом
2. Взаимодействие гомологов этилена с галогенами ( $\text{Cl}_2$ , $\text{Br}_2$ ) при высоких температурах ( $>400^\circ\text{C}$ ) сопровождается	Б. замещением атома водорода в аллильном положении на галоген
3. Различие в селективности хлорирования и бромирования связано с	В. более высокой реакционной способностью атомарного хлора
4. Галогенирование простейших пятичленных и шестичленных гетероциклических соединений протекает как	Г. реакция электрофильного замещения

## II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

### Практическое занятие № 14

«Процессы галогенирования, применяемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 5, в производственных ситуациях.

**Планируемые результаты обучения:**

**Знать:**

основу ведения

**Уметь:**

планировать

**Иметь опыт**

**деятельности:**

навыками работы на

технологического регламента, особенности его изменения, методики эксперимента для проведения испытаний	проведение испытаний новых композитных материалов, особенности внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов	экспериментальных установках, учебном и научном лабораторном оборудовании при испытаниях новых композитных материалов, навыками внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов
--	---	--

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 14**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 5 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 5 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 5**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими

опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

## 1.2 Тестирование по теме № 5

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 5:

1 Непрямое галогенирование:

А) замещение на галоген гидроксильной группы в спиртах и карбоновых кислотах

Б) кислорода в карбонильных соединениях

В) алкоксильных групп в простых эфирах

Г) диазогруппы в ароматических соединениях

2. Один или несколько атомов галогена можно ввести в молекулу органического соединения с помощью:

А) свободного галоген

Б) галогенводорода

В) галогенпроизводных фосфора

Г) оксидов и сульфидов металлов

Д) все перечисленное

3. К реакциям прямого галогенирования относится:

А) замещение водорода на атом галогена в алканах, бензоле и его гомологах

Б) замещение водорода на атом галогена в циклоалканах, алкенах по аллильному углеродному атому

В) замещение водорода на атом галогена в алкенах по аллильному углеродному атому

Г) замещение на галоген MgX-групп в реактивах Гриньяра

4. К числу реакций прямого галогенирования относятся реакции присоединения галогенов и галогенводородов по \_\_\_\_\_ связи.

5. Галогенирование алканов протекает в основном по:

А) радикальному механизму

Б) механизму аллильного замещением

В) реакции восстановительного элиминирования продукта

Г) все перечисленное

6. В отличие от реакции хлорирования алканов, бромирование является \_\_\_\_\_ селективной реакцией.

7. Особенность реакции электрофильного галогенирования состоит :

А) в ее высокой селективности: например, из метана образуется только  $\text{CH}_3\text{Cl}$  и не образуются  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$

Б) в низкой селективности

В) избирательной селективности

Г) все перечисленное

8. Взаимодействие гомологов этилена с галогенами ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ) при высоких температурах ( $>400^\circ\text{C}$ ) ведет к:

- А) замещению атома водорода в аллильном положении на галоген
- Б) атом водорода мигрирует к  $\beta$ -углеродному атому двойной связи и образуется связь между металлом и  $\alpha$ -углеродным атомом
- В) сохранению двойной связи
- Г) все перечисленное

9. Галогенирование боковой цепи ароматических соединений:

- А) протекает по свободнорадикальному механизму
- Б) радикальному механизму
- В) реакции восстановительного элиминирования продукта
- Г) механизму присоединения радикала

10. Свободные галогены могут легко реагировать:

- А) с активированными ароматическими системами (амины, фенолы)
- Б) не могут реагировать с бензолом
- В) с этиленом при нормальных условиях
- Г) в парогазовой фазе угольной пыли и водяного пара

11. Кислота Льюиса:

- А) применяется в качестве катализатора
- Б) необходима для поляризации молекулы галогена с целью получения электрофильной атакующей частицы
- В) катализирует радикальный механизм
- Г) суспендирует реакционные среды

12. Катионы галогена могут:

- А) взаимодействовать с замещенными ароматическими соединениями
- Б) с ароматическими соединениями
- В) способствовать замещению атома водорода в аллильном положении
- Г) все ответы неверны.

13. Заместители влияют:

- А) на скорость реакции галогенирования
- Б) на место вступления галогена
- В) как на скорость реакции галогенирования, так и на место вступления галогена
- Г) на активизацию бензольного кольца

14. Применение катализатора:

- А) обязательно при галогенировании ароматических соединений, содержащих электроноакцепторные дезактивирующие заместители
- Б) желателен для увеличения скорости при галогенировании ароматических соединений, содержащих электроноакцепторные дезактивирующие заместители
- В) необходимо более глубокого превращения
- Г) очистки от низкомолекулярных соединений

15. Найдите соответствие:

<p>К способам получения дихлорэтана из этилена относятся Галогенирование простейших пятичленных и шестичленных гетероциклических соединений протекает как</p>	<p>поликонденсация, термическая и каталитическая полимеризация нестабильных соединений.</p>
	<p>реакция электрофильного замещения.</p>
	<p>взаимодействие этилена с хлором в среде жидкого дихлорэтана при 20—30° С;</p>

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## 3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится по технологии ротации станций.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 5, изученному дома самостоятельно)**

1. Галогенирование гетероциклических соединений.
2. Замещение водорода галогенами у sp-гибридизованного атома углерода.
3. Галогенирование замещенных ароматических соединений.
4. Аллильное галогенирование алкенов.
5. Галогенирование боковой цепи ароматических соединений.
6. Замещение водорода галогенами у ароматического (sp<sup>2</sup>-гибридизованного) атома углерода.
7. Механизм электрофильного замещения.
8. Почему на практике в качестве катализатора галогенирования применяют, как правило, железные стружки?

### **Практическое задание для станции № 2**

Можно ли повысить экономичность производства алифатических хлорорганических соединений при использовании хлорной меди в качестве катализатора с использованием хлороводорода и кислорода? Подтвердите вывод химизмом процесса на примере метана.

### **Практическое задание для станции № 3**

Почему при использовании хлористого сульфурила в качестве катализатора при каталитическом хлорировании процесс становится менее экзотермичным? Подтвердите вывод химизмом процесса галогенирования.

### **Практическое задание для станции № 4**

Старым способом получения четыреххлористого углерода является хлорирование сероуглерода при 50—70° С в присутствии порошкообразной сурьмы (0,2% от количества сероуглерода).

В связи с увеличивающимся интересом к переработке твердых углеродсодержащих материалов (уголь, торф, древесное сырье, бытовые отходы) предложите поэтапную схему переработки данных видов сырья.

## **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

## **Практическое занятие № 15**

«Процессы галогенирования, применяемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 5, в производственных ситуациях.

### **Планируемые результаты обучения:**

<b>Знать:</b>	<b>Уметь:</b>	<b>Иметь опыт деятельности:</b>
<p>основу ведения технологического регламента, особенности его изменения, методики эксперимента для проведения испытаний</p>	<p>планировать проведение испытаний новых композитных материалов, особенности внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов</p>	<p>навыками работы на экспериментальных установках, учебном и научном лабораторном оборудовании при испытаниях новых композитных материалов, навыками внесения изменения технологического регламента проведения испытаний новых композитных материалов</p>

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 15**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 5 (входной контроль знаний).
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 4.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 5**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми

обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

### 1.2 Тестирование по теме № 5

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 5:

1 Свободные галогены, например,  $\text{Cl}_2$  и  $\text{Br}_2$ , могут легко реагировать:

А) с активированными ароматическими системами (амины, фенолы)

Б) с бензолом

В) с алкоксильными группами в простых эфирах

Г) с диазогруппами в ароматических соединениях

2. Замещение водорода у атома углерода в состоянии  $sp$ -гибридизации может протекать:

А) непосредственно

Б) через металлоорганические соединения

В) с участием галогенопроизводных фосфора

Г) с использованием оксидов и сульфидов металлов

Д) все перечисленное

3. Реакции присоединения галогенов и галогеноводородных кислот по двойной связи относятся:

А) к реакциям прямого галогенирования

Б) к замещению водорода на атом галогена в циклоалканах

В) к реакции присоединения по ионному механизму

Г) замещение на галоген  $\text{MgX}$ -групп в реактивах Гриньяра

4. Реакции гидрогалогенирования несимметричных алкенов отличаются\_\_\_\_\_.

5. Правило Марковникова - при присоединении галогеноводорода к несимметричному алкену водород преимущественно присоединяется:

А) к более гидрогенизированному (имеющему большее число атомов водорода) атому углерода

Б) к менее гидрогенизированному (имеющему меньшее число атомов водорода) атому углерода

В) в зависимости от соотношения атомов С и присоединяемых Н

Г) все перечисленное

6. В присутствии кислорода или каталитических количеств пероксидов присоединение  $\text{HBr}$  к несимметричным алкенам осуществляется \_\_\_\_\_ правила Марковникова.

7. Аномальное гидрогалогенирование, инициируемое перекисями, характерно только для :

- А) HBr
- Б) HF
- В) HCl
- Г) все перечисленное

8. При наличии рядом с двойной связью электроноакцепторного заместителя реакция идёт:

- А) против правила Марковникова
- Б) согласно правила Марковникова
- В) с сохранением двойной связи
- Г) все перечисленное

9. В присутствии кислорода или каталитических количеств пероксидов присоединение HBr к несимметричным алкенам осуществляется:

- А) против правила Марковникова
- Б) согласно правила Марковникова
- В) с сохранением двойной связи
- Г) все перечисленное

10. Если гидробромирование диенового углеводорода проводят при низкой температуре:

- А) то обратная реакция дегидробромирования не протекает
- Б) то обратная реакция дегидробромирования осуществима
- В) имеет место обратная реакция дегидробромирования
- Г) все ответы неверны

11. Галогенирование карбонильных соединений относится к числу:

- А) применяемых в качестве катализатора
- Б) наиболее подробно изученных реакций
- В) наименее подробно изученных реакций
- Г) суспендирования реакционной среды

12. Способность альдегидов и кетонов реагировать с галогенами с замещением атомов водорода при  $\alpha$ -углеродном атоме является следствием:

- А) СН-кислотности
- Б) щелочности среды протекания
- В) способности замещения атома водорода в аллильном положении
- Г) все ответы неверны.

13. Скорость реакции галогенирования в присутствии катализатора (основания или кислоты):

- А) не зависит от природы и концентрации галогена
- Б) не зависит от концентрации катализатора
- В) зависит от концентрации катализатора
- Г) зависит от природы и концентрации галогена

14 Скорость галогенирования в присутствии основания:

- А) намного выше, чем в кислой среде
- Б) ниже, чем в кислой среде
- В) зависит от более глубокого превращения

Г) ) зависит очистки от низкомолекулярных соединений  
15. Найдите соответствие:

Механизм реакции, катализируемой кислотой, включает следующие стадии Хлорирование карбоновых кислот включает Йодзамещенные кислоты нельзя получать прямым йодированием, для их получения используют	медленное образование енола
	нагревание и освещение реакционной массы
	нуклеофильное замещение $\alpha$ -бром- или $\alpha$ -хлорзамещенных кислот действием йодида натрия в ацетоне или ДМФА.

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## 3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится по технологии ротации станций.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

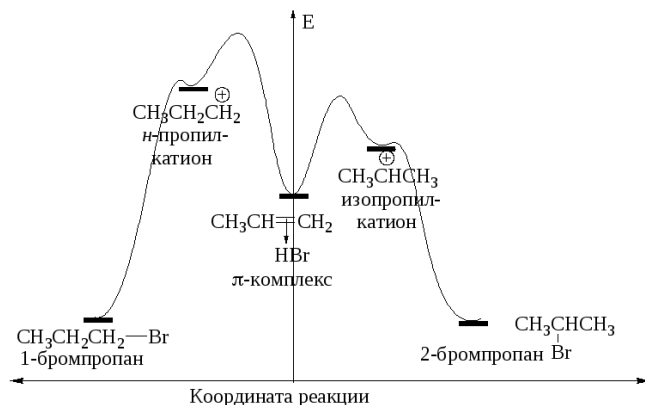
**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 5, изученному дома самостоятельно)**

1. Галогенирование соединений с карбонильной группой.
2. Галогенирование карбонильных соединений
3. Механизм реакции, катализируемой кислотой.
4. Галогенирование карбоновых кислот.
5. Галогенирования галогенангидридов кислот.
6. Аномальное гидрогалогенирование, инициируемое перекисями.
7. Легкость образования карбениевых катионов, их устойчивость и реакционная способность.

8. Почему при наличии рядом с двойной связью электроноакцепторного заместителя реакция идёт против правила Марковникова?

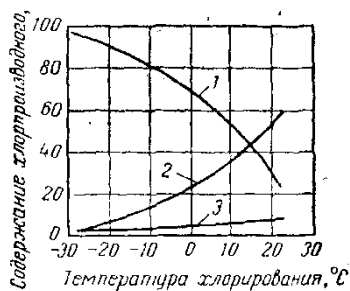
### Практическое задание для станции № 2

Исходя из энергетической диаграммы реакции гидробромирования пропена оцените вероятность промышленного синтеза 1-бромпропана.



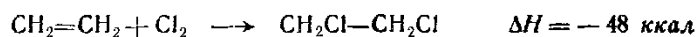
### Практическое задание для станции № 3

Исходя из представленной зависимости состава продуктов хлорирования этилена от температуры: 1- $C_2H_4Cl_2$ ; 2- $C_2H_3Cl_3$ ; 3- $C_2H_2Cl_4$ , выберите оптимальные условия получения (1,2-дихлорэтана) и минимальные – для побочных продуктов.



### Практическое задание для станции № 4

Реакция присоединения хлора к этилену протекает с выделением большого количества тепла:



Благодаря чему достигается безопасность процесса (смесь газообразных хлора и этилена взрывоопасна) и улучшаются условия теплопередачи от реакционной массы к охлаждающему агенту?

**4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

### **5. Текущий контроль успеваемости по теме № 5**

Текущий контроль успеваемости проводится в форме теста. Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Производство композитных материалов» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>

## **ТЕМА № 6**

Процессы окисления, используемые в производстве.

### **I. ДИСТАНЦИОННАЯ ЧАСТЬ**

*Задания, выполняемые до начала  
первого практического занятия по теме № 6*

**1. Внеаудиторная (домашняя) самостоятельная работа обучающихся по освоению основных положений темы № 6:** предварительное (до начала первого практического занятия по теме самостоятельное изучение теоретического учебного контента по новой теме дисциплины, разработанного преподавателем и представленного в цифровом формате на портале do.swsu.ru

1.1 Ознакомьтесь с **инструкцией** о порядке организации самостоятельной работы по изучению данной темы и следуйте ей.

1.2. Прочитайте **перечень основных теоретических вопросов**, которые необходимо самостоятельно освоить, и **текст с изложением указанных вопросов**.

1.3 Работая с текстом, вносите по мере чтения необходимые записи в **опорный конспект**, который поможет вам запомнить главное (вы можете скачать его прямо отсюда).

*Опорный конспект по теме №6 «Процессы окисления, используемые в производстве»*

## 1. ЗАПОМИНАЕМ ГЛАВНОЕ

1.1 Впишите пропущенные слова:

а) Основные методы получения окисленных углеводородов следующие: \_\_\_\_\_ алифатических, алициклических и ароматических углеводородов + \_\_\_\_\_ непредельных углеводородов + синтеза на основе окиси углерода и \_\_\_\_\_.

б) При неполном окислении углеводородов получают в больших количествах \_\_\_\_\_ для промышленности синтетических волокон.

в) Цепными реакциями являются процессы галогенирования, протекающие \_\_\_\_\_ инициированными свободными \_\_\_\_\_.

г) Многие процессы неполного окисления сопровождаются побочными реакциями \_\_\_\_\_.

1.2 Укажите стрелочками соответствия, сравните содержание утверждений в правой части и впишите вывод о возможных исключениях

<i>Тип процесса</i>	<i>Характеристики сырья и процессов получения продуктов из сырья</i>
Переработке неполным окислением подвергаются	парафины, циклопарафины, олефины и ароматические углеводороды жирные спирты и кислоты
Окислением высших парафиновых углеводородов получают	олефины

**ВЫВОД об особенностях основных методов окисления углеводородов:**

---



---



---



---

1.3 Укажите стрелочкой одно наиболее точное соответствие:

В КАЧЕСТВЕ  
ОКИСЛИТЕЛЯ

озон, водяной пар, двуокись азота и другие окислы азота

ПРИМЕНЯЮТ в жидкой и газовой фазах, с катализаторами и без них

ОКИСЛЕНИЕ  
ПАРАФИНОВ  
ПРОВОДИТСЯ  
НИЗКОМО- в газовой фазе  
ЛЕКУЛЯРНЫЕ  
УГЛЕВОДОРОДЫ  
ОКИСЛЯЮТ

1.4 Раскройте роль технологических компонентов процессов окисления, применяемых в производстве:

1. Температура: \_\_\_\_\_.

2. Катализаторы: \_\_\_\_\_.

3. Давление: \_\_\_\_\_

...

## 2. СОЗДАЕМ БАНК НОВЫХ ТЕРМИНОВ

2.1 Какие новые термины вы узнали при изучении материала по теме №6? Выпишите их во вторую колонку таблицы, а в третьей в нескольких словах раскройте их содержание:

№	Новый термин (понятие)	Содержание
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2.2 Дайте краткое содержание прочитанного вами текста по теме №7 или запишите в виде тезисов:

- |    |     |
|----|-----|
| 1. | 6.  |
| 2. | 7.  |
| 3. | 8.  |
| 4. | 9.  |
| 5. | 10. |

2.3 Сегодня меня больше всего заинтересовала информация о

---

\_\_\_\_\_ потому что

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

**3.** Сформулируйте кратко вывод, который Вы сделали лично для себя после чтения текста по теме №6:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_.

1.4 Посмотрите **мультимедийную презентацию** по теме № 6 после прочтения текста.

Обратите внимание на ключевые моменты по теме №6.

1.5 Перескажите изученный теоретический материал по вопросам, указанным в инструкции, и опорному конспекту. Воспользуйтесь также следующими **вопросами для самоконтроля:**

1. Влияние разветвленности цепи на скорость окисления.
2. Окисление парафиновых углеводородов при температурах ниже температур их воспламенения.
3. Механизм процесса окисления.
4. Механизм цепной реакции с вырожденным разветвлением.
5. Сопряженное, или индуцированное, окисление

1.6 Возьмите с собой на практическое занятие свой **опорный конспект** по теме № 6.

1.7 Выполните **входное тестирование** по теме № 6.

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 6:

1. В качестве окислителей используют:
  - А)  $O_2$ ,  $H_2O_2$ ,  $ROOH$ ,  $O_3$ ,  $N_2O$
  - Б)  $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $Cl_2O$
  - В) оксид железа в виде железных стружек
  - Г) диоксид кремния
2. Процессы окисления можно классифицировать:
  - А) парциальное окисление
  - Б) глубокое окисление
  - В) гомогенное газофазное окисление
  - Г) все ответы верны
3. Радикально-цепное жидкофазное окисление алкилароматических соединений:

- А)  $C_6H_5CH_3 + 1.5O_2 \xrightarrow{[Co]} C_6H_5COOH + H_2O$
- Б)  $2RSH + 1/2O_2 \xrightarrow{[Co]} RS-SR + H_2O$
- В)  $C_2H_4 + 1/2O_2 \xrightarrow{PdCl_2-CuCl_2} CH_3CHO$
- Г)  $C_2H_4 + CH_3COOH + 1/2O_2 \xrightarrow{Pd(II)-Cu(II)} CH_2=CHOCOCH_3 + H_2O$

4. Реакция Моисеева (синтез винилацетата):

- А)  $C_6H_5CH_3 + 1.5O_2 \xrightarrow{[Co]} C_6H_5COOH + H_2O$
- Б)  $2RSH + 1/2O_2 \xrightarrow{[Co]} RS-SR + H_2O$
- В)  $C_2H_4 + 1/2O_2 \xrightarrow{PdCl_2-CuCl_2} CH_3CHO$
- Г)  $C_2H_4 + CH_3COOH + 1/2O_2 \xrightarrow{Pd(II)-Cu(II)} CH_2=CHOCOCH_3 + H_2O$

5. Селективные органические растворители, синтетические моющие средства можно получить путем \_\_\_\_\_.

6. “Вакер”-процесс:

- А) реакция окисления олефинов до карбонильных соединений
- Б) окислительного ацетоксилирования олефинов
- В) эпоксилирование олефинов гидропероксидами
- Г) подходят все варианты

7. Халкон-процесс:

- А) реакция окисления олефинов до карбонильных соединений
- Б) окислительного ацетоксилирования олефинов
- В) эпоксилирование олефинов гидропероксидами
- Г) подходят все варианты

8) Синтез винилацетата (реакция Моисеева) осуществляется в \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ в присутствии \_\_\_\_\_

9) Эпоксилирование олефинов гидропероксидами осуществляется в промышленном варианте в растворах:

- А) уксусной кислоты
- Б) комплексов Mo(VI)
- В) ацетальдегида
- Г) все ответы неверны

10) Мерокс-процесс это:

- А) реакция окислительной димеризации меркаптанов
- Б) окислительная димеризация алкинов
- В) окисление (или окислительное дегидрирование) спиртов
- Г) облучение реакционной массы жестким излучением

11. Окисление (или окислительное дегидрирование) спиртов:

А) реализуется на металлических и окисных катализаторах

Б) проходит до альдегидов и кетонов

В) одностадийна

Г) проходит по свободнорадикальному механизму

12. Окисление метанола до формальдегида проводится:

А) на оксидах  $\text{MoO}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (и др. оксидных катализаторах) процесс протекает в кинетической области при  $300 - 350^\circ\text{C}$

Б) на серебряных катализаторах (мелкокристаллическое серебро,  $\text{Ag/пемза}$ ,  $\text{Ag}/\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ .) процесс протекает в адиабатическом режиме в тонком слое катализатора

В) в отсутствие протекания вторичных реакций

Г) при смещении равновесия обратимой реакции

13. Каталитические процессы активно применяются для окисления неорганических соединений:

А) процессы дожигания  $\text{CO}$ , очистка воздуха помещений

Б) получение серы, очистка природного и попутных газов от  $\text{H}_2\text{S}$

В) процесс Клауса, очистка газовых выбросов и синтез серы

Г) все ответы верны

14. Процесс окисления битумов:

А) основан на окислении кислородом воздуха различных нефтяных остатков

Б) носит дегидрогенизационный характер

В) основан на присоединении азота к олефинам и диенам

Г) носит гидрогенизационный характер

15. Установите соответствие:

1. Признаком окислительного процесса в промышленной органической химии принято считать	А. Введение в исходную молекулу углеводорода атома кислорода
	Б ряд процессов (окислительное метилирование, дегидрирование, аммонолиз), где целевой продукт может вообще не содержать кислорода
	В. наличие окислительного агента
	Г. получение кислородсодержащих продуктов в результате реакций гидратации, гидролиза, оксосинтеза, расщепления

## II. АУДИТОРНАЯ ЧАСТЬ

## Практическое занятие № 16

«Процессы окисления, используемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 6, в производственных ситуациях.

### Планируемые результаты обучения:

<b>Знать<sup>5</sup>:</b>	<b>Уметь<sup>5</sup>:</b>	<b>Иметь опыт деятельности:</b>
основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов;	проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации	анализа и систематизации необходимой информации
технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов	разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов	разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

П

### ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 16

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний) .
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

### **1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 6**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 6**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 6:

1. В нефтехимии выбор агентов окисления:

- А) Жестко ограничен
- Б) Может быть любым из списка: сера, неорганические кислоты, обычные и модифицированные (например, фторсодержащие) перкислоты
- В) Может быть любым из списка: озон, растворы перманганата калия и бихромата натрия, органические и неорганические пероксиды
- Г) Углекислый газ

2. Чем на практике компенсируют недостаточную активность воздуха(как агента окисления)?

- А) Повышением температуры
- Б) Увеличением давления
- В) Ожижением
- Г) Вакуумом

3. Гидропероксиды дороже кислорода, но применение их экономически целесообразно при эпоксидировании олефинов, потому что:

- А) Гидропероксиды обладают высокой избирательностью
- Б) Возможность получения наряду с оксидом олефина второго ценного продукта
- В) В количественном отношении расходуются меньше кислорода
- Г) Возможен рециклинг гидропероксидов их повторное использование

4. Перкислоты более эффективные окислители, чем гидропероксиды однако \_\_\_\_\_ пока \_\_\_\_\_ делают их неконкурентоспособными по сравнению с гидропероксидами.

5. Для ряда малотоннажных процессов наиболее приемлемым окислителем остается?

- А) Озон
- Б) пероксид водорода
- В) Атмосферный воздух
- Г) Азот

6. Почти все углеводороды и их производные, даже такие инертные, как метан \_\_\_\_\_ вступать в реакции окисления.

7. Окислительные процессы группируют:

- А) в соответствии с природой получаемого продукта
- Б) с условиями их осуществления
- В) по применяемым окислителям
- Г) по применяемым катализаторам

8. К окислению по насыщенному атому в парафинах, нафтенах, олефинах, алкиларенах и их производных относят:

- Б) Окисление по двойной связи с образованием оксидов олефинов
- В) Получение нафталина
- Г) Мягкое окисление линейных парафинов до вторичных спиртов
- Д) все ответы верны

9. К деструктивному окислению, приводящему к расщеплению углерод-углеродных связей относят:

А) все соединения, перечисленные в п.8

Б) все соединения, перечисленные в п.8 в условиях изменения и/или ужесточения режима окисления

В) Мягкое окисление линейных парафинов до третичных спиртов

Г) комбинированную структуру

10. К окислению, сопровождающееся связыванием молекул исходных реагентов относят:

А) Реакцию  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3 + \text{NH}_3 + 1,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCN} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,

Б) Органические вещества, содержащие гидрофобную и гидрофильную группы в молекуле

В) Реакцию  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + 2,5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

Г) Производство пестицидов

11. Начальными молекулярными продуктами окисления углеводородов являются:

А) гидропероксиды

Б) Озон

В) Кислород

Г) Азотная кислота

12. Нестабильные ROOH образуются из:

А) *n*-парафинов

Б) нафтенов

В) гидропероксидов

Г) Дихлорэтана

Д) все варианты верны

13. Мягкое некаталитическое окисление *n*-парафинов:

А) сопровождается цепным распадом соединений с образованием спиртов и карбонильных соединений

Б) проходит с образованием высших спиртов

В) проходит по окислительно-восстановительному механизму

Г) проходит с образованием органических веществ, содержащих гидрофобную и гидрофильную группы в молекуле

14. Карбоновые кислоты без деструкции углеродной цепи образуются только:

А) при окислении метильных групп алкиларенов

Б) при окислении метильных групп алкиларенов через промежуточные последовательные стадии образования первичных гидропероксидов и альдегидов

В) при окислении сорбированного углеводорода на ионе металла кислородом решетки катализатора

Г) все ответы верны

15. Найдите соответствие:

В основу создания процесса ацетоксилирования этилена в среде уксусной кислоты с получением винилацетата лег процесс	Wacker-процесс
К гетерогенно-каталитическим механизму, в которых определяющую роль играют особенности адсорбции реагентов на поверхности контакта, относится процесс	Сорбирования углеводорода на уже окисленной поверхности катализатора, взаимодействуя с ион-радикалом кислорода с образованием продуктов окисления
Окисление толуола до бензойной кислоты относится процесс	Окисления, протекающий без разрыва углеводородной цепи

## **2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2**

### **Консультация преподавателя**

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций.**

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов,

субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 6, изученному дома самостоятельно)**

1. Синтез на основе оксида углерода.
2. Процессы оксосинтеза.
3. Какие из превращений CO и H<sub>2</sub> наиболее важные?
4. Назовите побочный продукт реакции CO и H<sub>2</sub> при катализе металлическим никелем?
5. Назовите побочный продукт реакции CO и H<sub>2</sub> при катализе железом?
6. Каков фракционный состав углеводороды получающихся при катализе CO и H<sub>2</sub> ?
7. Можно ли управлять групповым и фракционным составом продуктов катализа?
8. Возможен ли синтез углеводородов не только из CO и H<sub>2</sub>?

**Практическое задание для станции № 2**

Возможен ли синтез углеводородов не только из метанола или ДМЭ?. Опишите возможный химизм процесса, возможность протекания при обычных условиях и сформулируйте условия протекания синтезов.

**Практическое задание для станции № 3**

Сравните качество конечного продукта бензиновой фракции при синтезе из метанола (фирма “Mobil”) и получаемого по классическому методу Фишера– Тропша. Сформулируйте причины возможных отличий.

**Практическое задание для станции № 4**

Образование метанола из оксида углерода и водорода протекает по обратимой высокоэкзотермической реакции. Сформулируйте условия, при которых равновесие реакции будет

смещено в сторону образования целевого продукта. Что необходимо предпринять для увеличения выхода продукта?

#### **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

##### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

### **Практическое занятие № 17**

«Процессы окисления, используемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 6, в производственных ситуациях.

#### **Планируемые результаты обучения:**

##### **Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов

##### **Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов

##### **Иметь опыт деятельности:**

анализа и систематизации необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

П

### **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 17**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний) .

2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.

3. Выполнение обучающимися практических заданий.

4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

**1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний)**

#### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 6**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

#### **1.2 Тестирование по теме № 6**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 6:

1. Начальными молекулярными продуктами окисления углеводов являются:

А) Гидропероксиды, устойчивость которых и определяет маршруты дальнейшего окисления

Б) Могут быть любым из списка: сера, неорганические кислоты,

В) Могут быть любым из списка: озон, растворы перманганата калия и бихромата натрия, органические и неорганические пероксиды

Г) Углекислый газ

2. Какие из гидропероксидов наиболее стабильны?

А) Третичные

Б) Некоторые вторичные ROOH

В) вторичные ROOH

Г) Первичные

3. Нестабильные ROOH образуются из:

А) *n*-парафинов

Б) Нафтенов

В) Диенов

Г) Алкенов

4. В развившемся процессе окисления гидропероксиды распадаются \_\_\_\_\_, образуя \_\_\_\_\_.

5. Карбоновые кислоты без деструкции углеродной цепи образуются только при окислении?

А) Метильных групп алкиларенов

Б) Метильных групп алкиларенов через промежуточные последовательные стадии

В) Атмосферным воздухом

Г) Азотом

6. Для ди- и полиалкиларенов более экономичным является их \_\_\_\_\_ при катализе \_\_\_\_\_.

7. По какому механизму протекают и реакции окисления, приводящие к разрыву углеродной цепи:

А) радикально-цепному

Б) цепному

В) радикальному

Г) по любому из перечисленных

8. Процессы прямого окисления второй и третьей групп: проводят

А) в присутствии гетерогенных катализаторов

Б) в присутствии гомогенных катализаторов

В) без участия катализаторов

Д) все ответы верны

9. Гетерогенно-каталитических механизмы это когда происходит:

А) Сорбирование углеводорода на уже окисленной поверхности катализатора

Б) Окисление сорбированного на ионе металла углеводорода кислородом решетки катализатора

В) Оба приведенных механизма

Г) Комбинированный механизм

10. К процессам металлокомплексного катализа относятся:

А) Реакции образования промежуточных активных комплексов катализатора с исходными реагентами

Б) Реакции образования активных комплексов катализатора с промежуточными реагентами

В) Оба предложенных механизма

Г) Все механизма неверные

11. Оксиды этилена и пропилена производят:

- А) Только окислительными методами
- Б) Хлоргидринным способом
- В) С использованием кислорода
- Г) С использованием азотной кислоты

12. Формальдегид в промышленности получают:

- А) Путем прямого окисления низших парафинов
- Б) Методами окисления метанола
- В) Методами окислительного дегидрирования метанола
- Г) С использованием дихлорэтана
- Д) Все варианты верны

13. Уксусную кислоту получают:

- А) Жидкофазным окислением  $\text{CH}_3\text{CHO}$
- Б) С образованием высших спиртов
- В) По окислительно-восстановительному механизму
- Г) С образованием органических веществ, содержащих гидрофобную

группу в молекуле

14. Уксусная кислота необходима для:

- А) Производства винилацетата
- Б) Ацетата целлюлозы
- В) Синтеза эфиров
- Г) Все ответы верны

15. Найдите соответствие:

Окисление альдегида проводят в присутствии	смешанного гомогенного катализатора
Прямое карбонилирование метанола проводят для получения	уксусной кислоты
Эпихлоргидрин производят с использованием	хлористого аллила

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

### **3. Выполнение обучающимися практических заданий**

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем (по содержанию темы № 6, изученному дома самостоятельно)**

1. Последовательность стадий при окислении высших парафиновых углеводородов в жидкой фазе.
2. Продукты, получаемые из перекиси алкилов.
3. Как протекает образование промежуточных соединений при окислении высших парафиновых углеводородов?
4. Дайте характеристику начальным молекулярным продуктам окисления углеводородов?
5. Механизм образования карбоновых кислот?
6. Два граничных типа гетерогенно-каталитических механизмов ?
7. Какой способ получения для ди- и полиалкиларенов является более экономичным?
8. Что получают методами эпоксидирования в крупных масштабах ?

#### **Практическое задание для станции № 2**

Карбоновые кислоты без деструкции углеродной цепи образуются только при окислении метильных групп алкиларенов через промежуточные последовательные стадии образования первичных гидропероксидов и альдегидов. Предложите более экономичный способ получения ди- и полиалкиларенов.

#### **Практическое задание для станции № 3**

Крупнотоннажные спирты (метанол, этанол, изопропанол, бутанол-1) получают неокислительными методами. Возможны ли окислительные методы получения спиртов? Какие спирты более подходящи для окислительного метода получения?

#### **Практическое задание для станции № 4**

Какой окислитель для ряда малотоннажных процессов является наиболее приемлемым? Приведите аргументы, подтверждающие правильность выбора.

**4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

#### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия.

Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

## **Практическое занятие № 18**

«Процессы окисления, используемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 6, в производственных ситуациях.

### **Планируемые результаты обучения:**

#### **Знать<sup>5</sup>:**

основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов; технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов

#### **Уметь<sup>5</sup>:**

проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации разработки изделий; разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов

#### **Иметь опыт деятельности:**

анализа и систематизации необходимой информации разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

П

## **ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 18**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний) .
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

## **1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний)**

### **1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 6**

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

### **1.2 Тестирование по теме № 6**

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 6:

1. Недостатками жидкофазного окисления  $\text{CH}_3\text{CHO}$  до уксусной кислоты являются:
  - А) коррозия оборудования
  - Б) малый выход продукта
  - В) большие энергетические затраты
  - Г) низкая экология процесса
2. Фенол применяют при ?
  - А) производстве пластмасс
  - Б) лекарств
  - Г) пластификаторов
  - Д) все перечисленное
3. Фенол получают окислительными методами из :
  - А) (около 90% из кумола, >7% из толуола)
  - Б) (около 90% из толуола, >7% из кумола)
  - В) Диенов
  - Г) Алкенов
4. Из толуола фенол получают сначала в \_\_\_\_\_ фазе по \_\_\_\_\_ механизму \_\_\_\_\_ до бензойной кислоты
5. Из кумола фенол получают?

- А) окисляют кумол до гидропероксида
  - Б) далее кислотное разложение гидропероксида
  - В) окисляют до бензойной кислоты
  - Г) далее с помощью окислительно-каталитических превращений
6. Ацетон используют как \_\_\_\_\_, сырье для производства \_\_\_\_\_, сырье для производства \_\_\_\_\_

7. К продуктам тяжелого синтеза кетонов, получаемых с применением окислительных методов, относится:

- А) Ацетон
- Б) Оксibenзолы
- В) Винильные мономеры
- Г) Спирты

8 К винильным мономерам относят:

- А) Винацетат
- Б) Акрилонитрил
- В) Пропиленоксид
- Д) все ответы верны

9. Винацетат получают:

- А) Присоединением уксусной кислоты к ацетилену в газовой фазе
- Б) Окислительным ацелированием этилена
- В) Оба приведенных механизма
- Г) Комбинированный механизм

10. Винилхлорид получают методом:

- А) Оксихлорирования
- Б) Гидролиза фенилацетата
- В) Оба предложенных механизма
- Г) Все механизма неверные

11. Акриловую кислоту получают:

- А) Окислением пропилена в газовой фазе
- Б) Хлоргидринным способом
- В) Окислительным ацелированием
- Г) С использованием азотной кислоты

12. Акрилонитрил в промышленности получают:

- А) Путем прямого окисления низших парафинов
- Б) Окислительным аммонолизом пропилена
- В) Методами окислительного дегидрирования метанола
- Г) С использованием дихлорэтана
- Д) Все варианты верны

13. Адипиновую кислоту получают:

- А) Окислением циклогексана по двухстадийному процессу
- Б) С образованием низших спиртов
- В) По прямому механизму

Г) С образованием органических веществ, содержащих гидрофильную группу в молекуле

14. Теревталевую (1,4-бензолдикарбоновую) кислоту получают:

А) азотной кислотой

Б) Окислением параксилола с чередованием этерификацией метанолом

В) Все варианты верны

Г) Все ответы верны

15. Найдите соответствие:

Винилацетат получали исключительно	присоединением уксусной кислоты к ацетилену в газовой фазе
Фенол получают	окислением кумола до гидропероксида
Ацетон производят	дегидрированием изопропанола

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## 3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится **по технологии ротации станций**.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем** *(по содержанию темы № 6, изученному дома самостоятельно)*

1. Получение этилена и пропилена.
2. Примеры промышленных катализаторов с использованием палладиевого комплекса.
3. Особенности процесса получения винилацетата ацетоксилированием этилена в среде уксусной кислоты.
4. Назовите продукты окисления метильных групп алкиларенов через промежуточные последовательные стадии образования первичных гидропероксидов и альдегидов?

5. Механизм образования карбоновых кислот?

6. Два граничных типа гетерогенно-каталитических механизмов ?

7. Какой способ получения для ди- и полиалкиларенов является более экономичным?

8. Особенности применения гетерогенных катализаторов?

### **Практическое задание для станции № 2**

Дайте объяснение тому, что образующиеся спирты или альдегиды содержат на один атом углерода меньше, чем исходный углеводород.

### **Практическое задание для станции № 3**

При окислении парафиновых углеводородов в жидкой фазе в присутствии слабых кислот процесс можно задержать на стадии образования спиртов: слабые кислоты, например уксусная и, в особенности борная, этерифицируют спирт и приостанавливают или замедляют его дальнейшее окисление. Объясните механизм влияния перманганата при окислении парафиновых углеводородов в жидкой фазе вместо слабых кислот.

### **Практическое задание для станции № 4**

Для получения оксида этилена был разработан газофазный процесс прямого окисления этилена на гетерогенном катализаторе, содержащем серебро на мелкопористом носителе. Современные установки в большинстве ориентируются на кислород, но потери этилена пока не удается снизить менее 25–30%. Предложите пути интенсификации процесса получения оксида этилена.

## **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

## **Практическое занятие № 19**

«Процессы окисления, используемые в производстве»

**Цель практического занятия** – приобретение обучающимися практического опыта в применении знаний, полученных при самостоятельном освоении темы № 6, в производственных ситуациях.

**Планируемые результаты обучения:**

<b>Знать<sup>5</sup>:</b>	<b>Уметь<sup>5</sup>:</b>	<b>Иметь опыт деятельности:</b>
основы разработки технологического процесса производства композиционных материалов;	проводить грамотный анализ и систематизацию необходимой информации	анализа и систематизации необходимой информации
технических заданий и оформление отчета производства композиционных материалов	разрабатывать технологический процесс производства композиционных материалов	разработки изделий; по модернизацию и реконструкции технологического оборудования

**Необходимое материально–техническое оборудование:** мультимедийный проектор, ноутбук, экран, мобильные устройства преподавателя и обучающихся.

П

**ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ № 19**

1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний) .
2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2.
3. Выполнение обучающимися практических заданий.
4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися.

## 1. Входной контроль качества освоения обучающимися основных положений темы № 6 (входной контроль знаний)

### 1.1 Проверка опорных конспектов по теме № 6

Проверка опорных конспектов по теме организуется преподавателем различными способами: демонстрация всеми обучающимися своих опорных конспектов; зачитывание вслух одним обучающимся записей, внесенных в опорный конспект; работа в парах (студенты обмениваются друг с другом своими опорными конспектами и помогают друг другу дописать пропущенное) и т.д.

### 1.2 Тестирование по теме № 6

Ответьте на вопросы и выполните задания в тестовой форме по теме № 6:

1. Адипиновую кислоту производят окислением:
  - А) Циклогексана по двухстадийному процессу
  - Б) Параксилола азотной кислотой
  - В) Аммонолизом пропилена
  - Г) Пропилену в газовой фазе
2. При окислении анилина хромовой смесью образуется:
  - А) Бензохинон
  - Б) Анилиновый черный
  - Г) Азобензол
  - Д) все перечисленное
3. Окисляемость органического соединения связана:
  - А) С наличием атомов водорода
  - Б) С наличием атомов углерода
  - В) С особенностями строения углеводородов
  - Г) С температурой процесса
4. Толуол \_\_\_\_\_ окисляется, а третичные спирты окисляются в \_\_\_\_\_ условиях.
5. Дегидрирование — процесс:
  - А) эндотермический
  - Б) экзотермический
  - В) возможен при нормальных условиях
  - Г) каталитический
6. Дегидрирование — процесс \_\_\_\_\_ эндотермический, поэтому катализатор постоянно \_\_\_\_\_ нагревают.
7. Процессы получения малеинового и фталевого ангидридов:
  - А) Имеют много общего
  - Б) Различны по технологическим схемам
  - В) Разнятся по энергетическим затратам

- Г) Переходят на более дешевое сырье
- 8 При неполном окислении углеводов получаются в больших количествах:
- А) Мономеры для промышленности синтетических волокон
  - Б) Кислоты
  - В) Спирты
  - Д) все ответы верны
9. Процессы неполного окисления:
- А) весьма сложны — при их протекании образуются весьма неустойчивые промежуточные соединения
  - Б) Просты в описании - одностадийны
  - В) Сопровождаются побочными реакциями
  - Г) Имеют комбинированный механизм
10. Промежуточные соединения и радикалы, образующиеся при процессах окисления:
- А) Определяют качественный и количественный состав образующихся продуктов
  - Б) Не влияют на качественный и количественный состав образующихся продуктов
  - В) Оба предложенных механизма
  - Г) Все механизма неверные
11. Переработке неполным окислением подвергаются:
- А) Парафины, циклопарафины
  - Б) Хлорпроизводные
  - В) Олефины и ароматические углеводороды
  - Г) Азосодержащие
12. Окислением высших парафиновых углеводов получают:
- А) Оксibenзолы
  - Б) Жирные спирты и кислоты
  - В) Кетоны
  - Г) Винильные мономеры
  - Д) Все варианты верны
13. Окислением циклогексана получают:
- А) Циклогексанол и циклогексанон
  - Б) Низшие спирты
  - В) Кетоны
  - Г) Альдегиды
14. Окислением этилена и пропилена синтезируют:
- А) соответствующие  $\alpha$ -окиси
  - Б) соответствующие  $\beta$ -окиси
  - В) Оксиды олефинов
  - Г) Все ответы верны
15. Найдите соответствие:

При окислении олефинов образуются	карбонильные соединения — ацетальдегид, ацетон, метилэтилкетон
При неполным окислением <i>n</i> -килола получают	терефталевою кислоту
Этилен и пропилен гидратируют в	спирты

## 2. Уточнение и (или) углубление отдельных вопросов по теме № 2

### Консультация преподавателя

Студенты методом мозгового штурма формируют перечень вопросов, которые при самостоятельном освоении темы дома или при тестировании остались для них непонятными или показались сложными и (или) спорными. Преподаватель по результатам тестирования при необходимости добавляет в сформированный обучающимися список вопросы, которые, с его точки зрения, требуется уточнить или углубить.

Определяя с помощью поднятых рук количество студентов, считающих сложным конкретный вопрос из сформированного списка, преподаватель устанавливает вопросы, по которым сразу же проводит групповую консультацию.

Если в пояснениях нуждаются 1-2 человека, преподаватель индивидуально консультирует их в ходе практического занятия.

## 3. Выполнение обучающимися практических заданий

На данном практическом занятии выполнение обучающимися практических заданий проводится по технологии ротации станций.

Аудитория разделена на 4 станции.

Учебная группа делится на 3 малые группы, в каждой группе – 2-4 человек.

На станции № 1 группа работает с преподавателем (ответы обучающихся на вопросы преподавателя по изучаемой теме и групповая и (или) индивидуальная консультация).

На станциях № 2 группы самостоятельно выполняют одно общее практическое задание.

На станции № 3-4 все члены группы выполняют индивидуальные, но однотипные задания.

Задания на станциях разные. На данном практическом занятии все задания направлены на понимание основных положений темы; применение знаний, умений и навыков в производственной ситуации; анализ и синтез информации или каких-либо данных; оценку информации, данных, объектов, субъектов и т.д.; создание нового на основе полученных знаний, умений и навыков.

Время работы группы на одной станции – 30 минут.

По истечении указанного времени группы переходят по часовой стрелке на следующую станцию для выполнения другого практического задания.

В течение практического занятия каждая группа проходит все станции и выполняет все практические задания.

**Вопросы для работы на станции № 1 с преподавателем** (по содержанию темы № 6, изученному дома самостоятельно)

1. Реакция М. Г. Кучерова.
2. Синтез кислородсодержащих продуктов из олефинов (или ацетилен), окиси углерода и водорода (или воды).
3. Получение винилацетата ацетоксилированием этилена в среде уксусной кислоты.
4. Получение адипиновой кислоты, возможные перспективы замены азотной кислоты.?
5. Производство терефталевой (1,4-бензолдикарбоновой) кислоты.
6. Получение фталевого ангидрида?
7. Синтеза глицерина, перспективы развития?
8. Новые варианты синтеза фенола?

**Практическое задание для станции № 2**

Формальдегид производят главным образом окислительным дегидрированием метилового спирта. Почему процесс окисления метана в формальдегид не получил еще до настоящего времени большого развития?

### **Практическое задание для станции № 3**

Одним из компонентов для синтеза нейлона-6,6 является адипиновая кислота, которую производят окислением циклогексана по двухстадийному процессу. Сначала каталитически окисляют циклогексан до смеси циклогексанол–циклогексанон  $C_6H_{12} + O_2$   $C_6H_{11}OH$  и  $C_6H_{10}O$ , достигая селективности порядка 80% за счет малых степеней конверсии нафтена (4–6%, процесс Stamicarbon). Поясните, почему на второй стадии в качестве окислителя этой смеси используют пятикратный мольный избыток 60%-ной азотной кислоты.

### **Практическое задание для станции № 4**

Составьте функциональную схему получения терефталевой кислоты жидкофазным окислением п-ксилола кислородом.

## **4. Проверка практических заданий, выполненных обучающимися**

### **Защита решений**

Каждая группа озвучивает свое решение практического задания той станции, на которой она находится в конце занятия. Другие группы могут внести необходимые дополнения, задать вопросы на уточнение или оспорить предлагаемое решение.

## **5. Текущий контроль успеваемости по теме № 6**

Текущий контроль успеваемости проводится в форме теста. Шкала и критерии оценивания приведены в оценочных средствах по дисциплине «Производство композитных материалов» для данной ОПОП ВО, которые размещены на официальном сайте университета по ссылке <https://swsu.ru/sveden/education/eduop/>

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / А. Г. Касаткин. - 7-е изд. - Москва : Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1961. - 831 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220605> (дата

обращения 21.09.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

2. Суббочева, М. Ю. Теория химико-технологических процессов органического синтеза : учебное пособие / М. Ю. Суббочева, К. В. Брянкин, А. А. Дегтярев. - Тамбов : [б. и.], 2012. - 161 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277922> (дата обращения 21.09.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

4. Бухаров, С. В. Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза : учебное пособие / С. В. Бухаров, Г. Н. Нугуманова. - Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013. - 268 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258359> (дата обращения 21.09.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

5. Ахмедьянова, Р. А. Химическая технология переработки газового сырья: производство мономеров из газового сырья : учебное пособие / Р. А. Ахмедьянова, А. Г. Лиакумович. - Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2015. - 181 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427711> (дата обращения 21.09.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный.

6. Химическая технология органических веществ : учебное пособие / Т. Н. Собачкина, Е. С. Петрова, Ю. Б. Баранова, Г. В. Андреева, Н. В. Кудрина. - Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. - 80 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500955> (дата обращения 07.06.2023) . - Режим доступа : по подписке. - Текст : электронный