

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР

*Н.И. Никифорова* Н.И. Никифорова

«03» *мая* 2023 г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

**Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического**

**синтеза**

(наименование дисциплины)

**18.03.01 «Химическая технология»**

(код и наименование направления подготовки)

**«Химическая технология органических веществ»**

(программа подготовки)

**бакалавр**

квалификация

**очная, очно-заочная, заочная**

форма обучения

Нижнекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:

доцент кафедры Нефтехимического синтеза  
(должность)

  
(подпись)

Р.Н.Бариева  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Нефтехимического синтеза,  
протокол от 12 апреля 2023 г. № 8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

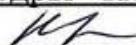
Р.З. Агзамов  
(Ф.И.О)

Эксперт:

Ответственный за ООП, разработчик УП

Новожилова А.И., доцент кафедры Нефтехимического синтеза НХТИ  
ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Ф.И.О., должность, организация, подпись



***Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины***

Компетенции:

ПК-4 Способен к оперативному управлению химико-технологическим объектом по производству органических веществ

ПК-4.1 Знает химию и технологию органических веществ, основы экономики производства; нормативы расхода сырья, материалов, топлива, реагентов,

ПК-4.2 Умеет читать проектную документацию; разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию, а также вносить предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и производственных программ; эффективно и безопасно эксплуатировать оборудование, здания и сооружения, закрепленные за производством; анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества, разрабатывать мероприятия по его предупреждению; проводить технико-экономическую оценку инженерных решений на основе расчета основных показателей экономической эффективности

ПК-4.3 Владеет навыками управления технологическим процессом; контроля соблюдения норм технологического режима, установленных регламентом, правил безопасности на технологическом объекте; контроля работы по повышению эффективности производства, сокращения норм расхода сырья, энергоресурсов, реагентов; проведения исследований и учет внеплановых остановок установок, оборудования, производственных неполадок; обеспечения своевременной и правильной координации работы технологического объекта в случаях аварийных ситуаций; методами оценки эффективности использования ресурсов предприятия для реализации технологических процессов и производства в целом; навыками сбора и обработки данных, необходимых для определения экономической эффективности

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b> (указать все темы из РПД)				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия, лабораторный практикум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ПК-4.1	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Контрольная работа, лабораторная работа №1,2, групповая дискуссия №1,2, практическая работа №1, зачет с оценкой, экзамен</i>
ПК-4.2	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Контрольная работа, лабораторная работа №1,2, групповая дискуссия №1,2, практическая работа №1, зачет с оценкой, экзамен</i>
ПК-4.3	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Тема 1-7</i>	<i>Контрольная работа, лабораторная работа №1,2, групповая дискуссия №1,2, практическая работа №1, зачет с оценкой, экзамен</i>

**Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы	
		min	max
Семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 6/7/8			
Выполнение практической работы	1	6	10
Выполнение лабораторных работ	2	9	16
Групповая дискуссия	2	3	4
Контрольная работа	1	18	30
Зачет с оценкой	1	24	40
ИТОГО		60	100
Семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/8/9			
Выполнение практической работы	1	6	10
Выполнение лабораторных работ	2	9	16
Групповая дискуссия	2	3	4
Контрольная работа	1	18	30
Экзамен	1	24	40
ИТОГО		60	100

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Курсовая работа	1	60	100

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			экзамен / зачет с оценкой
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному
---	---------	-------------------------------------	---

### Краткая характеристика оценочных средства

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	<i>Краткая характеристика оценочного средства</i>	<i>Представление оценочного средства в фонде</i>
1.	Практическое занятие	В ходе практических работ студенты овладевают умениями пользоваться работами с нормативными документами и инструктивными материалами, справочниками, составлять техническую документацию; выполнять чертежи, схемы, таблицы, решать разного рода задачи, делать вычисления, определять характеристики различных веществ, объектов, явлений. Цель практических занятий заключается в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.	Темы практических занятий; контрольные вопросы и задания по теме практического занятия
2.	Групповая дискуссия	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов
3.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология  
Профиль подготовки: «Химическая технология органических веществ»

**Лабораторные работы (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 6/7/8)**  
по дисциплине «Технология основного органического и нефтехимического синтеза»  
Лабораторная работа №1 «Пиролиз углеводов»

**Работа №1** Подбор оптимального состава углеводородного сырья с целью увеличения выхода газообразных продуктов пиролиза.

**Цель работы:** спланировать эксперимент последовательным симплекс-методом, найти состав сырья, при котором выход газообразных продуктов максимален.

**Приборы:** установка (рис. 1) включает в себя следующие приборы:

- 1 – делительная воронка (питание реактора),
- 2 – термopapa,
- 3 – электропечь для обогрева ректора,
- 4 – холодильник,
- 5 – приемник,
- 6 – газосчетчик,
- 7 – прибор показания температуры,
- 8 – регулятор температуры (ЛАТР),
- 9 – реактор.

**Реактивы:** в качестве сырья используем 3-х компонентную смесь: гексан, бензол, и изопрен.

#### **Расчет состава смеси углеводородов**

**Последовательный симплекс-метод (ПСМ).** Поиск оптимального состава сырья ведется методом ПСМ. ПСМ обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами оптимизации технологического процесса: простота ПСМ, движение к оптимуму практически осуществляется при очередном эксперименте, на любом этапе экспериментирования в поиск оптимальных значений факторов можно ввести новый фактор путем дополнительного включения в текущий симплекс-план всего лишь одного опыта.

Сущность метода ПСМ лучше всего продемонстрировать на следующем рисунке (рис.1). Предположим, что неизвестная нам зависимость выхода продукта от значений двух факторов выглядит так, как это отражено на рис. 1. Поиск значений  $X_1$  и  $X_2$ , при которых выход продукта максимален, начнем с области ограниченной точками 1,2,3. Каждый исследователь-технолог должен исходную область экспериментирования выбрать как можно ближе к оптимальной на основе своей практической интуиции или на основании каких-то теоретических рекомендаций.

После определения исходной области экспериментирования необходимо рассчитать конкретные значения факторов в каждом эксперименте. Расчет этих значений фактически сводится к расчету координат правильного симплекса - фигуры с числом вершин  $(k+1)$  на единицу больше числа факторов  $(k)$ . В данной работе симплексом является треугольник, как на рис.1.

Координаты вершин исходного симплекса определяют из следующей матрицы:

$$\begin{vmatrix} -r_1 - r_2 - r_3 \dots - r_{k-1} - r_k \\ R_1 - r_2 - r_3 \dots - r_{k-1} - r_k \\ 0 \quad R_2 - r_3 \dots - r_{k-1} - r_k \\ 0 \quad 0 \quad R_3 \dots - r_{k-1} - r_k \\ 0 \quad 0 \quad 0 \dots R_{k-1} - r_k \\ 0 \quad 0 \quad 0 \dots 0 \quad R_k \end{vmatrix}$$

Число строк в исходной матрице соответствует числу опытов  $N=k+1$ . а число столбцов равно числу факторов.

Значения  $r_k$  и  $R_k$  рассчитывают по уравнениям:

$$r_k = \frac{1}{\sqrt{2k(k+1)}} \quad R_k = \sqrt{\frac{k}{2(k+1)}}$$

В данной работе сырьем является 3-х компонентная смесь, поэтому варьируют два фактора  $x_1$  и  $x_2$  ( $N=k+1=3$ ) - процентное содержание в смеси гексана и бензола, процентное содержание изопрена является линейно зависимой переменной от содержания гексана и изопрена:  $x_3=100-(x_1+x_2)$ .

Исходная область экспериментирования определена в следующих интервалах:

$x_1=10$  % об - содержание гексана;  $x_2=70$  % об - содержание бензола;  $\delta=5$  % об - интервал варьирования факторов  $x_1$  и  $x_2$ .

Матрица исходного симплекса в относительных единицах будет выглядеть так:

Таблица 1.1 Матрица симплекс - плана для  $k=2$

N	$x_1$	$x_2$
1		
2		
3		

Для определения абсолютных значений факторов в исходном симплексе используют соотношение:

$$x_1^{i\delta i} = \frac{x_1^{\hat{a}\hat{a}\hat{n}} - x_1^{\hat{a}\hat{a}\hat{n}0}}{\delta_i}$$

где  $x_1^{i\delta i}$  - относительное значение  $i$ -ого фактора;

$x_1^{\hat{a}\hat{a}\hat{n}}$  - абсолютное значение  $i$ -ого фактора;

$x_1^{\hat{a}\hat{a}\hat{n}0}$  - абсолютное значение  $i$ -ого фактора;

$\delta_i$  - интервал варьирования  $i$ -ого фактора.

Матрица исходного симплекса - плана в абсолютных единицах:

N	$x_1$ , %об	$x_2$ , %об
1		
2		
3		

Стратегия поиска оптимума в методе ПСМ заключается в перемещении симплекса относительно вершины, имеющий наихудший результат. Наихудшая точка исходного симплекса заменяется новой, расположенной симметрично относительно вершины, имеющий наихудший результат. Наихудшая точка исходного симплекса заменяется новой, расположенной симметрично относительно центра грани симплекса, находящейся напротив наихудшей вершины. На рис. 1 наихудшая точка 1 исходного симплекса была заменена точкой 4, расположенной симметрично точке 1. Новый симплекс 2-3-4 при этом переместился в сторону оптимума.

Координаты каждой новой вершины находятся по следующей формуле:

$$x_{i,k+1} = \frac{2}{k} \sum_{i=0}^k x_{iu} - \frac{k+2}{k} x_{i0}; i=1,2,\dots,k$$

После того как состав углеводородной смеси рассчитан, проводят эксперимент.

### Выполнение работы

Пиролиз углеводородного сырья ведется на установке (рис. 1) при температуре 1000 °С.

Перед началом опыта проверяют правильность сборки, надежность и герметичность всех соединений установки. Включают электропечь 3 для обогрева реактора. После того как температура в реакторе достигнет 1000 °С, в холодильник 4 подают воду. Заданную температуру в реакторе поддерживают с помощью терморегулятора 8.

Приготовленную смесь углеводородов подают в дозатор 1. Момент подачи сырья в реакционную зону принимают за начало опыта. Все эксперименты необходимо проводить при постоянной объемной скорости подачи углеводородного сырья (время истечения сырья 30-35 мин).

По окончании опыта фиксируют объем газов прошедших через газовые часы 6 и массу жидкой фазы. Составляют материальный баланс процесса, рассчитывают выход газообразных продуктов пиролиза. Сравнивают значения выхода газообразных продуктов, наихудший результат отбрасывают и рассчитывают новый состав смеси углеводородов. Эксперименты проводят пока не будет достигнуто предельное значение выхода газообразных продуктов, после ухудшения показателя процесса работу прекращают.

### Оформление результатов

Составляют материальный баланс процесса пиролиза:

1. Рассчитывают массу подданного сырья  $m_{см} = V_{см} \cdot \rho_{см}$ , где  $V_{см}$ ,  $\rho_{см}$  - объем (мл) и плотность (г/мл) углеводородной смеси. Плотность смеси рассчитывают по формуле  $\rho_{см} = \alpha_1 \cdot \rho_1 + \alpha_2 \cdot \rho_2 + \alpha_3 \cdot \rho_3$ ,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  - объемные проценты соответственно гексана, изопрена, бензола, %об;  $\rho_1, \rho_2, \rho_3$  - плотности соответственно гексана, изопрена, бензола, г/мл.

2. Рассчитывают массу газообразных продуктов пиролиза, условно считая, что в основном они содержат этилен  $m_{газ} = \frac{V}{V_{н.у.}} \cdot \dot{V}$  где  $V$  - объем газообразных продуктов по газосчетчику, л;  $V_{н.у.}$  - молярный объем газа при нормальных условиях;  $V_{н.у.} = 22,4$  л/моль;  $M_{эт}$  - молярная масса этилена,  $M_{эт} = 28$  г/моль.

3. Массу жидких продуктов находят по разности масс сухого приемника и приемника с жидкой фракцией.

4. Рассчитывают массу кокса, отложенного внутри реактора  $m_{кокс} = m_{см} - m_{газ} - m_{жид}$

Результаты заносят в таблицу 1.2

Таблица 1.2 Материальный баланс процесса пиролиза

Приход, г		Расход, г	
1. Углеводородное сырье в том числе гексан изопрен бензол		1. Жидкие продукты пиролиза 2. Газообразные продукты пиролиза 3. Кокс	

Рассчитывают выход газообразных продуктов:  $\eta = \frac{m_{газ}}{m_{см}} \cdot 100\%$

Результаты эксперимента приводят в таблице 1.3

Таблица 1.3 Поиск методом ПСМ оптимального состава

N	$\alpha_1$ , %об	$\alpha_2$ , %об	$\eta$ , %	Примечание
---	------------------	------------------	------------	------------

1				{ Исходный симплекс
2				
3				
4				Отброшена точка i. Новый симплекс *_*_*
5				Отброшена точка i. Новый симплекс *_*_*

## Работа №2 Изучение влияния температуры на выход газообразных продуктов пиролиза

**Цель работы:** спланировать эксперимент последовательным симплекс-методом, найти состав сырья, при котором выход газообразных продуктов максимален.

**Приборы:** установка (рис. 1) включает в себя следующие приборы

- 1 - делительная воронка (питание реактора),
- 2 - термopapa,
- 3 - электропечь для обогрева реактора,
- 4 - холодильник,
- 5 - приемник,
- 6 - газосчетчик,
- 7 - прибор показания температуры,
- 8 - регулятор температуры (ЛЛТР),
- 9 - реактор.

**Реактивы:** в качестве сырья используем 3-х компонентную смесь: гексан, бензол, изопрен.

### Выполнение работы

Эксперименты проводят на установке пиролиза (рис. 1), методические указания к выполнению работы изложены в работе №1. Найденный в работе №1 оптимальный состав сырья подвергается пиролизу при 4-х различных температурах: 600 °C, 800 °C, 1000 °C, 1200 °C.

Эксперименты необходимо проводить при постоянной объемной скорости подачи углеводородного сырья (время истечения сырья 30-35 мин). По окончании опыта фиксируют объем газов прошедших через газовые часы 6 и массу жидкой фазы.

### Оформление результатов

Составляют материальный баланс, результаты заносят в таблицу. Рассчитывают выход газообразных продуктов, вычисления заносят в таблицу 1.4

Таблица 1.4

N	T, °C	V <sub>газ</sub> , л	η, %
1	600		
2	800		
3	1000		
4	1200		

На основании полученных данных строят графики зависимостей выхода газообразных продуктов пиролиза от температуры.

## Работа №3 Зависимость выхода газообразных продуктов пиролиза от времени пребывания углеводородного сырья в реакторе

**Цель работы:** спланировать эксперимент последовательным симплекс-методом, найти состав сырья, при котором выход газообразных продуктов максимален.

**Приборы:** установка (рис. 1) включает в себя следующие приборы:

- 1 – делительная воронка (питание реактора),
- 2 – термopapa,
- 3 – электропечь для обогрева ректора,

- 4 – холодильник,
- 5 – приемник,
- 6 – газосчетчик,
- 7 – прибор показания температуры,
- 8 – регулятор температуры (ЛАТР),
- 9 – реактор.

**Реактивы:** в качестве сырья используем 3-х компонентную смесь: гексан, бензол, изопрен.

### Выполнение работы

Эксперименты проводят на установке пиролиза (рис. 1), методические указания к выполнению работы изложены в работе №1. Найденный в работе №1 оптимальный состав сырья подвергается пиролизу при 4-х различных значениях скорости подачи сырья: 600 °С, 800°С, 1000°С, 1200°С.

Эксперименты необходимо проводить при постоянной объемной скорости подачи углеводородного сырья (время истечения сырья 30-35 мин). По окончании опыта фиксируют время истечения исходного сырья, объем газов, прошедших через газовые часы б, и массу жидкой фазы.

### Оформление результатов

Составляют материальный баланс, результаты заносят в таблицу. Рассчитывают выход газообразных продуктов, вычисления заносят в таблицу 1.5

Таблица 1.5

N	$\tau_{\text{ист}}, \text{с}$	$V_{\text{об}}, \text{м}^3/\text{с}$	$\tau_{\text{пр}}, \text{с}$	$\eta, \%$
1				
2				
3				
4				

Объемную скорость подачи сырья рассчитывают по формуле:

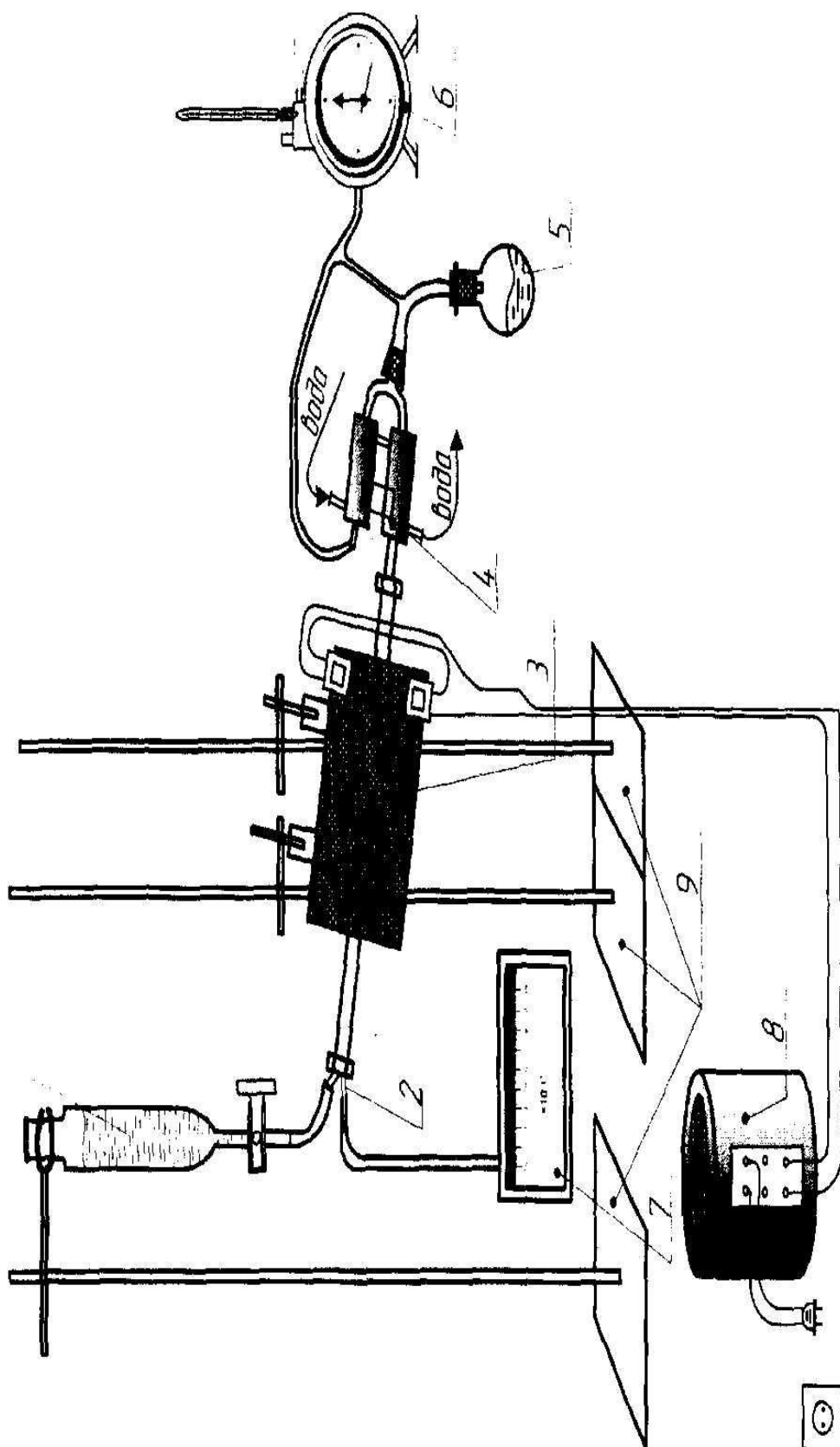
$$V_{\text{ид}} = \frac{V_{\text{нл}}}{\tau_{\text{внл}}} \text{ где } V_{\text{см}}, \tau_{\text{ист}} - \text{объем и время истечения смеси углеводородов.}$$

Время пребывания сырья в реакторе находят по формуле:

$$\tau_{\text{ид}} = \frac{V_{\text{ид}}}{V_{\text{д}}}, \text{ где } V_{\text{р}} - \text{объем реактора, } V_{\text{д}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h, \text{ где } d, h - \text{диаметр и высота}$$

реактора.

На основе полученных данных строят графики зависимостей выхода газообразных продуктов пиролиза от времени пребывания в реакторе углеводородной смеси.



### Критерии оценки:

Студент должен выполнить две лабораторные работы.

Максимально 16 баллов – за полностью решенные и грамотно оформленные практические работы;

Минимально 9 баллов – за неполный ответ с допущением грубых ошибок.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Вопросы для зачёта с оценкой (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 6/7/8)**

по дисциплине Технология основного органического и нефтехимического синтеза

1. Продукты, производимые промышленностью ООHC.
2. Схемы сырьевых потоков на предприятиях ООHC (на примере ОАО «НКНХ»).
3. Основное сырьё для промышленности органического синтеза.
4. Термическая стабильность углеводородов. Химические реакции, протекающие при пиролизе. Первичные и вторичные реакции. Факторы, влияющие на состав и выход продуктов пиролиза.
5. Пиролиз углеводородов с целью получения низших олефинов. Сырьё пиролиза. Структура установки пиролиза.
6. Переработка продуктов пиролиза (пирогаз и пиробензин). Применение процессов адсорбции и гидрирования для очистки целевых фракций.
7. Основные продукты пиролиза и методы их разделения.
8. Основные способы получения мономеров и других непредельных соединений.
9. Совместное производство стирола и окиси пропилена. Узел получения гидроперекиси этилбензола.
10. Совместное производство стирола и окиси пропилена. Узел эпексидирования.
11. Совместное производство стирола и окиси пропилена. Узел дегидрирования метилфенилкарбинола.
12. Технологическая схема получения этилбензола.

**Критерии оценки:**

6 семестр:

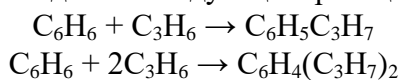
Максимально 40 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы.

Минимально 24 балла – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений

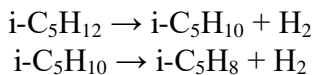
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Комплект вопросов для контрольной работы (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 6/7/8)  
по дисциплине Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического  
синтеза**

1. Составить материальный баланс производства изопропилбензола алкилированием бензола пропиленом в присутствии хлористого алюминия производительностью 80 тысяч тонн в год. Конверсия бензола составляет 85%, конверсия пропилена – 98%, селективность по изопропилбензолу – 75%. Количество часов работы установки в год – 8000. Процесс идет по следующим реакциям:



2. Составить материальный баланс первой стадии производства изопрена двухстадийным дегидрированием изопентана из расчета 200 тысяч изопрена в год. Изопрен получают в две стадии:



Расходный коэффициент изоамиленов на изопрен равен 1,5. Конверсия изопентана на первой стадии составляет 40%, селективность по изоамиленам – 80%. В качестве побочных продуктов на первой стадии образуются легкие углеводороды. Количество часов работы установки в год – 8000.

3. Дать определения следующим понятиям:

- 1) расходные коэффициенты;
- 2) качество продукта;
- 3) производительность аппаратуры;
- 4) себестоимость продукта.

**Критерии оценки контрольной работы:**

Студент должен сдать 1 контрольную работу:

Максимально 30 баллов – за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;  
минимально 18 баллов – за неполный ответ с допущением ошибок.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Комплект заданий для групповых дискуссий (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 6/7/8)**

по дисциплине Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического синтеза

Групповая дискуссия №1 «Структура промышленности органического и нефтехимического синтеза»

1. Продукты, производимые промышленностью ООНС.
2. Основные сырьевые ресурсы ООНС (коксохимическое сырье, нефть, попутный газ).
3. Схемы сырьевых потоков на предприятиях ООНС (на примере ОАО «НКНХ»).
4. Основные способы получения мономеров и других непредельных соединений в промышленности ООНС (высшие и низшие олефины).
5. Способы получения поверхностно-активных веществ и синтетических масел.

Групповая дискуссия №2 «Пиролиз углеводородов»

1. Термическая стабильность углеводородов. Химические реакции, протекающие при пиролизе. Первичные и вторичные реакции. Радикальный механизм реакции пиролиза на примере разложения этана. Факторы, влияющие на состав и выход продуктов пиролиза.
2. Пиролиз углеводородов с целью получения низших олефинов. Сырье пиролиза. Структура установки пиролиза.
3. Переработка пирогаза и пиробензина. Применение процессов адсорбции и гидрирования для очистки продуктов пиролиза. используемые адсорбенты и катализаторы гидрирования.
4. Установка гидродеалкилирования. Реакции, лежащие в основе процессов гидродеалкилирования и гидрокрекинга. Разделение продуктов гидродеалкилирования.

**Критерии оценки групповых дискуссий:**

Студент должен участвовать в двух групповых дискуссиях.

Максимально 4 баллов – за полностью решенные и грамотно оформленные практические работы;

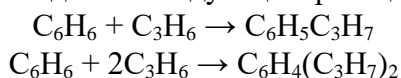
Минимально 3 баллов – за неполный ответ с допущением ошибок.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

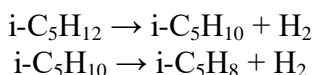
**Комплект заданий для практических работ (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/9/9)**  
по дисциплине Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического  
синтеза

Практическая работа №1

1. Составить материальный баланс производства изопропилбензола алкилированием бензола пропиленом в присутствии хлористого алюминия производительностью 75 тысяч тонн в год. Конверсия бензола составляет 75%, конверсия пропилена – 90%, селективность по изопропилбензолу – 85%. Количество часов работы установки в год – 8000. Процесс идет по следующим реакциям:



2. Составить материальный баланс первой стадии производства изопрена двухстадийным дегидрированием изопентана из расчета 240 тысяч изопрена в год. Изопрен получают в две стадии:



Расходный коэффициент изоамиленов на изопрен равен 1,3. Конверсия изопентана на первой стадии составляет 50%, селективность по изоамиленам – 75%. В качестве побочных продуктов на первой стадии образуются легкие углеводороды. Количество часов работы установки в год – 8000.

3. Дать определения следующим понятиям:

- 1) расходные коэффициенты;
- 2) качество продукта;
- 3) производительность аппаратуры;
- 4) себестоимость продукта.

**Критерии оценки практической работы:**

Студент должен выполнить одну практическую работу.

Максимально 10 баллов – за полностью решенные и грамотно оформленные практические работы;

Минимально 6 баллов – за неполный ответ с допущением ошибок.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Комплект заданий для лабораторных работ (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.7/8/8;9)**

по дисциплине Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического  
синтеза

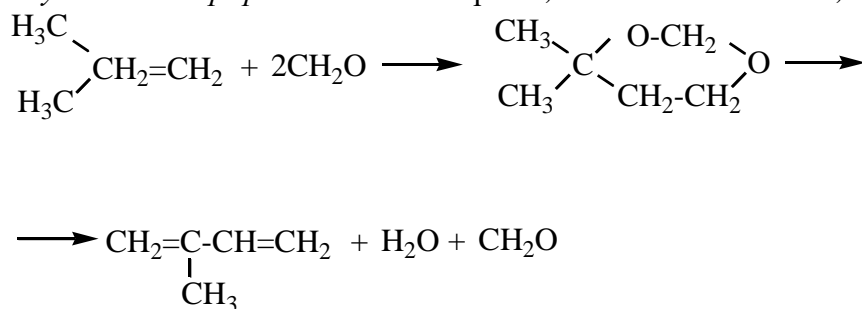
Лабораторная работа №1 «ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОПРЕНА РАЗЛОЖЕНИЕМ 4,4-ДИМЕТИЛДИОКСАНА-1,3»

Цель работы: Ознакомление с методами производства важнейшего мономера - изопрена. Получение изопрена разложением 4, 4-диметилдиоксана-1,3, определение выхода на пропущенный и разложенный диметилдиоксан, а также выхода изобутенилкарбинола, общей степени конверсии диметилдиоксана, составление баланса реакции разложения его и определение времени контакта.

**Теоретическая часть.**

*Изопрен*, или 2-метилбутадиен - 1,3 – один из важнейших мономеров, применяемых в настоящее время для получения как сополимерных синтетических каучуков, так и стереорегулярного полиизопренового каучука СКИ-3. Последний по своим свойствам близок к натуральному каучуку, а по некоторым показателям даже превосходит его.

Изопрен можно получать различными путями, но в настоящее время наиболее хорошо разработанным и освоенным способом получения изопрена является синтез его из *изобутилена* и *формальдегида* через *4,4-диметилдиоксан-1,3*:



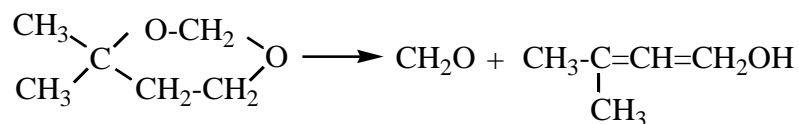
Конденсация изобутилена с формальдегидом осуществляется под давлением в присутствии серной кислоты. Разложение 4, 4-диметилдиоксана-1, 3 идет в присутствии катализаторов-фосфатов кальция. Лучшим по активности, устойчивости и удовлетворительной прочности оказался смешанный катализатор, содержащий 20-25% двузамещенного фосфата кальция (катализатор КСД).

Реакцию необходимо проводить в присутствии водяных паров. Катализатор в отсутствие водяного пара теряет свою активность, так как идет процесс распада:



В присутствии больших количеств водяного пара протекает практически только основная реакция образования изопрена, а побочная реакция распада диоксана с отложением смолистых соединений либо не идет вовсе, либо ее удельный вес мал. Оптимальное соотношение воды к диоксану составляет 2,5 кг на 1 кг или 15:1 (в моль).

Следует указать, что избыток паров воды против оптимального может затормозить реакцию распада диметилдиоксана на промежуточной стадии образования изобутенилкарбинола:



Изменение температуры влияет на выход изопрена. Чем выше температура реакции, тем меньшее время контакта требуется для достижения максимального выхода.

Практическими опытами установлено, что наилучший выход изопрена (70-75%) на пропущенный и (80-85%) на разложенный диоксан на катализаторе КСД при 350 °С получается при скорости подачи диметилдиоксана 0,7 – 1 л/(л катализатора·ч). Это соответствует времени контакта, 0,50-0,55 сек.

#### Характеристика сырья и продукта.

4, 4-Диметилдиоксан-1, 3 – бесцветная прозрачная жидкость, легко воспламеняющаяся, т. кип. 133,4° С,  $d_4^{20} = 0,9634$ ,  $n_D^{20} = 1,4238$ , М = 116. Жидкость наркотического действия. Технический диметилдиоксан (96%-ный) содержит примеси триметилкарбинола, непредельных спиртов и воды. С водой диоксан образует азеотроп, кипящий при 92,8°С и имеющий состав: диметилдиоксана – 65 масс.%, воды – 35 масс.%. Растворимость при 20°С диоксана в воде – 18 масс. %, воды в диоксане – 2,8 масс. %.

Изопрен в нормальных условиях представляет собой бесцветную подвижную жидкость, нерастворимую в воде и хорошо растворяющуюся в спирте, эфире и других органических растворителях. Т. кип. изопрена при атмосферном давлении 32,6 °С, т. пл. – 146,8 °С. Изопрен легко воспламеняется; работа с ним требует большой осторожности.

По физиологическим свойствам изопрен похож на бутadiен, однако более активен. Присутствие в атмосфере небольшого количества паров изопрена вызывает ощущение сухости во рту и усиливает сердцебиение.

#### Реактивы и оборудование

4,4- Диметилдиоксан -1,3	30-50мл	Прибор с елочным дефлегматором для перегонки диметилдиоксана	1
Промышленный катализатор КСД		Установка разложения диметилдиоксана	1
		Пробирка(20мл) для испарения изопрена из конденсата в газометр	1
		Конические колбы с пробками (50мл)	2

#### Экспериментальная часть

Перед проведением реакции разложения технический диметилдиоксан перегоняют из колбы с елочным дефлегматором, отбирают фракцию с т. кип. 131-135°С. Одновременно с этим проводят активацию катализатора. Активация заключается в медленном подъеме температуры в течение 1-1,5 ч до 350-375°С и в выдержке при этой температуре в течение 20-30 мин. Начиная со 150°С до конца активации в печь подается вода со скоростью 1,3 л/(л катализатора·ч) и медленно просасывается воздух с помощью газометра самой установки разложения, либо воздуходувкой или водоструйным насосом. Объем катализатора в печи 30 мл при среднем размере зерен его 3х3 мм. По окончании активации, не прекращая подачи воды в реактор, перестают просасывать воздух. Затем начинают дозировать диметилдиоксан в количестве 30 мл со скоростью 0,7 мл/(л катализатора·ч). Одновременно удаляют водный конденсат из приемника. При таком проведении процесса на 1 моль диметилдиоксана подается не менее 7 моль воды.

В приемную колбу попадает вся вода, непрореагировавший диметилдиоксан, формальдегид, значительная часть изопрена, изобутенилкарбинол и другие примеси. Несконденсировавшиеся в водяном холодильнике газы поступают в градуированный газометр с насыщенным раствором поваренной соли.

Как только закончится дозировка диметилдиоксана, выключают обогрев печи, но в реактор продолжают пропускать воду для вытеснения продуктов реакции и охлаждения катализаторного слоя до 150°C. Скорость пропускания воды такая же, как и во время опыта.

По окончании пропускания воды по возможности быстро сливают из приемника водный и углеводородный слои в две предварительно взвешенные и охлажденные в ледяной воде конические колбочки с пробками. Затем через сливной кран приемника конденсата просасывают воздух в газометр с контактным газом для его разбавления (3-кратное). При таком разбавлении исключается конденсация изопрена в газометре. Измеряют объем газа в нем, приводят к нормальным условиям и отбирают пробы в две пипетки; в одной определяют содержание изопрена, в другой производят групповой анализ на приборе ВТИ-2 или полный анализ на хроматографе.

Углеводородный и водный слои конденсата взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г и анализируют.

В углеводородном слое определяют содержание изопрена, изобутенилкарбинола, диоксана, формальдегида, а в водном слое определяют содержание формальдегида и рассчитывают количество диоксана по растворимости в воде.

На основании опытных данных и результатов анализа производят расчет выходов при контактном расщеплении 4,4-диметилдиоксана-1,3 и составляют примерный материальный баланс. В конце определяют действительное время контакта.

#### **Расчет выходов при контактном разложении 4,4-диметилдиоксана-1,3.**

1. Количество пропущенного диоксана:

$$g_1 = V \cdot d \quad (\text{г})$$

$$m_1 = \frac{g_1}{M} \quad (\text{моль})$$

где  $V$ —объем диоксана, мл;  $d$  - плотность, г/см<sup>3</sup>;  $M$ —молекулярный вес диоксана.

2. Количество обратного диоксана:

$$g_2 = V_{\text{об}} \cdot d \quad (\text{г})$$

$$m_2 = \frac{g_2}{M} \quad (\text{моль})$$

где  $V_{\text{об}}$  - объем непрореагировавшего диоксана, мл (по данным анализа).

3. Количество диоксана, превращенного в газ (в моль):

$$m_3 = \frac{V_r^o (H_{68} + H_{84})}{100 \cdot 22,4}$$

$V_r^o$ —объем контактного газа, приведенного к нормальным условиям, л;  
 $H_{68} + H_{84}$  — общее содержание непредельных в контактном газе, поглощенных 68 и 84% серной кислотой, объемн. %.

4. Количество диоксана, превращенного в изопрен (в моль):

$$m_4 = \frac{V_r^o \cdot x_u}{100 \cdot 22,4} + \frac{A \cdot g_u}{100 \cdot M_u}$$

где  $x_u$  - содержание изопрена в контактном газе, объемн. %;

$g_u$  - содержание изопрена в конденсате, масс. %;

$A$  - вес конденсата, г;

$M_u$  — молекулярный вес изопрена.

5. Количество диоксана, превращенного в изобутенилкарбинол (в моль):

$$m_5 = \frac{A \cdot g_k}{100 \cdot M_k}$$

где  $g_k$  - содержание изобутенил карбинола в конденсате, масс. %;

$M_k$  - молекулярный вес.

Затем определяют конверсию диметилдиоксана (в мол. %) по газам  $\left(\frac{m_3}{m_1} \cdot 100\right)$ , по возврату диоксана  $\left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\right)$ , выход изопрена на пропущенный  $\left(\frac{m_4}{m_1} \cdot 100\right)$  и на разложенный  $\left(\frac{m_4}{m_1 - m_2} \cdot 100\right)$  диоксан, определяют содержание изопрена в контактном газе  $\left(\frac{m_3}{m_4} \cdot 100\right)$ , выход изопрена на разложенный диоксан, с учетом образования изобутенилкарбинола  $\left(\frac{m_4}{m_1 - m_2 - m_5} \cdot 100\right)$ . Определяют также выход формальдегида на разложенный диоксан. Затем определяют потери диоксана в % к пропущенному диоксану:

$$\left(\frac{m_1 - (m_2 + m_3 + m_4 + m_5)}{m_1} \cdot 100\right)$$

Расчет материального баланса сводят в таблицу.

#### Материальный баланс разложения 4, 4-диметилдиоксана-1, 3 на катализаторе КСД

Условия: температура: 375—395°C; объемная скорость по диметилдиоксану (ДМД) 0,5—1,5 л/(л катализатора · ч)

Пропущено, г		Получено контактного газа, г			Получено конденсата, г						Баланс опыта	Выход изопрена		Степень конверсии ДМД, %
ДМД	H <sub>2</sub> O	Изопрена	Неопределенных	Прочих, кроме O <sub>2</sub> и H <sub>2</sub> O	Изопрена	Карбинола	CH <sub>2</sub> OH	ДМД	H <sub>2</sub> O	Прочих		На пропущенный	На разложенный	

Расчет среднего времени контакта Т (в сек):

$$\tau = \frac{V_k \cdot 273 \cdot P}{V_r \cdot T \cdot 760}$$

где  $V_k$  – свободный объем катализатора, мл;

$V_r$  – объем пропускаемых паров диметилдиоксана и воды, мл/сек;

P – давление в системе, мм рт. ст.;

T – температура реакции, °K.

Для приблизительных расчетов свободный объем катализаторного слоя можно Припятть равным одной трети объема катализатора:

$$V_r = \frac{V_{\text{ДМД}} + V_{\text{H}_2\text{O}}}{t}$$

где t – общее время пропускания диметилдиоксана;

$V_{\text{ДМД}}$  и  $V_{\text{H}_2\text{O}}$  – объем паров диметилдиоксана и воды, прошедших через слой катализатора за время t.

### Приложение

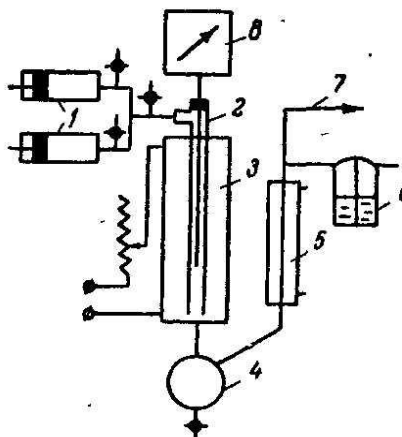


Рис. 1. Схема установки разложения диметилдиоксана:

1 – дозатор; 2 – реактор; а – трубчатая печь с электрообогревом; 4 – приемник; 5 – холодильник; 6 – склянка Тищенко; 7 – отвод газа и газометр постоянного давления; 8 – милливольтметр.

#### **Критерии оценки лабораторных работ:**

Студент должен выполнить две лабораторные работы.

Максимально 16 баллов – за полностью решенные и грамотно оформленные практические работы;

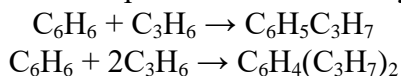
Минимально 9 баллов – за неполный ответ с допущением грубых ошибок.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

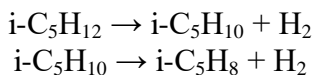
**Комплект заданий для практических работ (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/8/9 )**  
по дисциплине Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического  
синтеза

Практическая работа №1

1. Составить материальный баланс производства изопропилбензола алкилированием бензола пропиленом в присутствии хлористого алюминия производительностью 110 тысяч тонн в год. Конверсия бензола составляет 76%, конверсия пропилена – 93%, селективность по изопропилбензолу – 75%. Количество часов работы установки в год – 8400. Процесс идет по следующим реакциям:



2. Составить материальный баланс первой стадии производства изопрена двухстадийным дегидрированием изопентана из расчета 190 тысяч изопрена в год. Изопрен получают в две стадии:



Расходный коэффициент изоамиленов на изопрен равен 1,45. Конверсия изопентана на первой стадии составляет 55%, селективность по изоамиленам – 83%. В качестве побочных продуктов на первой стадии образуются легкие углеводороды. Количество часов работы установки в год – 8400.

3. Дать определения следующим понятиям:

- 1) мощность аппаратуры;
- 2) интенсивность процесса;
- 3) производительность труда;
- 4) себестоимость продукта.

**Критерии оценки практической работы:**

Студент должен выполнить одну практическую работу.

Максимально 10 баллов – за полностью решенные и грамотно оформленные практические работы;

Минимально 6 баллов – за неполный ответ с допущением ошибок.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Комплект заданий для групповых дискуссий (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/8/9)  
по дисциплине Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического  
синтеза**

**Групповая дискуссия №1 «Производство стирола»**

1. Технологическая схема получения этилбензола. Химические реакции, лежащие в основе процесса. Каталитический комплекс. Условия процесса. Отмывка и нейтрализация реакционной массы. Ректификация реакционной массы.
2. Технологическая схема совместного производства стирола и окиси пропилена. Получение гидроперекиси этилбензола. Процесс эпексидирования. Дегидратация МФК. Химические реакции и условия протекающих процессов.
3. Альтернативные способы получения стирола.

**Групповая дискуссия №2 «Процессы полимеризации и олигомеризации в нефтехимическом синтезе»**

1. Механизм катионной полимеризации на примере производства бутилкаучука. Технологическая схема получения бутилкаучука.
2. Производство тримеров и тетрамеров пропилена. Химизм, технологическая схема, направления использования готовой продукции.
3. Производство линейных  $\alpha$ -олефинов. Химизм, технологическая схема, направления использования готовой продукции.

**Критерии оценки групповых дискуссий:**

Студент должен участвовать в двух групповых дискуссиях.

Максимально 4 баллов – за полностью решенные и грамотно оформленные практические работы;

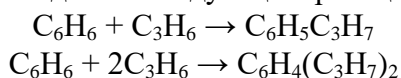
Минимально 3 баллов – за неполный ответ с допущением ошибок.

\

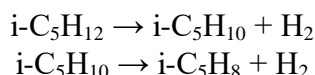
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Комплект вопросов для контрольной работы (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/8/9 )**  
по дисциплине Б1.В.06 Технология основного органического и нефтехимического  
синтеза

1. Составить материальный баланс производства изопропилбензола алкилированием бензола пропиленом в присутствии хлористого алюминия производительностью 90 тысяч тонн в год. Конверсия бензола составляет 79%, конверсия пропилена – 95%, селективность по изопропилбензолу – 69%. Количество часов работы установки в год – 8400. Процесс идет по следующим реакциям:



2. Составить материальный баланс первой стадии производства изопрена двухстадийным дегидрированием изопентана из расчета 220 тысяч изопрена в год. Изопрен получают в две стадии:



Расходный коэффициент изоамиленов на изопрен равен 1,6. Конверсия изопентана на первой стадии составляет 45%, селективность по изоамиленам – 87%. В качестве побочных продуктов на первой стадии образуются легкие углеводороды. Количество часов работы установки в год – 8400.

3. Дать определения следующим понятиям:

- 1) мощность аппаратуры;
- 2) интенсивность процесса;
- 3) производительность труда;
- 4) себестоимость продукта.

**Критерии оценки контрольной работы:**

Студент должен сдать 1 контрольную работу:

Максимально 30 баллов – за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;  
минимально 18 баллов – за неполный ответ с допущением ошибок.

**Тестовые задания по дисциплине: «Технология основного органического и нефтехимического синтеза»**

(8 зачетных единиц, экзамен)  
(семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/8/9 )

**Раздел 1. Введение**

**Тема 1. Источники сырья и исходные вещества для органического синтеза**

*1. Задание закрытой формы с единичным выбором:*

1. Основными источниками для органического сырья являются:  
а) металлы  
б) кислоты  
**в) нефть**  
г) соли
2. Рециклы обеспечивают:  
а) неполное использование сырья  
б) уменьшение выхода продуктов  
**в) получение продуктов требуемой чистоты**  
г) все выше перечисленные варианты
3. Количество реакционно – аппаратных стадий, осуществляемые при химическом превращении веществ:  
**а) 1-3**  
б) 2-4  
в) 1-4  
г) 3-5
4. Укажите понятие, характеризующее количество сырья израсходованного в ходе протекания химического процесса:  
а) селективность  
**б) конверсия**  
в) выход на пропущенное сырье  
г) расходный коэффициент
5. Для интенсификации химических стадий применяют:  
а) высокоактивные ингибиторы  
б) низкоактивные ингибиторы  
**в) высокоактивные катализаторы**  
г) низкоактивные катализаторы

*2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

6. Рециклы обеспечивают:  
**а) более полное использование сырья**  
**б) увеличение выхода продуктов**  
**в) получение продуктов требуемой чистоты**

г) утилизацию тепла

7. Для интенсификации химических стадий применяют:

- 1) катализаторы
- 2) высокие температуры
- 3) ингибиторы
- 4) давления или вакуум

3. Задание открытой формы:

Вставить пропущенные слова

8. Основными источниками для органического синтеза являются нефть и \_\_\_\_\_. (газ)

9. Основными технико-экономическими показателями процесса являются степень превращения и \_\_\_\_\_. (селективность)

10. Для интенсификации химических стадий применяется температура, давление и \_\_\_\_\_. (катализатор)

11. Сырьем для органического и нефтехимического синтеза служат предельные, непредельные и ароматические \_\_\_\_\_. (углеводороды)

12. При конверсии, равной 1, для реакции требуется 30 кг чистого реагента. Если конверсия равна 0,6 количество реагента потребуется \_\_\_\_\_ кг. (50)

13. Температура, катализатор и \_\_\_\_\_ применяется для интенсификации химических стадий \_\_\_\_\_. (давление)

14. Получение химических продуктов на основе нефти и углеводородных газов синтетическим путем называется \_\_\_\_\_ синтез. (нефтехимический)

15. Для реакции взят технический реагент массой 10 кг, содержание примесей в нем 5 % масс. Масса примесей составит \_\_\_\_\_ кг. (0,5)

16. \_\_\_\_\_ понятие, характеризующее количество сырья израсходованного в ходе протекания химического процесса (конверсия)

17. Катализаторный раствор подвергают регенерации в следующей последовательности: осаждение, растворение и \_\_\_\_\_ осадка гидроксидов металлов. (фильтрация)

4. Задание на установление правильной последовательности:

Установите правильную последовательность

18. Хроматографический анализ газообразных углеводородов проводят в следующей последовательности:

- |   |     |
|---|-----|
| определяют содержание $O_2$ , $N_2$ , $CH_4$ , $CO$ , $C_2H_6$                          | (2) |
| определяют содержание водорода в газе   | (1) |
| определяют содержание $O_2 + N_2 + CH_4 + CO$ , $C_2H_6 + C_2H_4$ , $C_3H_8$ , $C_3H_6$ | (3) |

5. Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

19. Установите соответствия:

1. Для разделения смесей или очистки высококипящих жидких веществ применяется	А) Простая перегонка
2. Эффективное разделение веществ с близкой температурой кипения обеспечивает	Б) Перегонка в вакууме
3. Наиболее быстрым методом разделения смеси жидких веществ является	В) Ректификация

( 1 – Б, 2-В, 3 – А)

20. Установите соответствия между этапами химико-технологического процесса по мере преобразования исходных веществ в целевые продукты

Этапы химико-технологического процесса	Порядковый номер этапа
А) Выделение целевого продукта	1
Б) Подготовка сырья	2
В) Химическое превращение	3
Г) Утилизация побочных продуктов	4

(1 - Б, 2 – В, 3 – А, 4 – Г)

## Раздел 1 Введение

### Тема 2 Коксохимическое и нефтехимическое сырье

1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

1. Основной способ производства этилена

- а) **пиролиз углеводородного сырья**
- б) коксование каменного угля
- в) кислотная олигомеризация олефинов
- г) диспропорционирование олефинов

2. Газофракционирующие установки используют для разделения

- а) природного газа
- б) **попутного газа**
- в) газа конденсатных месторождений
- г) легких фракций нефти

3. Какой класс углеводородов, как правило, в нефти не содержится

- а) нафтены
- б) парафины
- в) арены
- г) **олефины**

4. Недостатком карбамидной депарафинизации нефти является

- а) применение дорогостоящих растворителей
- б) применение высоких температур
- в) ограниченный выбор используемого депарафинизируемого сырья
- г) **низкая селективность**

5. Природный газ выгодно использовать только как источник

- а) **метана**
- б) этана
- в) пропана
- г) бутана

2. Задание закрытой формы с множественным выбором:

6. Основным источником для получения ароматических углеводородов является
- а) попутный газ
  - б) каменный уголь**
  - в) природный газ
  - г) нефть
7. Десорбцию парафинов можно проводить (выделение н-парафинов с помощью цеолитов)
- а) снижением давления**
  - б) повышением давления
  - в) снижением температуры
  - г) повышением температуры**
  - д) вытеснением другими веществами**

3. Задание открытой формы:  
Вставить пропущенные слова

8. На установках пиролиза в качестве сырья для получения этилена используется \_\_\_\_\_ фракция переработки нефти. **(бензиновая)**
9. \_\_\_\_\_ углеводородного сырья – основной способ получения низших олефинов. **(пиролиз)**
10. Промышленный процесс переработки бензиновых и лигроиновых фракций нефти с целью получения высококачественных бензинов и ароматических углеводородов – это **(риформина)**
11. Основными ароматическими продуктами каталитического риформинга являются бензол, \_\_\_\_\_ и ксилол. **(толуол)**
12. Установка ЭЛОУ предназначена для обезвоживания и \_\_\_\_\_ нефти. **(обессоливания)**
13. Кубовый остаток вакуумной перегонки мазута – \_\_\_\_\_. **(гудрон)**
14. Процесс химического превращения органических веществ нефтяных фракций под воздействием водорода при высоком давлении и температуре – это \_\_\_\_\_. **(гидроочистка)**
15. Кубовый остаток атмосферной перегонки нефти – \_\_\_\_\_. **(мазут)**
16. \_\_\_\_\_ газ – основной источник метана. **(природный)**
17. ЦГФУ – установки, предназначенные для разделения \_\_\_\_\_ газа. **(попутного)**

4. Задание на установление правильной последовательности:  
Установите правильную последовательность

18. Последовательность увеличения средней температуры кипения нефтепродуктов

- Керосиновая фракция (2)  
Бензиновая фракция (1)  
Мазут (4)  
Дизельная фракция (3)

5. Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

19. Соответствие между исходным веществом для органического синтеза и промышленным способом его получения

Исходное вещество	Способ получения
1) низшие парафины	А) пиролиз углеводородов
2) олефины	Б) переработка попутного газа
3) ароматические углеводороды	В) каталитическая конверсия углеводородов
4) синтез-газ	Г) коксование каменного угля

(1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В)

20. Соответствие между химико-технологическим процессом и условиями его проведения

Процесс	Температура процесса
1) пиролиз углеводородов	А) до 1000 °С
2) коксование каменного угля	Б) 250-300 °С
3) крекинг углеводородов	В) 850-870 °С
4) каталитический риформинг	Г) 550 °С

(1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б)

**Раздел 2 Пиролиз углеводородов**  
**Тема 3 Пиролиз углеводородов как способ получения непредельных и ароматических соединений**

1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

1. При каких температурах в промышленных условиях осуществляют процесс пиролиза?

- а) 300-400 °С  
**б) 800-950 °С**  
в) 400-550 °С  
г) 150-300 °С

2. Укажите понятие, характеризующее количество сырья израсходованного на единицу продукта.

- а) селективность  
б) конверсия  
в) выход на пропущенное сырье  
**г) расходный коэффициент**

2. Задание закрытой формы с множественным выбором:

3. Какие продукты используют в качестве исходного сырья в процессе пиролиза

- а) прямогонный бензин**
- б) пропан-бутановая фракция**
- в) гудрон
- г) гексен

4. Реакции, происходящие в процессе пиролиза условно делят на первичные и вторичные. К вторичным реакциям процесса пиролиза относятся:

- а) реакция изомеризации
- б) реакция образования твердых углеродистых соединений**
- в) реакция крекинга парафинов
- г) реакция конденсации / поликонденсации**

5. Какие технологические мероприятия по снижению побочных реакций предпринимают в процессе термического пиролиза:

- а) ведение процесса при малом времени пребывания в реакторе (менее секунды)
- б) увеличение давления
- в) подача водяного пара на процесс**
- г) закалка продуктов реакции**

6. Продуктами процесса пиролиза являются:

- 1) олефины**
- 2) бензол**
- 3) кокс**
- 4) синтез-газ

7. Технологическая схема процесса пиролиза содержит следующие основные аппараты:

- 1) трехсекционный реактор
- 2) печь**
- 3) ректификационная колонна**
- 4) адсорбер

3. Задание открытой формы:

*Вставьте пропущенное слово*

8. \_\_\_\_\_ – резкое охлаждение продуктов реакции с целью предотвращения полимеризации продуктов пиролиза. (**закалка**)

9. Прямогонный бензин подается на процесс в молярном соотношении к водяному пару примерно равным 4:1 для \_\_\_\_\_ процесса селективности. (**увеличения**)

10. Пиролиз пропан-бутановой фракции по тепловому эффекту является \_\_\_\_\_ реакцией. (**эндотермической**)

11. Часть печи пиролиза, содержащая пиролизные трубки, называется \_\_\_\_\_ (**радиантная**)

12. Процесс, схожий с процессом пиролиза, проводимый при более мягких условиях называется \_\_\_\_\_. (**крекинг**)



13. Процесс получения бензола с использованием бензол-толуол-ксилольной фракции продуктов пиролиза - \_\_\_\_\_. (*гидродеалкилирование*)
14. Из углеводородов фракции C<sub>5</sub>, выделенных из продуктов пиролиза, получают \_\_\_\_\_. (*изопрен*)
15. Закально-испарительные аппараты в процессе пиролиза предназначены для предотвращения процессов \_\_\_\_\_. (*полимеризации*)
16. Основное промышленное применение этилена находит в производстве \_\_\_\_\_. (*полимеров*)
17. Газообразные продукты процесса пиролиза называют - \_\_\_\_\_ (*пирогаз*)
18. Пропускная способность по прямогонному бензину составляет 15000 кг/ч. Конверсия процесса – 100%, селективность – 75%. Найдите массу [кг/ч] полученного этилена. (**11250**)

*4. Задание на установление правильной последовательности*  
Установите правильную последовательность

19. Установите правильную последовательность этапов процесса пиролиза прямогонного бензина (по мере преобразования исходных веществ в целевые продукты)

Порядковый номер этапа	Этапы химико-технологического процесса
1	А) Химическое превращение (деструкция)
2	Б) Закалка продуктов
3	В) Подогрев прямогонного бензина
4	Г) Выделение этилена

(1-В; 2-А; 3-Б; 4-Г)

*5. Задание на установление соответствия*

Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

20. Найдите соответствие между левым и правым столбцами.

компоненты	Наименование продуктов-компонентов процесса термического пиролиза
1 жидкий продукт	А) CO <sub>2</sub>
2 твердый продукт	Б) фракция C <sub>5</sub>
3 газообразный продукт	В) кокс
4 целевой продукт	Г) этилен

(1-Б; 2-В; 3-А; 4-Г)

### Раздел 3 Процессы алкилирования в промышленности ООHC

#### Тема 4 Производство этилбензола

*1. Задание закрытой формы с единичным выбором:*

1. Определить какое количество продуктов образуется, если на реакцию алкилирования бензола подано 150 кг этилена и 250 кг бензола ( $M_r(C_6H_6) = 78$  кг/кмоль;  $M_r(C_2H_4) = 28$  кг/кмоль):  $C_6H_6 + C_2H_4 \rightarrow C_6H_5C_2H_5$
- а) 1,41 кмоль

- б) 2,52 кмоль
- в) 5,35 кмоль
- г) **3,21 кмоль**

2. В процессе алкилирования бензола этиленом чему равна селективность бензола, если всего бензола превратилось 10 кмоль, а этилбензола образовалось 8 кмоль?

- а) 0,1
- б) 8
- в) 5
- г) **0,8**

3. Укажите понятие, характеризующее количество сырья израсходованного в ходе протекания химического процесса.

- а) селективность
- б) **конверсия**
- в) выход на пропущенное сырье
- г) расходный коэффициент

*2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

4. К равновесным обратимым реакциям относятся

- а) реакция алкилирования бензола этиленом
- б) **реакция изомеризации н-пентана в изопентан**
- в) реакция оксипропилирования анилина
- г) реакция хлорирования этилена

5. Катализаторами процесса алкилирования бензола этиленом могут являться:

- а) **хлористый алюминий**
- б) алюмокобальтмолибденовый катализатор
- в) катализатор «серебро на пемзе»
- г) **цеолиты**

6. Процессы алкилирования (замещение на алкильную группу атома водорода) подразделяют на:

- 1) **алкилирование по атому углерода**
- 2) **алкилирование по атомам кислорода**
- 3) **алкилирование по атому азота**
- 4) алкилирование по атому водорода

7. Этилбензол находит применение в процессах получения продуктов:

- 1) **стирол**
- 2) толуол
- 3) **полистирол**
- 4) фенол

*3. Задание открытой формы:*

*Вставить пропущенные слова*

8. Реакция \_\_\_\_\_ — это \_\_\_\_\_ межмолекулярная \_\_\_\_\_ миграция (диспропорционирование) алкильной группы (**пералкилирования**)

9. Бензол подается на процесс в молярном соотношении к этилену примерно равным 3:1 для увеличения \_\_\_\_\_ процесса (**селективности**)

10. Реакция алкилирования бензола этиленом по тепловому эффекту является \_\_\_\_\_ реакцией. (*экзотермической*)

11. В процессе алкилирования бензола этиленом наличие влаги в бензоле обуславливает \_\_\_\_\_ каталитической системы: хлористого алюминия и инициатора процесса - хлористого этила (*деактивацию*)

12. Согласно принципу Ле-Шателье для смещения равновесия процесса алкилирования бензола этиленом ( $\Delta H < 0$ ) в сторону этилбензола необходимо температуру \_\_\_\_\_ (*понижать*)

13. Согласно принципу Ле-Шателье, с целью увеличения выхода этилбензола при алкилировании бензола этиленом, процесс необходимо вести при \_\_\_\_\_ давлении (*повышенном*)

14. Реакционную смесь процесса алкилирования бензола этиленом называют \_\_\_\_\_ (*алкилат*)

15. Применяемый в процессе алкилирования катализатор хлористый алюминий и инициатор процесса - хлористого этила обуславливают высокую \_\_\_\_\_ активность. (*коррозионную*)

16. Основное промышленное применение этилбензол находит в производстве мономера- \_\_\_\_\_ (*стирола*)

17. Для реакции алкилирования бензола этиленом взят технический бензол массой 100 кг, содержание примесей в нем 10 % масс. Конверсия процесса – 50%. Найдите массу [кг] непревращенного бензола. (**45**)

*4. Задание на установление правильной последовательности*  
*Установите правильную последовательность*

18. Установите правильную последовательность этапов процесса алкилирования бензола этиленом (по мере преобразования исходных веществ в целевые продукты)

Порядковый номер этапа	Этапы химико-технологического процесса
1	А) Химическое превращение
2	Б) Осушка бензола
3	В) Утилизация полиалкилбензолов
4	Г) Выделение этилбензола

(1-Б; 2-А; 3-Г; 4-В)

19. Установите правильную последовательность технологических стадий процесса алкилирования бензола этиленом

Порядковый номер этапа	Этапы химико-технологического процесса
1	А) Нейтрализация алкилата
2	Б) Осушка бензола
3	В) Промывка алкилата
4	Г) Выделение этилбензола

(1-Б; 2-А; 3-В; 4-Г)

*5. Задание на установление соответствия*

*Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.*

20. Найдите соответствие между левым и правым столбцами. .

компоненты	Наименование продуктов-компонентов процесса алкилирования бензола
1 побочный продукт	А) алкилат
2 реакционная смесь	Б) хлорид алюминия
3 катализатор	В) диэтилбензол
4 целевой продукт	Г) этилбензол

(1-В; 2-А; 3-Б; 4-Г)

#### Раздел 4 Процессы окисления в промышленности ООНС

##### Тема 5 Совместное получение окиси пропилена и стирола

###### 1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

- Образование побочных продуктов процесса эпоксилирования пропилена ГПЭБ обусловлено
  - высокой реакционной способностью пропилена
  - низкоселективным катализатором
  - последовательным разложением гидропероксида этилбензола**
  - высокой реакционной способностью метилфенилкарбинола
- При окислении ароматических углеводородов для предотвращения последовательных превращений гидропероксидов степень конверсии аренов лежит в пределах
  - от 0% до 5%
  - от 10% до 30%**
  - от 50% до 70%
  - от 70% до 80%
- В качестве катализатора процесса эпоксилирования пропилена гидроперекисями используют
  - комплексы молибдена**
  - соли никеля
  - минеральные кислоты
  - комплексы кобальта
- Окись пропилена получают
  - окислением пропилена кислородом воздуха
  - эпоксилированием пропилена гидроперекисью этилбензола**
  - окислением пропанола
  - окислением пропилена техническим кислородом
- Реактор окисления этилбензола кислородом воздуха представляет собой
  - цилиндрический аппарат с неподвижным слоем катализатора
  - аппарат барботажного типа**
  - кожухотрубный аппарат
  - реактор с псевдоожиженным слоем катализатора

###### 2. Задание закрытой формы с множественным выбором:

6. Халкон-процесс (совместное получение окиси пропилена и стирола) включает в себя стадии

- а) окисление этилбензола
- б) окисление изопропилбензола
- в) дегидратация триметилкарбинола
- г) эпоксидирование пропилена гидроперекисью этилбензола
- д) дегидратация метилфенилкарбинола
- е) окисление изобутана

7. Реактор эпоксидирования пропилена гидроперекисью этилбензола представляет собой

- а) цилиндрический аппарат со змеевиком
- б) аппарат с мешалкой
- в) цилиндрический аппарат с неподвижным слоем катализатора
- г) аппарат барботажного типа

### 3. Задание открытой формы:

*Вставить пропущенные слова*

- 8. Окисление этилбензола протекает по \_\_\_\_\_ механизму. *(радикальному)*
- 9. Гидроксид натрия – катализатор процесса \_\_\_\_\_ этилбензола. *(окисления)*
- 10. Катализатором процесса \_\_\_\_\_ пропилена гидроперекисью этилбензол являются соединения молибдена. *(эпоксидирования)*
- 11. Продуктом \_\_\_\_\_ этилбензола Халкон-процесса является гидроперекись этилбензола. *(окисления)*
- 12. По тепловому эффекту окисление этилбензола относится к \_\_\_\_\_ процессам. *(экзотермическим)*
- 13. По тепловому эффекту эпоксидирование пропилена гидроперекисью этилбензола относится к \_\_\_\_\_ процессам. *(экзотермическим)*
- 14. Продуктом эпоксидирования пропилена гидроперекисью этилбензола является окись \_\_\_\_\_. *(пропилена)*
- 15. Катализатором процесса дегидратации метилфенилкарбинола является оксид \_\_\_\_\_. *(алюминия)*
- 16. Процесс дегидратации метилфенилкарбинола протекает в присутствии \_\_\_\_\_ пара. *(водяного)*
- 17. По тепловому эффекту процесс дегидратации метилфенилкарбинола относится к \_\_\_\_\_ процессам. *(эндотермическим)*

### 4. Задание на установление правильной последовательности:

*Установите правильную последовательность*

18. Последовательность в цепочке применения химических соединений

- Окись пропилена (2)  
 Пропиленгликоль (3)  
 Пропилен (1)  
 Пенополиуретаны (4)

5. Задание на установление соответствия:

Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

19. Соответствие между технологическим узлом процесса и основным аппаратом

Процесс	Реакционный аппарат
1) Окисление этилбензола воздухом	А) барботажный реактор
2) Выделение стирола	Б) реактор с мешалкой и змеевиком
3) Эпоксидирование пропилена гидроперекисью этилбензола	В) ректификационная колонна
4) Дегидратация метилфенилкарбинола	Г) реактор с неподвижным слоем катализатора

( 1-А, 2-В, 3-Б, 4-Г)

20. Соответствие между продуктом основного органического синтеза и областью его применения

Продукт	Область применения
1) гидроперекись этилбензола	А) получение полимерных материалов
2) стирол	Б) получение окиси пропилена
3) метилфенилкарбинол	В) полигликоли
4) окись пропилена	Г) получение стирола

(1-Б, 2-Б, 3-Г, 4-В)

## Раздел 4 Процессы окисления в промышленности ООНС

### Тема 6 Производство окиси этилена

1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

1. Селективность процесса образования окиси этилена с увеличением степени конверсии этилена

- а) возрастает  
**б) убывает**  
 в) не зависит от степени конверсии  
 г) меняется скачкообразно

2. Катализатором процесса окисления этилена кислородом в окись этилена является

- а) никель на носителе  
**б) серебро на носителе**  
 в) платина на носителе  
 г) фосфорная кислота на носителе

3. Основным промышленным способом получения этиленгликоля является

- а) гидратация этилена  
**б) гидратация этиленоксида**  
 в) гидролиз диэтилового эфира

г) гидратация ацетилен

4. Окисление этилена кислородом проводят в среде

а) водяного пара

б) водорода

**в) метана**

г) гексана

5. Окись этилена выделяют из контактного газа окисления этилена кислородом

а) ректификацией

б) адсорбцией

**в) абсорбцией**

г) отстаиванием

*2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

6. Окись этилена используется в производстве

**а) неионогенных ПАВ**

б) стирола

**в) полиэфиров**

г) метилфенилкарбинола

**д) моноэтиленгликоля**

7. Реактор окисления этилена кислородом – это

**а) кожухотрубный аппарат**

**б) аппарат с неподвижным слоем катализатора**

в) аппарат барботажного типа

г) аппарат с псевдоожиженным слоем катализатора

*3. Задание открытой формы:*

*Вставить пропущенные слова*

8. Окисление этилена кислородом протекает по \_\_\_\_\_ механизму. **(радикальному)**

9. Серебряный катализатор – катализатор процесса \_\_\_\_\_ этилена. **(окисления)**

10. Для увеличения селективности процесса окисления этилена в сырье подается \_\_\_\_\_. **(дихлорэтан)**

11. Продуктом окисления этилена кислородом в присутствии серебряного катализатора является \_\_\_\_\_ этилена. **(окись)**

12. По тепловому эффекту окисление этилена кислородом относится к \_\_\_\_\_ процессам. **(экзотермическим)**

13. \_\_\_\_\_ Углекислый газ является \_\_\_\_\_ побочным \_\_\_\_\_ продуктом процесса \_\_\_\_\_ этилена. **(окисления)**

14. Окисление этилена кислородом в присутствии серебряного катализатора проводят в \_\_\_\_\_ аппарате. *(кожухотрубном)*
15. Реактор окисления этилена по тепловому режиму является \_\_\_\_\_. *(изотермическим)*
16. Окись этилена выделяют из контактного газа методом \_\_\_\_\_. *(абсорбции)*
17. Мобильтерм подается в межтрубное пространство реактора окисления этилена для \_\_\_\_\_ тепла. *(отвода)*

4. Задание на установление правильной последовательности:  
Установите правильную последовательность

18. Последовательность в цепочке применения химических соединений
- |                     |     |
|---------------------|-----|
| Этилен              | (1) |
| Моноэтиленгликоль   | (3) |
| Окись этилена       | (2) |
| Полиэфирные волокна | (4) |

5. Задание на установление соответствия:  
Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

19. Соответствие между узлом процесса окисления этилена кислородом и основным аппаратом

Процесс	Реакционный аппарат
1) окисление этилена	А) абсорбер
2) выделение окиси этилена из контактного газа	Б) компрессор
3) охлаждение контактного газа	В) трубный аппарат с катализатором
4) сжатие циркуляционного газа	Г) кожухотрубный аппарат

*(1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б)*

20. Соответствие между материалом, применяемым в производстве окиси этилена, и его назначением

Процесс	Реакционный аппарат
1) мобильтерм	А) теплоноситель
2) метан	Б) окислительный агент
3) кислород	В) катализатор
4) серебро на носителе	Г) инертный разбавитель

*(1-А, 2-Г, 3-Б, 4В)*

## Раздел 5 Процессы гидратации и гидрирования в промышленности ООHC

### Тема 7. Выделение изобутилена

#### 1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

1. Процессы гидратации непредельных углеводородов широко используется в промышленности органического синтеза для получения:



- а) галоген содержащих соединений
- б) кислородосодержащих соединений**
- в) предельных углеводов
- г) все выше перечисленные

2. Методом гидратации из олефинов получают:

- а) одноатомные спирты**
- б) многоатомные спирты
- в) этиленгликоль
- г) все выше перечисленные варианты

3. Гидратации олефинов способствует:

- а) повышение температуры
- б) повышение давления**
- в) понижение давления
- г) все выше перечисленные варианты

4. В результате гидратации непредельных углеводов в промышленности органического синтеза получают:

- а) карбоновые кислоты
- б) спирты**
- в) альдегиды
- г) предельные углеводороды

*2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

5. Гидратации олефинов способствует:

- а) повышение температуры
- б) повышение давления**
- в) понижение давления
- г) снижение температуры**

6. Твердыми катализаторами гидратации олефинов являются:

- а)  $H_2SO_4$
- б)  $Al_2O_3$**
- в)  $HCl$
- г)  $W_2O_3$

*3. Задание открытой формы:*

*Вставить пропущенные слова*

7. В настоящее время в промышленности изобутилен получают дегидрированием изобутана, выделением из фракций  $C_4$  нефтепереработки и \_\_\_\_\_ нефтепродуктов.

**(пиролизом)**

8. При приближении к равновесию, в реакциях гидратации олефинов снижаются скорости \_\_\_\_\_ гидратации. **(селективность)**

9. В процессе гидратации изобутилена образование димеров можно сократить увеличивая соотношение водной фазы и углеводов, и уменьшая \_\_\_\_\_. **(температуру)**

10. Образование олигомеров можно снизить \_\_\_\_\_ температуру. **(уменьшая)**

11. Для извлечения изобутилена используют сульфокатионит \_\_\_\_\_. (КУ-2ФПП)
12. В процессе гидратации изобутилена в присутствии сульфокатионита образуются побочные продукты: димеры изобутилена, вторичный бутиловый спирт и \_\_\_\_\_. (эфиры)
13. С возрастанием молекулярной массы углеводородов разделение их методом \_\_\_\_\_ затрудняется. (ректификации)
14. Изобутилен способен вступать в реакцию с водой с образованием \_\_\_\_\_. (триметилкарбинола)
15. Производство спиртов в промышленности осуществляют сернокислотной и прямой \_\_\_\_\_ олефинов. (гидратацией)
16. Для интенсификации химических стадий применяют температуры, давления и \_\_\_\_\_. (катализатор)

4. Задание на установление правильной последовательности  
Установите правильную последовательность

17. Технологический процесс выделения изобутилена состоит из следующих стадий:

- а) отмывка изобутиленсодержащей пиролизной фракции (1)
- б) разделение продуктов гидратации (3)
- в) гидратация изобутилена (2)
- г) дегидратация ТМК (5)
- д) выделение ТМК и его дегазация (4)
- е) ректификация и азеотропная осушка (6)

18. Стадии обработки экспериментальных результатов выхода изобутилена располагаются в следующей последовательности:

- а) записываются условия проведения опыта (1)
- б) составляется материальный баланс (3)
- в) определение объема изобутилена при нормальных условиях (2)
- г) рассчитываем выход изобутилена (4)

5. Задание на установление соответствия

Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

19. Установите соответствия:

1. При получении этилового и изопропилового спиртов гидролиз соответствующих алкилсульфатов проводят	А) при температуре ниже 5°C
2. Высшие алкилсульфаты гидролизуются	Б) при 100°C
3. Втор-бутилсерная кислота легко гидролизуется в метилкарбинол	В) при низких температурах

( 1 – Б, 2- В, 3 –А )

20. Установите соответствия:

1. При обработке результатов опыта составляют	А) запаивают и хранят в защитном кожухе
2. Газ, собранный в газометре, подвергают	Б) материальный баланс опыта
3. Посуду с жидким изобутиленом наполняют на 2/3 и	В) анализу методом ГЖХ

( 1 – Б, 2- В, 3 –А )

## Раздел 5. Процессы гидратации и гидрирования в промышленности ООНС

### Тема 8 Производство этиленгликоля

#### 1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

1. Определить какое количество исходного вещества вступит в реакцию, если на реакцию гидратации подано 110 кг окиси этилена и 99 кг воды ( $M_r(C_2H_4O) = 44$  кг/кмоль;  $M_r(H_2O) = 18$  кг/кмоль):  $C_2H_4O + H_2O \rightarrow C_2H_6O_2$

- а) 1,5 кмоль
- б) 2,5 кмоль**
- в) 5,5 кмоль
- г) 3,5 кмоль

2. В процессе гидратации окиси этилена чему равна селективность окиси этилена, если всего окиси этилена превратилось 100 кмоль, а этиленгликоля образовалось 70 кмоль?

- а) 1,42
- б) 7
- в) 0,7**
- г) 0,8

3. Чему равен выход этиленгликоля, если конверсия процесса составила 0,8, а селективность 0,9

- а) 0,85
- б) 0,72**
- в) 5
- г) 0,98

4. Чему равен практический расходный коэффициент, если на процесс гидратации было подано 210 кг окиси этилена, а этиленгликоля образовалось 150 кг?

- а) 0,75
- б) 1,4**
- в) 5
- г) 0,9

5. При каком мольном соотношении окиси этилена и воды ведут процесс получения моноэтиленгликоля?

- а) 1:15±3**
- б) 1:1
- в) 3:1
- г) 1:2

#### 2. Задание закрытой формы с множественным выбором:

6. Катализаторами процесса гидратации окиси этилена могут являться:

- а) кислоты**

- б) алюмокобальтмолибденовый катализатор
- в) катиониты**
- г) щелочи

7. От каких факторов зависит состав реакционного раствора процесса гидратации окиси этилена?

- 1) давление процесса**
- 2) соотношение воды к окиси этилена**
- 3) температура процесса**
- 4) наличие катализатора**

8. В промышленных условиях получения этиленгликоля конверсия окиси этилена достигает 100% в целях:

- а) взрывобезопасности процесса**
- б) уменьшения количества диэтиленгликоля**
- в) сокращения затрат на воду
- г) экономии энергозатрат

*3. Задание открытой формы:  
Вставить пропущенные слова*

9. Больше половины мирового производства этиленгликоля используют для получения синтетических \_\_\_\_\_ полиэфирных \_\_\_\_\_ волокон на основе \_\_\_\_\_ (*полиэтилентерефталата*)

10. В процессе гидратации окиси этилена вода подается в большом избытке по соотношению к этилену для увеличения \_\_\_\_\_ процесса (*селективности*)

11. Реакция гидратации окиси этилена по тепловому эффекту является \_\_\_\_\_ (*эндотермической*)

12. В промышленных условиях процесс гидратации окиси этилена осуществлен без катализатора, т.к. при наличии катализатора селективность процесса \_\_\_\_\_ (*уменьшается*)

13. Конверсия процесса гидратации окиси этилена в промышленных условиях достигает **100 %**.

14. Процесс гидратации окиси этилена ведут при \_\_\_\_\_ давлении (*повышенном*)

15. В качестве побочного продукта процесса гидратации окиси этилена в результате присоединения \_\_\_\_\_ окиси этилена к \_\_\_\_\_ моноэтиленгликолю образуется \_\_\_\_\_ (*диэтиленгликоль*)

16. Благодаря высокой температуре кипения этиленгликоля, его применяют в качестве \_\_\_\_\_ (*теплоносителя*).

17. В промышленных условиях при реализации некаталитической гидратации окиси этилена, колонны, предназначенные для осушки моноэтиленгликоля работают при \_\_\_\_\_ давлении (*пониженном*).

18. На реакцию гидратации окиси этилена поступает 300 кг окиси этилена. Конверсия процесса – 100%, селективность – 92%. Найдите массу окиси этилена, пошедшую на побочные реакции. (24)

4. Задание на установление правильной последовательности  
Установите правильную последовательность

19. Установите правильную последовательность этапов процесса гидратации окиси этилена

Порядковый номер этапа	Этапы химико-технологического процесса
1	А) ректификация и разделение моноэтиленгликоля
2	Б) осушка этиленгликоля
3	В) гидратация окиси этилена
4	Г) выпаривание воды

(1-В; 2-Г; 3-Б; 4-А)

5. Задание на установление соответствия

Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

20. Найдите соответствие между левым и правым столбцами.

компоненты	Наименование продуктов-компонентов процесса гидратации окиси этилена
1 побочный продукт	А) вода
2 сырье	Б) моноэтиленгликоль
3 целевой продукт	В) диэтиленгликоль

(1-В; 2-А; 3-Б)

## Раздел 6 Различные способы получения изопрена

### Тема 9. Процессы дегидрирования

#### 1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

1. В получении изопрена методом двухстадийного дегидрирования исходным сырьем является:

- а) н-пентеновая фракция
- б) н-пентиновая фракция
- в) н-пентановая фракция**
- г) н-пентадиеновая фракция

2. Первая стадия двухстадийного дегидрирования в получении изопрена заключается в каталитическом дегидрировании его до:

- а) изопентанов
- б) изопентенов**
- в) изопентинов
- г) все выше перечисленные

3. Вторая стадия двухстадийного дегидрирования в получении изопрена проводится в кипящем слое катализатора:

- а) алюмохромовый**
- б) железохромовый
- в) КУ – 5
- г) все выше перечисленные

4. Выход изопрена при двухстадийном дегидрировании изопентана примерно (на пропущенный изопентан):

а) 10 – 15 %

**б) 30 – 35%**

в) 50 – 55 %

г) 80 – 85 %

*2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

5. В получении изопрена методом двухстадийного дегидрирования исходным сырьем является:

а) н-пентеновая фракция

б) н-пентиновая фракция

**в) н-пентановая фракция**

**г) изопентановая фракция**

6. Наиболее энергоемкими в получении изопрена дегидрированием являются стадии:

**а) изомеризация пентана**

**б) дегидрирование изопентана в изоамилены**

в) выделение изопентан – изоамиленовой фракции

**г) дегидрирование изоамиленов в изопрен**

7. В получении изопрена на первой стадии дегидрирования образуется:

**а) 2-метилбутен -1**

**б) 3-метилбутен -1**

**в) 2-метилбутен -2**

г) 3-метилбутен -3

*3. Задание открытой формы:*

*Вставить пропущенные слова*

8. Процесс дегидрирования происходит в слое катализатора при температуре  $\leq 660$  °С с образованием \_\_\_\_\_ газа. **(контактно)**

9. Дегидрирование этилбензолов является одним из основных промышленных методов получения \_\_\_\_\_. **(стирола)**

10. В процессе дегидрирования суммарный выход изоамиленов, на пропущенный изопентан, составляет \_\_\_\_\_. **(30)**

11. Процесс дегидрирования происходит в слое катализатора при температуре  $\leq$  \_\_\_\_\_ °С **(660)**

12. Применение водяного пара в качестве разбавителя позволяет предотвратить распад изопентенов и \_\_\_\_\_. **(полимеризации)**

13. Вторая стадия получения изопрена дегидрированием осуществляется на \_\_\_\_\_ катализаторе. **(железооксидном)**

14. Выделение, разделение и очистка продуктов реакции дегидрирования производятся в \_\_\_\_\_ колонне. **(ректификационной)**

15. Перед подачей изоамиленов производится смешивание сырья с нагретым водяным паром в целях предотвращения \_\_\_\_\_. (коксообразования)

16. В регенеративном теплообменнике пентан испаряется и нагревается до \_\_\_\_\_ °C (300)

17. Совместно с реакцией дегидрирования протекает реакция \_\_\_\_\_. (крекинга)

*4. Задание на установление правильной последовательности  
Установите правильную последовательность*

18. Основные этапы получения изопрена методом двухстадийного дегидрирования располагаются в следующей последовательности:

- |   |     |
|---|-----|
| изомеризация пентана в изопентан            | (1) |
| выделение изопентан – изоамиленовой фракции | (3) |
| дегидрирование изопентана в изоамилены      | (2) |
| дегидрирование изоамиленов в изопрен        | (5) |
| выделение и очистка изопрена                | (6) |
| разделение изопентан-изоамиленовой фракции  | (4) |

19. Расположите в правильной последовательности стадии синтеза изопрена из пропилена:

- |   |     |
|---|-----|
| деметанизация 2 - метилпентена - 2                    | (3) |
| димеризация пропилена с образованием 2-метилпентена-1 | (1) |
| изомеризация 2-метилпентена-1 в 2-метилпентен-2       | (2) |

*5. Задание на установление соответствия*

*Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.*

20. Соответствие между химическим процессом и используемым катализатором:

1. Первая стадия двухстадийного дегидрирования изопентана	А) сернокислотный
2. Вторая стадия двухстадийного дегидрирования изопентана	Б) алюмохромый
3. Гидратация олефинов	В) железокислотный

( 1 – Б, 2- В, 3 –А )

**Раздел 6 Различные способы получения изопрена**

**Тема 10. Производство получения изопрена из изобутилена и формальдегида**

*1. Задание закрытой формы с единичным выбором:*

1. Синтез изопрена из изобутилена и формальдегида состоит из:

- а) одной стадии
- б) двух стадий**
- в) трех стадий
- г) четырех стадий

2. На первой стадии синтеза изопрена происходит конденсация изобутилена и формальдегида с образованием:

- а) 2,2 – диметилдигексан
- б) 2,2 – диметилдигексен - 3
- в) 4,4 – диметилдиоксан - 1,3**

г) 4,4 – диметилдиоксен - 1,3

3. Реакция конденсации протекает при температуре:

а) 40 – 60 °С

б) 60 – 80 °С

**в) 80 – 100 °С**

в) 120 - 140 °С

4. Реакция конденсации протекает при давлении:

а) 0,02 МПа

б) 0,2 МПа

**в) 2 МПа**

г) 20 МПа

5. Основным компонентом гетерогенного катализатора, присутствующего в реакции разложения диоксана является:

а)  $W_2O_3$

б) КУ-2ФПП

**в)  $CaHPO_4$**

г)  $Al_2O_3$

6. В промышленных условиях расщепление диоксана проводят при температуре:

а) 200 °С

**б) 400 °С**

в) 600 °С

г) 800 °С

*2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

7. Все металлические катализаторы теряют свою активность в присутствии соединений:

**1) серы**

**2) фосфора**

3) кремния

**4) мышьяка**

8. На второй стадии синтеза изопрена 4,4 – диметилдиоксан - 1,3 разлагается на:

**а) изопрен**

б) изопентен

**в) формальдегид**

г) углекислый газ

*3. Задание открытой формы:*

*Вставить пропущенные слова*

9. На первой стадии синтеза изопрена происходит конденсация изобутилена и формальдегида в присутствии 1-2 % \_\_\_\_\_ кислоты. **(серной)**

10. Реакция разложения диоксана протекает в присутствии \_\_\_\_\_ катализатора. **(гетерогенного)**



11. После 2-4 ч работы катализатор регенерируют паровоздушной смесью с целью выжига \_\_\_\_\_.(кокса)
12. Катализатор монофосфат кальция  $\text{CaHPO}_4$ , отличается высокой активностью и \_\_\_\_\_.(селективностью)
13. В промышленных условиях в расщеплении диоксана в качестве теплоносителя используют перегретый водяной пар до \_\_\_\_\_°C.(700)
14. Конверсия диоксана достигает \_\_\_\_\_ % при селективности по изопрену 83%.(90)
15. Полноту регенерации катализатора устанавливают по отсутствию в газах регенерации \_\_\_\_\_ газа.(углекислого)
16. Для исследования жидких смесей, кипящих до 350 °C и не разлагающихся при этих температурах, используют \_\_\_\_\_ хроматографию.(газовую)
17. При селективности по изопрену \_\_\_\_\_ % конверсия диоксана достигает 90%. (83)
18. Для анализа высокомолекулярных веществ с температурой кипения выше 350 °C используют \_\_\_\_\_ хроматографию.(жидкостную)

4. Задание на установление правильной последовательности  
Установите правильную последовательность

19. На хроматограмме регистрируются пики в следующей последовательности:
- а) 3-метилбутен-2 (2)
  - б) 2-метилпропен (1)
  - в) метилбутадиен-1,3 (3)

5.Задание на установление соответствия

Установите соответствие между столбцами. Ответ запишите по результатам измененной нумерации второго столбца по отношению к первому, например 1А, 2Б.

20. Укажите соответствующие стадиям температурные режимы в получении изопрена

1. Реакция конденсации протекает при температуре	А) 375-400°C
2. В качестве теплоносителя используется водяной пар, перегретый до температуры	Б) 80 – 100 °C
3. Расщепление диоксана проводится при температуре	В) 700 °C

(1-Б, 2 - В, 3-А)

## Раздел 7. Процессы оксиэтилирования и олигомеризации в промышленности ООНС

### Тема 11. Процессы олигомеризации

#### 1. Задание закрытой формы с единичным выбором:

1. Процесс олигомеризации пропилена проводят в присутствии  
а) фосфорнокислотных катализаторов;

- б) триэтилалюминия;
- в) щелочнометаллических катализаторов;
- г) апротонных кислот.

2. Пропилен - исходное сырье для процесса олигомеризации получают

- а) способом кристаллизации;
- б) из карбида кальция;
- в) термической газификацией топлив;
- г) **пиролизом углеводородного сырья.**

3. К газообразным олефинам относятся олефины:

- а)  $C_5 - C_{16}$ ;
- б)  **$C_2 - C_4$ ;**
- в)  $C_2 - C_{10}$ ;
- г)  $C_5 - C_{25}$ .

4. Укажите понятие, характеризующее количество пропилена израсходованного в ходе протекания процесса олигомеризации.

- а) селективность
- б) **конверсия**
- в) выход на пропущенное сырье
- г) расходный коэффициент

5. Чему равна селективность процесса олигомеризации пропилена, если всего превратилось 10 кмоль исходного вещества, а целевого продукта образовалось 6,8 кмоль?

- а) 0,147
- б) 1,47
- в) 6,8
- г) **0,68**

6. Чему равен практический расходный коэффициент, если на процесс олигомеризации пропилена было подано 1500 кг пропилена, а целевого продукта образовалось 500 кг?

- а) 0,8
- б) **3**
- в) 5
- г) 0,9

## *2. Задание закрытой формы с множественным выбором:*

7. Скорость реакции олигомеризации пропилена зависит от следующих параметров:

- а) от расходного коэффициента
- б) **от температуры процесса**
- в) **от наличия катализатора**
- г) от конверсии процесса

8. К равновесным обратимым реакциям относятся

- а) **реакция алкилирования бензола этиленом**
- б) **реакция олигомеризации пропилена**
- в) реакция оксипропилирования анилина
- г) реакция хлорирования этилена

## *3. Задание открытой формы:*

9. Если конверсия процесса олигомеризации пропилена за один проход составила 0,4, а селективность 0,68, то выход продукта равен \_\_\_\_\_.(0,272)
10. Количество вырабатываемого продукта в единицу времени называется \_\_\_\_\_.(производительность)
11. Каталитически активной в реакции олигомеризации является смесь ортофосфорной и \_\_\_\_\_ кислот.(пирофосфорной)
12. Фосфорно-кислотные катализаторы очень чувствительны к изменению давления паров \_\_\_\_\_.(воды)
13. Олигомеризация с кислотными катализаторами протекает по \_\_\_\_\_ механизму с промежуточным образованием карбокатиона в результате присоединения к олефину протона, отдаваемого кислотой. (ионному)
14. Для процесса олигомеризации оптимальной является область давления от 5 до \_\_\_\_ Мпа.(8)
15. Олигомеризация пропилена протекает в области температур от \_\_\_\_ °С до \_\_\_\_ °С.(150, 230)
16. При олигомеризации пропилена на катализаторах кислотного типа наряду с подлинной олигомеризацией, происходят два побочных процесса:\_\_\_\_\_ и гидрополимеризация.(гетерополимеризация)
17. Во избежание побочных реакций олигомеризацию пропилена следует проводить при возможно \_\_\_\_\_ температуре, при которой, тем не менее, достигается достаточная скорость основного процесса.(низкой)
18. Показатель химико-технологического процесса олигомеризации пропилена, характеризующий долю израсходованного пропилена по отношению к количеству поданного пропилена, называется \_\_\_\_\_.(конверсия)

4. Задание на установление правильной последовательности:

19. Установите порядок этапов химико-технологического процесса олигомеризации пропилена (по мере преобразования исходных веществ в целевые продукты)
- А. Выделение целевого продукта  
Б. Подготовка сырья  
В. Химическое превращение  
Г. Утилизация побочных продуктов  
(Б, В, А, Г)

5. Задание на установление соответствия:

20. Соответствие между химическим процессом и используемым катализатором

Процесс	Катализатор
1. олигомеризация пропилена	А. $H_2SO_4$
2. гидратация олефинов	Б. $AlCl_3$
3. каталитическое деалкилирование гомологов бензола	В. $H_3PO_4$
4. алкилирование бензола	Г. $Cr_2O_3$

1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б

## Раздел 7. Процессы оксиэтилирования и олигомеризации в промышленности ООНС

### Тема 12. Производство линейных $\alpha$ -олефинов

#### 1. Задание закрытой формы с единственным выбором:

1. Линейные  $\alpha$ -олефины получают в присутствии  
а) триэтилалюминия;  
**б) фосфорнокислотных катализаторов;**  
в) щелочнометаллических катализаторов;  
г) апротонных кислот.
2. Чему равен выход продукта – линейных  $\alpha$ -олефинов, если конверсия процесса олигомеризации за один проход составила 0,4, а селективность 0,68  
а) 0,834  
**б) 0,272**  
в) 5,1  
г) 2,63
3. Понятие, характеризующее количество мономера, израсходованного в ходе протекания процесса олигомеризации  
а) селективность  
б) выход на пропущенное сырье  
**в) конверсия**  
г) расходный коэффициент
4. Чему равен практический расходный коэффициент, если на производство линейных  $\alpha$ -олефинов было подано 1500 кг исходного сырья, а целевого продукта образовалось 500 кг?  
а) 0,8  
**б) 3**  
в) 5  
г) 0,9
5. Показатели процесса получения линейных  $\alpha$ -олефинов:  
а) конверсия пропилена за проход 22%, селективность 65%;  
б) конверсия пропилена за проход 68%, селективность 40%;  
**в) конверсия пропилена за проход 40%, селективность 68%;**  
г) конверсия пропилена за проход 98%, селективность 99%;
6. Определите селективность процесса получения линейных  $\alpha$ -олефинов, если всего превратилось 20 кмоль исходного вещества, а целевого продукта образовалось 13,6 кмоль?  
а) 0,147  
б) 1,47  
в) 6,8  
**г) 0,68**

#### 2. Задание закрытой формы с множественным выбором:

7. Скорость реакции получения линейных  $\alpha$ -олефинов зависит от следующих параметров:  
а) от расходного коэффициента  
**б) от концентрации исходного реагента**  
**в) от концентрации катализатора**  
г) от конверсии процесса

8. К равновесным обратимым процессам относятся
- а) процесс хлорирования этилена
  - б) процесс получения линейных  $\alpha$ -олефинов**
  - в) процесс оксипропилирования анилина
  - г) процесс алкилирования бензола этиленом

3. Задание открытой формы:

- 9..... – показывает какое максимальное количество линейных  $\alpha$ -олефинов может выработать данная установка. **(мощность установки)**
10. Для процесса получения линейных  $\alpha$ -олефинов оптимальной является область давления от \_\_\_\_ до 8 МПа. **(5)**
11. Показатель химико-технологического процесса производства линейных  $\alpha$ -олефинов, характеризующий долю израсходованного пропилена по отношению к количеству поданного пропилена, называется \_\_\_\_\_. **(конверсия)**
12. С увеличением \_\_\_\_\_ скорости подачи сырья уменьшается конверсия пропилена и при этом ускоряется дегидратация катализатора. **(объемной)**
13. Для подавления побочных реакций процесс получения линейных  $\alpha$ -олефинов следует проводить при возможно \_\_\_\_\_ температуре, при которой, тем не менее, достигается достаточная скорость основного процесса. **(низкой)**
14. Реактор синтеза линейных  $\alpha$ -олефинов представляет собой \_\_\_\_\_. **(кожухотрубный)**
15. Отстоявшийся олигомеризат из верхней части отмывочного аппарата подается на \_\_\_\_\_. **(ректификацию)**
16. Наличие \_\_\_\_\_ в сырье в сочетании с температурой и давлением для процесса получения линейных  $\alpha$ -олефинов является необходимым условием поддержания оптимального состава фосфорных кислот (концентрации) в порах катализатора. **(воды)**
17. Добавление в процесс производства линейных  $\alpha$ -олефинов фракции  $C_7-C_8$  в количестве 10÷50 % масс. в расчете на рецикловую фракцию димеров пропилена позволяет \_\_\_\_\_ выход тетрамеров пропилена и уменьшить содержание парафинов в олигомеризате. **(увеличить)**
18. Свежий катализатор, имеющий максимальную активность, эксплуатируют в производстве линейных  $\alpha$ -олефинов при \_\_\_\_\_ температурах. **(низких)**

4. Задание на установление правильной последовательности:

19. Напишите последовательность этапов химико-технологического процесса производства линейных  $\alpha$ -олефинов (по мере преобразования исходных веществ в целевые продукты)
- А. Выделение целевого продукта
  - Б. Подготовка сырья
  - В. Химическое превращение
  - Г. Утилизация побочных
- Б, В, А, Г**

5. Задание на установление соответствия:

20. Соответствие между химическим процессом и используемым катализатором

Процесс	Катализатор
1. синтез линейных $\alpha$ -олефинов	А. $\text{HgSO}_4$
2. галогенирование олефинов	Б. $\text{H}_3\text{PO}_4$
3. гидратация ацетилена	В. Pt на $\text{Al}_2\text{O}_3$
4. каталитический риформинг	Г. $\text{FeCl}_3$

**1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В**

Тема	Задания открытого типа, количество	Задания закрытого типа количество	Процентное соотношение открытого типа/закрытого типа
Тема 1	10	10	50/50
Тема 2	10	10	50/50
Тема 3	10	10	50/50
Тема 4	10	10	50/50
Тема 5	10	10	50/50
Тема 6	10	10	50/50
Тема 7	10	10	50/50
Тема 8	10	10	50/50
Тема 9	10	10	50/50
Тема 10	10	10	50/50
Тема 11	10	10	50/50
Тема 12	10	10	50/50
Всего	120	120	50/50

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Комплект вопросов для экзамена (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/8/9 )**  
по дисциплине Б1.В.06 «Технология основного органического и нефтехимического  
синтеза»

1. Принципиальная технологическая схема получения этилбензола с использованием каталитического комплекса на основе хлористого алюминия. Химические реакции, лежащие в основе процесса.
2. Получение стирола методом дегидрирования этилбензола.
3. Известные способы получения стирола. Сравнительная характеристика.
4. Установка гидродеалкилирования. Реакции, лежащие в основе процесса гидродеалкилирования замещенных бензолов.
5. Процессы гидрирования и дегидрирования. Термодинамические основы выбора условий процессов. Пример производства на их основе.
6. Способы получения высших олефинов. Принципиальная технологическая схема получения олигомеров пропилена на фосфорнокислотном катализаторе. Химические реакции, лежащие в основе процесса.
7. Способы получения высших олефинов. Принципиальная технологическая схема получения  $\alpha$ -олефинов с использованием триэтилалюминия.
8. Принципиальная технологическая схема получения бутылкаучука.
9. Различные способы получения изопрена. Принципиальная технологическая схема процесса получения изопрена через диметилдиоксан. Химизм процесса.
10. Способ выделения изобутилена полимеризационной чистоты методом селективной гидратации-дегидратации. Принципиальная технологическая схема. Химизм процесса.
11. Узел дегидратации метилфенилкарбинола в совместном производстве окиси пропилена со стиролом.
12. Процесс получения окиси этилена. Принципиальная схема. Химизм процесса.
13. Продукты, производимые промышленностью ООHC.

14. Схемы сырьевых потоков на предприятиях ООHC (на примере ОАО «НКНХ»).
15. Основное сырье для промышленности органического синтеза.
16. Термическая стабильность углеводородов. Химические реакции, протекающие при пиролизе. Первичные и вторичные реакции. Факторы, влияющие на состав и выход продуктов пиролиза.
17. Пиролиз углеводородов с целью получения низших олефинов. Сырье пиролиза. Структура установки пиролиза.
18. Переработка продуктов пиролиза (пирогaз и пиробензин). Применение процессов адсорбции и гидрирования для очистки целевых фракций.
19. Основные продукты пиролиза и методы их разделения.
20. Основные способы получения мономеров и других непредельных соединений.
21. Совместное производство стирола и окиси пропилена. Узел получения гидроперекиси этилбензола.
22. Совместное производство стирола и окиси пропилена. Узел эпoксидирования.
23. Совместное производство стирола и окиси пропилена. Узел дегидрирования метилфенилкарбинола.
24. Технологическая схема получения этилбензола.

### **Критерии оценки:**

Оценка «отлично» или 36-40 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют об уверенных знаниях и умениях студента.

Оценка «хорошо» или 32-35 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о достаточных знаниях и умениях студента.

Оценка «удовлетворительно» или 25-31 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о недостаточных знаниях и ограниченном умении студента.

Оценка «неудовлетворительно» или 0-24 баллов – ответы на вопросы свидетельствуют о слабых знаниях и неумении студента.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
Технологический факультет

**Комплект тем курсовых работ (семестр (оч./оч.-заоч./заоч.) 7/8/9 )**

по дисциплине Б1.В.06 «Технология основного органического и нефтехимического синтеза»

Примерные темы курсового проекта:

Рассчитать и спроектировать:

1. реакторный блок установки получения изопентана изомеризацией н-пентана мощностью П тысяч тонн в год
2. узел атмосферной перегонки нефти мощностью П тысяч тонн в год
3. реакторный блок установки получения дивинила окислительным дегидрированием бутана мощностью П тысяч тонн в год
4. реакторный блок установки получения этиленгликоля гидратацией окиси этилена мощностью П тысяч тонн в год
5. узел разделения изопрен-изоамиленовой фракции мощностью П тысяч тонн в год
6. узел фракционирования газового конденсата мощностью П тысяч тонн в год
7. реакторный блок установки получения триметилкарбинола гидратацией изобутиленсодержащих фракций мощностью П тысяч тонн в год
8. реакторный блок установки получения метилтретбутилового эфира алкилированием метанола изобутиленом мощностью П тысяч тонн в год
9. реакторный блок установки получения компонента моторного топлива марки КАТ-К алкилированием метанола изоамилен-пипериленовой фракцией мощностью П тысяч тонн в год
10. реакторный блок установки висбрекинга гудрона мощностью П тысяч тонн в год
11. реакторный блок получения элементарной серы Клаус-методом мощностью П тысяч тонн в год по кислым газам
12. реакторный блок установки получения стирола дегидратацией метилфенилкарбинола мощностью П тысяч тонн в год
13. реакторный блок установки получения формальдегида аэробным окислением метанола мощностью П тысяч тонн в год

14. реакторный блок установки получения бензола гидродеалкилированием фракции С6-С8 пиролизной фракции мощностью П тысяч тонн в год
15. реакторный блок установки получения тримеров пропилена олигомеризацией пропилена П тысяч тонн в год
16. реакторный блок получения водорода с паровой конверсией П тысяч тонн в год.
17. реакторный блок получения гидроперикиси этилбензола кислородом воздуха мощностью П тысяч тонн в год
18. реакторный блок получения формальдегида окислительным дегидрированием метанола мощностью П тысяч тонн в год
19. реакторный блок получения изобутилена дегидрированием изобутана мощностью П тысяч тонн в год
20. реакторный блок получения этилена пиролизом углеводородного сырья мощностью П тысяч тонн в год
21. реакторный блок получения окиси этилена окислением этилена кислородом мощностью П тысяч тонн в год
22. реакторный блок получения этилбензола алкилированием мощностью П тысяч тонн в год
23. реакторный блок получения триизобутилалюминия мощностью П тысяч тонн в год по полиизопрену
24. реакторный блок установки получения компонента моторного топлива марки КАТ-К алкилированием метанола изоамилен-пипериленовой фракцией мощностью П тысяч тонн в год
25. реакторный блок установки получения формальдегида аэробным окислением метанола мощностью П тысяч тонн в год

### **Требования к содержанию курсовой работы**

Курсовая работа должна иметь следующее содержание:

Введение

Теоретические основы проектируемого производства

- 1.1 Сведения об отечественных и зарубежных производителях
- 1.2 Техничко-экономическое сравнение существующих методов производства
- 1.3 Химические и физико-химические основы производства
- 1.4 Физико-химические и теплофизические свойства исходных веществ, промежуточных, целевых и побочных продуктов

Технологические основы проектируемого производства

- 2.1 Основные стадии и технологические операции
- 2.2 Характеристика сырья, целевых и побочных продуктов, вспомогательных материалов и энергоносителей
- 2.3 Описание технологической схемы производства
- 2.4 Аналитический контроль производства

Технологические расчеты проектируемого производства

- 3.1 Материальный баланс установки
- 3.2 Расчеты и выбор технологического оборудования
- 3.3 Расчет количества технологического оборудования
- 3.4 Моделирование и оптимизация технологического узла
- 3.5 Механический расчет основного аппарата
- 3.6 Тепловой баланс реактора

Объем отчета составляет 40-50 страниц машинописного текста формата А4.

### **Защита курсовой работы**

На основании курсовой работы составляется устный доклад, раскрывающий основные цели и задачи, методику лабораторных исследований, результаты проведенной работы. Заслушивание докладов проходит в кабинете 38 Б института за работой круглого стола.

### **Правила оформления курсовой работы**

Оформляется отчет по требованиям, предъявляемым к текстовым документам [ЕСКД ГОСТ 2.105 - 95]. Текстовые документы выполняются с применением ЭВМ (шрифт 14 размера, Times New Roman, межстрочный интервал - одинарный).

### **Критерии оценки курсовой работы:**

Характеристика ответа	Баллы
Курсовая работа составлена грамотно, полностью раскрыты основные термины, понятия, логично изложен основной материал работы. Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	96-100
В курсовой работе дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1–2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	75-96
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	60-75
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0-60