

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.1 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		



## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

<b>Дисциплина:</b>	<b>«Общая химическая технология »</b>
<b>Код дисциплины:</b>	<b>ОНТ 3203</b>
<b>Образовательная программа:</b>	<b>6В07201 « Технология фармацевтического производства»</b>
<b>Объем учебных часов/кредитов:</b>	<b>150 часов /5 кредитов</b>
<b>Курс:</b>	<b>3</b>
<b>Семестр:</b>	<b>6</b>

**Шымкент, 2023**

ONTUSTIK QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY	 SKMA -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
«Южно-Казахстанская медицинская академия» АҚ Кафедра фармацевтической и токсикологической химии		044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		стр 2 из 80

Методические рекомендации для лабораторных занятий разработаны в соответствии с рабочей учебной программой дисциплины (снллабусом) «Общая химическая технология» и обсуждены на заседании кафедры.

Протокол №18 15.05.2023 г.

Зав. кафедрой, профессор



Ордабаева С.К.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.3 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

### 1. Тема: Получение уксусной кислоты.

**2. Цель:** Научиться проводить синтез уксусной кислоты. Получить раствор уксусной кислоты.

### 3. Задачи обучения:

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- умению выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;
- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.

### 4. Основные вопросы темы:

1. Какие основные технико-экономические показатели используют для определения эффективности проведения технологического процесса?
2. Какой величиной характеризуют полноту превращения исходных веществ?
3. Достаточно ли при проведении сложной реакции знать степень превращения исходного реагента, чтобы судить об эффективности прохождения процесса?
4. Из каких основных статей складывается себестоимость продукции химической промышленности?
3. Каким методом в продуктах окисления парафина можно обнаружить наличие альдегидов?
4. Напишите уравнение термического разложения перманганата калия и уравнение окисления какого-либо углеводорода перманганатом.

**5. Методы обучения и преподавания:** контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.4 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

2	выполнение лабораторной работы	110
3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

*Лабораторная работа.* Каталитическая гидратация ацетилена по Кучерову - получение ацетальдегида.

Окисление уксусного альдегида проходит довольно медленно, и в промышленности неокисленный альдегид направляют на повторное окисление. Осуществить окисление уксусного альдегида в лабораторных условиях по циркуляционной схеме довольно трудно.

Окисление быстро идет в присутствии перманганата калия, который в основном действует как окислитель:



Наряду с уксусной кислотой и двуокисью марганца образуется также и некоторое количество ацетата марганца, который действует как катализатор для реакции окисления альдегида.

*Оборудование и материалы*

1. Колба Вюрца с капельной воронкой.
2. Промывная склянка.
3. Колба с газоотводными трубками и термометром.
4. Пробирка с газоотводной трубкой.

*Реактивы:* хлорид натрия, окись ртути, серная кислота, перманганат калия, карбид кальция.

*Методика получения ацетальдегида.* Работу проводят в приборе, собранном по схеме, приведенной на рисунке 1. Ацетилен получают, приливая по каплям к карбиду кальция концентрированный раствор хлорида натрия. О количестве судят по количеству пузырьков в промывной склянке.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.5 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

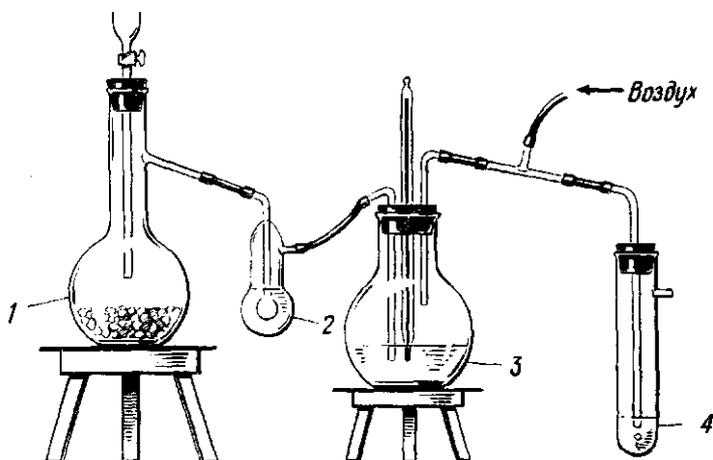


Рис. 1. Схема устройства уксусного альдегида:

1- колба с карбидом кальция; 2 - промывалка с водой (счетчик пузырьков); 3 - колба с раствором солей ртути; 4 - колба или пробирка с раствором перманганата.

Ацетилен поступает в получаемого ацетилена колбу с насыщенным раствором сульфата ртути, где и происходит его гидратация и образование уксусного альдегида. Для предупреждения гидролиза сульфата ртути в колбу прибавляют 1-2 мл концентрированной серной кислоты. В случае отсутствия готового сульфата ртути его легко можно приготовить растворением окиси ртути в серной кислоте при нагревании. Для этого нужно взять около 1 г окиси ртути и 30 мл серной кислоты (разбавленной 1:4). Водный раствор сульфата ртути нагревают до  $70^{\circ}\text{C}$  и пропускают ацетилен. За температурой следят по показаниям термометра. Уксусный альдегид, получающийся за счет гидратации ацетилена под влиянием катализирующего действия соли ртути, испаряется и поступает в пробирку с разбавленным раствором перманганата калия, где происходит его окисление до уксусной кислоты. Ацетилен следует пускать в прибор в небольших количествах, около одного пузырька в секунду (в промывалке). Пары альдегида перед поступлением в пробирку с перманганатом следует смешать с воздухом, который подается из газометра через тройник. Для наблюдения за током воздуха между тройником и газометром включают промывалку с водой. Воздух пускают со скоростью один пузырек в секунду.

Опыт продолжают в течение 10 мин до исчезновения окраски перманганата калия и образования осадка двуокиси марганца. После этого прекращают ток ацетилена и воздуха и отсоединяют пробирку с раствором уксусной кислоты. Для отделения раствора уксусной кислоты от двуокиси марганца раствор профильтровывают в пробирку. Наличие уксусной кислоты

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.6 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

определяют по реакции с хлоридом железа (III) или по образованию уксусноэтилового эфира. Для этого к полученному раствору приливают раствор хлорида железа и нагревают. Появляется окраска, напоминающая цвет крепкого чая.

*Оформление результатов работы.* Описать методику получения уксусного ангидрида в лабораторных условиях.

## 6. Литература

### основная:

#### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

#### на казахском языке:

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### электронные ресурсы:

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

### дополнительная:

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.7 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

2. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л., КОШЕЛОВА М., БУХКАЛО С. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: Инфра-М, 2015г-447с.
3. АЙНШТЕЙН В. Г., ЗАХАРОВ М. К., НОСОВ Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: Лань Спб, 2018 г-916с.
4. АЙНШТЕЙН В. Г., ЗАХАРОВ М. К., НОСОВ Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: Лань Спб, 2018 г-876с.

### 7. Методическое обеспечение:

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true)

### 8. Контрольные вопросы

1. Тип технологии:

- А) химическая;
- В) органическая;
- С) бейорганическая;
- Д) энергетическая;
- Е) экологическая;

2. Тип технологии:

- А) механическая;
- В) органическая;
- С) бейорганическая;
- Д) экономическая;
- Е) экологическая;

3. Механическая технология веществ:

- А) изменяются внешняя форма, вид и физические свойства;
- В) изменяются химические и физические свойства вещества;
- С) изменяются внешняя форма, вид и химические свойства вещества;
- Д) изменяются химический состав и физические свойства вещества;
- Е) изменяются химический состав и свойства вещества;

4. Химическая технология веществ:

- А) изменяются химический состав и свойства веществ;
- В) изменяются внешняя форма, вид и физические свойства;
- С) изменяются биологические и физические свойства веществ;

O'ŃT'USTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «O'Ńt'ustik Qazaqstan medicina akademiasy» AҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.8 из 80

- Д) изменяются внешняя форма, вид и химический состав веществ;  
 Е) изменяются химический состав и физико-механические свойства веществ;

5. Природное сырье химического производства:

- А) бензин  
 В) краситель  
 С) аммофос  
 Д) кокс  
 Е) фосфорит

6. Природное сырье химического производства:

- А) пластмасса  
 В) суперфосфат  
 С) керосин  
 Д) колчедан  
 Е) этанол

7. Природное сырье химического производства:

- А) фенол  
 В) чугун  
 С) бензин  
 Д) известняк  
 Е) этанол

8. Процесс:

- А) измельчение  
 В) перемешивание  
 С) хемосорбция  
 Д) измерение  
 Е) выход продукта

9. Процесс:

- А) абсорбция  
 В) перемешивание  
 С) измельчение  
 Д) измерение  
 Е) выделение

10. Процесс:

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.9 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

- A) адсорбция
- B) упаковка
- C) измельчение
- D) перевозка
- E) перемешивание

11. Недостатки периодических процессов:

- A) неустойчивость параметров
- B) высокое качество продукта
- C) высокая степень механизации
- D) низкая скорость процесса
- E) низкий выход продукта

12. Недостатки периодических процессов:

- A) сложность автоматизации и механизации
- B) высокая степень процесса автоматизации
- C) высокая степень процесса механизации
- D) низкая скорость процесса
- E) низкий выход и качество продукта

## Тема №2

**1. Тема: Ацелирование салициловой кислоты - получение аспирина.**

**2. Цель:** Научиться проводить реакции ацилирования, используемых в органическом и промышленном синтезе лекарственных веществ. Овладеть техникой выполнения реакций ацилирования при получении некоторых органических соединений.

**3. Задачи обучения:**

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- умению выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.10 из 80

- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.
- научить обучающихся проводить синтез ацетилсалициловой кислоты.

#### 4. Основные вопросы темы:

1. Напишите реакцию ацилирования спиртов, фенолов и аминов хлорангидридами и ангидридами кислот.
2. Чем отличаются по механизму реакции ацилирования аминов и фенолов.
3. Почему ацетанилид не имеет основных свойств.
4. Что образуется при нагревании ацилированных аминов с водой в присутствии кислот и оснований. Напишите механизм этих реакций?
5. Что понимают под термином «защита» амногруппы, оксигруппы?
6. Ацилирование по Фриделю-Крафтсу.
7. Этерификация (механизм реакции).

#### 5. Методы обучения и преподавания: Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5
2	выполнение лабораторной работы	110
3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

#### Ацилирование

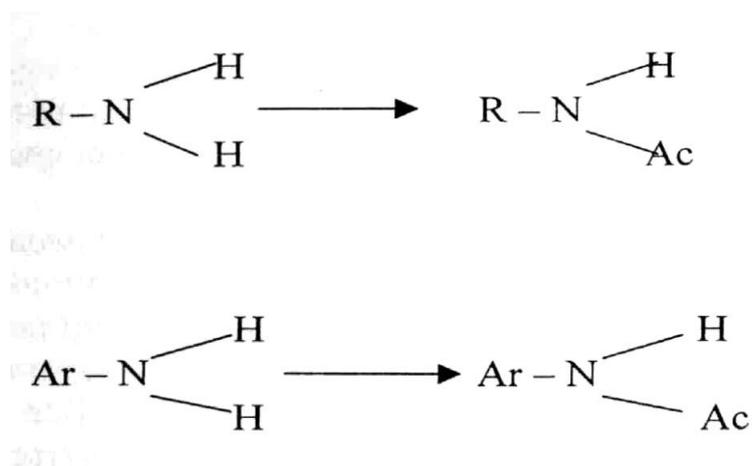
Ацилированием называется введение одновалентного, положительно заряженного кислотного остатка - ацила, в амино или гидроксильную группу алифатического или ароматического соединения замещением атома водорода в них.

Ацилирование гидроксильной группы приводит к образованию сложных эфиров:

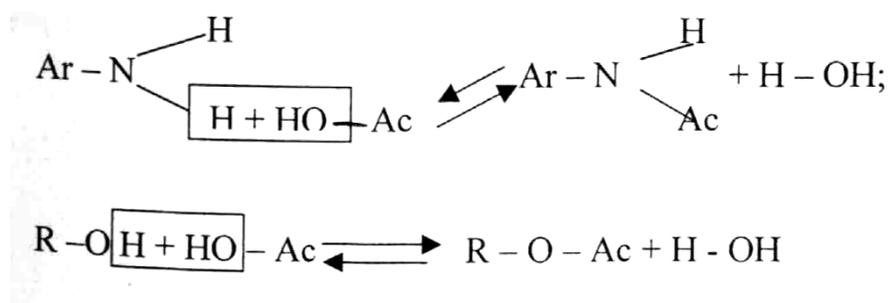
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.11 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	



Эти реакции правильнее называют этерификацией. Поэтому процесс ацилирования чаще рассматривается в отношении аминов. В зависимости от вводимого ацила процесс может называться формилированием, ацетилированием, бензоилированием и т.д.:



Процесс ацилирования аминогруппы или этерификации гидроксила под действием кислот состоит в замещении атома водорода названных групп с выделением молекулы воды:

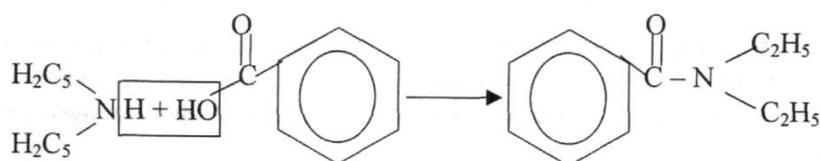


Реакции обратимы, так как происходит гидролиз получаемого ацилированного продукта реакционной водой. Поэтому ацилирование проводят обычно не свободными кислотами, а различными их производными.

По своей структуре ацилированные алифатические амины представляют собой замещенные при азоте амиды кислот, или ациламины. Так,

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.12 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

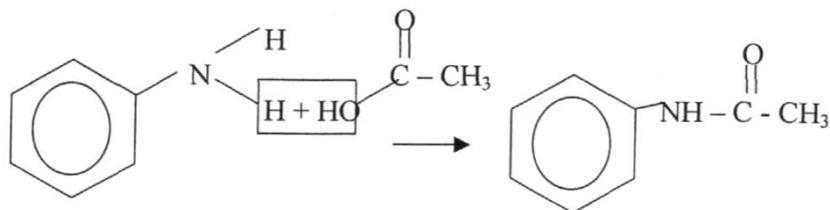
ацилированием диэтиламина никотиновой кислотой получают диэтиламид никотиновой кислоты:



Это соединение является фармакологически активным соединением и промежуточным продуктом получения лекарственных препаратов данной группы.

Ацилирование ароматических соединений проводят с помощью галогенангидридов и ангидридов кислот, реже - с самими карбоновыми кислотами. Обычно эти реакции проводят с катализаторами Фриделя-Крафтса. Катализаторы Фриделя-Крафтса представляют собой галогениды ряда металлов -  $AlCl_3$ ,  $AlBr_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $BiF_3$ ,  $TiCl_4$ ,  $SnCl_4$ ,  $ZnCl_2$  и др. Все они являются кислотами Льюиса и способны активно координироваться с соединениями, содержащими  $\pi$  - электроны или неподеленные пары электронов.

При ацилировании ароматических аминов образуются ациламины, точнее анилиды. Например, ацилированием анилина уксусной кислотой получают ацетанилид, лежащий в основе структуры лекарственных препаратов, производных пиразола:

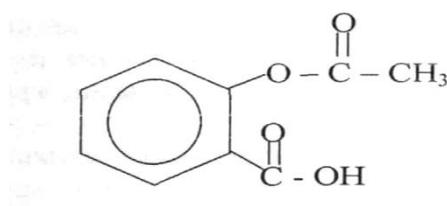


Как видно, ацилирование аминогруппы имеет практическое значение в химии и технологии синтеза органических соединений. Аминогруппа принадлежит органическим соединениям токсичные свойства, поэтому ацилирование необходимо для снижения токсичности аминогруппы. Следует отметить, что ацилированная аминогруппа менее реакционноспособна, более прочная и устойчивая, стойка к окислению, что повышает стабильность молекулы органических соединений. Нередко ацильная группа сообщает препарату химическую активность. Например, сульфаниламидные препараты проявляют свои химические свойства в

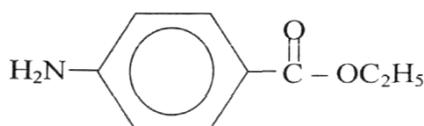
OÑTÝSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.13 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

зависимости от содержащейся в них ацильной группы – остатка сульфаниловой кислоты.

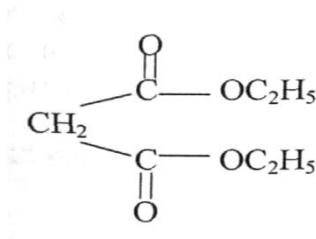
Этерификация фенольного гидроксила смягчает едкие и раздражающие свойства лекарственных препаратов, например в аспирине:



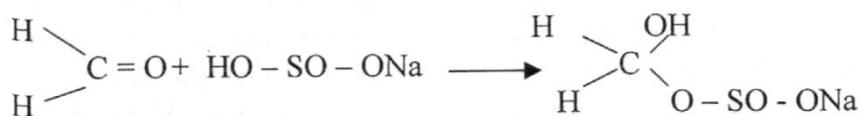
Немало продуктов реакции этерификации спиртового гидроксила среди органических соединений, например, анестезин:



малоновый эфир, являющийся одним из основных исходных продуктов синтеза барбитуратов:



Формальдегид бисульфит натрия образуется при взаимодействии формальдегида с бисульфитом натрия:

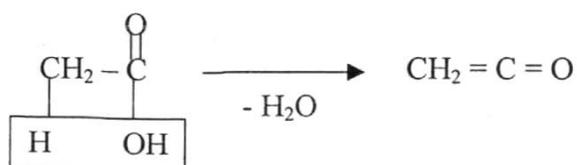


ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.14 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

Остаток - CH<sub>2</sub> - O - SO - ONa, называемый метилен сернистокислым натрием, является важным ацилом, входящим в структуру многих органических соединений введением в аминогруппу (анальгин, прозерин).

Ацилирующими реагентами служат соединения, обладающие различной ацилирующей силой и являющиеся либо свободными кислотами, либо их производными - сложными эфирами, ангидридами или хлорангидридами.

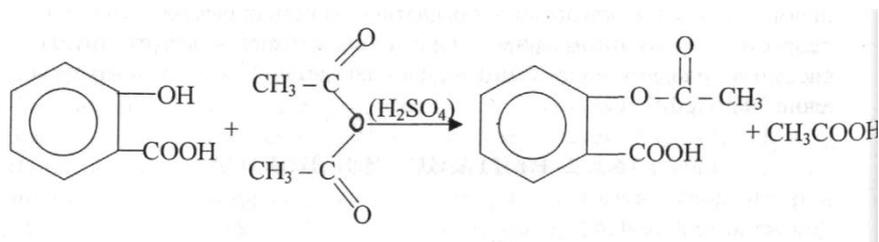
Эффективным ацилирующим средством является так называемый кетен C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O, образующийся путем внутренней ангидризации кислот:



Для ацилирования аминов применяют органические кислоты - муравьиную и уксусную, сложные эфиры карбоновых кислот. Энергичными ацилирующими агентами, являются ангидриды кислот, реакции при этом не сопровождаются образованием реакционной воды. Наиболее часто для этих целей применяют уксусный ангидрид. Еще более энергичными ацилирующими средствами являются хлорангидриды кислот: хлористый ацетил, хлористый бензоил, фосген, хлорангидриды кислых эфиров угольной кислоты, хлорангидриды ароматических кислот.

Для выполнения целевой задачи студенту необходимо выполнить практические задания.

### Ацетилсалициловая кислота



**Реактивы.** Салициловая кислота 6,5г, уксусный ангидрид (свежеперегнаный над безводным ацетатом натрия) 6 мл, серная кислота (d - 1,84 г/см), толуол, бензол (или хлороформ) для перекристаллизации.

В круглодонной колбе емкостью 50 мл смешивают 6,5 г салициловой кислоты, 6 мл свежеперегнанного уксусного ангидрида (осторожно!) и 5 капель концентрированной серной кислоты. Колбу соединяют с обратным водяным холодильником и помещают на водяную баню. В течение одного часа

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.15 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

температура воды в бане должна быть 60 °С. Затем её повышают до 90-95°С. При этой температуре выдерживают колбу еще 1 час. Во время нагревания реакционную смесь периодически перемешивают встряхиванием колбы.

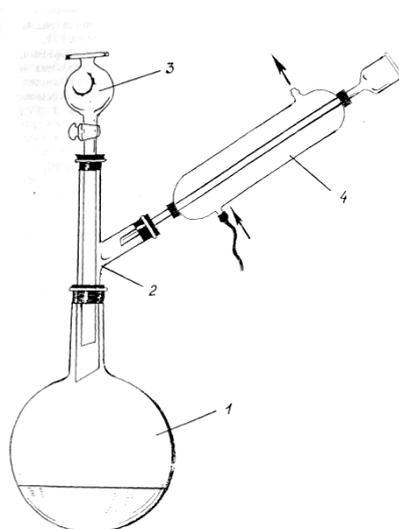


Рисунок. 1- круглодонная колба, 2 – двурогий форштосс, 3 – капельная воронка; 4 – обратный холодильник.

По окончании реакции смесь при перемешивании охлаждают до комнатной температуры и выливают в стакан с 10 мл ледяной воды, снова хорошо перемешивают. Продукт реакции отсасывают на воронке Бюхнера и промывают его ледяной водой.

Очищают ацетилсалициловую кислоту перекристаллизацией из бензола или хлороформа. Выход 7,5 г.

Ацетилсалициловая кислота (аспирин, о - ацетоксибензойная кислота) - бесцветное кристаллическое вещество, в 100 г воды растворяется 0,25 г, в 100г 90% - ного этилового спирта - 20г, в 100г диэтилового эфира - 3,57г. Температура плавления 133-136,5°С, температура кипения 140°С (с разложением).

## 6. Литература

### основная:

#### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.16 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

**на казахском языке:**

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

**электронные ресурсы:**

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

**дополнительная:**

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. Товажнянский Л., Кошелева М., Бухкало С. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: Инфра-М, 2015г-447с.
3. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 916с.
4. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 876с.
5. Сутягин В., Ляпков А. Общая химическая технология полимеров. Изд.: Лань Спб, 2018г- 208с.

**7. Методическое обеспечение:**

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true)

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.17 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

## 8. Вопросы для контроля:

### 1. Стадии химико-технологических процессов:

- А) подвод реагентов в зону реакции → химическая реакция → отвод продуктов из зоны реакции;
- В) подготовка сырья → очистка продукта;
- С) разделение реакционной смеси → химическое превращение;
- Д) подвод реагентов в зону реакции → химическая реакция → очистка продукта;
- Е) подготовка сырья → химическое превращение → разделение и очистка продукта;

### 2. Стадия химико-технологического процесса:

- А) подвод реагентов в зону реакции;
- В) обогащение ресурсов сырья и энергии;
- С) химическое и физическое превращение;
- Д) разделение реакционной и продуктовой смеси;
- Е) очистка продуктов и остатков;

### 3. Стадия химико-технологического процесса:

- А) химическая реакция;
- В) использование сырья;
- С) промывание осадка;
- Д) разделение смеси;
- Е) растворение соли;

### 4. Стадия химико-технологического процесса:

- А) отвод продуктов из зоны реакции;
- В) обогащение ресурсов сырья и энергии;
- С) химическое и физическое превращение;
- Д) разделение реакционной и продуктовой смеси;
- Е) очистка продуктов и остатков;

### 5. Стадии химического производства:

- А) подготовка сырья → химическое превращение → разделение и очистка продукта;
- В) химическое превращение → подготовка сырья → разделение и очистка продукта;
- С) разделение и очистка продукта → химическое превращение → подготовка сырья;

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.18 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

Д) подготовка сырья → разделение и очистка продукта → химическое превращение;

Е) химическое превращение → разделение и очистка продукта → подготовка сырья;

6. Экономические показатели химического производства:

А) производительность, интенсивность, себестоимость продукта, капитальные расходы, производительность работы;

В) производительность, интенсивность, выход продукта, себестоимость продукта, степень превращения;

С) степень превращения, селективность, выход продукта, себестоимость продукта, качество продукта;

Д) степень превращения, селективность, себестоимость продукта, производительность, интенсивность;

Е) степень превращения, выход продукта, селективность, коэффициенты расхода, качество продукта;

7. Социальные показатели химического производства:

А) степень разрешения проблем защиты труда и окружающей среды;

В) степень выхода продукта и проблемы защиты труда;

С) степень превращения продукта и проблемы защиты окружающей среды;

Д) степень превращения, выход продукта, селективность, коэффициенты расхода;

Е) коэффициенты расхода, производительность, интенсивность, селективность;

8. Технологические показатели химического производства:

А) степень превращения, выход продукта, коэффициенты расхода, селективность, качество продукта;

В) производительность, интенсивность, себестоимость продукта, капитальные расходы, производительность работы;

С) производительность, интенсивность, выход продукта, селективность, коэффициенты расхода;

Д) выход продукта, себестоимость продукта, степень превращения, селективность;

Е) степень превращения, селективность, себестоимость продукта;

9. Выход продукта:

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии		044 -55/ 18 стр.19 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

$$A) \emptyset = \frac{G_{\text{практ}}}{G_{\text{теор}}} \cdot 100;$$

$$B) \emptyset = \frac{Q_{\text{практ}}}{Q_{\text{теор}}} \cdot 100;$$

$$C) \emptyset = \frac{G_{\text{теор}}}{G_{\text{практ}}} \cdot 100;$$

$$D) \emptyset = \frac{G_{\text{практ}} + G_{\text{теор}}}{G_{\text{практ}}} \cdot 100;$$

$$E) \emptyset = \frac{G_{\text{практ}} + G_{\text{теор}}}{G_{\text{теор}}} \cdot 100;$$

10. Степень превращения исходных реагентов:

$$A) x_A = \frac{N_{A.O.} - N_A}{N_{A.O.}};$$

$$B) x_A = \frac{N_{A.O.} - N_A}{N_A};$$

$$C) x_A = \frac{G_{\text{практ}} - G_{\text{теор}}}{N_A};$$

$$D) x_A = \frac{G_{\text{практ}} - G_{\text{теор}}}{G_{\text{теор}}};$$

$$E) x_A = \frac{N_{A.O.} - N_A}{C_A};$$

## Тема №3-4

### 1. Тема: Анализ питьевой воды

**2. Цель:** Практическое знакомство со стандартными методами определения различных видов жёсткости и окисляемости воды.

### 3. Задачи обучения:

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- умению выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.20 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;

- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.
- научить обучающихся проводить анализ питьевой воды.

#### 4. Основные вопросы темы:

1. Вода в химической промышленности.
2. Классификация воды по жёсткости.
3. Классификация природных вод.
4. Промышленная водоподготовка.
5. Методы и способы умягчения воды, обессоливание.
6. Очистка сточных вод.
7. Какую воду называют жесткой и каким образом понижают жесткость воды?
8. На каком принципе основано гравитационное обогащение?
9. Какой принцип положен в основу электромагнитного обогащения?
10. Какие минералы называются гидрофобными и какие гидрофильными?
11. Какие виды энергии используют в химической промышленности?
12. Какую задачу выполняют рекуператоры, регенераторы тепла и котлы-утилизаторы?

#### 5. Методы обучения и преподавания: Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	10
2	выполнение лабораторной работы	220
3	написание и защита протокола	30
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	30
5	подведение итогов (выставление оценок)	10

*Теоретические сведения.* Использование воды в химической промышленности очень разнообразно. В ряде производств она служит сырьём

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.21 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

и реагентом, непосредственно участвующим в основных химических реакциях, например, в производстве водорода различными способами, серной и азотной кислот, соды, едкого натра, в различных реакциях гидратации и гидролиза. Во многих производствах химической, пищевой, металлургической и лёгкой промышленности вода используется как растворитель твёрдых, жидких и газообразных веществ. Нередко её применяют для промывки газов и твёрдых материалов, из которых она вымывает загрязнение. Применяется вода для обогащения руд флотацией и другими мокрыми способами, а также и при химической обработке. Во всех перечисленных примерах вода применяется непосредственно для технологических целей. В ещё больших размерах используется вода как теплоноситель, хладагент. Водой охлаждают реагирующие массы, нагретые в результате экзотермических процессов. Водяной пар или нагретая вода применяются для нагревания взаимодействующих веществ, для ускорения процесса или компенсации затрат тепла в эндотермических процессах.

Вода является хорошим растворителем многих твёрдых, жидких и газообразных веществ, поэтому природная вода содержит различные примеси. Воду принято делить на три вида, сильно различающихся по наличию примесей.

*Атмосферная вода* - вода дождевых и снеговых осадков, содержит наименьшее количество примесей. В основном это растворённые газы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ , пыль,  $\text{H}_2\text{S}$  и т.д.).

*Поверхностные воды* - это воды открытых водоёмов, рек, озёр, морей, каналов, водохранилищ. В состав этих вод входят различные минеральные и органические вещества. В морской воде представлена почти вся таблица элементов, включая драгоценные и радиоактивные металлы. Вода, содержащая менее 1г солей на 1 кг воды, называют пресной, от 1г до 10 г/кг - солоноватой, более 10 г/кг - солёной.

По содержанию ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , дающих осадки в паровых котлах, реакционных аппаратах и теплообменниках, различают мягкую воду - при наличии  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  до 3 мг-экв/дм<sup>3</sup>, умеренно жёсткую (среднюю) - 3-6 мг-экв/дм<sup>3</sup> и жёсткую - более 6 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

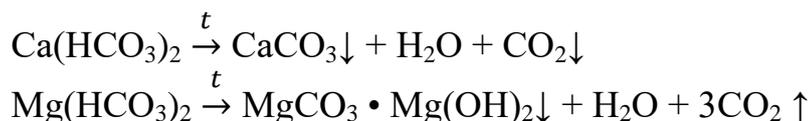
*Подземные воды* - воды артезианских скважин, колодцев, ключей, гейзеров - характеризуются разнообразием состава растворённых солей, который зависит от состава и структуры почв и горных пород, через которые просачиваются атмосферные воды и воды поверхностных водоёмов. Фильтрующая способность почв и горных пород обуславливает высокую прозрачность подземных вод и отсутствие в них примесей органического происхождения.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.22 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

Поскольку вода в огромных количествах применяется как для питьевой и хозяйственной надобностей, так и для разнообразных производственных целей, предъявляют строго определённые требования к качеству воды. Качество воды определяется такими характеристиками, как прозрачность, цвет, запах, температура, общее солесодержание, жёсткость, окисляемость и реакция воды.

Для большинства производств основным качественным показателем служит жёсткость воды, обусловленная присутствием в воде солей кальция и магния. Различают три вида жёсткости:

*Временная (карбонатная или устранимая) жёсткость* обусловлена присутствием в воде бикарбонатов кальция и магния  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , которые при кипении переходят в нерастворимые соли и выпадают в виде плотного осадка (накипи):



*Постоянная (некарбонатная) жёсткость* обусловлена содержанием в воде хлоридов, сульфатов, нитратов кальция и магния, не выпадающих в осадок при кипячении.

Сумма временной и постоянной жёсткости называется *общей жёсткостью*.

*Окисляемость воды* обусловлена содержанием в воде органических примесей и определяется количеством мг перманганата калия, необходимого для окисления органических соединений.

*Реакция воды* - степень её кислотности или щёлочности - характеризуется концентрацией водородных ионов и определяется при помощи индикаторов. Реакция природных вод близка к нейтральной,  $\text{pH}=6,8-7,3$ , реакция оборотных вод зависит от характера производства. При  $\text{pH}<6,5$  - вода кислая, при  $\text{pH}>7,5$  - вода щелочная.

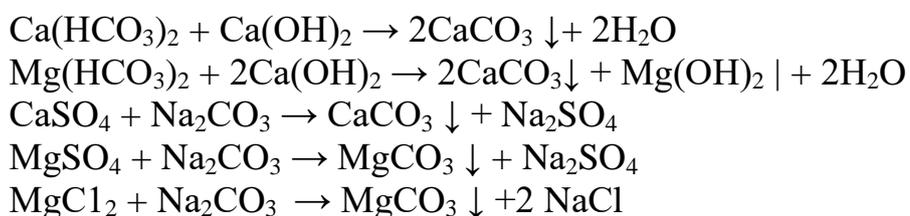
*Общее солесодержание* характеризует наличие в воде минеральных и органических примесей. Количество их определяют по сухому остатку ( $\text{мг/дм}^3$ ) испарением 1 л воды и высушиванием плотного остатка при  $110^\circ\text{C}$  до постоянной массы.

Использованию воды в производстве предшествует соответствующая подготовка, зависящая от присутствия в ней примесей и требований производства. Применяемая в производственных процессах вода не должна содержать вредных для реакции веществ, корродировать аппаратуру в аппаратах и трубах накипь и шлам. Примеси обычно содержатся в воде в виде

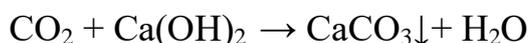
ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.23 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

растворов, коллоидных или механических взвесей. К основным операциям водоподготовки относятся очистка от взвешенных примесей отстаиванием и фильтрованием через слой песка или гравия, умягчение, а в отдельных случаях - обессоливание, нейтрализация, дегазация и обеззараживание. Осветление воды или коагуляцию коллоидных примесей производят добавкой коагулянтов  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $NaAlO_2$ .

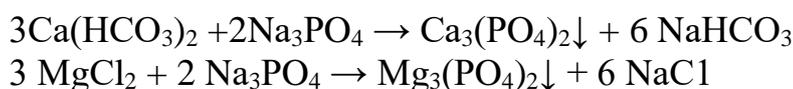
Умягчение воды состоит в полном или частичном удалении солей кальция и магния. Грубое умягчение воды (приблизительно до 0,3 мг-экв/дм<sup>3</sup>) производят добавлением извести, едкого натра или соды (известково-содовый метод):



Растворённый в воде диоксид углерода реагирует так:



Применяя в качестве умягчителя тринатрийфосфат  $Na_3PO_4$ , устраняющий временную и постоянную жёсткость, можно получить более полное умягчение (до 0,03 мг-экв/дм<sup>3</sup>):



Наиболее эффективно вода может быть умягчена и также обессолена методом ионного обмена.

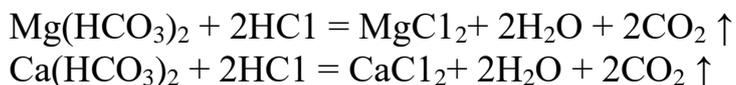
Сущность этого метода заключается в том, что некоторые твёрдые труднорастворимые минеральные и органические вещества способны извлекать из растворов одни катионы или анионы в обмен на содержащиеся в них другие. Для поглощения из воды ионов  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  применяют катиониты - сульфоуголь или высокомолекулярные смолы, содержащие активные группы с ионами  $H^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ , а также аниониты - высокомолекулярные смолы, содержащие активные группы с ионами  $OH^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $NH_4^+$ .

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.24 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

Состав воды, возможность непосредственного применения её для различных целей или необходимость её подготовки определяется на основе данных технического анализа. Полный анализ воды, включает большое количество различных определений и требует для проведения его длительного времени. При анализе определяют температуру, цвет, запах, вкус, кислотность, содержание кислорода, сероводорода диоксида углерода, сульфата аммония, нитратов, нитридов, фторидов органических веществ, бикарбонатов и др. Однако во многих проведение полного анализа является ненужным. И можно ограничиться только частью определений, из которых наибольшее значение имеет определение различных видов жесткости, окисляемости и щёлочности.

#### Методика проведения работы

*Определение карбонатной жесткости воды.* 100 мл исследуемой воды (из водопроводного крана) при помощи мерного цилиндра переносят в титруют в присутствии индикатора метилового оранжевого 0,1 н раствором HCl до перехода цвета из оранжевого в слабозеленый. В результате взаимодействия HCl с бикарбонатами кальция и магния, определяющими карбонатную жесткость, протекают реакции:

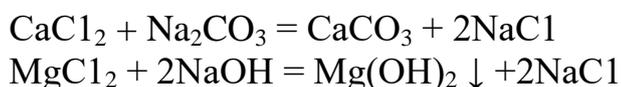


Карбонатную жёсткость воды  $H_K$  определяют в мг-экв по формуле:

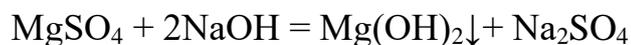
$$H_K = V_1 \cdot 0,0028 \cdot 10000 / 20,04 = V_1 \cdot 1,4$$

где  $V_1$  - количество 0,1н раствора HCl, пошедшего на титрование, мл;  
 0,0028 - титр хлороводородной кислоты по CaO,  
 10000 - коэффициент для пересчёта;  
 20,04 - коэффициент для пересчёта полученных результатов в мг-экв жёсткости.

*Определение общей и некарбонатной жесткости.* Пробу после определения карбонатной жёсткости прокипятить 5-10 мин для удаления диоксида углерода. Прибавляют из пипетки 25 мл раствора смеси равных объём  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и NaOH кипятят 5-10 мин для осаждения солей кальция и магния:



O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.25 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		



После охлаждения раствор вместе с осадком переносят в мерную колбу ёмкостью 250 мл и разбавляют до метки дистиллированной водой. Осадок отфильтровывают, отбирают пипеткой пробой 100 мл в коническую колбу и оттитровывают 0,1н раствором HCl избыток смеси  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$  в присутствии индикатора метилового оранжевого до перехода цвета из оранжевого в слабо - розовый. Аналогично оттитровывают 25 мл раствора смеси NaOH и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Для определения общей жёсткости  $H_0$  пользуются формулой:

$$H_0 = (V_3 - 2,5 \cdot V_2) \cdot 1,4$$

Где,  $V_3$  - количество 0,1н хлороводородной кислоты, пошедшего на титрование 25 мл раствора смеси NaOH +  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;

$V_2$  - количество 0,1н хлороводородной кислоты, пошедшего на титрование избытка NaOH +  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в пробе анализируемого раствора;

2,5- коэффициент разбавления.

Некарбонатную жёсткость определяют по разности

$$H_H = H_O - H_K$$

*Определение окисляемости воды.* Данные, полученные при определении окисляемости воды позволяют судить о количестве кислорода, необходимого в определенных условиях для окисления органических соединений, находящихся в воде. Полнота зависит от состава органических соединений, концентрации и условий испытания. Поэтому для получения сравнимых результатов, характеризующих относительную степень загрязнения воды органическими веществами, необходимо соблюдение постоянных условий определения.

Берут пробу исследуемой воды в количестве 100 мл при помощи мерного цилиндра и помещают в коническую колбу. Прибавляют 5 мл серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1:3) и 10 мл 0,01н раствора перманганата калия. Кипятят в течение 10 минут. По окончании кипячения к горячему раствору прибавляют 10 мл 0,01н раствора щавелевой кислоты, избыток которой оттитровывают 0,01н раствором перманганата калия до появления слабо-розовой окраски. Для расчёта окисляемости, выраженной в мг кислорода на 1 л воды, пользуются формулой:

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.26 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

$$X = ((A+B) - C) \cdot 0,08$$

где X - количество кислорода, мг/л;

A - количество 0,01н раствора  $KMnO_4$ , прилитое к воде для окисления органических примесей, мл;

B - количество 0,01н раствора  $KMnO_4$ , пошедшего на титрование;

C - количество 0,01н раствора щавелевой кислоты  $H_2C_2O_4$ , мл;

0,08 - количество кислорода, соответствующее 1 мл 0,01 н раствора  $KMnO_4$ , мл;

10 - коэффициент для выражения полученных данных в мг/л.

#### Техника безопасности

1. Студенты допускаются к выполнению лабораторной работы после прохождения инструктажа по технике безопасности труда и пожарной безопасности.
2. Работу необходимо проводить в лабораторном халате.
3. При обращении с соляной, серной, щавелевой кислотами, перманганатом калия, при проведении химических анализов пользоваться инструкцией по технике безопасности в аналитической лаборатории.

## 6. Литература

### основная:

#### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

#### 3. на казахском языке:

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.27 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### электронные ресурсы:

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

#### дополнительная:

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л., КОШЕЛОВА М., БУХКАЛО С. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: Инфра-М, 2015г-447с.
3. АЙНШТЕЙН В. Г., ЗАХАРОВ М. К., НОСОВ Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 916с.
4. АЙНШТЕЙН В. Г., ЗАХАРОВ М. К., НОСОВ Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 876с.
5. СУТЯГИН В., ЛЯПКОВ А. Общая химическая технология полимеров. Изд.: Лань Спб, 2018г- 208с.

#### 7. Методическое обеспечение:

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&oid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&oid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true)

#### 8. Контрольные вопросы

1. Классификация сырья:
  - А) рудное, растительное, животное;
  - В) минеральное, растительное, синтетическое;
  - С) рудное, твердое, искусственный;
  - Д) минеральное, жидкое, рудное;
  - Е) твердое, жидкое, искусственное;
2. Основные стадии подготовки сырья:
  - А) отстаивание, фильтрование, умягчение, обессоление, дегазация;
  - В) отстаивание, фильтрование, полимеризация, восстановление, окисление;

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.28 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

- С) отстаивание, газификация, обогащение, экстракция, нейтрализация;
- Д) нейтрализация, отстаивание, фильтрование, абсорбция, ректификация;
- Е) дегазация, отстаивание, фильтрование, адсорбция, экстракция;

3. Временная жесткость воды:

- А) содержание солей кальция и магния;
- В) содержание растворенных газов и паров;
- С) содержание солей натрия и калия;
- Д) содержание нерастворимых веществ и паров;
- Е) содержание органических соединений;

4. Интенсивные термодинамические параметры:

- А) температура, давление;
- В) константа скорости;
- С) объем, внутренняя энергия;
- Д) концентрация, объем;
- Е) активность катализатора;

5. Параметр интенсивности:

- А) температура;
- В) энтропия;
- С) энтальпия;
- Д) концентрация;
- Е) объем;

6. Параметр интенсивности:

- А) давление;
- В) энтропия;
- С) энтальпия;
- Д) концентрация;
- Е) объем;

7. Вода, характеризующая сравнительно небольшим содержанием примесей:

- А) атмосферная;
- В) поверхностная;
- С) подземная;
- Д) проточная;
- Е) технологическая;

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.29 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

8. Устойчивая (не карбонатная) жесткость воды:

- А) кальция и магния хлориды, сульфаты, нитраты;
- В) кальция и магния бикарбонаты, хлориды, фосфаты;
- С) кальция и магния нитраты, сульфаты, бикарбонаты;
- Д) калия и магния хлориды, сульфаты, фосфаты;
- Е) натрия и кальция хлориды, фосфаты, сульфаты;

## Тема № 5-6

### 1. Тема. Гидролиз жиров - получение мыла.

3. **Цель:** Научиться проводить гидролиз жиров. Получить мыло, исходя из жиров животного (твердые по консистенции) или растительного (жидких) происхождения.

### 3. Задачи обучения:

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- умению выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;
- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.
- научить обучающихся проводить гидролиз жиров, получать мыло, исходя из жиров животного (твердые по консистенции) или растительного (жидких) происхождения.

### 4. Основные вопросы темы:

1. Какое значение имеет основной органический синтез для химической промышленности?
2. Назовите важнейшие продукты промышленности основного органического синтеза.
3. Какие виды сырья применяют в промышленности органического синтеза?

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.30 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

4. Назовите важнейшие типы реакций, наиболее часто применяющиеся в промышленности основного органического синтеза.
5. Какими методами можно получить этиловый спирт из этилена?
6. Для каких основных производств применяется этиловый спирт?
7. Назовите известные вам производства, основанные на реакциях окисления.
8. Напишите реакции получения уксусной кислоты из ацетальдегида.
9. Для чего применяется уксусная кислота?
10. Почему при окислении парафина получается смесь карбоновых кислот разной молекулярной массы?
11. Каким методом в продуктах окисления парафина можно обнаружить наличие альдегидов?
12. Напишите уравнение термического разложения перманганата калия и уравнение окисления какого-либо углеводорода перманганатом.

### 5. Методы обучения и преподавания: Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5
2	выполнение лабораторной работы	110
3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

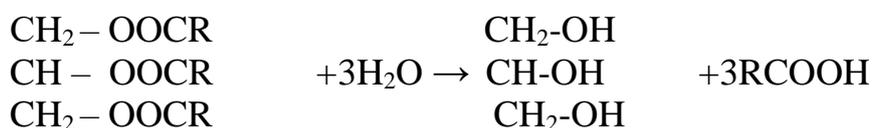
*Получение мыла. Определение содержания жирных кислот.* Сырьем получения обычного мыла, используемого в быту при стирке и мытье, служат жиры животного (твердые по консистенции) или растительного (жидких) происхождения. Жиры представляют собой сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот. В составе животных жиров входят смеси предельных высших карбоновых кислот (лауриновая  $C_{11}H_{23}COOH$ , пальмитиновая  $C_{15}H_{31}COOH$ , стериновая  $C_{17}H_{31}COOH$ , а в состав растительных жиров - непредельные (олеиновая  $C_{17}H_{33}COOH$ , гексадеценовая  $C_{15}H_{29}COOH$ , линолевая  $CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$  кислоты.

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.31 из 80

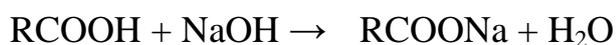
Так как в настоящее время основным сырьем для получения мыла является растительные жиры, их предварительно гидрируют водородом в присутствии катализатора (например, никеля) и получают твердые жиры, называемые саломасом. Получение мыла проводят в несколько стадий:

1. Гидролиз, расщепление жиров водяным паром в автоклавах при температуре 523-573 К и давлении  $25 \times 10^5$  и  $30 \times 10^5$  Па.
2. Очистка полученных жирных кислот.
3. Омыление кислот гидроксидом натрия или калия (или кальцинированной содой).

Схематично получение мыла выразить следующими реакциями:



где,  $\text{R} = \text{C}_{11}\text{H}_{23}$ ;  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ ;  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$  и др.



Натриевые или калиевые соли высших жирных кислот представляют собой жировое, обычное мыло.

Натриевые мыло твердое, калиевое - жидкое. Сорт зависит от содержания в нем жирных кислот, которое выражается в процентах.

Наша промышленность выпускает 72%, 70% и 60%-ное мыло. В высококачественное хозяйственное и туалетное мыло добавляют красители и отдушки.

*Реактивы:* жир, натрия гидроксид, этанол или пропанол, натрия хлорид, насыщенный раствор  $\rho = 1,16 - 1,18 \times 10^3$  кг/г, туалетное мыло хлороводородная кислота.

#### Оборудование и материалы

1. Фарфоровый стакан на 100-150 мл (2шт),
2. Колбы на 100-150мл
3. Стекланные палочки.

#### Проведение работы

*Получение мыла.* Проводят гидролиз жиров спиртовым раствором гидроксида натрия. Для этого взвешивают бг жира помещают в фарфоровый

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.32 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

стакан и нагревают путем растворения 2,5г NaOH в 6мл H<sub>2</sub>O и 15 мл этанола или пропанола-1. Спиртовой раствор NaOH приливают при перемешивании к расплавленному жиру. Полученный раствор кипятят в течение 10-15 мин. Добавляют к нему 10-15 мл насыщенного раствора хлорида натрия и охлаждают в бане с водой. Образовавшийся на поверхности слой мыла извлекают из стакана, тщательно высушивают фильтровальной бумагой и взвешивают. Рассчитывают выход мыла на взятый жир.

*Определение содержания жирных кислот.* Взвешивают 5г туалетного или хозяйственного мыла, нарезают его тонкими полосками, помещают в стакан емкостью 100мл, приливают 50мл дистиллированной воды и нагревают на закрытой электроплитке до полного растворения мыла. К полученному раствору добавляют 10мл хлороводородной кислоты (1:1) и продолжают нагревание до образования на поверхности раствора маслянистого слоя (опыт проходит лучше, если в раствор поместить стеклянную палочку). Стакан охлаждают вынимают палочку и через образовавшееся отверстие сливают жидкость. Оставшиеся в стакане жирные кислоты переносят на фильтровальную бумагу и высушивают. Остатки их снимают со стенок стакана скальпелем. Полученные жирные кислоты взвешивают, а зная первоначальную навеску мыла, вычисляют их процентное содержание в образце.

По окончании работы кратко опишите состав мыла, методику проведения опыта, рассчитайте выход мыла и содержание жирных кислот (в%).

*Оформление результатов работы.* Описать методику гидролиза жиров и определение содержания жирных кислот в лабораторных условиях.

## 6. Литература

### основная:

#### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

#### на казахском языке:

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.33 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### электронные ресурсы:

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

#### дополнительная:

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы: ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. [Товажнянский Л., Кошелева М., Бухкало С.](#) Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: [Инфра-М](#), 2015г-447с.
3. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г- 916с.
4. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г- 876с.
5. [Сутягин В., Ляпков А.](#) Общая химическая технология полимеров. Изд.: [Лань Спб](#), 2018г- 208с.

#### 7. Методическое обеспечение:

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true)

#### 8. Контрольные вопросы:

1. Жиры представляют собой
  - А. сложные эфиры глицерина и карбоновых кислот
  - В. сложные эфиры этилового спирта и уксусной кислоты

OÑTÝSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.34 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

- C. сложные эфиры бутилового спирта и уксусной кислоты
- D. сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот
- E. сложные эфиры этилового спирта и муравьиной кислоты

2.Отличие растительных и животных жиров:

- A. составом высших карбоновых кислот
- B. составом спиртов
- C. по растворимости в воде
- D. составом карбоновых кислот
- E. по растворимости в спирте

3. Жиры хорошо растворяются в:

- A. воде
- B. органических растворителях
- C. растворе кислот
- D. разбавленной хлороводородной кислоте
- E. разбавленной серной кислоте

4.Продукты гидролиза жиров в кислой среде:

- A. глицерин и высшие карбоновые кислоты
- B. глицерин и соли высших карбоновых кислот
- C. маргарин и глицерин
- D. спирт и глицерин
- E. глицерин и уксусная кислота

5.Реакция превращения жидких жиров в твердые:

- A. гидрирования
- B. гидратация
- C. дегидрирования
- D. окисления
- E. сольватация

6.Мыла представляют собой:

- A. натриевые или калиевые соли уксусной кислоты
- B. продукты гидролиза жиров в кислой среде
- C. натриевые или калиевые соли серной кислоты
- D. натриевые или калиевые соли высших карбоновых кислот
- E. натриевые или калиевые соли хлорной кислоты

6. Основное сырье для мыла:

- A. молочная кислота
- B. стеариновая кислота
- C. лимонная кислота
- D. уксусная кислота

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии		044 -55/ 18 стр.35 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

Е. азотная кислота

8. Состав жидкого мыла:

- A.  $C_{17}H_{35}COOK$
- B.  $(C_{17}H_{35}COO)_2Ca$
- C.  $C_{17}H_{35}COONa$
- D.  $CH_3COONa$
- E.  $(CH_3COO)_2Pb$

9. Твердые мыла- .... соли.

- A. калиевые
- B. натриевые
- C. свинцовые
- D. кобальтовые
- E. хромовые

10. Мыло непосредственно из жиров получают с помощью реакции:

- A. омыления
- B. дегидрирования
- C. гидрирования
- D. окисления
- E. гидратации

## Тема №7-8

**1. Тема: Флотация угля.**

**2. Цель:** Провести флотацию угля. Определить выход концентрата, степень извлечения угля и степень концентрации.

**3. Задачи обучения:**

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- умению выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;
- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.36 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

- научить обучающихся проводить обогащение сырья флотационным методом.

#### 4. Основные вопросы темы:

1. Что такое флотореагенты, как они классифицируются и какое назначение имеет каждая группа?
2. Для чего при флотации через пульпу продувают воздух?
3. С какими флотореагентами производится флотация сульфидных руд, окислов металлов и нерудных ископаемых?
4. Капля воды на поверхности сульфидной руды не растекается. Что произойдет, если в эту каплю добавить некоторое количество депрессора? Объясните наблюдаемое явление.
5. Как проводится флотация полиметаллических руд, например свинцово-цинковых руд и медно-свинцово-цинково-пиритных руд?
6. На какие группы подразделяют сырье для химической промышленности?
7. Почему необходимо обогащать сырье?
8. Назовите методы обогащения твердых горных пород.
9. На каком принципе основано гравитационное обогащение?
10. Какой принцип положен в основу электромагнитного обогащения?
11. Какие минералы называются гидрофобными и какие гидрофильными?
12. На каком явлении основан метод обогащения флотацией?
13. Приведите пример комплексного использования сырья.
14. Какую воду называют жесткой и каким образом понижают жесткость воды?
15. Какие виды энергии используют в химической промышленности?
16. Какую задачу выполняют рекуператоры, регенераторы тепла и котлы-утилизаторы?

#### 5. Методы обучения и преподавания:

**Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.**

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5
2	выполнение лабораторной работы	110

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.37 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

Лабораторное занятие распределено на два занятия по 150 мин.

*Флотационное обогащение.* Флотационное обогащение основано на избирательной смачиваемости поверхности руды поверхностно-активными веществами, называемыми флотореагентами. Частица руды, адсорбировавшая флотореагент, перестает смачиваться водой и при продувании взвеси «прилипает» к пузырькам воздуха. Поскольку пузырьки воздуха вместе с прилипшими частицами минералов обладают в среднем меньшей плотностью по сравнению с окружающим раствором, они всплывают наверх, образуя пену. В состав флотореагента входят вещества, называемые коллекторами и пенообразователями. Коллекторы адсорбируются поверхностью флотируемого минерала. Молекулы пенообразователя адсорбируются на поверхности пленок, образующих воздушные пузырьки, резко увеличивают устойчивость последних и предупреждают их слияние и разрушение на поверхности воды. При соприкосновении минеральной частицы с таким воздушным пузырьком и происходит их взаимное прилипание (см. рис. 1).

Эффективность и скорость флотации будет повышаться при достаточно сильном продувании пульпы воздухом. В качестве флотореагентов используются различные органические вещества и их смеси. Хорошо действуют пихтовое, сосновое, эвкалиптовое масла, которые можно применять без добавок.

В качестве флотореагентов можно использовать также некоторые органические кислоты, например олеиновую кислоту, продукты окисления парафина, содержащие карбоновые кислоты и оксикислоты, ксантогенаты  $\text{ROCSSNa}$ , аэрофлоты  $(\text{RO})_2\text{PSSNa}$ .

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.38 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

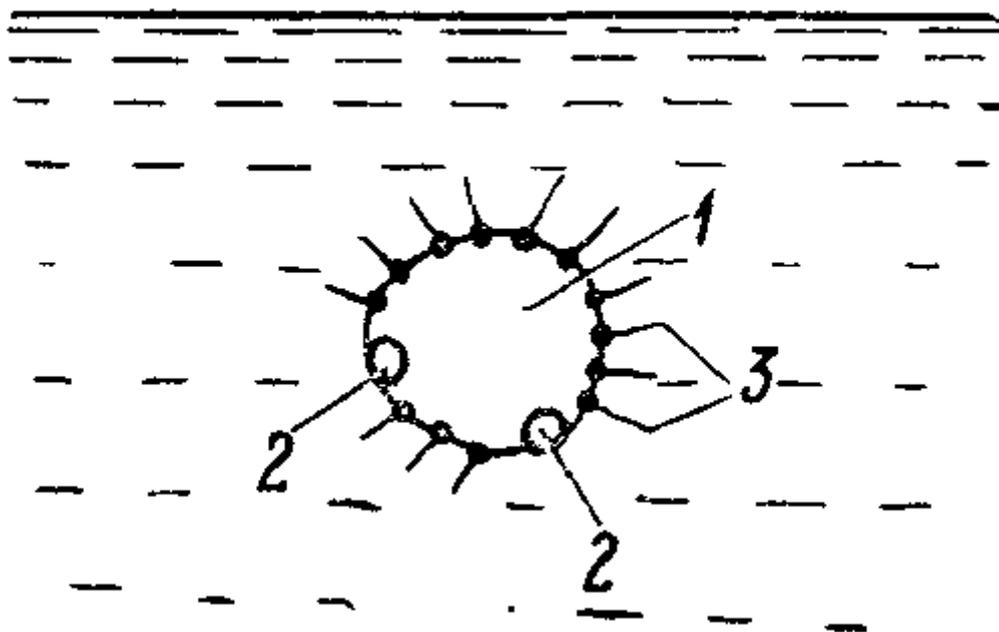


Рис. 1. Схема флотации:

1 - пузырек воздуха, окруженный молекулами поверхностно-активного вещества; 2 - частицы флотируемой руды; 3 - молекулы поверхностно-активного вещества.

Флотореагенты расходуются в очень небольших количествах (10-200 г на 1 т руды), так как на поверхности флотируемых частичек минерала часто создается только мономолекулярная пленка флотореагента. Как указывалось, частички минерала удерживаются в образующейся пене. Пенообразователи: сапонины, неочищенный крезол и др. - снижают поверхностное натяжение воды. Однако сильное снижение поверхностного натяжения воды, которое происходит при наличии в воде таких пенообразователей, как мыла, часто приводит к тому, что пена оказывает «пустой», т. е. не содержит частичек флотируемого минерала.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.39 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

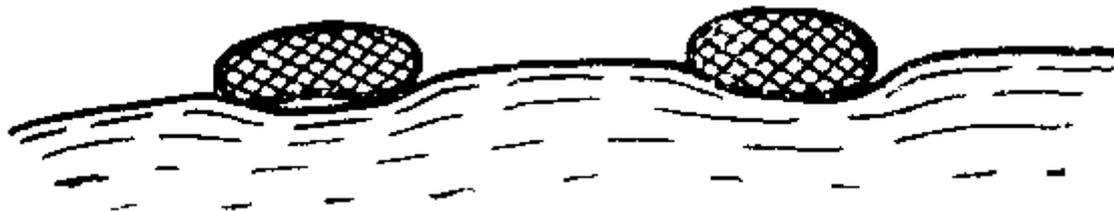


Рис. 2. Частицы флотационной руды, плавающей на поверхности воды.

Происходит это потому, что снижение поверхностного натяжения на границе вода - воздух вызывает лучшее смачивание частичек минерала водой, что и препятствует флотации. Правильный подбор пенообразователя также имеет большое практическое значение.

Частички флотируемой руды, адсорбировавшей флотореагент, могут удерживаться на поверхности воды и без пенообразователя за счет плохой смачиваемости их водой и за счет своеобразного «продавливания» поверхности воды (рис. 2).

## Работа 1

### Флотационное обогащение медной сульфидной руды

**Цель работы.** Провести флотацию железного или медного колчедана. Определить выход концентрата, степень извлечения металла и степень концентрации.

#### Оборудование и материалы

1. Сосуд для флотации - колба или цилиндр на 250 мл с пробкой.
2. Флотореагент (репейное или сосновое масло, ксантогенат или аэрофлот).
3. Сульфидная руда (медная или железная) или искусственно приготовленная смесь сульфида с песком.
4. Металлическая и фарфоровая ступки.
5. Сито с отверстиями 0,1-0,05 мм.
6. Аптекарские или теххимические весы с разновесом.
7. Воронка Бухнера с отсосом.

OÑTÝSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.40 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

## 8. Сушильный шкаф.

### Проведение работы

Крупные куски руды измельчают в металлической ступке, а затем растирают в фарфоровой до тончайшего порошка. Полученный порошок просеивают через мелкое сито. Частицы руды размером 0,1 мм подвергают повторному дроблению.

Для флотации берут 2,5-3 г руды, содержащей 4-6% сульфида меди или железа.

Руду высыпают в цилиндр на 250-300 мл, наливают 100-150 мл воды и добавляют 2-3 капли флотореагента - репейного или соснового масла, или ксантогената, или аэрофлота.

Цилиндр закрывают пробкой и смесь энергично взбалтывают в течение 0,5-1 мин до тех пор, пока некоторая часть сульфидов не всплывет на поверхность водного слоя. Через 1-2 мин в сосуд по стенке наливают воду, которая смывает сульфиды в воронку с пористой пластинкой или в воронку Бухнера с фильтровальной бумагой. Нужно стремиться, чтобы песчинки, которые иногда пристают к стенкам сосуда, не попадали на фильтр. Поскольку после первого взбалтывания всплывает только часть сульфидов,

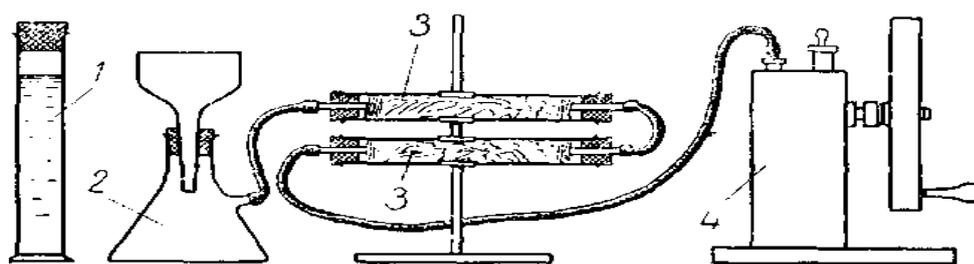


Рис. 3. Флотация руды:

**1 - сосуд для флотации; 2 - колба с воронкой для фильтрования 3 - осушительные колонки с хлоридом кальция; 4 - насос для создания вакуума.**

операцию флотации повторяют еще два-три раза. Необходимый вакуум на воронке Бухнера создают водоструйным насосом или насосом Комовского. Общий вид установки для фильтрования приведен на рисунке 3.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.41 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

Отфильтрованные сульфиды вместе с фильтром высушивают при 80-100°С, взвешивают и проводят необходимые расчеты.

Результаты опыта оформляют в виде таблицы.

### Оформление результатов работы

Взято руды (в г)	Получено	Выход	Степень извлечения металла (в %)	Степень концентрации (во сколько раз)
	концентрата (в г)	концентрата (в %)		

Данные о процентном содержании сульфида в руде, необходимые для расчета, берут у преподавателя. Содержание металла в концентрате определяют расчетным путем, считая, что отфильтрованное вещество является чистым сульфидом.

При отсутствии природной руды можно приготовить искусственную смесь, состоящую из сульфида меди или железа и пустой породы, например кварцевого песка. Для получения сульфида меди составляют смесь из 63 массовых частей порошкообразной меди или меди, нарезанной кусочками размерами в 1-2 мм (медная проволока или листовая медь), и 32 массовых частей растертой серы. Эту смесь помещают в пробирку и нагревают до расплавления серы. Реакция протекает с выделением теплоты. Часть серы, не вступившая в реакцию, выделяется из реакционной смеси и оседает на холодных стенках пробирки. После того как в реакцию вступит основная часть меди и серы, пробирку еще раз нагревают до 200-300 °С в течение 3-4 мин, смесь охлаждают и пробирку разбивают. К полученному продукту после отделения стекла добавляют 12-15 массовых частей серы, смесь растирают в ступке и нагревают в пробирке при указанной температуре в течение 5-10 мин. После этого пробирку разбивают, сульфид меди еще раз растирают в ступке до тончайшего порошка, просеивают и смешивают с чистым песком, беря его в таком количестве, чтобы в полученной смеси песка было 90-95%.

## 6. Литература

**основная:**

**на русском языке:**

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.42 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

**на казахском языке:**

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

**электронные ресурсы:**

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

**дополнительная:**

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. Товажнянский Л., Кошелева М., Бухкало С. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: Инфра-М, 2015г-447с.
3. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 916с.
4. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 876с.
5. Сутягин В., Ляпков А. Общая химическая технология полимеров. Изд.: Лань Спб, 2018г- 208с.

**7. Методическое обеспечение:**

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true)

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.43 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

## 8. Контрольные вопросы:

### 1. Комплексное использование сырья:

- А) использование всех компонентов сырья;
- В) обработка и производство большого количества сырья;
- С) совокупность методов обработки сырья;
- Д) приведение сырья в исходное состояние;
- Е) увеличение мощности и производительности производства;

### 2. Метод обогащения твердого минерального сырья:

- А) флотация;
- В) абсорбция;
- С) ректификация;
- Д) адсорбция;
- Е) электролиз;

### 3. Природное горючее:

- А) каменный и бурый уголь, дерево, природный газ, нефть;
- В) каменный и бурый уголь, дерево, керосин, солярка;
- С) каменный и бурый уголь, керосин, водород, азот;
- Д) каменный и бурый уголь, кокс, дерево, природный газ, нефть;
- Е) каменный и бурый уголь, полукокс, коксовый газ;

### 4. Химический метод обогащения твердого сырья:

- А) обжиг;
- В) абсорбция;
- С) измельчение;
- Д) ректификация;
- Е) конденсация;

### 5. Механический метод обогащения сырья:

- А) гравитационный;
- В) абсорбционной;
- С) ректификационной;
- Д) электромагнитный;
- Е) электростатический;

### 6. Гидромеханический метод обогащения сырья:

- А) флотация;
- В) обжиг;

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.44 из 80

- С) гравитационный;
- Д) электромагнитный;
- Е) электростатистический;

7. Операция:

- А) измельчение;
- В) десорбция;
- С) ректификация;
- Д) адсорбция;
- Е) абсорбция;

8. Операция:

- А) размешивание;
- В) ректификация;
- С) десорбция;
- Д) адсорбция;
- Е) абсорбция;

9. Параметр технологического правила:

- А) температура;
- В) энтальпия;
- С) энтропия;
- Д) селективность;
- Е) расход;

10. Параметр технологического правила:

- А) давление;
- В) энтальпия;
- С) энтропия;
- Д) селективность;
- Е) расход;

11. Параметр технологического правила:

- А) концентрация;
- В) энтальпия;
- С) энтропия;
- Д) селективность;
- Е) расход;

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.45 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

12. Параметр технологического правила:

- А) активность катализатора;
- В) качество продукта;
- С) степень превращения;
- Д) селективность;
- Е) скорость процесса;

13. Параметр технологического правила:

- А) степень перемешивания;
- В) качество продукта;
- С) степень превращения;
- Д) селективность;
- Е) скорость процесса;

14. Параметр технологического правила:

- А) линейная скорость потоков;
- В) качество продукта;
- С) степень превращения;
- Д) селективность;
- Е) скорость процесса;

15. Гидродинамическое правило:

- А) правило движения потоков;
- В) изменение параметров процесса;
- С) изменение концентрации;
- Д) изменение температуры;
- Е) изменение давления, изменение концентрации;

## Тема №9

**2. Цель:** Научиться проводить перегонку нефти. Получить фракции нефти.

### 3. Задачи обучения:

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- умению выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.46 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;

- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.
- научить обучающихся проводить перегонку нефти.

#### 4. Основные вопросы темы:

1. Основные типы и состав нефтей.
2. Устройство ректификационных колонн.
3. Продукты переработки нефти.
4. Почему при высокотемпературном крекинге (600-700<sup>0</sup>C) газообразных продуктов образуется больше, чем при низкотемпературном?
5. Напишите уравнение реакции термического распада гептана при крекинге на два углеводорода с меньшей молекулярной массой.
6. Напишите уравнение реакции дегидрирования бутана при крекинге.
7. Почему увеличение давления при крекинге снижает выход газообразных продуктов.
8. Какой процесс называют перегонкой нефти.
9. Основные реакции, протекающие при крекинге.
10. Очистка нефтепродуктов.

#### 5. Методы обучения и преподавания:

**Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.**

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5
2	выполнение лабораторной работы	110
3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

Оборудование и материалы.

1. Электродпечь.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.47 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

2. Железная трубка с катализатором.
3. Бюретка на 50 или 100 мл.
4. Аллонж.
5. Приемник-колба на 200-250 мл.
6. Градуированный газометр.
7. Прибор для разгонки продуктов крекинга.
8. Стекланные и резиновые трубки, пробки.

*Проведение работы.* Крекинг проводится в приборе, изображенном на рисунке 1. Керосин подается из бюретки 1 в железную трубку 1 с катализатором, обогреваемую электропечью 3. Жидкие продукты крекинга собираются в приемнике 4, помещенном в охлаждающую смесь, газообразные продукты поступают в газометр 6.

Для работы пользуются керосином, не содержащим непредельных углеводородов. Непредельные соединения в керосине обнаруживают бромной водой.

Для очистки от непредельных соединений наливают 100-200 мл керосина в делительную воронку и сильно встряхивают в течение 5 мин с 15-20 мл концентрированной серной кислоты; при этом воронку нужно время от времени переворачивать и открывать кран для удаления газообразных продуктов реакции. Отстоявшийся нижний слой выпускают из воронки и очистку повторяют с новой порцией серной кислоты. Керосин очищают щелочным раствором перманганата калия и промывают водой. Для удаления воды в керосин добавляют безводный хлорид кальция, встряхивают в течение 10-15 мин и фильтруют через складчатый фильтр.

Катализатор, употребляемый для проведения крекинга, готовится из окислов алюминия и кремния. Из природных соединений пригодны хорошие сорта глин, не содержащие по возможности примесей. Для очистки глину перемешивают с соляной кислотой, разбавленной в отношении 1:1, и смесь выдерживают в течение нескольких дней. Соляную кислоту и соли отмывают водой декантацией, а затем на воронке Бухнера. Промытую глину подсушивают на воздухе, а потом в сушильном шкафу при 150-200°C, смешивают с асбестом и загружают в реактор.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.48 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

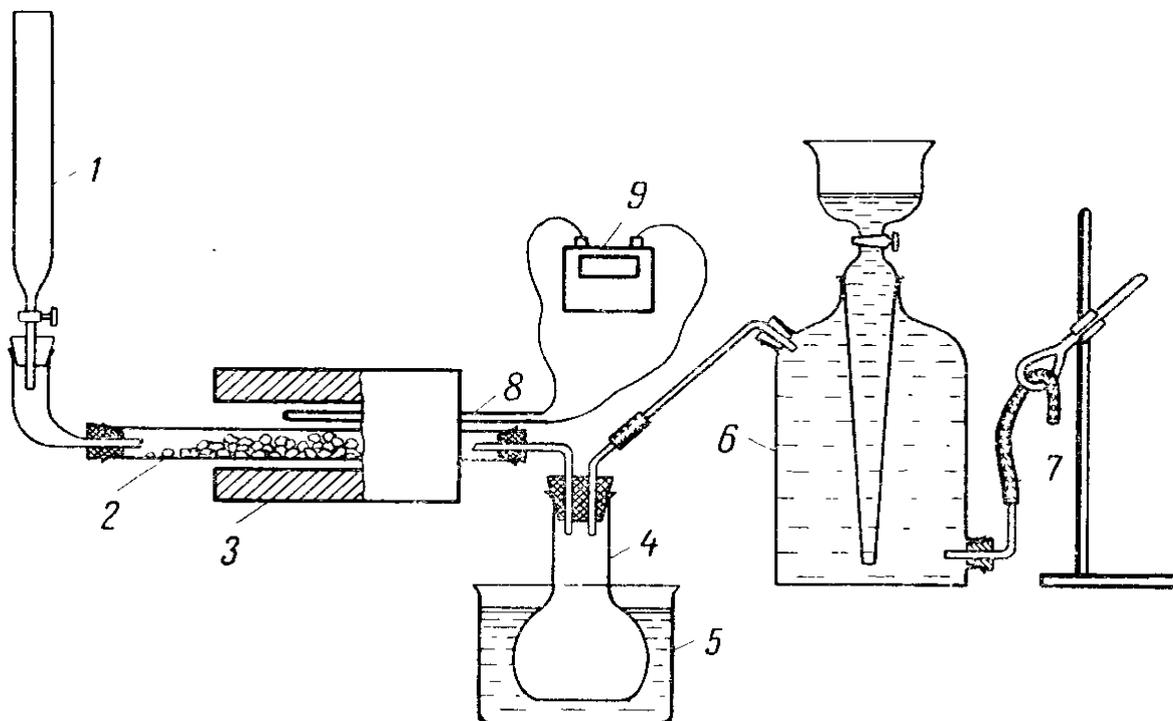


Рис. 1. Каталитический крекинг нефтепродуктов:

1 - бюретка с нефтепродуктом; 2 - трубка с катализатором; 3 - электропечь; 4 - приемник для жидких нефтепродуктов; 5 - охлаждающая смесь; 6 - газометр для приема газообразных нефтепродуктов; 7 - кран для выпуска воды; 8 - термопара; 9 - пирометр.

В качестве катализатора можно также применить обожженную глину в виде кусочков размером 3-4 мм или битый кирпич. Установку проверяют на герметичность. Для этого открывают кран 7 для выпуска воды, конец резинового шланга необходимо держать ниже уровня газометра на 10-15 см. При герметичности прибора вода не будет выливаться из шланга. Если же он будет опущен значительно ниже, то в системе создается значительное разрежение и в таких условиях герметичность прибора трудно поддерживать. Убедившись в герметичности прибора, нагревают электропечь до 600°C. Воздух выпускают в атмосферу. Присоединяют газометр, открывают кран 7 и впускают керосин по 2-3 капли в 1 сек. Когда через трубку пройдет 50-80 мл керосина, печь выключают и проводят разгонку продуктов крекинга. Замеряют объем жидких продуктов и переливают их в колбу, соединенную с холодильником. Дистиллят собирают в мерный цилиндр. Замеряют объем полученного бензина (выкипающего до 170°C) и тяжелых фракций (выкипающих от 170 до 230°C). Для сравнения проводят разгонку керосина. В полученном продукте всегда имеются непредельные соединения, наличие

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.49 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

которых доказывается реакцией с бромной водой. Объем газообразных продуктов крекинга определяется по уровню воды в газометре или по объему воды, вытекающей из газометра. В газообразных продуктах крекинга также содержатся непредельные углеводороды. Для их обнаружения газ собирают из газометра в цилиндр с водой, добавляют немного бромной воды и, закрыв цилиндр стеклом, встряхивают. Во время работы на катализаторе накапливается кокс, поэтому после 3-4 опытов катализатор нужно заменить или выжечь кокс. Для выжигания кокса печь нагревают до 800°C, трубку присоединяют к газометру или к водоструйному насосу и в течение 15-20 мин через трубку пропускают слабый ток воздуха. Крекинг можно вести и при более высокой температуре, например при 650-700 °С. В этом случае количество газообразных продуктов увеличивается.

*Оформление результатов работы.* Зарисовать установку для крекинга и описать ее работу. Результаты опытов оформить в виде таблицы.

## **6. Литература**

### **основная:**

#### **на русском языке:**

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

#### **на казахском языке:**

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook/ G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### **электронные ресурсы:**

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.50 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

**дополнительная:**

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. [Товажнянский Л., Кошелева М., Бухкало С.](#) Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: [Инфра-М](#), 2015г-447с.
3. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г- 916с.
4. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г- 876с.
5. [Сутягин В., Ляпков А.](#) Общая химическая технология полимеров. Изд.: [Лань Спб](#), 2018г- 208с.

**7. Контрольные вопросы.**

1. Почему при высокотемпературном крекинге (600-700 °С) газообразных продуктов образуется больше, чем при низкотемпературном?
2. Напишите уравнение реакции термического распада гептана при крекинге на два углеводорода с меньшей молекулярной массой.
3. Напишите уравнение реакции дегидрирования бутана при крекинге.
4. Почему увеличение давления при крекинге снижает выход газообразных продуктов?
5. Назовите основные типы и состав нефтей.
6. Как устроены трубчатые печи?
7. Для чего служит ректификационная колонна, как она устроена?
8. Какие продукты получают при переработке нефти?
9. Что такое октановое число бензина?
10. Какой процесс называют перегонкой нефти? Начертите его схему.
11. Каковы преимущества химических методов переработки нефти и нефтепродуктов по сравнению с перегонкой нефти?
12. Напишите основные реакции, протекающие при крекинге.
13. С какой целью и каким образом производят очистку нефтепродуктов?

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.51 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

## Тема №10-11

### 1. Тема: Пиролиз древесины.

**2. Цель работы:** Провести сухую перегонку дерева и определить выход твердых, жидких и газообразных продуктов. Определить количество уксусной кислоты. Провести анализ полученных газообразных продуктов.

### 3. Задачи обучения:

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- уметь выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;
- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.
- научить обучающихся проводить пиролиз древесины.

### 4. Основные вопросы темы:

1. Классификация топлива.
2. Состав твердого топлива.
3. Переработка коксового газа.
4. Основные составные части древесины
5. В чем заключается сухая перегонка древесины? Какие продукты при этом получаются?
6. Процесс газификации.
7. В чем заключается процесс коксования? Какие при этом получают продукты?
8. Напишите реакции, протекающие при газификации топлива воздухом, водяным паром (при атмосферном давлении и под давлением).
9. Назовите основные составные части древесины.
10. В чем заключается сухая перегонка древесины? Какие продукты при этом получаются?
11. На каком свойстве целлюлозы основано ее выделение из древесины?

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.52 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

## 5. Методы обучения и преподавания: Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5
2	выполнение лабораторной работы	110
3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

Лабораторное занятие распределено на два занятия по 150 мин.

### Теоретические сведения

При нагревании древесины без доступа воздуха получают древесный уголь, уксусная кислота, метиловый (древесный) спирт, ацетон, деготь, вода, метан, двуокись углерода. Жидкие продукты перегонки образуют два слоя — смолу и водный конденсат. Продукты перегонки лиственных пород дают тяжелую смолу и надсмольную воду. Хвойные породы дают более легкую смолу, в состав которой входят терпены, фенолы, различные алифатические углеводороды. Водный конденсат скапливается под смолой и называется подсмольной водой. Характер выделяющихся продуктов определяется температурой нагрева древесины. Практически сухую перегонку дерева проводят при 450-500°C, так как дальнейшее повышение температуры почти не увеличивает выход жидких продуктов. Продукты перегонки дерева - ценное химическое сырье.

Оборудование и материалы.

1. Железная герметически закрывающаяся реторта (можно заменить колбой).
2. Тигельная электропечь на 500 °С.
3. Термопара с пирометром или термометр на 500 °С.
4. Приемники для жидких и газообразных продуктов.
5. Древесные опилки или кусочки дерева.
6. 0,1 н. раствор щелочи.

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.53 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

7. Фенолфталеин.
8. Известковая вода.
9. Бромная вода.

Методика проведения работы. Для сухой перегонки дерева можно воспользоваться железной ретортой (рис. 1) или в крайнем случае литровой стеклянной колбой (рис. 1). Реторту загружают до половины ее объема предварительно взвешенными опилками или кусочками дерева (около 30-40г). Собранную установку испытывают на герметичность, т. е. открывают зажим 8. Если прибор герметичен, то вода вытекает непродолжительное время, а затем ее ток прекращается. Когда ток воды прекратится, закрывают зажим 8, резиновый шланг отсоединяют от приемника 4 и нагревают колбу до 100-110°C, выпуская воздух в атмосферу. Шланг присоединяют к приемнику 4, открывают зажим 8 и нагревают колбу до 300°C, постепенно повышая температуру до 450-500°C. Жидкие продукты перегонки собираются в стеклянном приемнике, а газообразные - в газометре. Количество газообразных продуктов определяется по объему воды, вытекшей из газометра. После окончания опыта выключают электропечь и отделяют приемник, чтобы жидкие продукты не засосались в реактор.

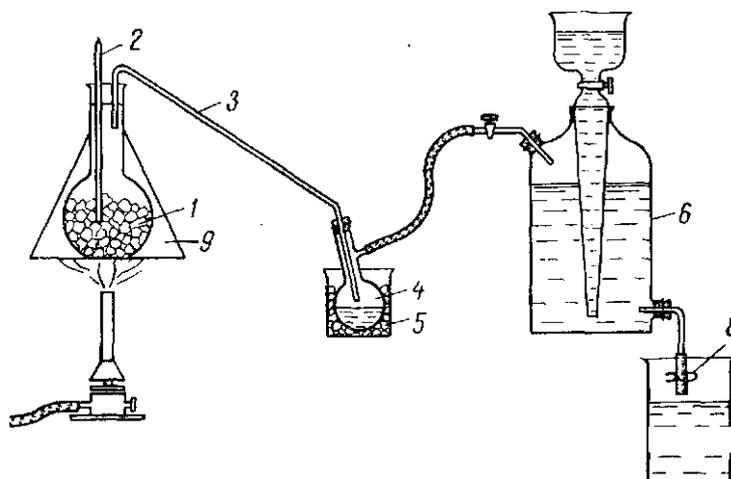


Рис. 1. Сухая перегонка дерева:

- 1 - колба с кусками дерева; 2 - термометр; 3-газоотводная трубка;  
 4 - приемник; 5 - охлаждающая смесь; 6 - газометр-приемник газообразных  
 продуктов; 7- сосуд для приема вытекающей воды;  
 8 - зажим; 9- асбест.

Замеряют объем жидких продуктов мерным цилиндром, переливают их в колбу, соединенную с холодильником, и содержимое колбы постепенно нагревают до 120°C. Вначале происходит отгонка метилового спирта, затем

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.54 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

воды и уксусной кислоты. Прибор для перегонки должен иметь небольшие размеры: колба на 20-30 мл, холодильник длиной 20 см.

Для определения уксусной кислоты дистиллят переливают в стакан и оттитровывают 0,1 н. раствором щелочи в присутствии фенолфталеина. Для качественного анализа газообразные продукты вытесняют из газометра водой. Наличие двуокиси углерода доказывается пропусканием его через раствор гидроксида кальция. Наличие непредельных соединений доказывают пропусканием собранного газа через бромную воду.

Газообразные продукты горючи. Это можно показать, поджигая газ, выходящий из газометра. Для этого в газометр наливают воду и газ, выходящий из газоотводной трубки, поджигают. Анализ газообразных продуктов в газоанализаторе проводится по указанию преподавателя.

#### Оформление результатов работы

Зарисовать установку для сухой перегонки дерева и кратко описать ее работу. Цифровые данные занести в таблицу.

Взято дерева (в г)	Получено при перегонке			
	уксусной кислоты (в г)	жидких продуктов (в мл)	газообразных продуктов (в л)	угля (в г)

#### Техника безопасности

- Студенты допускаются к выполнению лабораторной работы после прохождения инструктажа по технике безопасности труда и пожарной безопасности.
- Работу необходимо проводить в лабораторном халате.
- При обращении с хлороводородной, серной, уксусной кислотами, бромной водой, при проведении химических анализов пользоваться инструкцией по технике безопасности в аналитической лаборатории.

#### 6. Литература

##### основная:

##### на русском языке:

- Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.55 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы: Эверо, 2013. - 119 с.

**на казахском языке:**

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

**электронные ресурсы:**

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

**дополнительная:**

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. [Товажнянский Л., Кошелева М., Бухкало С.](#) Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: [Инфра-М](#), 2015г-447с.
3. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г- 916с.
4. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г- 876с.
5. [Сутягин В., Ляпков А.](#) Общая химическая технология полимеров. Изд.: [Лань Спб](#), 2018г- 208с.

**7. Методическое обеспечение:**

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&oid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&oid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true)

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.56 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

## **8. Контрольные вопросы**

1. При сухой перегонке березовой древесины при 450-500 °С в среднем получается древесного угля 32%, газа 14%, смолы 16%, воды 28%, уксусной кислоты 7%, метилового спирта 1,6%, ацетона 0,9%; полученный газ содержит 46% двуокиси углерода, 33% окиси углерода, 17% метана, 2% этилена и 2% водорода. Сколько получается неорганических и органических веществ из 100 массовых частей березовой древесины?

*Ответ.* Органических - 28 массовых частей, неорганических - 72 массовые части.

2. Почему количество органических веществ и двуокиси углерода в продуктах сухой перегонки уменьшается при повышении температуры (например, до 800-900°C), а количество окиси углерода и водорода увеличивается?

3. Для получения активированного угля древесный уголь нагревают под давлением с водяным паром. Какие физические процессы и химические реакции при этом протекают?

4. За счет каких реакций при сухой перегонке древесины образуется окись углерода и двуокись углерода?

5. Теоретический расход воздуха, подсчитанный по уравнениям реакций горения твердого и жидкого топлива, определяется так:

где С, Н, О, S и H<sub>2</sub>O - содержание углерода, водорода, кислорода, серы и паров воды в топливе в массовых процентах. Используя теплоты образования соответствующих окислов, определите, каким путем Д. И. Менделеев вывел приведенную формулу?

$V = 0,089C + 0,267H + 0,033 (S - O) \text{ нм}^3 / \text{кг топлива}$ ,

6. Для определения теплотворной способности топлива Д. М. Менделеевым выведена формула:

$Q = 81C + 246H - 26 (O - S) - 6H_2O \text{ ккал/кг}$ ,

где С, Н, S, О - содержание углерода, водорода, серы и кислорода в массовых процентах. На основании каких соображений выведено данное уравнение?

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.57 из 80

## Тема №12-13

### 1. Тема: Определение свойств твердого топлива (влажность, зольность).

**2. Цель работы:** Ознакомление со стандартными методами определения влаги, золы и летучих веществ в топливе.

### 3. Задачи обучения:

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- уметь выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;
- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.
- научить обучающихся проводить определения влаги, золы и летучих веществ в топливе.

### 4. Основные вопросы темы:

1. Классификация топливно-энергетических ресурсов.
2. Характеристика и химический состав твердого топлива.
3. Влага и методика её определения.
4. Зольность и методика его определения.
5. Способы переработки твердого топлива.
6. Коксование каменных углей. Продукты коксования.
7. Летучие вещества и методика определения их выхода.
8. Устройство и работа коксовых печей.

### 5. Методы обучения и преподавания:

**Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.**

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
----------	---------------	---------------

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.58 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5
2	выполнение лабораторной работы	110
3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

### Теоретические сведения

*Топливо-энергетические ресурсы* подразделяют на топливные и нетопливные, возобновляемые и невозобновляемые, первичные и вторичные. Топливные ресурсы это горючие ископаемые уголь, нефть, торф, сланцы и природный газ. Нетопливные атомная и термоядерная энергия, солнечная энергия, гидроэнергия (энергия рек), тепловая энергия земных недр (геотермальная), энергия океанских приливов и отливов, ветровая энергия. К возобновляемым источникам энергии относятся все нетопливные источники (за исключением атомной), а также биомасса (древесина и другое растительное сырьё). Невозобновляемыми называются те энергоресурсы, запасы которых по мере их добычи из земной коры необратимо уменьшаются, к ним относятся все горючие ископаемые и “топливо” атомной энергии уран. Все перечисленные выше источники энергии называются первичными.

Вторичные энергетические ресурсы это энергия, которая может быть получена при использовании энергетического потенциала конечных, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в химико-технологической системе. Вторичные энергетические системы (ресурсы) могут быть частично или полностью использованы для энергоснабжения всего производства в целом.

Энергетика химической промышленности и её смежных отраслей базируется в основном на топливных невозобновляемых ресурсах.

Топливом называют природные или искусственные горючие органические вещества, являющиеся источником тепловой энергии и сырьём химической промышленности.

Топливо разделяют по агрегатному состоянию на твёрдое, жидкое и газообразное, а по происхождению на естественное и искусственное. Естественное топливо: *твёрдое* бурые и каменные угли, дрова и горючие сланцы, торф; *жидкое* нефть, *газообразное* природный газ и попутные газы добычи нефти. Искусственное топливо продукты переработки естественного. *твёрдое* кокс, полукокс, торфяные и угольные брикеты, древесный уголь; *жидкое* бензин, керосин и другие жидкие продукты переработки нефти; *газообразное* генераторный газ, коксовый газ, газ полукоксования, углеводородные продукты нефтепереработки, водород.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.59 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

Различают энергетическое и технологическое топливо. Энергетическое топливо сжигают на ТЭС и в котельных для выработки электрической и тепловой энергии. Технологическое топливо непосредственно используется в промышленных установках и в печах для проведения технологических процессов и операций, например, для коксования и газификации твердого топлива, выплавки чугуна и стали, обжига силикатных материалов, в процессах сушки, выпарки, термообработки и др.

Основные технологические характеристики топлива его теплота сгорания (теплотворная способность) и энергоёмкость. *Теплотворная способность* - это количество теплоты, выделяющееся при полном сгорании единицы массы твердого или жидкого топлива (МДж/кг) или единицы объёма газообразного топлива (МДж/м<sup>3</sup>) и охлаждение продуктов сгорания до нормальной температуры.

*Энергоёмкость* количество потенциальной тепловой энергии, заключённой в единице объёма топлива, измеряется как объём топлива (м<sup>3</sup>), отвечающий 1 т условного топлива, теплота сгорания которого составляет 29,33 МДж/кг.

Твёрдое топливо состоит из горючей или органической массы и балласта, к которому относятся влага и минеральные вещества. Минеральную часть топлива составляют карбонаты, силикаты, сульфаты металлов: кальция, железа, магния, алюминия, натрия и др. Минеральные вещества при сжигании твёрдого топлива и нефти переходят в оксиды и образуют твердый осадок золу. Органическая масса топлива - очень сложный по составу продукт глубокого превращения растительного материала, который включает углерод, водород, кислород, азот и серу. Сера является вредной примесью в топливе: при его сжигании сера образует диоксид, отравляющий атмосферу. Одной из наиболее важных характеристик твёрдого топлива является выход из него летучих веществ и характер нелетучего остатка.

Технический анализ твёрдого топлива вместе с данными элементного анализа даёт первое приближённое представление о его составе и технической ценности. Обычно технический анализ сводится к определению влажности  $W$ , зольности  $A$ , выхода летучих веществ  $V$ , содержания серы и теплотворной способности  $Q$ . Получаемые данные относятся к определённому (сухому).

*Рабочим* называется такое топливо, которое не подвергается подсушке. Данные технического анализа, отнесённые к такому топливу, обозначаются  $W^P$ ,  $A^P$ ,  $V^P$  и т.д

*Воздушно-сухим* называется топливо, которое получается, результате подсушки лабораторной пробы при 70-75°C в сушильном шкафу, а затем при комнатной температуре на воздухе. В этом случае влажность топлива будет

OÑTÝSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.60 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

определяться гигроскопичностью. Данные технического анализа при этом обозначаются  $W^a$ ,  $A^a$ ,  $V^a$ .

*Абсолютно-сухим* называется топливо, которое получается в результате подсушки лабораторной пробы при  $105^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы. Зольность и количество летучих веществ рассчитанные на абсолютно - сухое топливо, обозначаются соответственно  $A^c$  и  $V^c$ .

В некоторых случаях количество летучих веществ относят к органической массе топлива (горючая часть топлива) и обозначают через  $V^G$ .

*Влага и методика определения.* В угле различают внешнюю, гигроскопическую и химически связанную влагу. Внешняя влага обычно покрывает зерна угля в виде тонкой пленки и удаляется при приведении топлива к воздушно - сухому состоянию. Гигроскопическая влага поглощается углем из окружающей среды и зависит от относительной влажности и температуры среды. Химически связанная влага входит в состав угля или содержащихся в нем минеральных примесей, например, в виде кристаллизационной воды, и называется внутренней или конституционной.

Количество влаги в угле колеблется в очень широких пределах и в бурых углях достигает предела около 30-40%. Наличие влаги снижает содержание полезных веществ топлива и его теплотворную способность, увеличивает непроизводительные расходы при транспортировке, затрудняет обогащение угля, а также значительно изменяет скорость коксования и, следовательно, производительность коксовых печей. Влажность топлива может быть определена прямым и косвенным путём.

При определении влажности прямым весовым методом (ГОСТ 9516-60) навеску топлива высушивают в токе инертного газа (обычно азота) при  $105-110^{\circ}\text{C}$ , а выделяющиеся пары воды поглощают хлорноокислым магнием и серной кислотой. При этом газ пропускают через два сосуда (трубки) с поглотителем: основной, в котором поглощается основная часть влаги, и контрольный, в котором улавливаются остатки (следы) влаги. По увеличению массы поглотителя рассчитывают содержание влаги в топливе по формуле:

$$W^p = \frac{G_1 + G_2}{G} \cdot 100$$

где-  $G_1$  - привес основной трубки с хлорноокислым магнием, г;  
 $G_2$  - привес контрольной трубки с хлорноокислым магнием, г;  
 $G$  навеска топлива, г.

Прямое объёмное определение содержания влаги осуществляется по ГОСТ 9339-60 нагреванием навески угля с толуолом, отгонкой паров воды,

OŃTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «OŃTÚSTIK Qazaqstan medicina akademiasy» AҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.61 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

выделившихся из угля вместе с толуолом, и замером объёма сконденсировавшейся воды.

Эти методы дают достаточно точные результаты, но относительно сложны.

Для определения влажности бурых и каменных углей, антрацитов, горючих сланцев применяют косвенный метод (ГОСТ 6379-59). Сущность его заключается в высушивании топлива при 105-110 °С до постоянной массы в сушильном шкафу. Потеря в массе принимается при этом за содержание влаги в топливе.

Для определения влажности в предварительно взвешенный бюкс высотой 25-30 мм и диаметром 35-40 мм отвешивают на аналитических весах 1-2 г исследуемого топлива (с точностью до 0,001 г), размеры частиц которого не должны превышать 0,21 мм (аналитическая проба). Высота слоя топлива в стаканчике не должна превышать 5 мм. Навеску разравнивают легким встряхиванием и высушивают предварительно нагретом сушильном шкафу при 105-110 °С. При этом крышка стаканчика должна быть полуоткрыта. Продолжительность сушки для бурых углей 90 мин, антрацитов – 120 мин, для остальных видов топлива 50-60 мин. По истечении указанного срока стаканчик с навеской топлива вынимают из шкафа, плотно закрывают крышкой, охлаждают вначале на воздухе (2-3 мин), а затем в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают.

Контрольное просушивание производят в течение 30 мин при 105-110 °С. Если потеря в массе окажется более 0,01 г контрольное просушивание повторяют, пока убыль не окажется меньше 0,01 г или пока не начнется увеличение массы в результате окисления угля. При увеличении массы для расчета принимают предпоследний вес.

Процентное содержание влаги в исследуемом топливе рассчитывают по формуле:

$$W^a = \frac{G_1}{G} \cdot 100\%$$

где  $G_1$  - убыль в массе топлива после высушивания, г.

$G$  - навеска топлива, г.

*Зольность и методика определения.* Минеральные примеси, образующие золу, являются ещё более вредным балластом в составе топлива, чем влага. Кроме непроизводительных затрат при транспортировке, перегрузке и т.п., повышенная зольность углей сильно затрудняет их использование как энергетического топлива и как химического сырья. Минеральные примеси при сжигании топлива изменяют свой первоначальный

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.62 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

состав и свойства.

Сжигание углей с высоким содержанием золы связано с частыми чистками топок. При применении многозольного кокса в доменном процессе возрастает расход не только самого кокса, но и флюсов, идущих на ошлакование золы, что значительно снижает производительность доменных печей. Формы и источники золы в твёрдых горючих ископаемых весьма разнообразны.

Зола, источником которой является само материнское вещество растений, из которых образовался уголь (так называемая конституционная зола, химически связанная с углём), и зола источником которой служит пыль, песок и глина, занесённые в уголь ветрами и водой в процессе углеобразования (так называемая наносная зола), образуют золу, известную под названием «внутренняя зола» (точнее внутренняя зольная часть).

Зола, входящая в уголь в виде прослоек и включений различных пород, и зола, попавшая в уголь в процессе его добычи, при разработке угольного пласта, называется «внешней золой». Стандартный метод определения золы в твёрдом топливе (ГОСТ 6383-52) заключается в озолении навески анализируемого топлива и последующем прокаливании зольного остатка до постоянной массы при  $800 \pm 25^\circ\text{C}$  для антрацита, бурых и каменных углей и при  $850 \pm 25^\circ\text{C}$  для сланцев. Применение более высокой температуры при анализе сланцев объясняется содержанием в минеральной части их значительного количества карбонатов, полное разложение которых требует более высокой температуры.

В предварительно взвешенный на аналитических весах фарфоровый тигель или прямоугольную лодочку берут навеску топлива  $1 \pm 0,1$  г и помещают её в нагретую до  $250-300^\circ\text{C}$  муфельную печь (можно и в холодную), температуру которой затем в течение 101,5 ч поднимают до  $800 \pm 25^\circ\text{C}$ . Образовавшийся зольный остаток прокаливают при этой температуре в течение 1-2 ч, после чего тигель или лодочку вынимают из муфеля и охлаждают вначале на воздухе в течение 5 мин, а затем в эксикаторе до комнатной температуры. Охлаждённый тигель или лодочку взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0002г.

Для получения более надёжных результатов зольные остатки прокаливают (по 360 мин) до тех пор, пока разность в массе между двумя последовательными взвешиваниями не будет менее 0,001 г. Если масса возросла, то используют для расчёта предыдущее значение. Зольность топлива вычисляют по формуле:

$$A^a = \frac{G_1}{G} \cdot 100\% \quad (3)$$

где  $G_1$  - масса зольного остатка, г;

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.63 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

$G$  - навеска топлива, г.

Пересчёт зольности на абсолютно сухое топливо  $A^c$  (%),  $A^p$  (%) производят по формулам:

$$A^c = A^a \cdot \frac{100}{100 - W^a}$$

$$A^p = A^a \frac{100 - W^p}{100 - W^a}$$

где  $W^a$  - содержание влаги в испытуемой аналитической пробе, %;

$W^p$  - содержание влаги в рабочем топливе, %.

Допустимые расхождения между результатами двух параллельных определений: 0,2% для топлива, зольность которого меньше 12%; 0,3% для топлива, имеющего зольность от 12% до 25%; 0,5% для топлива, зольность которого выше 25%.

*Летучие вещества и методика определения их выхода.* Летучими веществами называют парообразные и газообразные продукты, образующиеся при нагревании топлива без доступа воздуха.

Выход летучих веществ зависит в значительной степени от условий, при которых производят определение. Большое значение имеют температура, скорость нагревания, размер кусков топлива, конструктивное оформление процесса термического разложения исследуемого топлива и т.п. Поэтому выход летучих должен определяться в строго ограниченных условиях. Выход летучих для различных видов топлива колеблется в широких пределах (от 6% до 50% и даже выше).

Согласно ГОСТ 6382-65 сущность метода определения выхода летучих веществ в углях и отходах их обогащения заключается в нагревании навески топлива в фарфоровом тигле при  $850 \pm 25$  С в течение 7 мин с последующим установлением потери в массе. Навеску угля в 1 г с известной влажностью ( $W^a$ ) отвешивают с точностью до  $\pm 0,01$  г в фарфоровом тигле высотой 40 мм и диаметром 30 мм. Тигель должен быть предварительно прокалён и взвешен. Тигель с навеской помещают в электрическую печь таким образом, чтобы его дно стояло от пода печи на 10-20 мм. Для этого используют жароупорную подставку, в простейшем случае изготовленную из фарфоровой трубки, или подвешивают тигель на кольцо из огнеупорной проволоки, прикреплённой к крышке муфельной печи.

Печь предварительно разогревают до  $850 \pm 25$  °С. Колебание температуры в печи в течение последних 4 мин нагревания не должно превышать  $\pm 25$ °С.

Перед помещением в печь тигель закрывают крышкой, которая не

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA          AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL          ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.64 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

препятствует выходу летучих веществ из тигля, так как лежит на нём свободно. Выход летучих веществ из печи обеспечивается отверстием или выемкой в крышке. Для измерения температуры пользуются термопарой, горячий конец которой должен отстоять от пода печи на 10-20 мм. После нагревания в течение 7 мин тигель, закрытый крышкой, вынимают из печи и охлаждают вначале в течение не более 5 мин на воздухе, а затем в эксикаторе до комнатной температуры. Охлаждённый тигель с содержащимся в нём твёрдым остатком взвешивают. Выход летучих веществ в пробе топлива вычисляют по формуле:

$$V^a = \frac{G_1 - 100}{G} - W$$

где  $G$  - навеска топлива, г;

$G_1$  - убыль в массе топлива после нагревания, г;

$V^a$  - содержание влаги в испытуемой пробе, %.

Выход летучих веществ на условную горючую массу топлива определяется по формуле:

$$V^r = V^a - \frac{100}{100 - W^a - A^a}$$

где  $A^a$  - зольность испытуемой пробы, %.

#### Техника безопасности

1. Все студенты допускаются к работе только в спецодежде.
2. Проверить правильность включения муфельной печи и сушильного шкафа в электросеть для нагрева.
3. После окончания работы выключить обогрев нечи. Горячие тигли или (лодочки) брать только щипцами.
4. В случае перерыва в подаче тока или выхода одной фазы все электроприборы должны быть немедленно выключены.
5. В случае загорания проводов или электроприборов немедленно их обесточить и гасить сухим углекислотным огнетушителем или покрывалом из асбеста.
6. При поражении человека электрическим током необходимо выключить рубильник на электрощите, к которому подключены провода, поразившие человека. При потере сознания применить искусственное дыхание и вызвать врача.
7. По окончании работы выключить электроприборы, убрать рабочие места и сдать лаборанту.

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.65 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

## 6. Литература

### основная:

#### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

#### на казахском языке:

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

#### электронные ресурсы:

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

### дополнительная:

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. [Товажнянский Л., Кошелева М., Бухкало С.](#) Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: [Инфра-М](#), 2015г-447с.
3. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г-916с.
4. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: [Лань Спб](#), 2018 г-

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.66 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

876с.

5. [Сутягин В., Ляпков А.](#) Общая химическая технология полимеров. Изд.: [Лань Спб](#), 2018г- 208с.

**7. Методическое обеспечение:**

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&ouid=103428168790945926723&rtpof=true&sd=true)

**8. Контрольные вопросы**

1. Технологические показатели твердого топлива:

- А) влажность, селективность, зольность
- В) летучие вещества, теплоустойчивость, влажность
- С) зольность, таңдаушылық, влажность
- Д) влажность, зольность, летучие вещества
- Е) влажность, теплоустойчивость, зольность

2. Химический метод обогащения твердого сырья:

- А) обжиг
- В) абсорбция
- С) измельчение
- Д) ректификация
- Е) конденсация

3. Природное топливо:

- А) каменный уголь, природный газ
- В) кокс, бурый уголь
- С) керосин, солярка
- Д) древесина, полукокс
- Е) бензин, солярка

4. Искусственное топливо:

- А) нефть, древесина
- В) лигроин, нефть
- С) каменный уголь
- Д) природный газ, кислород
- Е) кокс, керосин

5. Природное сырье химического производства:

- А) колчедан

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.67 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

- В) суперфосфат
- С) керосин
- Д) пластмасса
- Е) этанол

6. Природное сырье химического производства:

- А) фенол
- В) чугун
- С) бензин
- Д) известняк
- Е) этанол

7. Комплексное использование сырья:

- А) использование всех компонентов сырья;
- В) обработка и производство большого количества сырья;
- С) совокупность методов обработки сырья;
- Д) приведение сырья в исходное состояние;
- Е) увеличение мощности и производительности производства;

8. Метод обогащения твердого минерального сырья:

- А) флотация;
- В) абсорбция;
- С) ректификация;
- Д) адсорбция;
- Е) электролиз;

9.  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 8\text{SO}_2 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Q}$  :

- А) гетерогенный, необратимый, экзотермический;
- В) гомогенный, обратимый, экзотермический;
- С) гетерогенный, необратимый, эндотермический;
- Д) гетерогенный, обратимый, эндотермический;
- Е) гомогенный, обратимый, эндотермический;

10. Классификация сырья:

- А) рудное, растительное, животное;
- В) минеральное, растительное, синтетическое;
- С) рудное, твердое, искусственный;
- Д) минеральное, жидкое, рудное;
- Е) твердое, жидкое, искусственное;

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.68 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

11. Основные стадии подготовки сырья:

- А) отстаивание, фильтрование, умягчение, обессолевание, дегазация;
- В) отстаивание, фильтрование, полимеризация, восстановление, окисление;
- С) отстаивание, газификация, обогащение, экстракция, нейтрализация;
- Д) нейтрализация, отстаивание, фильтрование, абсорбция, ректификация;
- Е) дегазация, отстаивание, фильтрование, адсорбция, экстракция;

12. Природное горючее:

- А) каменный и бурый уголь, дерево, природный газ, нефть;
- В) каменный и бурый уголь, дерево, керосин, солярка;
- С) каменный и бурый уголь, керосин, водород, азот;
- Д) каменный и бурый уголь, кокс, дерево, природный газ, нефть;
- Е) каменный и бурый уголь, полукокс, коксовый газ;

13. Один из основных продуктов коксования:

- А) кокс;
- В) газ;
- С) бензин;
- Д) алканы;
- Е) гипс;

14. Один из основных продуктов коксования:

- А) коксовый газ;
- В) природный газ;
- С) фракция бензина;
- Д) фосфоритная мука;
- Е) аммония нитрат;

15. Один из основных продуктов коксования:

- А) коксовая смола;
- В) природный газ;
- С) фосфоритная мука;
- Д) резольная смола;
- Е) аммония нитрат;

16. Один из основных продуктов коксования:

- А) сырой бензол;
- В) природный газ;

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии		044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		стр.69 из 80

- С) фосфоритная мука;
- Д) резольная смола;
- Е) аммония нитрат;

17. Один из основных продуктов коксования:

- А) аммония сульфат;
- В) природный газ;
- С) фосфоритная мука;
- Д) резольная смола;
- Е) аммония нитрат;

18. Температурное правило процесса коксования:

- А) 900-1050<sup>0</sup>С;
- В) 300-500<sup>0</sup>С;
- С) 100-150<sup>0</sup>С;
- Д) 400-450<sup>0</sup>С;
- Е) 800-1000<sup>0</sup>С;

19. Применяемая печь для процесса коксования:

- А) печь для коксования;
- В) дуговая печь;
- С) механическая печь;
- Д) кипящий слой;
- Е) доменная печь;

20. Стадия химико-технологического процесса:

- А) подвод реагентов в зону реакции;
- В) обогащение ресурсов сырья и энергии;
- С) химическое и физическое превращение;
- Д) разделение реакционной и продуктовой смеси;
- Е) очистка продуктов и остатков;

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.70 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

## Тема №14-15

### 1. Тема: Поликонденсация фенола с формальдегидом.

**2. Цель работы:** Синтез новолачной или резольной смолы (по указанию преподавателя) поликонденсацией фенола с формальдегидом и определение её выхода.

### 3. Задачи обучения:

- дать теоретические основы, на которых базируется химическая технология, типовые химические процессы и аппаратуру, характеристику различных видов сырья и способы их переработки, пути оптимизации технологических операций;
- уметь выделить рациональный путь переработки сырья в фармацевтические препараты, базируясь на выборе направлений процесса в производственных условиях, обеспечивающих как высокие экономические показатели, так и экологическую чистоту технологии;
- приобрести практические навыки выбора аппаратуры и монтажа установок в проведении лабораторных исследований, решения задач и выполнения технологических расчетов.
- научить обучающихся проводить поликонденсацию фенола с формальдегидом.

### 4. Основные вопросы темы:

1. Синтез высокомолекулярных соединений, основные методы получения.
2. Физические и физико-химические свойства новолачных и резольных смол.
3. Влияние добавок на свойства получаемых смол.
4. Определение области протекания получаемого продукта.
5. Как рассчитывается количество реагента - фенола, формальдегида и катализаторов в заданном соотношении?
6. Схема установки. Методика проведения опытов.
7. Какие материалы называют пластическими массами?
8. Каков состав простых и наполненных пластмасс?
9. Приведите схемы полимеризации этилена, стирола.
10. Напишите формулы полимеризационных смол и назовите области применения пластических масс на их основе.
11. Напишите реакции получения новолачной и резольной смол. Каковы их свойства?
12. Изобразите схему процесса получения феноло-формальдегидной смолы.
13. Какие поликонденсационные смолы вы знаете, каковы их свойства?

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.71 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

## 5. Методы обучения и преподавания:

### Контроль знаний, лабораторная работа, оформление результатов работы.

На проведение лабораторного занятия отводится 150 минут, которые распределены следующим образом:

№ п/п	Этапы занятия	Время, мин
1	исходный контроль знаний по теме лабораторного занятия	5
2	выполнение лабораторной работы	110
3	написание и защита протокола	15
4	контроль знаний по теме лабораторного занятия	15
5	подведение итогов (выставление оценок)	5

#### Поликонденсация фенола с формальдегидом

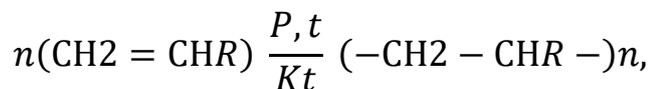
*Теоретические сведения о процессе.* Громадное значение в народном хозяйстве имеют природные и синтетические высокомолекулярные органические соединения (ВМС), целлюлоза, химволокна, пластмассы, каучуки, резина, лаки, клеи, плёнки и т.д. Материалы, получаемые на основе ВМС, могут быть твёрдыми и мягкими, прозрачными или непрозрачными для света, эластичными и жёсткими, сочетать высокую прочность с низкой плотностью, могут быть звуконепрозрачными и химически стойкими.

ВМС-полимеры представляют собой особый класс органических соединений, состоящих из молекул-гигантов (макромолекул), образовавшихся в результате химического взаимодействия большого количества исходных молекул-мономеров.

По методу получения различают полимеризационные и поликонденсационные ВМС. И в том и в другом случае молекулы исходного вещества должны иметь в своём составе крагные уг леводородные связи или неустойчивые циклические группировки или функциональные группы  $=C=C=$ ,  $-C=C-$ ,  $-C-O$ ,  $CH_2=CHX$ , х-галогид, окси-, амино-, циангруппа и т.п., способные реагировать друг с другом или с другими молекулами с образованием полимеров.

*Реакцией полимеризации* называют процесс соединения молекул мономера в большую молекулу полимера, имеющего тот же элементарный состав, что и исходный мономер.

OŃTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «OŃTÚSTIK Qazaqstan medicina akademiasy» AҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.72 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		



где R - заместитель.

При этом не выделяются какие-либо низкомолекулярные побочные продукты; реакция сопровождается выделением тепла и необратима.

*Сополимеризация* - процесс совместной (двух или нескольких отличающихся по химическому составу мономеров) полимеризации.

Процесс сополимеризации во многом аналогичен процессу полимеризации, однако имеет ряд особенностей:

1. Сополимеризация легче протекает между молекулами мономеров, близких по строению;
2. Ряд мономеров не способны образовывать полимеры, но легко могут сополимеризоваться с мономерами другого состава.

*Реакцией поликонденсации* называют процесс образования ВМС-полимеров в результате взаимодействия мономеров с собой; при поликонденсации наряду с полимером выделяются низкомолекулярные побочные продукты (вода, аммиак, диоксид углерода, спирт и др.). Наличие этих продуктов реакции обуславливает обратимость процесса.

В зависимости от способа проведения и строения исходных мономеров реакция поликонденсации может идти как обратимая, так и как необратимая. Необратимая поликонденсация, как правило, протекает с большой скоростью, обратимая - с малой.

Так как процесс поликонденсации протекает с выделением большого количества тепла, т.е. экзотермичен, то при достижении равновесия молекулярная масса конечных продуктов будет выше при более низкой температуре. Поэтому стараются вначале для достижения высокой скорости процесса проводить поликонденсацию при повышенной температуре, понижая её при приближении к равновесному состоянию для получения продукта с большой молекулярной массой.

Фенолоформальдегидные смолы относятся к поликонденсационным смолам. Для процессов получения фенолоформальдегидных смол константа равновесия равна  $K = 10000$ , следовательно, равновесное состояние сдвинуто в сторону конечных продуктов, и выделяющаяся в качестве побочного продукта вода почти не влияет на кинетику процесса конденсации.

Скорость и направление реакций поликонденсации, а также состав и характер полученных соединений зависят от соотношения реагирующих веществ и их свойств, количества функциональных групп, поверхности соприкосновения реагирующих веществ (от перемешивания), температуры,

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.73 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

интенсивности отвода образующихся низкомолекулярных побочных продуктов (для сдвига равновесия) и характера применяемого катализатора. В зависимости от количества и характера катализатора, а также от соотношения исходных реагентов получают или термопластичные (термоплавкие), или терморезактивные (термоотверждаемые) смолы.

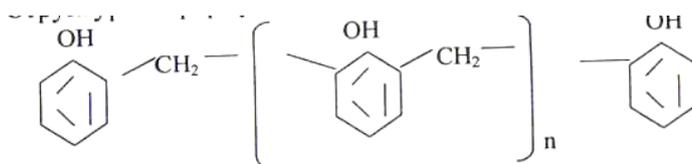
Термопластичные смолы, имеющие линейную структуру, плавятся при нагревании и вновь затвердевают при охлаждении растворяются в определённых растворителях.

Терморезактивные смолы, для которых характерна сетчатая плоскостная или пространственная структура, наоборот, при нагревании или длительном хранении переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Термопластичные смолы известны под названием *новолачных*. При избытке фенола в исходной смеси (на 7 моль фенола 6 моль формальдегида) «применении в качестве катализатора минеральной кислоты HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (COOH)<sub>2</sub>) получается новолачная смола.

Реакцию образования можно представить в общем виде:



Структурная формула смолы, имеющей линейное строение:



где  $n=4\div 8$ .

Чем меньше молярное отношение фенола к формальдегиду, тем больше молекулярный вес получаемой смолы. Увеличение времени поликонденсации способствует более полному связыванию фенола с формальдегидом и повышению средней молекулярной массы конечных продуктов. Новолачные смолы применяют для получения пресспорошков, абразивных изделий, газонаполненных материалов.

При избытке формальдегида (на 6 моль фенола 7 моль больше формальдегида) и применении в качестве катализатора какой-либо щёлочи (NH<sub>4</sub>OH, NaOH, Ba(OH)<sub>2</sub>) или соли щелочного металла получают терморезактивные или резольные смолы.

Процесс образования смолы состоит из 2 стадий: реакции фенола с формальдегидом с образованием фенолспиртов и конденсации фенолспиртов с образованием резолы (трёхмерные молекулы и смесь полифенолов).

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	стр.74 из 80

Это объясняется тем, что в ядре фенола имеется три подвижных атома водорода, способных к реакциям замещения.

В зависимости от степени отверждения различают 3 состояния резольных смол:

а) *резол (бакелит А)* - смесь высокомолекулярных продуктов, плавящаяся при нагревании и растворимая в спирте или ацетоне и имеющая линейную структуру; эта стадия осуществляется при 70-75°C;

б) резол при нагревании до 90°C или при длительном хранении переходит в *резитол (бакелит В)*, имеющий разветвлённую структуру, частично растворяющийся в спирте или ацетоне, значительно при этом набухает и при нагревании не плавится, а размягчается, переходя в эластичное состояние;

в) *резит (бакелит С)* - последняя стадия поликонденсации осуществляется при производстве готовых изделий (при более высоких температурах и давлении); резит при нагревании не размягчается и в растворителях не набухает; этот процесс отверждения заключается в связывании длинных линейных цепей поперечными связями:

Производство резольных смол более сложно, чем производство новолачных смол из-за склонности резола к переходу в резитол. Поэтому для каждой марки смолы установлено строго определённое время поликонденсации, удлинение которого повышает вязкость смолы.

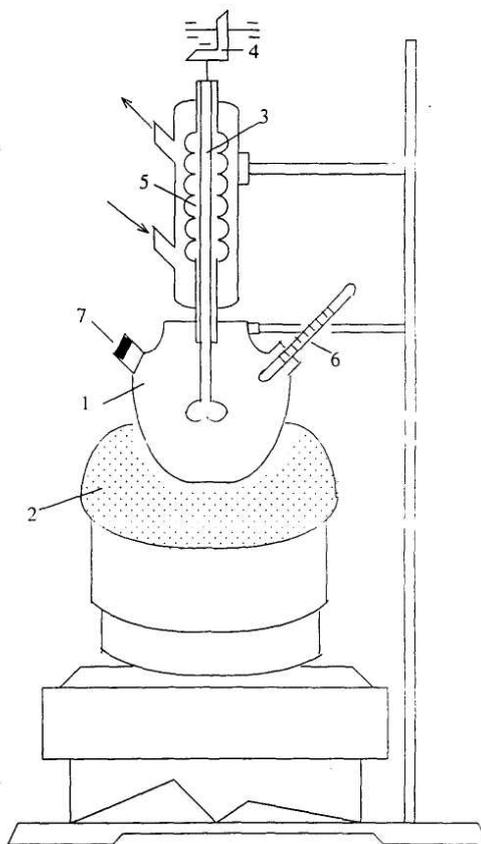
### *Описание установки и методик проведения работ.*

1. *Методика проведения опыта по получению новолачной смолы.* Заданную смесь кристаллического фенола и формальдегида в виде водного раствора (формалина), перемешанную до полного растворения фенола, а также требуемое количество катализатора помещают в трёхгорлую круглодонную колбу 1, помещённую в водяную баню 2 (см. рис. 1). В среднее (большое) горло колбы вставляют на пробке обратный холодильник 5. В одно боковое горло колбы помещают термометр 6, другое закрывают пробкой или вставляют капельную воронку. По внутренней трубке холодильника 5 проходит мешалка 3, приводимая во вращение электродвигателем 4.

Фенол и формалин, взятые в отношении вают в колбе при комнатной температуре. После растворения фенола в колбу вводят катализаторы, в виде HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, щавелевой кислоты (от 0,3 до 1-1,5% от веса колбы) и мешают в водяную баню, которую нагревают до 90-100°C. Расчет реагентов обычно проводится на 10-50 г фенола. Реакцию ведут до тех пор, пока образующийся водяной слой не перестанет изменяться в объёме. Для контроля за ходом реакции время от времени из бокового горла отбирают пробы реакционно смеси

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 <b>SKMA</b> -1979-	SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.75 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

и охлаждая их, определяют конец реакции по появлению устойчивой мути. Для этого пробу 3-5 мл переносят в фарфоровую чашку. Прогреть чашку на огне горелки, упаривают избыточную воду, затем охлаждают чашку и наблюдают, застывает смола или нет. Если смола не застывает, необходимо продолжать варку.



1-рисунок. Лабораторная установка.

1-трехгорлая колба; 2 – водяная баня; 3 - смеситель; 4 – движитель (двигатель); 5 – обратный холодильник; 6 - термометр; 7 - пробка;

Следует обратить внимание на интенсивность протекания реакции взаимодействия фенола с формальдегидом. При обычных условиях смесь нагревают до 90-95<sup>0</sup>С. Если наступает бурная реакция (обычно после 20-30 мин. нагревания) и жидкость начинает сильно кипеть, необходимо сразу прекратить нагрев и снять колбу с бани. Реакция затем продолжается некоторое время без дальнейшего нагревания (за счет тепла реакции конденсации с повышением температуры до 100 <sup>0</sup>С). Когда бурная реакция закончится, колбу снова помещают в горячую водяную баню и продолжают нагревание до тех пор, пока смесь не разделится на два устойчивых слоя. Когда

O'NTUSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.76 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

будет установлено, что реакция фенола с формальдегидом закончена, прекращают нагревание и дают отстояться водному слою. Затем водный слой сливают и смолу быстро (до остывания) переливают в фарфоровую чашку и сушат вначале на водяной, а затем на песчаной бане при постоянном перемешивании стеклянной палочкой при  $T=130 - 160^{\circ}\text{C}$ . Сушку прекращают, когда застывшая на палочке капля смолы будет легко размельчаться. По окончании сушки смолу взвешивают и определяют выход ее по отношению к взятым реагентам (поэтому фарфоровая чашка, в которой производится сушка, предварительно должна быть взвешена).

## 2. Методика проведения опыта по получению резольной смолы .

Резольные смолы отличаются от новолачных смол способностью переходить при нагревании выше  $120^{\circ}\text{C}$  неплавное нерастворимое состояние, т.е. терморективной. Они получают при нагревании до  $90-95^{\circ}\text{C}$  смесей фенола с формалином в присутствии основания ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) как катализатора.

Для проведения синтеза в круглодонную колбу (см рис 5) емкостью 500 мл помещают 100г фенола, 100г 37%-ного формалина и 6г 25%-ного раствора аммиака в воде (1 моль фенола 1,16 моль  $\text{CH}_2\text{O}$  и 1,5 вес %  $\text{NH}_3$  от массы фенола). Колбу соединяют с обратным холодильником и при включённой мешалке смесь медленно нагревают на водяной бане до температуры кипения смеси, примерно до  $95^{\circ}\text{C}$ . Смесь кипятят в течение 10- 15 мин для завершения реакции конденсации. Чтобы установить конец реакции, отбирают из колбы пипеткой пробу реакционной смеси в количестве 2-3 мл в пробирку стандартных размеров и определяют температуру помутнения смеси. В пробирку с отобранной пробой опускают термометр с делением на  $1^{\circ}\text{C}$  и пробирку охлаждают при встряхивании до  $10^{\circ}\text{C}$ . При появлении не исчезающего сильного помутнения процесс прекращают. Если проба не помутнела, продолжают нагревание при той же температуре еще в течение 10-15 мин и снова берут пробу на помутнение.

Так поступают через каждые 10-15 мин нагревания до тех пор, пока отобранная проба не даст помутнения.

По окончании процесса выключают нагрев и мешалку отсоединяют холодильник, снимают колбу и содержимое переносят в фарфоровую чашку (предварительно взвешенную). Чашке дают остыть и после этого сливают верхний слой воды. Затем смолу, оставшуюся в чашке, промывают несколько раз водой нейтральной реакции и взвешивают чашку со смолой. Определяют таким образом массу смолы, полученную в результате опыта. Полученная резольная смола представляет собой вязкую массу, окрашенную от жёлтого до коричневого цвета. При перегреве выше указанной температуры смола может

OÑTÚSTIK QAZAQSTAN <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.77 из 80	
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»		

перейти в твердое, неплавкое и нерастворимое состояние (резит).

#### Техника безопасности

1. Студенты допускаются к выполнению лабораторной работы только после прохождения инструктажа по безопасности труда и пожарной безопасности.
2. Лабораторную работу проводить только в специальных лабораторных халатах.
3. Работу проводить только в вытяжном шкафу, так как исходные вещества и пары реакционной смеси могут привести к отравлению.
4. Проверить правильность собранной установки и работу мешалки.
5. При бурном кипении смеси в колбе сразу выключить обогрев бани.
6. Следует из колбы отбирать пробы пипеткой с резиновой грушей, исключая попадание реакционной смеси на лицо и руки.
7. Выпаривание воды из смолы производить только в фарфоровой чашке под тягой на песчаной бане.

#### 6. Литература

##### основная:

##### на русском языке:

1. Жакирова, Н. К. Основы фармацевтической биотехнологии: учеб. пособие / Н. К. Жакирова, Н. К. Байзолданов, З. Б. Сакипова. - Алматы: Изд-во КазНМУ, 2008. - 256 с.
2. Жакирова, Н. К. Общая химическая технология: учеб. пособие/ Н. К. Жакирова.; Рек. Учеб.-методич. Советом ун-та им. С. Д. Асфендиярова. - Алматы : Эверо, 2013. - 119 с.

##### на казахском языке:

1. Химиялық технология негіздері : оқулық / Ы. Қ. Тойбаев [ж. б.]; ҚР БҒМ. - Алматы: ЖШС РПБК "Дәуір", 2011.-296 бет. - (ҚР Жоғары оқу орындарының қауымдастығы).
2. Химия өндірісінің негізгі процестері мен аппараттары: Зертханалық практикум: оқу құралы / Ш. Ш. Нұрсейітов. - Алматы: Эверо, 2014. - 140 бет. с.
3. Seitmagzimova, G. M. General chemical technology: textbook / G. M. Seitmagzimova. - Almaty: Association of higher educational institutions of Kazakhstan, 2016. - 292 p.

##### электронные ресурсы:

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.78 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

1. Усманова, М. Б. Жалпы химия [Электронный ресурс] : оқу құралы / М. Б. Усманова. - Электрон. текстовые дан. (19,1 МБ). - Өскемен: "Мультимедия зертханасы", 2007. - эл. опт. диск (CD-ROM).

**дополнительная:**

1. Ергожин, Е. Е. Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А. Б. Бектурова в 1988-2003 гг.- открытия, внедрения, достижения и награды: науч. изд. / Е. Е. Ергожин. - Алматы : ТОО "Print-S", 2004. - 95 с.
2. Товажнянский Л., Кошелева М., Бухкало С. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учебное пособие. Изд.: Инфра-М, 2015г-447с.
3. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 1. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 916с.
4. Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. Книга 2. Изд.: Лань Спб, 2018 г- 876с.
5. Сутягин В., Ляпков А. Общая химическая технология полимеров. Изд.: Лань Спб, 2018г- 208с.

**7. Методическое обеспечение:**

ссылка на лекцию:

[https://docs.google.com/document/d/1d4\\_4sr9f8Q6S\\_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&oid=103428168790945926723&rtopf=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1d4_4sr9f8Q6S_huNeBAwzSyQfEznoB51/edit?usp=sharing&oid=103428168790945926723&rtopf=true&sd=true)

**8. Контрольные вопросы**

1. Искусственное сырье:

- А) резольная смола;
- В) природный газ;
- С) каменный уголь;
- Д) кварцевый камень;
- Е) фосфоритная мука;

2. Искусственный сырье:

- А) наволочковая смола;
- В) природный газ;
- С) каменный уголь;
- Д) кварцевый камень;
- Е) фосфоритная мука;

3. Методы получения ВМС:

ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.79 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

- А) полимеризация, поликонденсация;  
 В) ректификация, экстракция;  
 С) абсорбция, полимеризация;  
 Д) нейтрализация, ректификация;  
 Е) сополимеризация, нейтрализация;
4. Соотношение фенола и формальдегида при синтезе наволочковой смолы:  
 А) 1,1-1,4;  
 В) 5,1-6,4;  
 С) 0,75-0,85;  
 Д) 0,1-0,8;  
 Е) 10-20;
5. Применяемый катализатор в производстве наволочковой смолы:  
 А) кислотный катализатор;  
 В) щелочной катализатор;  
 С) медный катализатор;  
 Д) платиновый катализатор;  
 Е) никелевый катализатор;
6. Соотношение фенола и формальдегида в процессе получения наволочковой смолы:  
 А) фенол в большем количестве по отношению к формальдегиду;  
 В) соотношение фенола к формальдегиду 0,5:3;  
 С) формальдегида в большем количестве по отношению к фенолу;  
 Д) формальдегид и фенол в одинаковом соотношении;  
 Е) соотношение фенола к формальдегиду 1,5:3;
7. Температурное правило получения наволочковой смолы:  
 А) 80-90<sup>0</sup>С;  
 В) 20-30<sup>0</sup>С;  
 С) 800-900<sup>0</sup>С;  
 Д) 250-350<sup>0</sup>С;  
 Е) 150-200<sup>0</sup>С;
8. Применяемый катализатор в производстве наволочковой смолы:  
 А) минеральная кислота  
 В) минеральные удобрения  
 С) щелочной катализатор  
 Д) медный катализатор  
 Е) ванадиевый катализатор

ОҢТҰСТІК ҚАЗАҚСТАН <b>MEDISINA</b> <b>AKADEMIASY</b> «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ	 SOUTH KAZAKHSTAN <b>MEDICAL</b> <b>ACADEMY</b> АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Кафедра фармацевтической и токсикологической химии	044 -55/ 18 стр.80 из 80
Методические рекомендации для лабораторных занятий по дисциплине «Общая химическая технология»	

9. Соотношение фенола и формальдегида в процессе получения резольной смолы:

- А) формальдегид в большем количестве по отношению к фенолу
- В) фенол в большем количестве по отношению к формальдегиду
- С) формальдегид и фенол в одинаковом соотношении
- Д) соотношение формальдегида к фенолу 0,5:3
- Е) соотношение формальдегида к фенолу 1:2

10. Температурное правило получения резольной смолы:

- А) 80-90<sup>0</sup>С
- В) 20-30<sup>0</sup>С
- С) 800-900<sup>0</sup>С
- Д) 250-350<sup>0</sup>С
- Е) 150-200<sup>0</sup>С