

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

## **Безопасность товаров**

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для студентов специальности  
1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров»

Витебск  
2021

УДК 677.027.(07)

Составитель:

Н. Н. Ясинская

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 6 от 26.02.2021.

**Безопасность товара** : методические указания по выполнению лабораторных работ / сост. Н. Н. Ясинская. – Витебск : УО «ВГТУ», 2021. – 46 с.

В методических указаниях представлены рекомендации необходимые для выполнения лабораторных занятий для студентов специальности 1-25 01 09 «Товароведение и экспертиза товаров».

УДК 677.027.(07)

© УО «ВГТУ», 2021

## Содержание

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 .....	4
КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМЕРОВ .....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 .....	7
РАСПОЗНАВАНИЕ ПЛАСТМАСС .....	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 .....	13
РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЛОКОН ПУТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБНЫХ ОПЫТОВ НА ОБРАЗЦАХ ИЗВЕСТНОГО СОСТАВА .....	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 .....	17
НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРА.....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 .....	19
КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА.....	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 .....	22
ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЦЕТОНА.....	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 .....	25
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОГО ХЛОРА В .....	25
ОТБЕЛЕННЫХ ТКАНЯХ .....	25
ЛИТЕРАТУРА .....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	28

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

## КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМЕРОВ

Для полимеров, как и для низкомолекулярных органических соединений, не существует единых схем систематического анализа, подобных схеме анализа неорганических веществ, поэтому при анализе полимеров необходимо проводить предварительные или ориентировочные опыты, которые позволяют выбрать направление дальнейших исследований.

Полный анализ полимеров представляет собой долгий и дорогостоящий процесс, требующий специального приборного и материального обеспечения. Однако практика зачастую ставит перед специалистами задачи ускоренного определения класса полимеров, рекомендации по взаимозаменяемости, идентификации и подбору аналогов полимеров, основных составных частей пластмассы и т. д.

Главной целью предварительных испытаний является обнаружение основных элементов, типа структуры, функциональных групп, установление кислотного или основного характера исследуемого полимера.

**Цель работы** – установление присутствия в полимере определенных элементов с помощью качественных реакций.

### Порядок выполнения и оформления работы

#### Задание 1. Определение наличия хлора.

Реакцию на хлор дают поливинилхлорид (ПВХ), поливинилиденхлорид, хлорированный каучук, полихлоропрен и другие хлорсодержащие полимеры.

##### *Способ 1.*

*Материалы и реактивы:* поливинилхлорид (или изделия из ПВХ), медная проволока, спиртовка, спички.

Определение содержания галогена в полимере осуществляется с помощью метода, называемого пробой Бельштейна. Медную проволоку нагревают в пламени горелки до полного покраснения и выдерживают в пламени около 30 секунд – до выжигания посторонних поверхностных покрытий, загрязнений и их удаления. Раскаленную проволоку приводят в соприкосновение с испытуемым материалом до налипания на нее полимера и повторно (с частичками полимера) вносят в пламя хорошо отрегулированной, не коптящей, горелки. При горении полимера в пламени горелки, если в его состав входит хлор, он взаимодействует с медной проволокой, образуя хлорид меди, который окрашивает пламя в зеленый цвет.

*Вопросы:*

1. Для чего медную проволоку надо нагреть до красного каления?
2. Какое вещество образуется на медной проволоке после прикосновения ею к хлорсодержащему полимеру?
3. Что происходит с веществом при внесении его в пламя спиртовки?
4. Напишите соответствующие уравнения реакций и сделайте вывод, по какому признаку можно обнаружить ион хлора.

*Способ 2.*

*Материалы и реактивы:* поливинилхлорид (гранулы ПВХ или изделия из ПВХ), вода дистиллированная, 10%-й раствор азотнокислого серебра ( $\text{AgNO}_3$ ) или азотнокислой ртути ( $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ ), пробка с газоотводной трубкой, штатив с пробирками, держатель для пробирок, спиртовка, спички.

В сухую пробирку поместите несколько гранул ПВХ, закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустите в другую пробирку-приемник с небольшим количеством дистиллированной воды (рис. 1.1) и нагрейте пробирку с гранулами ПВХ над пламенем спиртовки. Наблюдается разложение полимера с выделением белого газа, хорошо растворимого в воде.

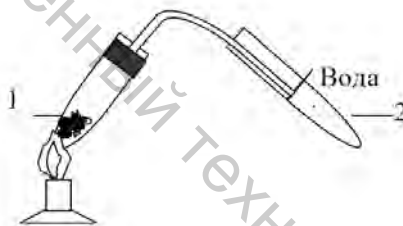


Рисунок 1.1 – Схема прибора

Отсоедините пробирку-приемник и добавьте несколько капель 10%-го раствора азотнокислого серебра или азотнокислой ртути наблюдается образование белого творожистого осадка.

*Вопросы:*

1. Какое газообразное вещество выделяется из полимера при нагревании и образуется при растворении его в воде?
2. С помощью какого реактива и по какому признаку можно обнаружить ионы хлора в растворе?
3. Запишите соответствующие уравнения реакций и сделайте вывод, с помощью какой качественной реакции можно обнаружить ион хлора.

**Задание 2. Определение наличия серы.**

*Техника безопасности:* опыт проводить только под тягой, т. к. возможен взрыв водорода, образующегося при взаимодействии остатков Na с водой. Металлический натрий брать только шпателем или пинцетом, просушить

фильтровальной бумагой.

Реакцию на серу дают полимеры, содержащие сульфидную серу или сульфогруппу –  $\text{SO}_3\text{H}$  и др.

*Материалы и реактивы:* серосодержащий полимер – резина, металлический натрий, дистиллированная вода, раствор ацетата свинца ( $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ), штатив с пробирками, воронка, фильтровальная бумага, колба на 100 мл, шпатель, пипетка, пинцет, спиртовка, спички.

В сухую пробирку поместите равные количества полимера и металлического натрия (просушенного фильтровальной бумагой). Нагрейте в пламени спиртовки до образования однородной массы. Горячую пробирку опустите в колбу с небольшим количеством воды, пробирка растрескивается, и масса растворяется в воде. Образующийся раствор отфильтруйте и к фильтрату добавьте каплю ацетата свинца. Наблюдается образование черного осадка.

*Вопросы:*

1. Какое низкомолекулярное вещество образуется при сплавлении резины с натрием?
2. С помощью какого реактива и по какому признаку можно обнаружить ион серы в растворах?
3. Запишите соответствующие уравнения реакций и сделайте вывод, с помощью какой качественной реакции можно обнаружить ион серы.

### **Задание 3. Определение наличия азота.**

*Техника безопасности:* опыт проводить только под тягой, т. к. возможен взрыв водорода, образующегося при взаимодействии остатков  $\text{Na}$  с водой. Металлический натрий брать только шпателем или пинцетом, просушить фильтровальной бумагой.

Реакцию на азот дают полиуретаны, полиамиды (капрон), аминоформальдегидные смолы и другие азотсодержащие полимеры.

*Материалы и реактивы:* полиуретан или полиамид (капрон) или другие азотсодержащие полимеры, металлический натрий, 10%-ые растворы  $\text{FeSO}_4$  и  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{HCl}$ , дистиллированная вода, штатив с пробирками, воронка, фильтровальная бумага, колба на 100 мл, пипетки, шпатель, спиртовка, спички.

В сухую пробирку поместите равные количества азотсодержащего полимера и металлического натрия и сплавьте над пламенем спиртовки. Происходит разложение полимера и образование цианида натрия ( $\text{NaCN}$ ). Горячую пробирку опустите в колбу с небольшим количеством воды, пробирка растрескивается, и  $\text{NaCN}$  растворяется в воде. Образующийся раствор отфильтруйте и к фильтрату добавьте 1–2 капли  $\text{FeSO}_4$ . Образуется комплексный азотсодержащий анион  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ , который с  $\text{FeCl}_3$  образует комплексную соль  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  сине-зеленого цвета. Эта соль называется берлинская лазурь.

*Напишите уравнения реакций:*

1. Образование цианида натрия (NaCN) из полимера.
2. Образование соли, содержащей комплексный азотсодержащий анион  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ .
3. Образование берлинской лазури  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$
4. Сделайте вывод, с помощью какой качественной реакции можно обнаружить комплексный азотсодержащий ион гексацианоферрат.

*Сделайте вывод по работе:* наличие указанных элементов (Cl, S и N) устанавливаются по характерным реакциям, которые проводят после деструктивного разложения полимера.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 РАСПОЗНАВАНИЕ ПЛАСТМАСС

**Цель работы** – установление природы неизвестного полимера по характеру летучих продуктов, образующихся при сжигании полимера и его растворимости, по результатам анализа продуктов разложения полимеров.

*Материалы и реактивы:*

- полимеры (полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиметилметакрилат, поливинилацетат, поливиниловый спирт);
- растворители (дистиллированная вода, этиловый спирт, ацетон, хлороформ, бензол, этилацетат);
- разбавленные (5 %, 10 %) и концентрированные растворы кислот и щелочей ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ );
- раствор дифиниламина (0,1 г дифиниламина растворяют в 30 мл концентрированной серной кислоты и 30 мл воды);
- растворы: 5%-й нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ), 5%-й хлорида железа ( $\text{FeCl}_3$ ), 50%-й раствор гидроксида калия ( $\text{KOH}$ );
- оборудование: тигельные щипцы, стеклянные палочки, пробирки, штативы, спиртовки, спички, пробки, индикаторная бумага.

### Порядок выполнения и оформления работы

#### Задание 1. Изучите поведение образца полимера при нагревании.

Полимеры различаются своим поведением в открытом пламени. Желтое, сильно коптящее пламя характерно для полимеров, разлагающихся при горении на ароматические углеводороды; увеличение содержания кислорода в

продуктах горения делает пламя более голубым, что характерно для эфиров, спиртов. Хлорсодержащие полимеры окрашивают пламя в зеленый цвет; образование белой золы или обильного белого дыма указывает на присутствие кремнийорганических соединений.

*Техника безопасности:* опыт проводить в вытяжном шкафу.

*1.1. Поведение полимера в пламени.*

Кусочек полимера укрепите в тигельные щипцы и внесите в пламя спиртовки (синий конус). Отметьте следующие признаки:

- поведение полимера в пламени (размягчение, плавление);
- степень горючести образца в пламени и вне пламени;
- окраска пламени;
- ощущение запаха продуктов горения.

*1.2. Способность полимера вытягиваться в нить.*

Погасите полимер и прикоснитесь к нему холодной стеклянной палочкой и быстро оттяните размягченную часть полимера. Отметьте способность полимера вытягиваться в нить. Результаты наблюдений представьте в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Поведение полимера при нагревании и горении

Название полимера	Формула полимера	Размягчение	Плавление	Цвет пламени и степень горючести	Запах продуктов горения	Способность вытягиваться в нить

*1.3. Распознайте неизвестный полимер по поведению его при нагревании и горении в сравнении с результатами, приведенными в таблице 2.2.*



Таблица 2.2 – Поведение пластмасс при нагревании и горении

Вид пластмассы	Отношение к горению	Характер горения	Окраска пламени	Запах продуктов горения
Полиэтилен [—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —] <sub>n</sub>	Размягчается, можно вытянуть в нить	Горит слабым пламенем без копоти с оплавлением и подтеканием полимера. Горит вне пламени	Верх пламени желтый, у основания синевато-голубой	Горящей парафиновой свечи
Полипропилен [—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —] <sub>n</sub>   CH <sub>3</sub>	Размягчается, можно вытянуть в нить	Горит слабым пламенем без копоти с оплавлением и подтеканием полимера. Горит вне пламени	Верх пламени желтый, у основания синевато-голубой	Жжёной резины или горячего сургуча
Поливинилхлорид [—CH <sub>2</sub> —CH—] <sub>n</sub>   Cl	Размягчается при 60–70 °С, выше 110–120 °С разлагается	Загорается не сразу, при удалении из пламени гаснет	У основания зеленоватая	Резкий, хлористого водорода
ПММК CH <sub>3</sub>   [—CH <sub>2</sub> —C—] <sub>n</sub>   COOCH <sub>3</sub>	Размягчается	Горит медленно, пламя слегка коптящее, с потрескиванием и искрами	Пламя желтое с синей каймой у краев	Острый, цветущей герани или фруктовой эссенции
Полистирол [—CH <sub>2</sub> —CH—] <sub>n</sub>   C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	Размягчается и легко вытягивается в нити	Загорается быстро, пламя слегка коптящее с потрескиванием и искрами. Горит вне пламени	Пламя желтое	Сладковатый, напоминающий цветущие гиацинты

Таким образом, исследование поведения образца в пламени позволяет отнести его к тому или иному классу полимерных соединений (приложение А, табл. А.1).

### Задание 2. Анализ полимеров по продуктам разложения.

Для идентификации полимеров часто используют термическую деструкцию – **пиролиз** с последующим анализом продуктов пиролиза.

*Техника безопасности:* опыт проводить в вытяжном шкафу.

В пробирку с отводом помещают от одного до двух грамм испытуемого полимера. Пробирку закрывают пришлифованной пробкой, а отвод опускают в

пробирку, наполненную на 2/3 дистиллированной водой (рис. 1.1).

Выделяющиеся из пробы полимера газообразные продукты пиролиза конденсируются на стенках пробирки № 1 или в дистилляте в пробирке № 2, через которую проходят выделяющиеся при анализе газы. Сконденсировавшиеся на стенках пробирки № 1 капли смывают в дистиллят (в пробирку № 2).

Индикаторной бумагой определяют рН воды в пробирке № 2 после прохождения газов и смывания в нее капель со стенок первой пробирки.

Полученный результат сравнивают с данными, представленными в таблице 0.3.

Водный раствор продуктов пиролиза исследуют с помощью качественных реакции на отдельные низкомолекулярные соединения, выделяющиеся в результате пиролиза: фенол, формалин (формальдегид), анилин, уксусную кислоту и другие в зависимости от предполагаемого типа полимера.

Обычно пиролиз заканчивается в течение нескольких минут. Определяют реакцию дистиллята, после пиролиза смолы, на рН. Если реакция кислая, то добавляют 1 каплю раствора азотнокислого серебра. Выпадающий белый осадок, темнеющий на воздухе, свидетельствует о наличии хлора. Положительная реакция на хлор при наличии темного коксовидного остатка от пиролиза пробы (на дне нагреваемой пробирки) дает основание отнести пробу к хлорсодержащим полимерам (поливинилхлорид и его производные). Кислую реакцию дают и производные целлюлозы (нитрат целлюлозы, ацетат целлюлозы, ацетобутират целлюлозы, пропионат целлюлозы и др.) и поливинилацетата.

Наличие нитрата целлюлозы определяется реакцией с дифениламином. Исследуемый образец омыляют в пробирке спиртовым раствором гидроксида калия при нагревании. Раствор охлаждают и подкисляют небольшим количеством серной кислоты, отфильтровывают и добавляют несколько миллилитров специально приготовленного раствора дифениламина. Если имеется нитрат целлюлозы в пробирке, образуется синее кольцо.

Кислую реакцию, также дает наличие уксусной кислоты, выделяющейся при пиролизе поливинилацетата. Уксусную кислоту определяют нейтрализацией раствора водой с прибавлением нескольких капель раствора  $\text{FeCl}_3$ . Появление красной окраски свидетельствует о наличии уксусной кислоты.

При щелочной реакции воды, свидетельствующей о наличии в продуктах пиролиза аммиака, ее подкисляют 5%-м раствором серной кислоты, добавляют несколько капель фуксинсернистой кислоты. При наличии формальдегида появляется сине-фиолетовая окраска. Реакция дает основание предположить пробу как представителя фенолоформальдегидных смол.

Таблица 2.3 – Идентификация пластмасс по поведению их при пиролизе и реакции водного раствора

Полимер	Поведение при пиролизе	Реакция водного раствора, pH
Полиэтилен	Плавится, выделяется белый дым, на стенках конденсируется жидкость	Нейтральная, 7
Полипропилен	Плавится, выделяется белый дым, который поглощается дистиллированной водой, остается смола черного цвета	Нейтральная, 7
Полиамид	Плавится, выделяется газообразное вещество, осаждающееся в виде кристаллов. Остается вещество янтарного цвета	Кислая, 6
Полиуретан	Плавится, выделяется газообразное вещество, осаждающееся на стенках в виде желто-зеленого налета, остается маслянистая смола	Кислая, 6
Полистирол	Выделяется белый дым. В пробирке с дистиллированной водой собирается слой маслянистой белой жидкости. Остается желтая жидкость, застывающая в вязкую смолообразную массу	Нейтральная, 7
Акрилобу- тадиенстирол (АБС)	Плавится, темнеет, кипит, выделяется белый дым, растворяющийся в дистиллированной воде. На стенках маслянистая жидкость. Остается темная смола затвердевает	Нейтральная, 7
Полиформаль- дегид	Выделяется обильный белый дым, на стенках остается белый налет. В пробирке с дистиллированной водой нерастворимый слой жидкости	Нейтральная, 7
Поливинилацетат	Разлагается, выделяется газообразное вещество, поглощающееся дистиллированной водой	Кислая, 6
Полиметил- метакрилат	Плавится, кипит, выделяется белый дым, растворяющийся в дистиллированной воде, на стенках капельки желтой жидкости. Остается прозрачная смола	Кислая, 6
Полиэтилен- терефталат	Обугливается, плавится, образуется темная жидкость, кипит, выделяется белый дым. На стенках налет желтоватого цвета	Кислая, 6
Поливинилхлорид	Плавится, темнеет. В пробирке с дистиллированной водой маслянистая жидкость. Остается черная смола	Кислая, 6
Эпоксидная смола	Плавится, кипит, выделяется белый дым, сначала слабый, затем интенсивный, в пробирке остается черная смола	Кислая, 6
Фторопласт	Темнеет, после долгого нагревания выделяется белый дым, на стенках белый налет	Кислая, 6
Аминопласт	Чернеет, на стенках конденсируется жидкость, затем темный налет. Резкий запах. Остается черный порошок	Кислая, 6
Ацетобутират- целлюлозный этрол	Плавится, выделяется густой дым. На стенках конденсируется жидкость, запах прогорклого сыра. Остается черная смола	Нейтральная, 7
Пентапласт	Плавится, на стенках конденсируется жидкость, слабый дым, остается черная смола	Кислая, 6

### Задание 3. Качественное определение растворимости полимера.

#### Отношение полимера к действию кислот и щелочей

*Техника безопасности:* опыт требует осторожного обращения с концентрированными кислотами и щелочами и выполнения правил нагревания на спиртовке.

В пробирки поместите по кусочку полимера и прилейте:

- разбавленные (10 %) растворы кислот ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ) и щелочи NaOH;
- концентрированные кислоты ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ) и щелочи NaOH.

Отметьте изменения, происходящие в пробирках при комнатной температуре и при нагревании.

Сделайте вывод о химической устойчивости полимера.

#### Определение растворимости полимеров

В пробирку поместите 0,5 г образца полимера, добавьте 5 мл растворителя. Закройте пробкой и оставьте в штативе на 1 час при комнатной температуре, изредка встряхивая содержимое пробирки. По истечении часа отметьте изменения, происходящие в пробирке.

Возможно либо полное растворение, либо ограниченное набухание, а также изменение окраски полимера или растворителя.

В случае частичного растворения или набухания проверьте растворимость полимера при нагревании. Для этого пробирку с испытуемой смесью нагрейте на водяной бане и отметьте происходящие изменения.

Результаты наблюдений представьте в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Растворимость полимеров

Полимер	Вода дистиллированная	Этиловый спирт	Ацетон	Хлороформ или дихлорэтан	Бензол	Этилацетат
Полиэтилен						
Полипропилен						
Полистирол						
Поливинилхлорид						
Полиметилметакрилат						
Поливинилацетат						
Поливиниловый спирт						

Результаты наблюдений сравните с растворимостью, представленной в таблицах А.3–А.5.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

## РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЛОКОН ПУТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБНЫХ ОПЫТОВ НА ОБРАЗЦАХ ИЗВЕСТНОГО СОСТАВА

**Цель работы** – установление природы волокна на основании предварительных испытаний образцов.

*Материалы и реактивы:*

- волокна (хлопок, шерсть, шёлк, вискоза, ацетатное волокно, капрон, лавсан, нитрон);
- растворители (этиловый спирт, ацетон, фенол концентрированный, диметилформамид – ДМФА, концентрированный раствор  $ZnCl_2$ , аммиачный раствор оксида меди, муравьиная и уксусная кислоты);
- разбавленные 10%-ые и концентрированные растворы:  $NaOH$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ;
- оборудование: тигельные щипцы, пробирки, пробки, спиртовки, спички, стеклянные палочки.

### Порядок выполнения и оформления работы

#### Задание 1. Поведение волокна в пламени.

Скрутите из волокна жгутик, закрепите его в тигельные щипцы и внесите в пламя спиртовки (синий конус). Отметьте следующие признаки:

- размягчение и плавление;
- горение в пламени и вне пламени;
- образование остатка;
- ощущение запаха продуктов горения.

Результаты наблюдений представьте в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Поведение волокна в пламени

Тип волокна	Формула волокна и название	Размягчение	Плавление	Горение		Остаток горения	Запах продуктов горения
				Горение в пламени	Горение вне пламени		

Сравните полученные результаты поведения волокна в пламени с результатами в таблице А.2.

## Задание 2. Исследование волокна на растворимость.

Небольшой пучок волокон в выпрямленном состоянии или ткани (0,5–4 см) поместите в пробирку и налейте растворитель. Закройте пробкой и оставьте в штативе на 1 час при комнатной температуре, изредка встряхивая содержимое пробирки. По истечении часа отметьте изменения, происходящие в пробирке. В случае частичного растворения или набухания проверьте растворимость волокон при нагревании. Для этого пробирку с испытуемой смесью нагрейте на водяной бане и отметьте происходящие изменения.

Результаты наблюдений сравните с растворимостью волокон, представленных в таблице А.5. Отметьте, в каких растворителях волокно растворяется, а в каких остаётся без изменения.

Результаты наблюдений представьте в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Растворимость волокон

Волокна или ткани	Аммиачный р-р оксида Cu	Концентрированный р-р $ZnCl_2$	Ацетон	Фенол	ДМФА Диметилформамид	Муравьиная кислота	Уксусная кислота
Хлопок							
Шерсть							
Шелк							
Вискоза							
Ацетатное							
Капрон							
Лавсан							
Нитрон							

Обозначения в таблице: *P* – растворяется, *H* – набухает, *к. P* – растворяется концентрированным раствором, *H* и *P* – набухает и медленно растворяется.

## Задание 3. Действие минеральных кислот и щелочей на волокна.

В пробирки поместите пучок волокон и прилейте разбавленные растворы  $NaOH$ ,  $H_2SO_4$ . Отметьте способность волокна растворяться при комнатной температуре и при нагревании. Затем испытайте действие концентрированных растворов:  $NaOH$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ .

Отметьте, какие изменения происходят с волокном (растворение, набухание, потеря прочности, изменение окраски и др.). Сравните экспериментальные данные с результатами, представленными в таблице А.6.

Таблица 3.3 – Действие минеральных кислот и щелочей на волокна (при комнатной температуре)

Вид волокна	Основа волокна. Структурное звено	Изменение волокон под действием				
		Разбавленная $H_2SO_4$	Концентрированные кислоты		Разбавленный NaOH	Концентрированный NaOH
			$H_2SO_4$	$HNO_3$		
Хлопок						
Шерсть и натуральный шелк						
Вискоза						
Ацетатное						
Капрон						
Анид (найлон)						
Лавсан						
Нитрон						

Обозначения в таблице: У – устойчиво; Р – растворяется; Н – набухает.

**Задание 4. Определите виды волокон в представленных образцах, используя химические реактивы, и по характеру горения.**

*Материалы и реактивы:* NaOH 10 %, NaOH 3 %, ацетон, муравьиная кислота 85 %,  $Pb(CH_3COO)_2$  10 %, прямой краситель чисто синий 1 г/л, исследуемые волокна.

Для определения происхождения типа волокна рекомендуется использовать алгоритм анализа (рис. 3.1), на основании которого делаются соответствующие выводы.

*Вопросы:*

1. Какие волокна, природные или синтетические, более устойчивы к действию химических веществ? Почему?
2. Как действуют на целлюлозные волокна кислоты, щелочи?
3. Какие процессы происходят с белковыми волокнами при обработке их растворами кислот, щелочей?
4. Что произойдет с тканью, выработанной из смеси хлопкового и шерстяного волокон, при обработке ее кислотой, щелочью?

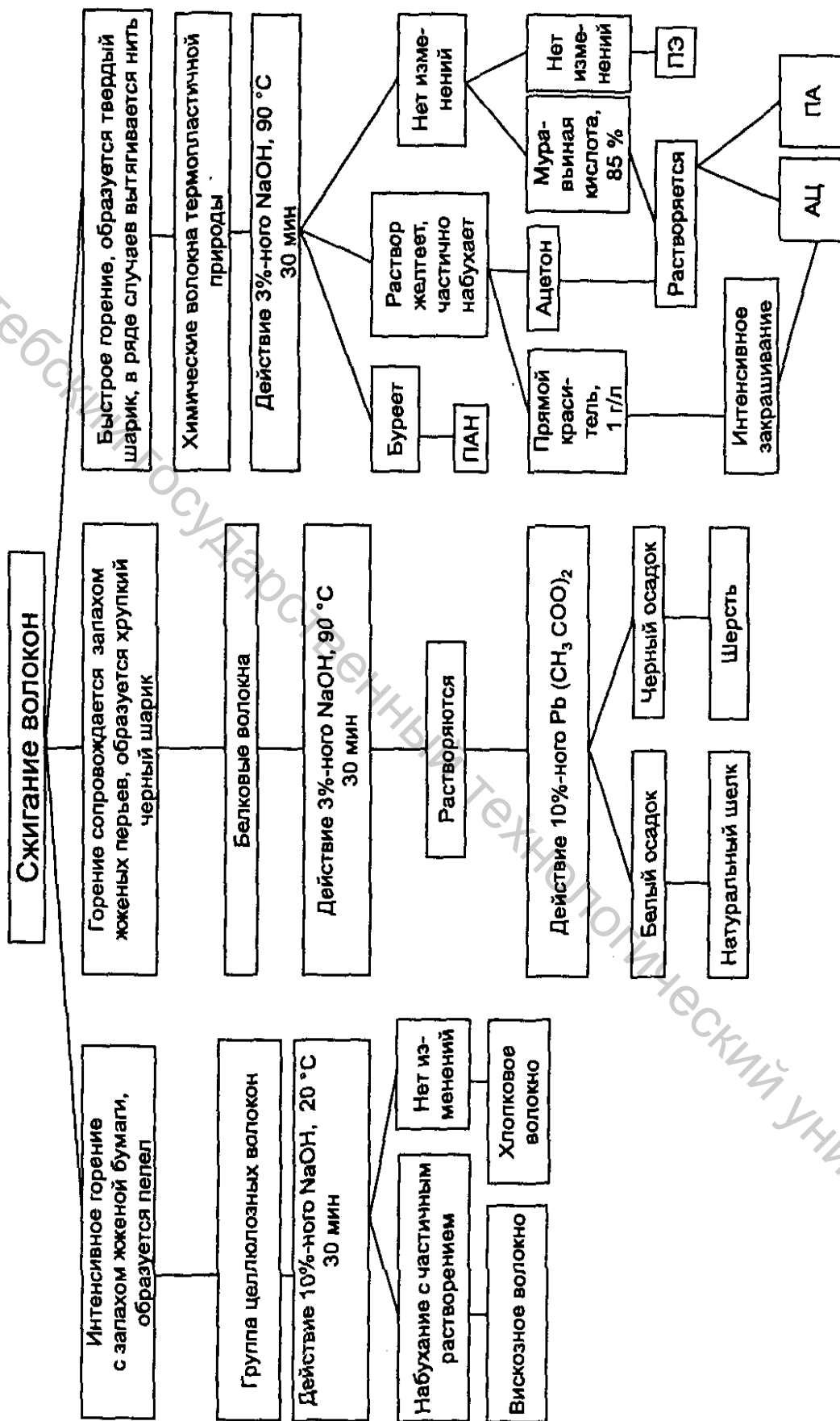


Рисунок 3.1 – Алгоритм анализа распознавания волокон



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

### НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРА

**Цель работы** – изучить нефелометрический метод определения присутствия хлора.

#### Основные теоретические сведения

**Нефелометрия** основана на использовании явления рассеяния или поглощения света твёрдыми или коллоидными частицами, находящимися в жидкой фазе во взвешенном состоянии. Сущность нефелометрического метода заключается в количественном определении вещества по степени мутности раствора. Между определяемым веществом (ионом) и реактивом проходит реакция, в результате которой образуется труднорастворимое соединение. В то время как большие количества какого-либо вещества образуют с данным реактивом осадок, очень малые количества дают лишь легкую муть, поэтому методом нефелометрии определяют очень небольшие количества вещества.

В основу метода положено сравнение степени мутности исследуемого и стандартного растворов по интенсивности рассеянного ими света. Интенсивность рассеянного света пропорциональна количеству взвешенных частиц в растворе (т. е. концентрации труднорастворимого вещества) и зависит от размеров взвешенных частиц. Пользуясь методом нефелометрии, необходимо выполнять следующие условия:

- вещества, образующие взвеси, должны быть растворимы ничтожно мало;
- взвеси должны быть стабильны и не оседать продолжительное время при стоянии;
- взвеси исследуемого и стандартного веществ необходимо готовить одновременно и одним и тем же способом, чтобы получить частицы одинаковых размеров; воспроизводимость суспензии является одним из важнейших условий для точной нефелометрической работы;
- продолжительность определения не должна превышать 15 мин. Методы визуальной нефелометрии сходны с методами колориметрии. Наиболее применим метод уравнивания и стандартного ряда.

Нефелометрические определения можно проводить и на фотоэлектроколориметре. Частицы взвеси, помещенной на пути узкого бокового пучка света, отражают световые волны – рассеивают свет. Чем мутнее взвесь, т. е. чем больше концентрация труднорастворимого соединения, тем больше света отражается и тем меньше проходит через взвесь и падает на фотозащитный элемент. Между концентрацией вещества во взвеси и силой фототока существует обратно пропорциональная зависимость.

В неорганическом и техническом анализе нефелометрическим путем определяют хлор, серу, кальций и др. Наиболее широкое

применение нашел этот метод для определения малых количеств веществ. Нефелометрическим путем определяют хлор в воде, примеси хлоридов в солях, сульфаты и сульфиды в воде и солях. Предложены нефелометрические методы определения фосфора в металле и кальция в шлаках, но широкого применения эти методы не нашли. Значительное применение нашли нефелометрические методы в практике органического анализа. В последнее время нефелометрию начали использовать в практике микроанализа.

Нефелометрический метод определения присутствия хлора основан на связывании иона хлора нитратом серебра с образованием взвешенной мути хлорида серебра в водной вытяжке. Степень помутнения раствора сравнивается с искусственной шкалой. Метод не специфичен. Определению мешают другие галогены. Чувствительность метода 0,2 мг/л.

### **Порядок выполнения и оформления работы**

#### **Задание 1. Изучить метод определения присутствия хлора.**

##### *Реактивы:*

- основной стандартный раствор, 100 мг Cl<sup>-</sup>/л (0,1 г/л). Раствор пригоден в течение 6 месяцев, для приготовления 0,2044 г KCl, х.ч., высушенного при 100 °С, растворяют в мерной колбе в 1 л воды;
- рабочий стандартный раствор, 10 мг Cl<sup>-</sup>/л (готовят из основного стандартного раствора разведением в 10 раз дистиллированной водой, раствор сохраняется в течение двух недель);
- азотная кислота 10%-й раствор;
- нитрат серебра, 1%-й раствор.

##### *Ход определения.*

Водную вытяжку в зависимости от ожидаемого содержания ионов хлора отбирают в количестве от 0,5 до 5,0 мл и помещают в колориметрическую пробирку. Одновременно готовят стандартную шкалу с содержанием от 0 до 10 мкг ионов хлора с интервалом в 1 мкг, используя рабочий стандартный раствор (в каждую пробирку вносят 0; 0,1; 0,2; ...1,0 мл). Объем во всех пробирках доводят дистиллированной водой до 5,0 мл, затем приливают по 1 мл раствора азотной кислоты и 1 мл раствора нитрата серебра. После тщательного перемешивания пробирки с содержимым выдерживают в темноте. Спустя 10 минут, интенсивность помутнения пробы сравнивают со стандартной шкалой на черном фоне. Результаты определения рассчитывают по формуле

$$X = \frac{a}{y} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

где  $a$  – содержание вещества в анализируемом объеме раствора, мг/мкг;  $y$  – объем взятой для анализа вытяжки, мл.

*Вопросы:*

1. Что такое «нефелометрия»?
2. В какой фазе гетерогенной системы находится определяемое вещество: а) частицах взвеси, б) в жидкости?
3. Назовите условия, которые необходимо выполнять при проведении нефелометрического метода анализа.
4. От чего зависит время, требуемое для получения максимальной мутности?
5. Как влияет на правильность результатов анализа присутствие посторонних веществ?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА**

**Цель работы** – изучить метод определения присутствия формальдегида в воде.

### **Основные теоретические сведения**

**Колориметрия** как метод химического анализа применяется для определения концентрации определенного вещества в растворе. Метод позволяет работать с окрашенными растворами или растворами, которые можно сделать окрашенными в результате определенной химической реакции.

**Основы колориметрии.** Химические методы анализа с помощью колориметрии основаны на законе Бугера – Ламберта – Веера, который гласит, что интенсивность окраски зависит от концентрации окрашенного вещества в растворе и от толщины слоя жидкости. С помощью различных методик колориметрии можно оценивать количественное содержание определенных веществ в растворе с достаточно высокой точностью – обычно она составляет 0,1–1 %. Эта точность, как правило, не уступает точности, с которой определяют концентрации в результате гораздо более сложных и дорогих химических анализов, и достаточна для многих задач – не только производственных, но и экспертного характера. Колориметрическими методами можно определять концентрации веществ вплоть до 10<sup>-8</sup> моль/л. Колориметрические методы используют визуальное сравнение или сравнение с помощью приборов – фотоколориметров или спектрофотометров. Сравнение производится прямым или компенсационным методами.

**Прямой метод** предусматривает сравнение степени окрашиваемости исследуемого раствора при определенной температуре и в определенном слое жидкости с эталонным раствором. Эталон содержит точно известное

количество окрашивающего вещества при той же температуре и в том же слое жидкости. Иногда сравнение производится с дистиллированной водой. Как правило, подобные методы опираются на применение фотоколориметров или спектрофотометров. Эти приборы измеряют силу тока, зависящую от интенсивности излучаемого света, пропущенного через исследуемый раствор. Точность аппаратного измерения выше, чем визуального. Применяют также визуальный метод сравнения интенсивности окраски раствора с эталонными растворами, концентрация вещества в которых известна.

*Компенсационный метод* основан на доведении окраски исследуемого образца до эталонной. Растворы, с помощью различных оптических приспособлений – зеркал, стекол и призм помещают в приборе таким образом, чтобы они совмещались в поле зрения исследователя. Глаз способен с высокой точностью фиксировать одинаковость окраски двух образцов. В некоторых приборах задача облегчается тем, что при совпадении интенсивности окраски исчезает визуальная граница, первоначально разделяющая растворы. Для того, чтобы привести изучаемый раствор к эталонному, к нему добавляют прозрачный растворитель или увеличивают высоту слоя жидкости. Потом из значения величины добавленного разбавителя или высоты слоя раствора выводят количественную характеристику концентрации красящих веществ в растворе. Компенсационные методы применяются в визуальных колориметрах и в фотоколориметрах. Они наиболее практичны, так как на них не влияют посторонние факторы – например, температура.

*Когда и где применяются колориметрические методы.* Колориметрические методы для химического анализа применяются в тех случаях, когда точно известен химический состав раствора; раствор прозрачен; имеется эталонный образец; температуры образца и исследуемого раствора равны. С помощью этих методов удается определять концентрации веществ и в неокрашенных растворах, если есть возможность с помощью добавления определенного реактива сделать раствор окрашенным

*Достоинства колориметрических методов:*

- простота;
- нет необходимости в дорогом оборудовании;
- оперативность измерений, возможность проведения анализов прямо на производстве;
- возможность определения очень малых концентраций веществ, которые другими методами химического анализа вычислить сложно.

## **Порядок выполнения и оформления работы**

**Задание 1. Изучить метод определения содержания формальдегида в воде колористическим методом.**

*Формальдегид* – газообразное токсическое для человека вещество, обладающее резким специфическим запахом. Способно вступать в контакт с

водой, растворами, содержащими большое количество спирта, прочими растворителями. Помимо образования в результате дыхания живых существ, естественных фотохимических процессов в природе, большое количество формальдегида выделяется в окружающую среду с выхлопными газами автомобилей и производственными отходами предприятий, обрабатывающих кожу, древесину, выпускающих бытовую химию, автомобили.

Формальдегид раздражает верхние дыхательные пути, кожу, обладает также общей ядовитостью. ДМК формальдегида в воде 0,1 мг/л. Среднесуточная ПДК в атмосферном воздухе населенных мест 0,012 мг/м<sup>3</sup>. Метод определения основан на взаимодействии формальдегида с фуксинсернистой кислотой, в результате чего образуется окрашенное в фиолетовый цвет соединение.

*Реактивы:*

– серная кислота (1:3);  
– фуксинсернистая кислота (0,5 г фуксина растворяют при нагревании в 250 мл прокипяченной дистиллированной воды). Раствор охлаждают, прибавляют 27,2 г бисульфита натрия, растворенного в 100 мл воды, и оставляют на свету до получения бледно-розовой окраски. Затем прибавляют 0,5 мл концентрированной серной кислоты и снова оставляют на свету до получения оранжевой окраски. Потом разбавляют в мерной колбе до 0,5 л и сохраняют в темном месте. Раствор годен к употреблению через сутки после приготовления;

– стандартный раствор формальдегида (растворяют 2,5 г продажного 40 % раствора формальдегида в 1 л дистиллированной воды). Содержание формальдегида в этом растворе определяют объемным методом; оно составляет приблизительно 1 г/л);

– рабочий раствор формальдегида (получают путем разведения стандартного раствора в 100 раз, содержание формальдегида составляет 10 мг/л).

*Ход анализа.*

0,1 мл исследуемой воды наливают в плоскодонную пробирку из бесцветного стекла, приливают 0,5 мл серной кислоты (1:3) и 1 мл фуксинсернистой кислоты и нагревают в течение 5 мин на водяной бане при температуре 40 °С. Одновременно готовят шкалу стандартных растворов формальдегида. Для этого в ряд пробирок вносят 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0 10 мл рабочего раствора формальдегида и доводят дистиллированной водой объем до 10 мл. Концентрация формальдегида в этих пробирках составляет, соответственно 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 и 10 мг/л. Во все пробирки вносят 0,5 мл серной кислоты (1:3), 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты, перемешивают и также выдерживают 5 минут при 40 °С. Окраску анализируемой пробы сравнивают с окраской приготовленной шкалы стандартных растворов формальдегида.

*Вопросы:*

1. Что такое «колориметрия»?

2. Назовите условия, которые необходимо выполнять при проведении колориметрического метода анализа.
3. Какие концентрации веществ возможно определять колориметрическими методами?
4. Какими способами реализуют колориметрические методы анализа?
5. Укажите достоинства колориметрических методов анализа.
6. Используя ГОСТ Р 55227-2012 «Вода. Методы определения содержания формальдегида» кратко записать метод определения содержания формальдегида в воде колористическим методом

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЦЕТОНА**

**Цель работы** – изучить фотоколориметрический метод определения ацетона, который может содержаться в товарах бытовой химии.

### **Основные теоретические сведения**

**Фотоколориметрический метод** основан на определении содержания веществ в растворах по поглощению немонахроматического излучения света в видимой области спектра.

Этим методом можно по интенсивности окраски раствора установить концентрацию определяемого вещества в растворе. В основу метода положено свойство окрашенных растворов поглощать проходящий через него свет определенной длины волны. Снижение интенсивности света при прохождении его через раствор тем больше, чем интенсивнее окрашен раствор и чем больше слой жидкости, через который он проходит.

Это измерение и проводят с помощью специального оптического прибора – фотоколориметра. Для фотометрических методов важнейшее значение имеют правильно выбранные условия выполнения химической реакции по переводению определяемого элемента в окрашенное соединение и знание условий поглощения света окрашенными растворами.

#### *Оптимальные условия фотометрических определений*

##### *Выбор светофильтра*

Для того, чтобы выделить лучи определенной длины волны, на пути светового потока помещают светофильтры. Светофильтры пропускают лучи лишь в определенном интервале длин волн и практически полностью поглощают лучи других длин волн. В качестве светофильтров применяют цветные стекла, пленки, окрашенные растворы. Для каждого конкретного анализа светофильтр выбирают, исходя из спектра поглощения, таким образом,

чтобы область максимального поглощения лучей исследуемым раствором и область максимального пропускания лучей светофильтром были одинаковы. При проведении анализа светофильтр подбирают экспериментально. Для этого приготавливают две пробы исследуемого раствора различной концентрации и измеряют их оптические плотности со всеми имеющимися светофильтрами. Затем для каждого светофильтра находят разность оптической плотности  $\Delta D$ , соответствующую разности концентраций  $\Delta C$  исследуемых проб. Тот светофильтр, для которого  $\Delta D$  получается максимальной, выбирают для фотометрирования данного окрашенного раствора. Иногда используют менее точный, но более быстрый прием: выбирают светофильтр по цвету исследуемого раствора (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Выбор светофильтра

Цвет раствора	Область максимального поглощения лучей раствором, Нм	Цвет светофильтра
Желто-зеленый	400-450	Фиолетовый
Желтый	450-480	Синий
Оранжевый	480-490	Зелено-синий
Красный	490-500	Сине-зеленый
Пурпурный	500-560	Зеленый
Фиолетовый	560-575	Желто-зеленый
Синий	575-590	Желтый
Зелено-синий	590-625	Оранжевый
Сине-зеленый	625-700	Красный

Одним из основных приемов фотометрических измерений является метод градуировочного графика.

В соответствии с основным законом светопоглощения (закон Бугера – Ламберта – Бера) график в координатах оптическая плотность – концентрация должен быть линейен, и прямая должна проходить через начало координат (рис. 6.1). Для построения такого графика достаточно, вообще говоря, одной экспериментальной точки.



Рисунок 6.1 – Графическое изображение зависимости оптической плотности  $D$  от концентрации  $C$

Однако градуировочный график обычно строят не менее чем по трем точкам, что повышает точность и надежность определений. При отклонениях от закона Бугера – Ламберта – Бера, т. е. при нарушении линейной зависимости  $D$  от  $C$ , число точек на графике должно быть увеличено.

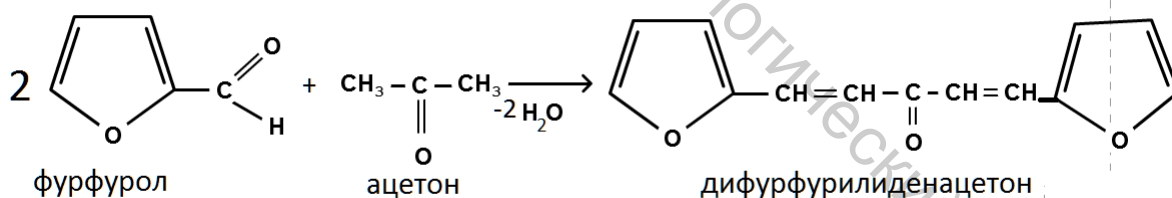
Применение градуировочных графиков является наиболее распространенным и точным методом фотометрических измерений. Основные ограничения метода связаны с трудностями приготовления эталонных растворов и учетом влияния так называемых третьих компонентов, т. е. компонентов, которые находятся в пробе, сами не определяются, но на результат влияют.

Фотометрические методы получили распространение: простота оборудования, высокая чувствительность, возможность определения почти всех элементов.

### Порядок выполнения и оформления работы

**Задание 1. Изучить фотоколориметрический метод определения ацетона.**

Фотоколориметрический метод определения ацетона, основан на том, что конденсация фурфурола с ацетоном в щелочной среде протекает в присутствии избытка фурфурола с образованием дифурфурилиденацетона, существующего в двух таутомерных формах, из которых одна окрашена в бледно-желтый, а другая в фиолетово-красный цвет.



#### Реактивы и аппаратура:

- серная кислота, плотность 1,84 г/см<sup>3</sup> и разбавленный раствор (2:5);
- фурфурол, раствор в этиловом спирте (растворяют 5 мл фурфурола в этиловом спирте (100 мл 96%-й), раствор должен быть приготовлен непосредственно перед употреблением);
- едкий натр, 10%-й раствор;
- фотоэлектроколориметр.

#### Ход анализа.

Отбирают такую порцию анализируемой воды, чтобы в ней содержалось от 0,25 до 5 мг ацетона; пробу переносят в колбу для перегонки, воду разбавляют, если надо, до 200 мл, подкисляют 10 мл серной кислоты



( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ) и отгоняют  $2/3$  объема жидкости. В приемник наливают несколько миллилитров воды и погружают в нее отводную трубку холодильника. После охлаждения перегонной колбы приливают в нее еще 100 мл дистиллированной воды и повторяют отгонку, отгоняя еще 100 мл жидкости. Оба отгона соединяют в мерной колбе емкостью 250 мл и объем доводят водой до метки.

Отобрав 2,5 мл полученного раствора, к нему приливают 0,2 мл раствора фурфурола в этиловом спирте и 0,5 мл 10 % раствора едкого натра, после чего оставляют на 30 мин. При комнатной температуре. Затем приливают 15 мл разбавленной (2:5) серной кислоты, перемешивают и определяют оптическую плотность полученного окрашенного раствора в фотоэлектроколориметре, перелив этот раствор в кювету (толщина слоя 3 см). В другую кювету помещают раствор, полученный в «холостом» опыте, в котором 2,5 мл дистиллированной воды обрабатывают так же, как и в анализируемом растворе. Применяют зеленые светофильтры ( $\lambda = 520\text{--}540 \text{ нм}$ ). Результаты определения рассчитывают по калибровочной кривой, для построения которой приготавливают стандартные растворы, содержащие от 1 до 20 мг/л ацетона; отбирают по 2,5 мл каждого раствора и обрабатывают их так же, как и анализируемый раствор. Так как получаемые окраски устойчивы в течение нескольких часов, определение можно заканчивать визуально, сравнивая пробу со стандартной шкалой.

*Вопросы:*

1. Какое свойство веществ положено в основу фотоколориметрического метода определения их концентрации в растворе?
2. Что называют коэффициентом пропускания и оптической плотностью?
3. Какими уравнениями выражается основной закон светопоглощения Бугера – Ламберта – Бера?
4. Действие, каких факторов может привести к нарушению линейной зависимости оптической плотности от концентрации раствора?
5. В чем сущность метода градуировочного графика и каковы его особенности? Как рассчитывается концентрация определяемого вещества этим методом с помощью графика?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОГО ХЛОРА В ОТБЕЛЕННЫХ ТКАНЯХ**

**Цель работы** – изучить метод определения присутствия свободного хлора в отбеленных тканях и изделиях.

## Основные теоретические сведения

Белизна – один из важнейших показателей качества текстильных материалов природных и химических волокон. От степени белизны зависит возможность их использования для изготовления изделий различного ассортимента. В соответствии с требованиями стандартов белизна бельевых тканей и трикотажных полотен должна быть не менее 80 %, а для улучшенных сортов – 83 %, белизна сорочечных тканей должна составлять 87–88 %.

Целью беления является повышение степени белизны отваренного материала и его капиллярности.

Сущность процесса беления состоит в разрушении природных или технологических красящих веществ, которые придают неотбеленным тканям буроватую или кремовую окраску.

В качестве отбеливателей в текстильной технологии широко используют окислители гипохлорит натрия ( $\text{NaClO}$ ) и хлорит натрия ( $\text{NaClO}_2$ ).

Наличие свободного хлора в отбеленных тканях недопустимо и должно контролироваться в соответствии с ГОСТ 25617-2014 «Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний».

### Порядок выполнения и оформления работы

**Задание 1. Изучить метод определения присутствия свободного хлора в отбеленных тканях и изделиях.**

*Материалы и реактивы:*

1. Кислота уксусная 60 % ч. д.
2. Крахмал растворимый.
3. Калий иодистый 1 %.
4. Вода дистиллированная.

*Приборы и посуда:*

1. Пробирки.
2. Цилиндры 10 см<sup>3</sup>.
3. Бюксы для взвешивания.
4. Капельница.
5. Весы для взвешивания.

*Проведение испытания*

Берут две элементарные пробы массой по 0,1–0,2 г.

Отобранную пробу помещают в пробирку, приливают 10 см<sup>3</sup> воды, встряхивают до полного смачивания испытуемого материала и добавляют 2–3 капли раствора уксусной кислоты, 0,5 см<sup>3</sup> раствора крахмала и 0,5 см<sup>3</sup> раствора йодистого калия. Появление на испытуемом материале сине-фиолетового окрашивания указывает на присутствие свободного хлора. Метод следует применять до аппретирования (заклочительной отделки) тканей и изделий.

*Вопросы:*

1. Используя ГОСТ 25617-2014 «Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний» изучить и кратко записать метод определения присутствия свободного хлора в отбеленных тканях и изделиях.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вершинин, В. И Аналитическая химия / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – Москва : Академия, 2011 – 443 с.
2. Шишонок, М. В. Современные полимерные материалы : учебное пособие / М. В. Шишонок. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 278 с.
3. Прокопчук, Н.Р. Химия и физика пленкообразующих веществ : учеб. пособие / Н. Р. Прокопчук, А. Л. Шутова, П. П. Козаков. – Минск : БГТУ, 2014. – 365 с.
4. Балашова, Т. Д. Основы химической технологии волокнистых материалов : учеб. пособие / Т. Д. Балашова [и др.]. – М. : МГУ им. А. Н. Косыгина, 2005. – 363 с.
5. Шустов, Ю. С. Основы текстильного материаловедения / Ю. С. Шустов. – М. : МГУ им. А.Н. Косыгина, 2007. – 302 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Идентификация полимеров по их поведению в пламени

Полимер	Цвет пламени и характер горения	Запах при горении
1	2	3
Полиэтилен высокой и низкой плотности (ПЭВП и ПЭНП)	Светящееся голубой с желтой верхушкой. Легко воспламеняется. Горит быстро почти без копоти и после удаления из пламени. Плавится, образует капли	Горящего парафина (потушенной свечи)
Сополимер этилена с винилацетатом (СЭВА)	Желтое. Плавится, капает и немного коптит. Горит медленно и после удаления из пламени	Уксусной кислоты и горящего парафина
Полипропилен (ПП)	У основания голубой с желтой верхушкой. Легко воспламеняется. Горит медленно без сажи и почти, без копоти и после удаления из пламени. Плавится, образует капли, нити	Горящего парафина, но более ароматический (резкий, напоминает дизельное топливо)
Полиизобутилен	Светящееся светлое, без копоти	Слабый, напоминает резину
Полиметакрилат (оргстекло)	Светящееся, голубое снизу, слегка коптит. Плавится, горит хорошо и после удаления из пламени	Сладкий, цветочно-плодовый
Полиметилметакрилат (ПММА)	Светящееся, синеватое с белой верхушкой. Воспламеняется легко. Горит быстро и немного коптит	Сильный цветочно-плодовый (сладковатый)
Полиамид (ПА)	Голубое с желтой каймой. Медленно, выделяется белый дым, без сажи, может пузыриться и вспениваться, течет нитью	Горелой шерсти, жженого рога или горелых растений
Полиимид	Не плавится, почти не горит, обугливается	Без запаха
Полиуретан (ПУ)	Светящееся синеватое с желтыми краями. Легко загорается. Быстро, выделяется лёгкий серый дым, течет по каплям. Весьма ядовит, опасен для здоровья	Острый изоцианата и миндальный синильной кислоты
Поливинилацетат (ПВА)	Светящееся с пурпурной каймой, искры	Уксусной кислоты
Полиэтилен терефталат (ПЭТФ)	Желто-оранжевое коптящее	Сладкий, ароматный
Полистирол (ПС) и его сополимеры	Ярко оранжевое, желтое. Легко воспламеняется, вспыхивает при поджигании. Сильно коптит с дымом. Горит быстро и после удаления из пламени, плавится, капает	Сладковатый, запах стирола (цветочный)

Окончание таблицы А.1

1	2	3
Сополимер стирола с нитрилом акриловой кислоты (САН)	Оранжево-желтое. Легко воспламеняется, коптит. Горит быстро и после удаления из пламени, плавится	Сладковатый, стирола
Акрилонитрил бутадиен стирольный пластик (АБС)	Голубое с желтыми краями или оранжево-желтое. Вспыхивает при поджигании. Горит быстро, легко и после удаления из пламени. Плавится, образует много копоти	Резкий, горячей резины и стирола
Эпоксидная смола (эпоксипласт)	Желтое коптящее, горит медленно и при удалении из пламени, постепенно затухает	Специфический, свежий (в самом начале нагревания)
Полиэфирная смола	Коптящее, светящееся желтое	Сладковатый
Кремнийорганическое соединение	Желтое, белый дым. Горит неровно, гаснет, образуется белая зола	Формальдегида
Поливинилхлорид (ПВХ), пентапласт, хлорсодержащие каучуки	Ярко-зеленое. Воспламеняется с трудом. Горит медленно, неровно, при удалении из пламени самопроизвольно затухает, образует белый дым, размягчается	Резкий, хлористого водорода хлора
Поликарбонат (ПК)	Оранжевое или желтое. Воспламеняется с трудом. Медленно, беспокойно с выделением черного дыма (копоти). Постепенно само затухает с образованием пузырей. По месту горения материал хрупкий, с налетом копоти	Без запаха
Фенолоформалдегидная смола (фенопласт)	Желтое, загораются с трудом, горит плохо, сохраняет форму	Фенола и формальдегида
Политетрафторэтилен (ПТФЭ, фторопласт-4)	Не горит, не плавится, разлагается. Плавится при температуре выше 370 °С	Резкий
Полиэтилен-терефталат (ПЭТФ, лавсан)	Желто-оранжевое, светящееся. Горит быстро с искрами почти без дыма, слегка коптит, образует капли в виде черных пластинок	Сладковатый, ароматный
Полиэтилен хлорированный (ХПЭ, ПХП)	Зеленое с голубой верхушкой, загорается с трудом. Горит очень медленно, при удалении из пламени гаснет	Очень резкий с примесью паленой резины

Таблица А.2 – Поведение волокон в пламени

Тип волокна	Формула волокна и название	Размягчение	Плавление	Горение		Остаток горения	Запах продуктов горения
				Горение в пламени	Горение вне пламени		
Хлопок	$C_6H_7O_2(OH)_3$ Целлюлоза	–	–	Горит быстро	–	Серый пепел	Жженой бумаги
Шерсть и натур. шелк	$[-NH-CH-CO-]$   R белок	–	–	Горит быстро	–	Хрупкий шарик черного цвета	Жженных перьев
Вискоза	Целлюлоза	Разлагается при 180–200 °С	–	Горит быстро	–	Легко рассып. серый пепел	Жженой бумаги
Ацетатное волокно	$[C_6H_7O_2(O-CO-CH_3)_2]$ диацетилцеллюлоза	Размягчается при 170–180 °С	Плавится 220–240 °С	Быстро желтым пламенем	Горение прекращается	Нехрупкий шарик темно-бурого цвета	Уксуса
Полиамид	$[-NH-(CH_2)_5-CO-]$ Капрон	Размягчается при 200 °С	Плавится 210–225 °С	–	–	Твердый блестящий шарик темного цвета	Неприятный запах
Полиэфир	Лавсан $[-O-(CH_2)_2-O-C(=O)-C_6H_4-C(=O)-]$	–	Плавится 250–265 °С	Горит с копотью	Горит	Темный твердый шарик блеском	–
Полиакрилонитрил	$[-CH_2-CH-]$   CN Нитрон	–	Не плавится, а разлагается 267–300 °С	Горит	Горит	Твердый темный неблестящий шарик	Характерный запах

Таблица А.3 – Свойства растворителей

№	Название	T <sub>кип.</sub> , °C	Раствор. в воде г/100 H <sub>2</sub> O	№	Название	T <sub>кип.</sub> , °C	Раствор, в воде г/100 H <sub>2</sub> O
1	Гептан	98,5	0,0052	16	Этилацетат	77,15	8,6
2	Декан	174	н.р.	17	Изоамилацетат	142	0,2
3	Бензол	80	0,08	18	Метилэтилкетон (2-бутанон)	79,6	15
4	Толуол	110	0,047	19	Ацетон	56,5	∞
5	Ксилол (смесь п-, м- >о~)	136-145	н.р.	20	Циклогексанон	155,5	2,4
6	Хлористый метилен	40	2	21	Фенол 80 %		
7	Хлороформ	61,2	1,0	22	Муравьиная кислота	100,8	∞
8	Четыреххлористый углерод	76,8	0,08	23	Уксусная кислота	118,1	∞
9	Дихлорэтан	83,7	0,87	24	Серная кислота	167	∞
10	Бензиловый спирт	205,2	4,0	25	Соляная кислота (конц)	-	∞
11	Изопропанол	97,8	∞	26	Сероуглерод	46,3	0,22
12	Этиловый спирт	78,3	∞	27	Пиридин	115,6	∞
13	Вода	100	∞	28	Тetraгидрофуран		
14	Этиловый эфир	35,6	6,5	29	Диметилформамид		
15	Диоксан	101,4	∞	30	Диметилсульфоксид	100 <sub>разл</sub>	∞

Таблица А.4 – Поведение полимеров в растворителях

Полимер	Растворители	Осадители
1	2	3
Феноло-формальдегидный олигомер: - наволак - резол	Растворяется в растворителях 7,8, 12, 13, 15, 18, 20, 27 8, 15, 18, 20, 27 отвержденные смолы не растворяются	Углеводороды Углеводороды, вода и водный раствор солей
Мочевино-формальдегидные смолы	в 13 и смеси 1:1 (12 и 13), 23, 27 (при нагрев.), а 24, 25 разрушаются отвержденные смолы не растворяются	Углеводороды (петролейный эфир)
Меламино-формальдегидные	Растворяется 13, 23, 27 (при нагрев.), а 24 и 25 разрушается	
Полиизобутилен	Растворяется 1, 2, 3, 8, 28	Метилацетат, метанол, ацетон
Полибутадиен, полиизопрен и бутадиен-стирольный каучук	Растворимы в 1, 2, 3, 4, 5 и хлорированных углеводородах	14,18 и низшие спирты
Полистирол	Растворим 3, 4, 6, 7, 8, 9, 15, 19, 20, 26, 27, бутилацетат, стирол. Набухает 1, 14,18	14,18 и низшие спирты
Сополимер стирола и метилметакрилата	Растворим 3, 7, 9, 15, 16, 18, 20, 23,28, 29	
Сополимер стирола и акрилонитрилом (САН)	Растворим 3 (частично), 6, 7, 9, 15, 18, 20, 23,28,29	
АБС -пластик	Растворяется в метиловом спирте при нагревании до 50°С, в тетрахлорметане и этилацетате набухает	
Поливинилхлорид	Растворим 7, 9, 19, 20, 28, 29. набухает 3, 6	1,2, 18, метанол
Сополимеры винилхлорида: - с винилацетатом (Винилит) - с метилметакрилатом (Винипроз)	Растворяются в 7, 9, 15, 18, 20, 28	
Поливинилиденхлорид	15, 28, 27 (при нагрев.)	
Перхлорвинил	3, 5, 7, 15, 16, 18, 19, 28, 29	
Поливинилфторид	15, 20, 29, 30	Метанол, алифатические углеводороды
Политетрафторэтилен	Не растворим ни в одном из указанных растворителях	
Политрифторхлорэтилен	1-трифторметил-2,5 хлорбензол (дихлортрифторбензол) при нагревании в 3, 4, 5, 8, диэтилфталат (при 150 °С)	
Поливинилацетат	3, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 27, набухает в 14	1, 2, 14, бутанол
Поливиниловый спирт	Растворим 13, при нагреве 29, 30	1, 2, 14, 18, метанол



Продолжение таблицы А.4

1	2	3
Полиакриловая кислота	3, 6, 13, 15, 16, 18, 20, 29, разбавленные едкие щелочи, метанол, при нагрев. 12	1, 2, 18 метилацетат
Полиакрилонитрил	24, 29, 30, нитробензол, этилен- карбонат	1, 2, 12, 13, 14
Полиакриламид	13	Метанол, 18
Полиметакриловая кислота	3, 6, 9, 12, 15, 16, 18, 20, 23, 27,	
Эфир полиакриловой и полиметакриловой кислоты	Растворим 3, 6, 7, 8, 9, 16, 18, 27, 28, сложные эфиры	Метанол, 12, 14
Поливинилсульфоновая кислота	Растворима в 13, 30, метанол	1, 2, 18
Алифатические полиэфиры	3, 4, 7, 12, 15, 16, 18, 20, 22, 27, 28 отвержденные смолы не растворяются	Метанол, 1, 2, 14
Полиарилаты "Ф" 1 и 2 "Д" 3 и 4	7,9,28, тетрахлорэтилен, хлорбензол тетрахлорэтан, смесь с фенолом (60:40) (80:20)	
Полиэтилентерефталат	Дифенилоксид, дифенил, смесь фенола с дихлорэтаном (40:60), м-крезол, фенол, о-хлорфенол, бензиловый спирт, серная кислота, при нагрев, трихлоруксусная кислота, нитробензол	Метанол, 1, 2, 18
Поликарбонат (дифлон)	Раствор. 1,1,2,2-тетрахлорэтан, метиленхлорид, цис-1,2 дихлорэтилен, хлороформ, 1,1,2- трихлорэтан Ограничено раств. – дихлорэтан, тиофен, диоксан, диметилформамид	
Пенопласт	Не растворим ни в одном из указанных растворителях, при температуре выше 100 °С растворим в циклогексаноне, хлорбензоле. При охлаждении растворы желатинизируются. В кипящем диоксане и при 110–120 °С в диметилформамиде при охлаждении выделяется из растворов	
Поливинилпирролидон	Растворим 7, 9, 12, 13, 18, 20, 22, 23, этиленгликоль, тетрахлорэтан, трихлорэтилен	3, 18, 14
Полиамиды ПА-6, ПА-12 (в противоположность другим не растворим в муравьиной кислоте)	Растворимы 21, 22, 23, 28, трифторэтанол, пропаргиловый спирт, м-крезол возможен гидролиз в концентрированной серной кислоте. При нагреве растворяется в бензиловом спирте	Метанол, диэтиловый эфир, углеводороды
Полиамиды смешанные алифатического ряда	Растворимы 23, 24 (возможен гидролиз), 29, 30, горячие фенолы, тетрахлорэтан, этиленхлоргидрин	13 при 90°С

Продолжение таблицы А.4

1	2	3
Полиамиды ароматического ряда	24 (возможен гидролиз), 29, 30, горячие фенолы, диметилацетамид. Для всех – в высококипящих многоатомных спиртах, гликолях, глицерине при температуре 180 °С полиамиды растворяются причем происходит частичная деструкция полимера	
Политетрагидрофуран	Растворим 3, 6, 28	1, 2, 14
Кремнеорганические полимеры	Растворимость зависит от вида полимера 3, 7, 12, 14, 29, тетра-хлорэтан	
Полидиметилсилоксан	Растворим 1, 3, 7, 14	Метанол, этанол
Эпоксидная смола не отвержд.	Растворим 3, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 18, 20, 24, 27, 28	
Полиуретан	Растворим 19, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30	
Полиимиды: -ароматические -алифатические	Раствор.в конц. серной кислоте с деструкцией 15, 29, N,N-диметилацетамид 7	
Крахмал	Растворители вода, хлоральгидрат, комплекс этилендиамина с медью	Метанол, ацетон
Простые эфиры целлюлозы: - этилцеллюлоза	Растворим 3, 4, 6, 12, 15, 16, 18, 20, 27, 28 смесь растворителей толуол-этанол (4:1) набухают 8, 14. Растворяется при нагревании 14	Метанол
- натрий карбоксиметил целлюлоза	Растворяется в воде, 50 % раствор этанола, 40 % раствор ацетона в воде, диоксане	Метанол
Сложные эфиры целлюлозы: - нитрат целлюлозы	Растворим 15, 16, 18, 20, 23, 27. Набухает в этиловом эфире	
- ацетат целлюлозы	Растворим 7, 8, 9, 15, 18, 19, 23, 27, при нагревании – 16	
- ацетобутират целлюлозы	Растворим 3, 6, 9, 15, 16, 18, 20, 23, 27, бензиловый спирт. Набухает 8,12	Метанол, диэтиловый эфир

Таблица А.5 – Растворение полимерных соединений в различных растворителях

Полимерные соединения	Вода	Этиловый спирт	Ацетон	Дихлорэтан	Хлороформ	Четыреххлористый углерод	Бензол	Диэтиловый эфир	Петролейный эфир	Тетрагидрофуран	Этилацетат	Пиридин	Уксусная кислота	Муравьиная кислота	Соляная кислота	Фенол	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ацетилцеллюлоза	н.р.	н.р	р.	р.	р.	р.	н.р	н.р	н.р	....	р.*	р.	р.	....	...	....	При нагр.
Ацетобутиратцеллюлоза	н.р	ч.р.	р.	р.	р.	ч.р.	н.р	н.р	н.р	....	р.	р.	р.	....	....	....	
Бензилцеллюлоза	н.р	н.р	ч.р.	....	р.	н.р	н.р	н.р	н.р	....	р.	р.	н.р	....	....	....	
Канифоль	н.р	р.	р.	....	р.	р.	р.	р.	....	....	....	р.	р.	....	....	....	
Пентапласт	н.р	н.р	н.р	н.р	....	....	....	н.р	н.р	н.р	....	....	...	...	....	....	
Полиакрилонитрил	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	...	....	....	....	
Полибутилметакрилат	н.р	н.р	р.	р.	р.	р.	р.	н.р	н.р	р.	....	....	....	....	....	....	
Поливиниловый спирт	р.	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	...	...	...	...	При нагр. в формамиде
Поливинилацетат	н.р	р.	р.	р.	р.	р.	р.	н.р	н.р	...	р.	р.	р.	...	...	...	
Поливинилбутираль	н.р	р.	р.	р.	р.	ч.р.	н.р	ч.р.	н.р	р.	р.	р.	....	....	....	....	
Поливинилиденфторид	н.р	н.р	р.	н.р	р.	р.	....	н.р	н.р	....	....	....	....	....	....	....	Раст. в толуоле, ксилоле
Поливинилиденхлорид	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	н.р	р.	н.р	р.*	н.р	н.р	н.р	н.р	При нагр
Поливинилхлорид	н.р.	н.р.	н.р.	р.	н.р.	н.р.	ч.р.	н.р.	н.р	р.	н.р	р.*	н.р	н.р	н.р	н.р	При нагр.
Полиизобутилен	н.р.	ч.р.	ч.р.	р.	р.	р.	р.	...	р.	...	...	...	...	...	...	...	

Продолжение таблицы А.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Полиметилметакрилат	н.р.	н.р.	р.	р.	р.	н.р.	р.	н.р.	н.р.	р.	р.	р.	р.	...	....	....	
Полипропилен	н.р.	н.р.	н.р.	р*.	р*.	р*.	р*.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	При нагревании раств в гексане
Полистирол	н.р.	н.р.	ч.р.	р.	р.	р.	р.	ч.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	При нагр.
Политетрафторэтилен	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	
Политирфторхлорэтилен	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	р*.	р*.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	При нагр.
Полиэтилен	н.р.	н.р.	н.р.	р*.	р*.	р*.	р*.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	н.р.	При нагревании раств в гексане
Сополимер стирола метилметакрилатом	с	н.р.	н.р.	р.	р.	р.	р.	н.р.	н.р.	р.	р.	р.	...	....	...	...	
Сополимер стирола акрилонитрилом	с	н.р.	н.р.	р.	р.	н.р.	ч.р.	н.р.	н.р.	р.	...	....	....	....	....	....	
Сополимер этилена пропиленом	с	н.р.	н.р.	н.р.	р*.	р*.	р*.	н.р.	н.р.	н.р.	...	....	....	....	....	....	При нагревании раств в гексане, пентанне

Обозначения: р – растворяется; р\* – растворяется в спец. условиях, оговоренных в примечании; ч.р. – частично растворяется (набухает); н.р. – не растворяется.

Таблица А.6 – Устойчивость волокон к действию концентрированных кислот и щелочей

Волокно	Кислота					Едкий натр
	азотная	серная	соляная	уксусная	муравьиная	
Хлопок	Р	Р	Р	НР	НР	НР
Лен	Р	Р	Р	НР	НР	НР
Шерсть	Рхк	Рхк	НР	СП	СП	Рнк
Натуральный шелк	Рхк	Рхк	Рхк	НР	НР	Рнк
Вискозное	Рхк	Рхк	Рхк	НР	НР	СП
Полинозное	Рхк	Рхк	Рнк	НР	НР	НР
Ацетатное	Рхк	Рхк	Рхк	Рхк	Рхк	Онк
Триацетатное	Рхк	Рхк	Рхк	Рнк	НР	Онк
Капрон	Рхк	Рхк	Рхк	РН	Рхк	СПн
Анид	Рхк	Рхк	Рхк	Рнк	Рхк	СПн
Спандекс	Рнк	Рхк	НР	НР	Рнк	НР
Лавсан	НР	Рнк	НР	НР	НР	Рнк
Нитрон	Рхк	Рхк	НР	НР	НР	Рхк
Хлорин	НР	НР	НР	НР	НР	НР
Поливинилхлорид	НР	НР	НР	НР	НР	НР
Винол	Рхк	Рхк	Рхк	Рнк	Рнк	СПн

Обозначения: Р – растворяется, н – при нагревании, х – на холоду, к – концентрированным раствором, СП – снижается прочность, О – омыляется, НР – не растворяется, П – плохо растворим.

Таблица А.7 – Растворимость волокон в органических растворителях

Волокно	Ацетон	Диметил-формамид	Бензиловый спирт	Фенол	Нитро-бензол	Цикло-гексан	Метилен-хлорид	Хлоро-форм	Дихлор-бензол	Капро-лактам	Диоксанон	Нитро-метан	Бензол	Медно-аммиачный комплекс	Фенол
Ацетатное	Р	Р	Р	Р	РН	РН	-	-	-	-	-	-	-	П	Р
Триацетатное	-	РН	РН	Р	-	РН	Р	Р	-	-	-	-	-	Н	Р
Капрон	-	РН	РН	Р	-	-	-	-	РН	РН	-	-	-	Н	Р
Лавсан	-	РН	РН	РН	-	-	-	-	-	РН	-	-	-	Н	РН
Спандекс	-	РН	РН	РН	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нитрон	-	РН	-	-	-	-	-	-	-	-	РН	РН	-	Н	-
Хлорин	Р	Р	РН	РН	-	Р	Р	Р	-	РН	-	-	РН	Н	РН
ПВХ	-	Р	РН	РН	-	Р	Р	-	-	-	-	-	Р	-	-
Винол	-	-	-	РН	-	-	-	-	-	-	-	-	Р	-	-

Обозначения: Р – растворяется, н – при нагревании, х – на холоду, к – концентрированным раствором, СП – снижается прочность, О – омыляется, НР – не растворяется, П – плохо растворим.

Таблица А.8 – Допустимое количество миграции и предельно допустимая концентрация химических веществ, выделяющихся из компонентов (материалов) средств индивидуальной защиты

Наименование материала, изделия	Контролируемые показатели	Допустимое количество миграции в водную модельную среду, мг/л	Предельно допустимая концентрация в воздушной модельной среде, мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4
<b>I Полимерные материалы и пластические массы на их основе</b>			
1. Полиэтилен (ПЭВД, ПЭНД), полипропилен, сополимеры пропилена с этиленом, полибутилен, полиизобутилен, комбинированные материалы на основе полиолефинов	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
	этилацетат	0,1	0,1
	гексан	0,1	-
	гептан	0,1	-
	гексен	-	0,085
	гептен	-	0,065
	ацетон	0,1	0,35
	спирты: метиловый	0,2	0,5
	пропиловый	0,1	0,3
	изопропиловый	0,1	0,6
	бутиловый	0,5	0,1
изобутиловый	0,5	0,1	
<b>Полистирольные пластики</b>			
Полистирол (блочный, суспензионный, ударопрочный)	стирол	0,01	0,002
	спирты: метиловый	0,2	0,5
	бутиловый	0,5	0,1
	формальдегид	0,1	0,003
	бензол	0,01	0,1
	толуол	0,5	0,6
	этилбензол	0,01	0,02
сополимер стирола с акрилонитрилом	стирол	0,01	0,002
	акрилонитрил	0,02	0,03
	формальдегид	0,1	0,003
	бензальдегид	0,003	0,04
АБС-пластики	стирол	0,01	0,002
	акрилонитрил	0,02	0,03
	альфа-метилстирол	0,1	0,04
	бензол	0,01	0,1
	толуол	0,5	0,6
	этилбензол	0,01	0,02
	бензальдегид	0,003	0,04
	ксилолы (смесь изомеров)	0,05	0,2

Продолжение таблицы А.8

1	2	3	4
Сополимер стирола с метилметакрилатом	стирол	0,01	0,002
	метилметакрилат	0,25	0,01
	метиловый спирт	0,2	0,5
	формальдегид	0,1	0,003
Сополимер стирола с метилметакрилатом и акрилонитрилом	стирол	0,01	0,002
	метилметакрилат	0,25	0,01
	акрилонитрил	0,02	0,03
	метиловый спирт	0,2	0,5
	формальдегид	0,1	0,003
Сополимер стирола с альфаметилстиролом	стирол	0,01	0,002
	альфа-метилстирол	0,1	0,04
	бензальдегид	0,003	0,04
	ацетофенон	0,1	0,003
Сополимеры стирола с бутадиеном	стирол	0,01	0,002
	бутадиен	0,05	1
	ацетальдегид	0,2	0,01
	ацетон	0,1	0,35
	<b>спирты:</b>		
	метиловый	0,2	0,5
	бутиловый	0,5	0,1
	ксилолы (смесь изомеров)	0,05	0,2
вспененные полистиролы	стирол	0,01	0,002
	бензол	0,01	0,1
	толуол	0,5	0,6
	этилбензол	0,01	0,02
	кумол (изопропил-бензол)	0,1	0,014
	метиловый спирт	0,2	0,5
	формальдегид	0,1	0,003
<b>Поливинилхлоридные пластики (ПВХ)</b>			
жесткий ПВХ	винил хлористый	0,01 или 1,0 мг/кг (1 ppm) готового изделия	0,01
	ацетальдегид	0,2	0,01
	ацетон	0,1	0,3
	<b>спирты:</b>		
	метиловый	0,2	0,5
	пропиловый	0,1	0,3
	изопропиловый	0,1	0,6
	бутиловый	0,5	0,1
	изобутиловый	0,5	0,1
	бензол	0,01	0,1
	толуол	0,5	0,6
	цинк (Zn)	1	-
	олово (Sn)	2	-



Продолжение таблицы А.8

1	2	3	4
Пластифицированный ПВХ, дополнительно к показателям, указанным для жесткого ПВХ, следует определять	диоктилфталат	0,2	0,1
	дидодецилфталат	0,2	0,1
	диизододецил-фталат	0,2	0,1
4. Полимеры на основе Винилацетата и его производных:	винилацетат	0,2	0,15
	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
поливинилацетат,	гексан	0,1	-
Поливиниловый спирт, сополимерная дисперсия винилацетата с дибутилмалеинатом	гептан	0,1	-
5. Полиакрилаты	гексан	0,1	-
	гептан	0,1	-
	акрилонитрил	0,02	0,03
	метилакрилат	0,02	0,01
	метилметакрилат	0,25	0,01
	бутилакрилат	0,01	0,0075
6. Полиорганосилоксаны (силиконы)	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
	фенол	0,05	0,003
	спирты: метиловый	0,2	0,5
	бутиловый	0,5	0,1
	бензол	0,01	0,1
7. Полиамиды:			
полиамид 6 (поликапроамид, капрон)	ε-капролактam	0,5	0,06
	бензол	0,01	0,1
	фенол	0,05	0,003
Полиамид 66 (полигексаметиленди-памид, найлон)	гексаметилен-диамин	0,01	0,001
	метиловый спирт	0,2	0,5
	бензол	0,01	0,1
Полиамид 610 (полигексаметилен-себацинам ид)	гексаметилен-диамин	0,01	0,001
	метиловый спирт	0,2	0,5
	бензол	0,01	0,1
8. Полиуретаны	этиленгликоль	1	1
	ацетальдегид	0,2	0,01
	формальдегид	0,1	0,003
	этилацетат	0,1	0,1
	бутилацетат	0,1	0,1
	ацетон	0,1	0,35
	спирты:		
	метиловый	0,2	0,5
	пропиловый	0,1	0,3
	изопропиловый	0,1	0,6
	бензол	0,01	0,1
	толуол	0,5	0,6

Продолжение таблицы А.8

1	2	3	4
Полиэфиры:			
полиэтиленоксид	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
полипропиленоксид	ацетальдегид	0,1	0,07
	метилацетат	0,1	0,07
	ацетон	0,1	0,35
	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
политетраметиленоксид	пропиловый спирт	0,1	0,3
	ацетальдегид	0,2	0,01
	формальдегид	0,1	0,003
полифениленоксид	фенол	0,05	0,003
	формальдегид	0,1	0,003
	метиловый спирт	0,2	0,5
Полиэтилентерефталат и сополимеры на основе терефталевой кислоты	ацетальдегид	0,2	0,01
	этиленгликоль	1	1
	диметилтере-фталат	1,5	0,01
	формальдегид	0,1	0,003
	спирты: метиловый	0,2	0,5
	бутиловый	0,5	0,1
	изобутиловый	0,5	0,1
поликарбонат	ацетон	0,1	0,350
	фенол	0,05	0,003
	дифенилолпропан	0,01	0,04
	метиленхлорид (дихлорметан)	0,02	-
полисульфон	хлорбензол	0,02	0,1
	дифенилолпропан	0,01	0,04
	бензол	0,01	0,1
полифениленсульфид	фенол	0,05	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
	метиловый спирт	0,2	0,5
	дихлорбензол	0,002	0,03
	бор (В)	0,5	-
при использовании в качестве связующего: фенолоформальдегидных смол	фенол	0,05	0,003
	формальдегид	0,1	0,003
кремнийорганических смол	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
	фенол	0,05	0,003
	<b>спирты:</b>		
	метиловый	0,2	0,5
	бутиловый	0,5	0,1
	бензол	0,01	0,1

Продолжение таблицы А.8

1	2	3	4
эпоксидных смол	эпихлоргидрин	0,1	0,2
	фенол	0,05	0,003
	дифенилолпропан	0,01	0,04
	формальдегид	0,1	0,003
10. Фторопласты: фторопласт-3, фторопласт-4, тефлон	фтор-ион (суммарно)	0,5	-
	формальдегид	0,1	0,003
	гексан	0,1	-
	гептан	0,1	-
11. Пластмассы на основе Фенолоальдегидных смол (фенопласты)	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
	фенол	0,05	0,003
12. Полиформальдегид	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
13. Аминопласты (массы прессованные карбамидо- и меламиноформаль-дегидные)	формальдегид	0,1	0,003
14. Полимерные материалы на основе эпоксидных смол	эпихлоргидрин	0,1	0,2
	фенол	0,05	0,003
	дифенилолпропан	0,01	0,04
	формальдегид	0,1	0,003
15. Иономерные смолы, в том числе серлин	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
	ацетон	0,1	0,35
	метиловый спирт	0,2	0,5
	цинк (Zn)	1	-
16. Целлюлоза	этилацетат	0,1	0,1
	формальдегид	0,1	0,003
	бензол	0,01	0,1
	ацетон	0,1	0,35
17. Эфирцеллюлозные пластмассы (этролы)	этилацетат	0,1	0,1
	ацетальдегид	0,2	0,01
	формальдегид	0,1	0,003
	<b>спирты:</b>		
	метиловый	0,2	0,5
	изобутиловый	0,5	0,1
	ацетон	0,1	0,35
18. Коллаген (биополимер)	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
	этилацетат	0,1	0,1
	бутилацетат	0,1	0,1
	ацетон	0,1	0,35
	<b>спирты:</b>		
	метиловый	0,2	0,5
	пропиловый	0,1	0,3
	изопропиловый	0,1	0,6
	бутиловый	0,5	0,1
	изобутиловый	0,5	0,1

Продолжение таблицы А.8

1	2	3	4
<b>II. Компоненты резины и резиноканевых материалов</b>			
19. Бутадиен-нитрильные синтетические каучуки	нитрил акриловой кислоты	0,02	0,007
20. Стирольные и бутадиенстирольные синтетические каучуки	стирол	0,01	0,002
	фенол	0,05	0,003
	формальдегид	0,1	0,003
	этилбензол	0,01	0,02
	ацетальдегид	0,2	0,01
21. Хлоропреновые синтетические каучуки	хлоропрен	-	0,002
22. Полиуретановые синтетические каучуки	толуилендиизоциана	-	0,002
23. Из всех резин и латексов тиурам	тиурам Д	0,5	0,02
	Е цимат	0,5	0,03
	этил	0,6	-
	цимат	0,05	-
	каптакс	0,4	0,012
	альтакс	0,4	0,03
	дибутилфталат	0,2	0,1
	ионы цинка	1,0	-
	бутадиен	-	1,0
<b>III. Тканевые материалы (по волокнам, входящим в состав тканей)</b>			
24. Натуральное волокно	суммарно по пестицидам:		
	пентахлорфенол	0,05	-
	формальдегид	0,1	0,003
25. Искусственное волокно (вискоза, ацетаты)	сероуглерод	1	0,005
	ацетальдегид	0,2	0,01
26. Химическое волокно (полиэфирное волокно – ПЭ, лавсан)	этиленгликоль	1	1
	диметилтерефталат	1,5	0,05
27. Полиамидное волокно (ПА, капрон, нейлон)	капролактан	0,5	0,06
	гексаметилендиамин	0,01	0,001
28. Полиакрилонитрильное волокно (ПАН, нитрон)	акрилонитрил	0,02	0,03
	винилацетат	0,2	0,15
29. Поливинилхлоридное волокно (ПВХ, хлорин)	бензол	0,01	0,1
	толуол	0,5	0,6
	диоктилфталат	2	0,02
	дибутилфталат	0,2	-
	винилхлорид	0,01	-
30. Поливинилспиртовое волокно (ПВС, виол)	винилацетат	0,2	0,15
31. Полиолефиновое волокно (полипропиленовое, полиэтиленовое)	формальдегид	0,1	0,003
	ацетальдегид	0,2	0,01
32. Полиуретановое волокно (спандекс)	этиленгликоль	1	1
	ацетальдегид	0,2	0,01

Окончание таблицы А.8

1	2	3	4
IV. Красители			
33. Красители	на основе бензидина	не допускается	не допускается
	мышьяк (As)	0,05	0,003
	свинец (Pb)	0,03	0,0003
	кадмий (Cd)	0,001	0,0003
	хром (Cr)	0,1	0,0015
	кобальт (Co)	0,1	0,001
	медь (Cu)	1	0,001
	никель (Ni)	0,1	0,001
	ртуть (Hg)	0,0005	0,0003

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

## БЕЗОПАСНОСТЬ ТОВАРОВ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Составитель:

Ясинская Наталья Николаевна

Редактор *Т.А. Осипова*

Корректор *А.В. Пухальская*

Компьютерная верстка *К.А. Ленько*

---

Подписано к печати 05.03.2021. Формат 60x90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. листов 2,9.  
Уч.-изд. листов 3,6. Тираж 35 экз. Заказ № 64.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»  
210038, г. Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПОЛИМЕРОВ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 РАСПОЗНАВАНИЕ ПЛАСТМАСС	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЛОКОН ПУТЕМ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБНЫХ ОПЫТОВ НА ОБРАЗЦАХ ИЗВЕСТНОГО СОСТАВА	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХЛОРА	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 ФОТОКОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЦЕТОНА	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОГО ХЛОРА В ОТБЕЛЕННЫХ ТКАНЯХ	25
ЛИТЕРАТУРА	27
ПРИЛОЖЕНИЕ А	28