

Министерство образования и науки Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

О.В. Козлова, О.И. Одинцова

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Учебное пособие

Иваново 2016

УДК 677.8:577.4

**Козлова, О.В.**

Экологические проблемы отделочного производства: учеб. пособие / О.В. Козлова, О.И.Одинцова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2016. – 89 с.

В учебном пособии представлены лабораторные работы и методики, которые должны освоить студенты-магистранты, обучающиеся по направлению 18.04.01, магистерской программе «Химическая технология текстильных материалов» при изучении дисциплины «Экологические проблемы отделочного производства».

Предназначено также для сотрудников научно-исследовательских и учебных учреждений, специалистов предприятий и организаций, желающих повысить свою профессиональную грамотность в области проблем экологии в текстиле.

Табл. 42. Ил. 27. Библ.: 78 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

*Рецензенты:*

кафедра химии Ивановского государственного политехнического университета;

доктор технических наук, профессор Н.П.Пророкова (Институт химии растворов РАН, г.Иваново).

© Козлова О.В. Одинцова О.И., 2016

©ФГБОУ ВО «Ивановский  
государственный  
химико-технологический  
университет», 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b>	5
<b>Порядок проведения и оформления лабораторных работ</b>	7
<b>Раздел 1. Методики, применяемые на текстильном производстве для контроля технологического процесса</b>	9
1.1. Определение степени отмытки ткани с помощью индикатора фенолфталеина.	9
1.2. Определение степени расшлихтовки.	10
1.3. Определение концентрации едкого натра в растворе.	12
1.4. Анализ щелочно-перекисного раствора.	13
1.5. Определение концентрации пероксида водорода	15
1.6. Определение концентрации серной кислоты в рабочих растворах (при мерсеризации, отварке)	17
1.7. Определение концентрации уксусной кислоты	18
1.8. Определение концентрации щелочи ареометром	20
<b>Раздел 2. Лабораторные работы</b>	
Работа 1. Потенциометрическое определение активной реакции среды (рН)	22
Работа 2. Определение химического потребления кислорода (ХПК)	24
Работа 3. Определение концентрации красителей	27
Работа 4. Определение содержания формальдегида	28
4.1. Определение формальдегида из растворов методом жидкостной хроматографии – HPLC (High performance liquid chromatography)	32
4.2. Определение формальдегида в коже методом HPLC	33
4.3. Определение формальдегида фотометрическим методом (ацетил-ацетоновый метод)	35
Работа 5. Анализ водопроводной воды	40
Работа 6. Анализ промышленных сточных вод (Контрольная работа)	48
Работа 7. Очистка сточных вод от взвешенных веществ гравитационным методом	51
<b>Раздел 3.</b>	
1. Контрольные задачи по теме «Анализ воды» и примеры решения.	53
<b>Приложения</b>	
Приложение 1. Национальный стандарт Российской Федерации. Материалы текстильные. Метод определения токсичности	60
Приложение 2. Требования безопасности одежды, изделий из текстиль-	

ных материалов, кожи, меха, трикотажных изделий и готовых штучных текстильных изделий	66
Приложение 3. Приложение к ТР ТС «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»	70
Приложение 4. Методы контроля. Химические факторы/физические факторы. Гигиеническая оценка одежды для детей, подростков и взрослых (МУК 4.1/4.3.1485-03)	75
<b>Список рекомендуемой литературы</b>	<b>86</b>

## Введение

Одной из важнейших проблем современного этапа развития текстильных предприятий является разработка способов и методов очистки сточных вод и газоздушных выбросов, позволяющих исключить проникновение промышленных отходов в окружающую среду, и прежде всего в гидросферу. Данная проблема актуальна для отделочных предприятий, т.к. при отделке тканей образуется значительное количество сточных вод, что объясняет отнесение этого производства к числу наиболее влагоемких.

Серьезную опасность загрязнению водоемов представляют красильно-отделочные операции, т.к. особенностью отделочного производства является чрезвычайно широкий спектр применяемых по природе текстильно-вспомогательных веществ, реактивов и красителей.

Известно, что химический состав и свойства соединений исходного и отработанного красильных растворов существенно различаются. Отработанные красильные растворы содержат продукты совместного окисления, которые по цвету значительно интенсивнее продуктов окисления каждого вводимого в красильный раствор вещества в отдельности. Все это объясняет то, что сточные воды текстильных отделочных предприятий сильно окрашены. Цветность (по разведению до бесцветной) отработанных растворов при крашении в темные тона в зависимости от вида окрашиваемого материала может колебаться от 1:10000 до 1:30000.

Кроме того, в сточных водах наряду с синтетическими красителями содержатся и другие сопутствующие органические соединения.

Тонкодисперсные формы красителей относятся к третьей группе загрязнений. Данная группа включает частицы размером менее 1мкм, которые находятся в молекулярной и/или ионной форме. В осадок эти загрязнения могут перейти при химическом взаимодействии с образованием малорастворимых соединений. Для более полного удаления этих загрязнений из растворов, прошедших химическую обработку, возможно использование адсорбции, обратного осмоса и других методов очистки.

Основная цель учебного пособия – ознакомить студентов с некоторыми методами очистки технологических и сточных вод красильно-отделочного производства, закрепить полученные ранее знания и приобрести дополнительный опыт при определении важнейших контролируемых параметров технологического процесса отделки тканей (таких, как концентрации реагентов в рабочих растворах и промывных водах, содержание вредных веществ в обрабатываемых материалах и др.), от соблюдения которых зависит качество сточных вод, методы их очистки, а также безопасность выпускаемых материалов.

## Порядок выполнения и оформления лабораторных работ

Для повышения эффективности лабораторных занятий к ним допускаются теоретически подготовленные студенты, имеющие точный план проведения экспериментальной части работы. Конкретные задания по лабораторным работам выдаются студентам на предыдущем занятии, а степень их готовности оценивается преподавателем при проведении собеседования.

В ходе выполнения лабораторных работ студентам необходимо неукоснительно соблюдать правила техники безопасности и точно придерживаться концентрационных и температурно-временных параметров проведения процессов подготовки текстильных материалов. Студенты должны критически оценивать результаты работы и уметь объяснить возможные причины отклонения экспериментальных данных от ожидаемых.

Законченные работы оформляются в виде отчетов, которые проверяются и подписываются преподавателем.

Отчет по лабораторным работам должен включать:

- название работы;
- цель работы;
- краткое теоретическое введение; ход выполнения работы;
- выводы по работе с приложением полученных образцов.

*Требования к содержанию отдельных частей отчета по лабораторной работе*

*Цель работы* должна отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы.

*Краткое теоретическое введение.* В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемого в работе процесса с приведением химизма его протекания, приводятся также необходимые расчетные формулы. Материал раздела не должен точно копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме. Объем литературного обзора не должен превышать 1/3 части всего отчета.

*Ход выполнения работы.* В данном разделе подробно излагается методика проведения эксперимента с указанием точных концентрационных и температурно-временных параметров процесса, приводится схема экспериментальной установки с описанием принципа ее работы.

*Выводы.* Этот раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических и химических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретиче-

ским моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

Допускается оформление отчета по лабораторной работе с помощью компьютерных технологий средствами Microsoft Office.

Отчет по лабораторной работе должен быть представлен на следующем после выполнения данной работы занятии.

#### *Порядок защиты лабораторных работ*

Студент, выполнивший лабораторную работу, оформивший по ней отчет, допускается к защите лабораторной работы.

Защита лабораторных работ проводится по мере их выполнения в часы занятий, отведенных на выполнение лабораторных работ.

Опрос студента преподавателем проводится в рамках темы лабораторной работы.

Студент, не защитивший лабораторную работу, не допускается к следующей лабораторной работе.

## **Раздел 1. Методики, применяемые на текстильном производстве для контроля технологического процесса**

Текстильные материалы, выпускаемые на отделочном производстве, как правило, представляют собой готовый продукт, предназначенный для дальнейшего пошива и эксплуатации. На этих стадиях уже материал, получивший комплекс колористических и функциональных свойств посредством физических или химических модификаций, контактирует с кожей человека и может представлять собой опасность для здоровья человека.

С целью получения безопасного продукта необходимо не только отслеживать качество на выходном контроле, но и соблюдать необходимую экологическую этику при его производстве, иначе говоря, необходимо придерживаться технических регламентов проведения процессов и осуществлять контроль технологических процессов на всех стадиях отделки.

В учебном пособии представлены некоторые самые распространенные методики, применяемые на отделочном производстве в процессе осуществления операций расшлихтовки, отварки и беления, а также колорирования и заключительной отделки тканей.

### **1.1. Определение степени отмывки ткани с помощью индикатора фенолфталеина**

Процесс отмывки ткани от щелочи осуществляется как на стадии промывки после мерсеризации, так и после операции отваривания. Необходимость этой операции обусловлена тем, что при некачественной (неполной) отмывке ткани возникает трудность контролирования рабочих концентраций щелочных реагентов, используемых при дальнейших обработках. При этом в каждом конкретном случае концентрации щелочи на ткани будут различными, что не дает гарантированной стабильности в качественных показателях отделки тканей.

**Цель работы:** определить качество отмывки ткани в процессе беления или мерсеризации.

Необходимые реактивы и оборудование:

- 1) фенолфталеин 1% спиртовой раствор;
- 2) капельница.

Ход работы

Заполнить капельницу раствором фенолфталеина. Капельницей нанести на ткань 1-2 капли раствора фенолфталеина. Степень отмывки определяется по

окраске ткани: при полной отмывке ткани цвет индикатора не изменяется; при неполной отмывке ткани индикатор окрашивается в розовый цвет.

**Вопросы к работе:**

Для чего проводится определение степени отмывки?

Почему используется фенолфталеин?

Как окрашивается ткань при полной отмывке?

Как окрашивается ткань при неполной отмывке?

Что такое фенолфталеин?

## 1.2. Определение степени расшлихтовки

**Цель работы:** определить количество нанесенной шлихты и степени расшлихтовки ткани.

### 1. Необходимые реактивы и оборудование

- 1.1. Сушильный шкаф с температурой сушки до  $200 \pm 2^\circ\text{C}$ .
- 1.2. Весы аналитические, предел взвешивания до 200 г.
- 1.3. Раствор олеинового мыла концентрации 1,5 г/л.
- 1.4. Бюксы.
- 1.5. Цилиндр мерный емкостью 500 мл.
- 1.6. Линейка с ценой деления 1,0 мм.
- 1.7. Ножницы.
- 1.8. Часы.
- 1.9. Стакан термостойкий.

### 2. Выполнение работы

Для анализа необходимо взять два образца ткани - до обработки и после обработки ткани на оборудовании для расшлихтовки и беления.

Подготовить весы к взвешиванию, взвесить бюксы. Вырезать образцы размером 10x10 см, обработать кромку (удалить крайние нитки) и просушить в сушильном шкафу до постоянного веса при температуре 100-105 °С. Образцы взвесить, обработать в 500 мл раствора мыла олеинового концентрации 1,5 г/л, на кипу в течение 30 мин в термостойком стакане. Каждый образец обрабатывается отдельно.

После обработки образцы промыть сначала теплой, затем холодной водой и вновь довести до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С. Взвешивание производить с точностью до 0,0008г.

### 3. Обработка результатов анализа

Количество нанесенной шлихты в % к весу ткани на образце, взятом до расшлихтовки, вычисляют по формуле:

$$A = \frac{P - P_1}{P_1} \cdot 100\%,$$

где P - вес образца после первого высушивания, г ;

P<sub>1</sub> - вес образца после повторного высушивания, г .

Количество остаточной шлихты на ткани после расшлихтовки вычисляют по формуле:

$$B = \frac{P - P_1}{P_1} \cdot 100\%,$$

где P - вес образца после первого высушивания, г ;

P<sub>1</sub> - вес образца после повторного высушивания, г .

Если на образце, взятом после расшлихтовки, P=P<sub>1</sub> - это значит, что ткань расшлихтована полностью. В случае, если остаточная шлихта имеется, вычисляют в % степень расшлихтовки ткани:

$$X = \frac{A \cdot B}{A} \cdot 100\% .$$

Результат вычисления округляется до первого десятичного знака.

**Примечание.**

Степень расшлихтовки (расщепления крахмала) можно определить качественно по реакции с раствором йода.

Приготовление раствора йода

1,267 г йода растворить в водном растворе йодистого калия (2-3 г/л) и довести раствор до 1л для получения 0,01 н. раствора.

Испытуемый образец смочить в полученном растворе. Окраска образца расшлихтованного - желтая, в присутствии крахмала - синяя.

### ***Вопросы к работе:***

1. Что такое расшлихтовка?
2. Что такое шлихта?
3. Для чего проводят определение качества расшлихтовки ткани?
4. При какой температуре просушивают образцы?
5. С какой точностью следует проводить взвешивание?
6. По какой формуле определяют количество нанесенной на ткань шлихты до расшлихтовки?
7. По какой формуле определяют количество остаточной шлихты?
8. Что вычисляют, если ткань расшлихтована не полностью?
9. С помощью чего можно качественно определить степень расшлихтовки?

10. Как приготовить исходный раствор?
11. О чем говорит окраска обработанного образца?
12. В каком порядке следует использовать представленные методы определения степени расшлихтовки ткани, почему?

### 1.3. Определение концентрации едкого натра в растворе

**Цель работы:** определить концентрацию едкого натра в варочном растворе при обработке ткани в отбельном цехе.

#### 1. Необходимые реактивы и оборудование

- 1.1. Серная кислота х.ч. 1,0 н. раствор.
- 1.2. Фенолфталеин 1% спиртовой раствор.
- 1.3. Пипетка емкостью 25 мл.
- 1.4. Коническая колба емкостью 250 мл.
- 1.5. Бюретка для титрования.

#### 2. Выполнение работы

Для анализа отбирается раствор из сатуратора на оборудовании для беле-ния ткани и на барке, например фирмы “Кюстерс”.

Заполнить бюретку 1,0 н. раствором серной кислоты до верхней отметки “0”. Точно отмеренные пипеткой 25 мл рабочего раствора поместить в кониче-скую колбу емкостью 250 мл, добавить 2-3 капли фенолфталеина и титровать раствором 1,0 н. серной кислоты до исчезновения розовой окраски.

#### 3. Обработка результатов анализа

Концентрацию едкого натра  $C$  г/л вычисляют по формуле или находят по таб-лице:

$$C = \frac{V \cdot 0,04 \cdot 1000}{25} \quad \text{или} \quad C = V \cdot Y,$$

где  $V$  - объем точно 1,0 н. раствора серной кислоты, пошедшей на титрова-ние анализируемого раствора, мл;

0,04 - количество едкого натра, соответствующее 1 мл 1,0 н. раствора серной кислоты;

$Y = 1,6$  - постоянное число.

#### Определение концентрации едкого натра в растворе

$V$	$C$	$V$	$C$	$V$	$C$	$V$	$C$
0,1	0,16	2	3,2	12	19,2	22	35,2
0,2	0,32	3	4,8	13	20,8	23	36,8
0,3	0,48	4	6,4	14	22,4	24	38,4
0,4	0,64	5	8,0	15	24,0	25	40,0

0,5	0,8	6	9,6	16	25,6	26	41,6
0,6	0,96	7	11,2	17	27,2	27	43,2
0,7	1,12	8	12,8	18	28,8	28	44,8
0,8	1,28	9	14,4	19	30,4	29	46,4
0,9	1,44	10	16,0	20	32,0	30	48,0
1,0	1,6	11	17,6	21	33,6	31	49,6

25 мл раствора NaOH + 2-3 капли фенолфталеина титровать 1,0 н. раствором серной кислоты.

$$C = V \cdot Y, \text{ где } Y = 1,6 .$$

**Вопросы к работе:**

1. На какой стадии обработки ткани используется едкий натр?
2. С какой целью определяют его концентрацию?
3. Как проводят титрование в данной методике?
4. По какой формуле можно вычислить концентрацию едкого натра после проведения анализа?

**1.4. Анализ щелочно-перекисного раствора**

**Цель работы:** определение общей щелочности в щелочно-перекисном растворе.

1. Необходимые реактивы и оборудование:
  - 1.1. Серная кислота х.ч. 0,1 н.раствор.
  - 1.2. Фенолфталеин 1% спиртовой раствор.
  - 1.3. Пипетка емкостью 10 мл.
  - 1.4. Коническая колба емкостью 250 мл.
  - 1.5. Бюретка для титрования.

2. Выполнение работы

Для анализа отбирается рабочий раствор из сатуратора оборудования (барки) для беления ткани. Заполнить бюретку раствором 0,1 н.серной кислоты до верхней отметки "0". Точно отмеренные пипеткой 10 мл рабочего раствора поместить в коническую колбу емкостью 250 мл, прибавить 2-3 капли фенолфталеина и титровать 0,1 н.раствором серной кислоты до обесцвечивания.

3. Обработка результатов анализа

Общую щелочность  $C$  г/л вычисляют по формуле или находят по таблице:

$$C = \frac{V \cdot 0,004 \cdot 1000}{10} \quad \text{или} \quad C=V \cdot Y,$$

где  $V$  - объем точно 0,1 н.раствора серной кислоты, пошедшей на титрование анализируемого раствора;

0,004 - количество едкого натра, соответствующее 1 мл точно 0.1,0 н..  
раствора серной кислоты;

$У = 0.4$  - постоянное число.

4. Анализ результатов (при проведении лабораторной работы в условиях базовой кафедры)

Полученный результат сравнить с нормативом и занести в журнал контроля или контрольную карту.

В случае несоответствия рабочей концентрации самостоятельно устранить данное отклонение. Провести повторную проверку после регулировки концентрации.

Рассчитать средние данные за месяц, сравнить с предыдущими результатами для оценки стабильности технологического процесса.

#### Определение концентрации щелочи

V мл	C г/л	V	C	V	C
0,1	2	2	40	12	240
0,2	4	3	60	13	260
0,3	6	4	80	14	280
0,4	8	5	100	15	300
0,5	10	6	120	16	320
0,6	12	7	140	17	340
0,7	14	8	160	18	360
0,8	16	9	180	19	380
0,9	18	10	200	20	400
1,0	20	11	220	21	420

$C = v \cdot У$ , где  $У$  - постоянное число 20.

#### **Вопросы к работе:**

1. Для чего щелочь используют в процессе мерсеризации?
2. Что является рабочим раствором, откуда отбирают его пробу?
3. Как проводится титрование в данном анализе?
4. По какой формуле вычисляют концентрацию щелочи в пропиточном растворе?
5. Каким образом проводят анализ результатов?
6. Откуда следует отбирать пробу рабочего раствора?
7. До какого момента проводят титрование? Опишите данный процесс.

## 1.5. Определение концентрации пероксида водорода

**Цель работы:** определение концентрации пероксида водорода в щелочно-перекисном растворе.

1. Для анализа отбирается щелочно-перекисный раствор из сатуратора оборудования (барки) для беления ткани.

2. Аппаратура, материалы и реактивы:

2.1. Серная кислота х.ч. раствор 1:4.

2.2. Калий марганцовокислый х.ч. 0,1 н.раствор.

2.3. Пипетка емкостью 10 мл.

2.4. Коническая колба емкостью 250 мл.

2.5. Бюретка для титрования.

3. Подготовка к анализу

Заполнить бюретку 0,1 н. раствором марганцовокислого калия.

4. Проведение анализа

Точно отмеренные пипеткой 10 мл рабочего раствора поместить в коническую колбу емкостью 250 мл, добавить 20 мл раствора серной кислоты и титровать раствором марганцовокислого калия до розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты.

5. Обработка результатов анализа

Концентрацию перекиси водорода  $X$  г/л вычисляют по формуле или находят по таблице:

$$X = \frac{V \cdot 0,0017 \cdot 1000}{10},$$

где  $V$  - объем точно 0,1 н.раствора марганцовокислого калия, израсходованного на титрование, мл;

0,0017 - количество перекиси водорода, соответствующее 1 мл точно 0,1 н.раствора марганцовокислого калия.

$U = 0,17$  - постоянное число.

Анализ щелочно-перекисного раствора

Определение общей щелочности

V	C	V	C	V	C
0,1	0,04	1	0,4	10	4,0
0,2	0,08	2	0,8	11	4,4
0,3	0,12	3	1,2	12	4,8
0,4	0,16	4	1,6	13	5,2
0,5	0,2	5	2,0	14	5,6

0,6	0,24	6	2,4	15	6,0
0,7	0,28	7	2,8	16	6,4
0,8	0,32	8	3,2	17	6,8
0,9	0,36	9	3,6	18	7,2

10 мл раствора, 2-3 капли фенолфталеина - титровать 0,1 н.. раствором серной кислоты.

$$C = V \cdot Y (0,4).$$

**Цель работы:** определение концентрации поступающей в цеха производства перекиси водорода со склада наливных.

1. Для анализа берется перекись водорода из тары в которой она поступает.
2. Аппаратура, материалы и реактивы
  - 2.1. Кислота серная 20% раствор.
  - 2.2. Калий марганцовокислый 0,1 н.. раствор.
  - 2.3. Перекись водорода.
  - 2.4. Вода дистиллированная.
  - 2.5. Весы аналитические, предел взвешивания до 200 г.
  - 2.6. Колба коническая емкостью 100 мл.
  - 2.7. Бюретка для титрования.
  - 2.8. Мерный цилиндр емкостью 25 мл.
  - 2.9. Секундомер.

### 3. Подготовка к анализу

Заполнить бюретку 0,1 н. раствором марганцовокислого калия .

Подготовить весы к взвешиванию.

### 4. Проведение анализа

Взвесить на аналитических весах пустую колбу, влить 5-6 капель перекиси водорода (0,2-0,3 г), затем взвесить колбу с перекисью водорода с точностью до 0,0008 г. Эту навеску разбавить 25 мл дистиллированной водой и добавить 20 мл 20% серной кислоты, затем титровать 0,1 н.. раствором марганцовокислого калия до розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

### 5. Обработка результатов анализа

Концентрацию перекиси водорода, %, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,0017 \cdot 100}{C},$$

где  $V$  - объем точно 0,1 н. раствора марганцовокислого калия, израсходованного на титрование, мл;

0,0017 - количество перекиси водорода, соответствующее 1 мл точно 0,1 н. раствора марганцовокислого калия;

$C$  - навеска перекиси водорода, г.

Результат вычисления округлить до первого десятичного знака.

### **Вопросы к работе :**

1. Для чего определяется концентрация перекиси водорода?
2. Как проводится отбор проб?
3. Какие вещества используют для приготовления титровального раствора?
4. По какой формуле вычисляют концентрацию перекиси водорода в щелочно-кислом растворе?

## **1. 6. Определение концентрации серной кислоты в рабочих растворах (при мерсеризации, отварке)**

Для определения концентрации серной кислоты берется рабочий раствор из кислочной ванны.

### **1. Аппаратура, материалы и реактивы**

- 1.1. Едкий натр х.ч. 1,0 н. раствор.
- 1.2. Фенолфталеин 1% спиртовой раствор.
- 1.3. Пипетка емкостью 10 мл.
- 1.4. Коническая колба емкостью 250 мл.
- 1.5. Бюретка для титрования.

### **2. Подготовка к анализу**

Заполнить бюретку 1,0 н. раствором щелочи до верхней отметки “0”.

### **3. Проведение анализа**

Точно отмеренные пипеткой 10 мл рабочего раствора поместить в коническую колбу емкостью 250 мл, прибавить 2-3 капли фенолфталеина и титровать 1,0 н. раствором щелочи до устойчивой розовой окраски.

### **4. Обработка результатов анализа**

Концентрацию  $C$  г/л кислоты вычисляют по формуле или находят по таблице:

$$C = \frac{V \cdot 0,0049 \cdot 1000}{10}$$

или  $C = V \cdot Y$ ,

где  $V$  - объем точно 1,0 н. раствора едкого натра, пошедший на титрование анализируемого раствора;

0,0049 - количество серной кислоты, соответствующее 1 мл точно 1,0 н. раствора едкого натра;

$U = 0,49$  - постоянное число.

10 мл раствора кислоты + 2-3 капли фенолфталеина титровать до розовой окраски.

#### Определение концентрации серной кислоты при мерсеризации

$V$ , мл	$C$ , г/л	$V$	$C$	$V$	$C$
0,1	0,049	1	0,49	10	4,90
0,2	0,098	2	0,98	11	5,39
0,3	0,147	3	1,47	12	5,88
0,4	0,196	4	1,96	13	6,37
0,5	0,245	5	2,45	14	6,86
0,6	0,294	6	2,94	15	7,35
0,7	0,343	7	3,43	16	7,84
0,8	0,392	8	3,92	17	8,33
0,9	0,441	9	4,41	28	8,82

#### **Вопросы к работе:**

1. Для чего используется серная кислота в процессах мерсеризации и отварки?
2. Откуда проводится отбор проб?
3. Опишите процесс титрования.
4. По какой формуле вычисляют концентрацию серной кислоты в рабочем растворе?

### **1.7. Определение концентрации уксусной кислоты при крашении, промывке и на химстанциях в рабочих растворах**

**Цель работы:** определение концентрации уксусной кислоты в рабочих растворах при крашении, промывке и в химстанции красильного цеха.

Для анализа отбирается раствор из ванн красильного агрегата и из бака для приготовления раствора уксусной кислоты в химстанции.

#### **1. Аппаратура, материалы и реактивы**

1.1. Едкий натр х.ч. 0,1 н. раствор.

1.2. Фенолфталеин 1% спиртовой раствор.

1.3. Пипетка емкостью 10 мл.

1.4. Коническая колба емкостью 250 мл.

1.5. Бюретка для титрования.

2. Подготовка к анализу

Заполнить бюретку 0,1 н. раствором едкого натра до верхней отметки "0".

3. Проведение анализа

Точно отмеренные пипеткой 10 мл рабочего раствора поместить в коническую колбу емкостью 250 мл, прибавить 2-3 капли фенолфталеина и титровать 0,1 н. раствором едкого натра до слабо-розового окрашивания.

4. Обработка результатов анализа

Концентрацию уксусной кислоты  $X$  г/л вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,006 \cdot 1000}{10},$$

где  $V$  - объем точно 0,1 н. раствора едкого натра, пошедший на титрование;

0,006 - количество уксусной кислоты, соответствующее 1 мл точно 0,1 н. раствора едкого натра;

Результат вычисления округляется до первого десятичного знака.

**Цель работы:** Определение концентрации поступающей в цеха производства уксусной кислоты.

Для анализа берется уксусная кислота из тары, в которой она поступает.

1. Аппаратура, материалы и реактивы:

1.1. Едкий калий х.ч. 1,0 н. раствор.

1.2. Вода дистиллированная.

1.3. Коническая колба с притертой пробкой емкостью 150-200 мл.

1.4. Весы аналитические, предел взвешивания 200 г.

1.5. Бюретка для титрования.

1.6. Цилиндр мерный емкостью 25 мл.

2. Проведение эксперимента

Заполнить бюретку 1,0 н раствором едкого калия до верхней отметки "0".

В коническую колбу емкостью 150-200 мл с притертой пробкой влить 25-30 мл дистиллированной воды и около 1г отвешенной с точностью до 0,0008г уксусной кислоты. Полученный раствор титровать 1,0 н. раствором химически чистого едкого калия в присутствии нескольких капель фенолфталеина до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение нескольких секунд.

### 3. Обработка результатов анализа

Концентрацию уксусной кислоты вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 6,005}{C} \cdot 100\% ,$$

где V - количество 1,0 н. раствора едкого калия, израсходованное на титрование, мл;

C - навеска уксусной кислоты, г.

Результат вычисления округляется до первого десятичного знака.

### 4. Анализ результатов

Полученный результат сравнить с нормативом и занести в журнал контроля или контрольную карту.

Рассчитать средние данные за месяц, сравнить с предыдущими результатами.

### ***Вопросы к работе:***

1. На каких стадиях текстильного производства определяют концентрацию уксусной кислоты?
2. Для чего используется уксусная кислота на каждой из стадий?
3. Для чего определяют концентрацию уксусной кислоты?
4. Откуда берут пробы рабочего раствора?
5. Опишите процесс титрования.
6. По какой формуле вычисляют концентрацию уксусной кислоты?
7. Для чего определяют концентрацию уксусной кислоты, поступающей в цеха производства?
8. Как влияет повышенная и пониженная концентрация уксусной кислоты на процессы производства?
9. По какой формуле определяют концентрацию уксусной кислоты, исходя из результатов титрования?

## **1. 8. Определение концентрации щелочи ареометром**

Настоящая методика предназначена для определения концентрации щелочи, поступающей со склада наливных химматериалов.

Для определения концентрации отобрать из бака, в который заливается щелочь, не менее 200 мл.

### 1. Аппаратура, материалы и реактивы

1.1. Мерный цилиндр емкостью 250 мл.

1.2. Набор ареометров с диапазоном измерения от 1,2 до 1,5 кг/м<sup>3</sup>.

1.3. Термометр ртутный с ценой деления 1,0°С.

### 2. Подготовка к анализу

Довести температуру щелочи до 20 °С.

### 3. Проведение анализа

Раствор щелочи при температуре 20 °С налить в чистый сухой стеклянный цилиндр емкостью 250 мм (диаметр цилиндра должен быть примерно в два раза больше диаметра ареометра), осторожно и медленно опустить в раствор чистый и сухой ареометр, держа его за верхний конец. В растворе не должно быть пузырьков воздуха или пены. Ареометр не выпускать из рук до тех пор, пока не станет видно, что он плавает. При этом необходимо следить за тем, чтобы ареометр не касался стенок и дна цилиндра, а цилиндр должен стоять на строго горизонтальной поверхности стола.

После того как ареометр установится и его колебания прекратятся, произвести отсчет по делению по шкале ареометра по нижнему мениску, при этом уровень глаза должен быть на уровне мениска.

По окончании определения плотности щелочи ареометр ополоснуть водой, вытереть и положить в футляр.

### 4. Обработка результатов анализа

По таблице установить концентрацию щелочи в % или в г/л, соответствующую показанию ареометра.

Концентрация щелочи определяется по таблице Думна

Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>	Градусы БОМЭ	Содержание 100% едкого натра	
		%	г/л
1,285	32	25,5	327,7
1,297	33	26,58	344,7
1,308	34	27,65	361,7
1,32	35	28,83	308,6
1,332	36	30,0	399,6
1,345	37	31,2	419,6
1,357	38	32,5	441,1
1,37	39	33,73	462,1
1,383	40	35,0	484,1
1,397	41	36,36	507,9
1,41	42	37,63	530,9
1,424	43	39,06	556,2
1,438	44	40,47	582,6
1,453	45	42,02	610,6
1,468	46	43,58	639,8
1,483	47	45,17	669,7

### **Вопросы к работе:**

1. Для чего определяют концентрацию щелочи, поступающей на производственные цеха?
2. Что такое ареометр? Опишите принцип его действия.
3. Чем отличаются разные ареометры? Какие ареометры следует использовать в данном эксперименте?
4. Как следует использовать ареометр в течение проведения анализа? Опишите действия пошагово.
5. Какой температуры должен быть рабочий раствор?

## **Раздел 2. Лабораторные работы**

### **Работа 1. Потенциометрическое определение активной реакции среды (рН)**

Защиту окружающей среды и в том числе водных бассейнов можно обеспечить только при систематическом контроле за составом сточных вод. Сбрасываемые воды часто пересыщены карбонатами и гидроксидами щелочно-земельных металлов, содержат хлориды и сульфаты щелочных и тяжелых металлов.

Потенциометрия - это электрохимический метод исследования и анализа веществ, основанный на зависимости равновесного электродного потенциала  $E$  от активности (концентрации) определяемого вещества в исследуемом растворе.

При потенциометрических измерениях составляют гальванический элемент с электродом определения (индикаторный электрод) и электродом сравнения. Измеряют электродвижущую силу (ЭДС) этого элемента.

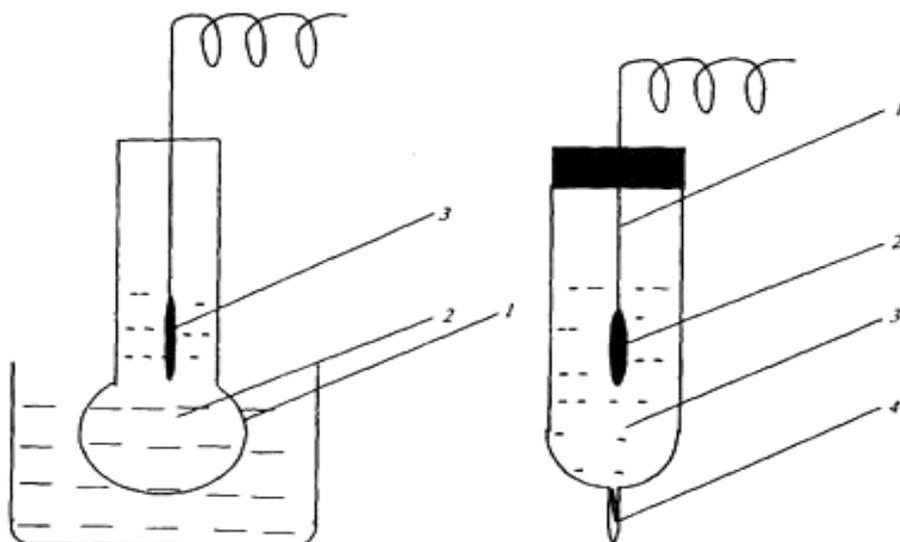
В качестве электрода определения служит стеклянный электрод (рис.1), потенциал которого зависит от активности ионов водорода и используется при определении рН. Стеклянный электрод представляет собой тонкостенный шарик (1) из стекла специального состава, припаянный к стеклянной трубке. Внутрь шарика наливают 0,1 М раствор HCl (2) и погружают в него хлорсеребряный электрод (3). Электрод сравнения - это хлорсеребряный электрод (рис.1), потенциал которого известен и практически постоянен.

Необходимые реактивы и оборудование:

1. Потенциометр.
2. Электроды.
3. Дистиллированная вода.
4. Химический стакан на 50 см<sup>3</sup>

5. Фильтровальная бумага.
6. Буферный раствор (с рН=3 и 12).
7. Термометр.

Рис.1. Стекло́нный и хлорсеребряный электроды



### **Методика выполнения**

В воде величину рН определяют потенциометрическим методом при помощи потенциометра со стеклянными электродами.

Перед началом измерений прибор включают в сеть при помощи тумблера и дают нагреваться в течение 20 мин. Электроды перед погружением в раствор тщательно промывают дистиллированной водой и просушивают фильтровальной бумагой.

Прежде чем приступить к определению рН исследуемого раствора, проверяют правильность настройки рН-метра по раствору с известной величиной рН (буферный раствор). Для этой цели используют буферные растворы с рН=3 и/или 12.

Вначале измерение проводят по шкале от 0 до 14 (грубое определение), а затем переключают прибор на более узкий интервал величины рН и определяют рН раствора с точностью 0,05.

Перед измерением рН сточную воду хорошо перемешивают и ополаскивают ей электроды. Одновременно с электродами в воду погружают термометр для определения температуры во время измерения и внесения необходимых поправок.

### **Вопросы к работе:**

1. Какова цель потенциометрического анализа?
2. Что такое потенциометрия?
3. Каков принцип работы потенциометрического анализа?
4. Какие электроды используют в качестве электрода определения и электрода сравнения? Почему?
5. Что следует сделать, прежде чем провести данный анализ?
6. Что такое рН? Как рассчитывают данную величину?

## Работа 2. Определение химического потребления кислорода (ХПК)

Присутствующие в воде органические соединения могут претерпевать не только аэробное биохимическое окисление в результате жизнедеятельности бактерий. Показатель, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ по количеству израсходованного на окисление химически связанного кислорода, называется *химическим потреблением кислорода (ХПК)*. Этот показатель, в том или ином варианте, используется повсеместно при контроле качества природных вод, исследовании сточных вод и др. Результаты определения окисляемости выражаются в миллиграммах потребленного кислорода на 1 л воды ( $\text{мг O}_2/\text{л}$ ).

Однако не все органические вещества в равной степени участвуют в реакции химического окисления. Так же, как и при биохимическом окислении, при химическом окислении можно выделить группы легко, нормально и тяжело окисляющихся органических веществ. Поэтому всегда существует разница между теоретически возможным и практически достигаемым значениями ХПК.

Теоретическим значением ХПК ( $\text{ХПК}_{\text{теор}}$ ) называют количество кислорода (или окислителя в пересчете на кислород) в  $\text{мг/л}$ , необходимое для полного окисления содержащихся в пробе органических веществ, т.е. всех способных окисляться элементов из состава органического соединения. При таком окислении углерод теоретически количественно окисляется до  $\text{CO}_2$ , а сера и фосфор (если они присутствуют в соединении) – до  $\text{SO}_3$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Азот превращается в аммонийную соль; кислород, входивший в состав окисляемых органических молекул, является «строительным материалом» для образующихся продуктов окисления, а водород переходит в структуру  $\text{H}_2\text{O}$  или аммонийной соли.

Практически используемые методы определения ХПК дают результаты, близкие к  $\text{ХПК}_{\text{теор}}$ , но всегда отклоняющиеся в ту или иную сторону. При наличии трудно окисляющихся органических веществ их окисление за время реакции проходит неполностью, и это приводит к занижению результата. В то же время, при наличии в пробе неорганических восстановителей, также потребляющих кислород на собственное окисление, результат получается завышенный. Совместное действие обоих факторов и вызывает отклонение реального ХПК от  $\text{ХПК}_{\text{теор}}$ .

Таким образом, окисляемость, или ХПК, характеризует общее количество содержащихся в воде восстановителей (органических и неорганических), реагирующих с сильными окислителями. В качестве таких окислителей обычно используют бихромат- и перманганат-анионы, и соответственно называются основные методы определения ХПК – бихроматный и перманганатный.

Необходимые реактивы и оборудование

1. Колбы конические.
2. Пипетки на 10 см<sup>3</sup>.
3. 0,25н. раствор дихромата калия.
4. 0,25 н. раствор соли Мора.
5. Сульфат ртути.
6. Сульфат серебра.
7. Концентрированная серная кислота.
8. Дистиллированная вода.
9. Раствор N-фенилантраниловой кислоты.
10. Раствор ферроина.

**Приготовление 0,25 н. раствора дихромата калия:** 12,258 г дихромата калия, предварительно высушенного в течение 2 ч при температуре 105 °С, растворяют в дистиллированной воде, переносят раствор в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой.

**Приготовление 0,25 н. раствора соли Мора:** 98 г соли Мора растворяют в дистиллированной воде, приливают 20 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты и после охлаждения раствор переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, доводят объем раствора до метки дистиллированной водой. Раствор хранят в темной склянке.

**Поправку к титру раствора соли Мора** устанавливают по титрованному 0,25 н. раствору дихромата калия, переносят в колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, разбавляют водой до 250 см<sup>3</sup>, приливают 20 см<sup>3</sup> концентрированной серной кислоты и охлаждают до комнатной температуры. Затем прибавляют 5-10 капель раствора N-фенилантраниловой кислоты или 3-4 капли раствора ферроина и титруют раствором соли Мора до изменения окраски (см. выше). Поправочный коэффициент к титру 0,25 н. раствора соли Мора  $k=25/V_3$ , где  $V_3$  - объем раствора соли Мора, израсходованной на титрование 25 см<sup>3</sup> 0,25 н. раствора дихромата калия.

**Приготовление раствора N-фенилантраниловой кислоты:** 0,25 г кислоты растворяют в 12 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора гидроксида натрия и разбавляют до 250 см<sup>3</sup> дистиллированной водой.

**Приготовление раствора ферроина:** 1,485 г 1,10-фенантролина и 0,695 г сульфата железа FeSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O растворяют в воде и раствор разбавляют до 100 см<sup>3</sup>.

### **Методика выполнения:**

Для анализа берут 1-5 см<sup>3</sup> отстаившейся или профильтрованной воды, прибавляют 2,5 см<sup>3</sup> 0,25 н. раствора дихромата калия, 0,4 г сульфата ртути (II), 0,2-0,4 сульфата серебра и при перемешивании приливают концентрированную серную кислоту (7,5 см<sup>3</sup> на 1 см<sup>3</sup> пробы, 15 см<sup>3</sup> на 5 см<sup>3</sup> пробы). При этом температура раствора поднимается выше 100 °С. В качестве катализатора, ускоряющего процесс окисления, используется сульфат серебра. Помимо функций катализатора, сульфат серебра исполняет роль реагента, маскирующего небольшое содержание хлоридов в пробе. Большие содержания хлоридов маскируются сульфатом ртути(II).

Через 2 мин раствор охлаждают до комнатной температуры, приливают 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и титруют избыток дихромата калия 0,25 н. раствором соли Мора в присутствии 10-15 капель N-фенилантраниловой кислоты или 3-4 капель ферроина. Изменение окраски в первом случае от красной до изумрудно-зеленой, во втором - от голубовато-зеленой до красновато-голубой. Параллельно проводят контрольный опыт без сточной воды. ХПК выражают в миллиграммах кислорода в 1 дм<sup>3</sup> воды (мг О/л).

$$\text{ХПК} = 1,2 \cdot ((V_0 - V) \cdot 0,25 \cdot K \cdot 8 \cdot 1000 / a) - 18,5,$$

где  $V_0, V$  — соответственно объемы раствора соли Мора, пошедшие на титрование холостой и опытной проб, мл;

$k$  - поправочный коэффициент для приведения концентрации раствора соли Мора к точно 0,25 н.;

0,25- нормальность раствора соли Мора;

8 - эквивалент кислорода;

$V$  - объем сточной воды, взятой на определение, см<sup>3</sup>.

1,2 и 18,4 — коэффициенты для приведения данных ускоренного к показателям арбитражного метода определения ХПК.

### **Вопросы к работе:**

1. Что такое аэробное биохимическое окисление?
2. Что такое химическое потребление кислорода? Для чего используют этот показатель, в чем он выражается?
3. Чем отличается теоретическое и практическое значение ХПК?
4. Какие методы определения ХПК являются основными?
5. Каков порядок выполнения хода работы?
6. В каких случаях используется показатель ХПК? Приведите примеры.

### Работа 3. Определение концентрации красителей

Краситель органический – органические вещества, которые придают окрашиваемым материалам определенную окраску и прочно удерживаются на материале.

Качественный анализ раствора – определение химического состава раствора.

Количественный анализ раствора – определение концентрации химических веществ в растворе.

При определении концентрации красителей можно пользоваться различными методами: физическими, физико-химическими, химическими и биологическими (органолептическими). К физическим и физико-химическим относится колориметрический метод, к химическим – гравиметрические и титриметрические методы, к органолептическим – метод сравнительных выкрасок.

Колориметрический метод анализа является очень распространенным и может быть применен во всех случаях, где можно получить раствор красителя, подчиняющийся закону Бугера-Ламберта-Бера. Абсолютное определение концентрации красителя этим методом возможно только при условии, что для сравнения в качестве стандартного будет взят краситель с известным абсолютным содержанием его, что определяют по химическому анализу.

Принцип действия фотоэлектрических колориметров основан на способности фотоэлемента превращать световую энергию в электрическую. Таким образом, изменение величины светового потока, прошедшего через кювету с окрашенным веществом, контролируется по изменению электрического тока в цепи.

**Цель работы:** определить концентрацию красителя в рабочем растворе.

1. Необходимые реактивы и оборудование:

- 1.1. Фотоколориметр.
- 1.2. Мерные колбы.
- 1.3. Типовые красители.
- 1.4. Дистиллированная вода.
- 1.5. Пипетки.

*Выполнение работы*

Предварительно из типового образца красителя готовят исходный раствор, а затем из него приготавливают ряд растворов с известными последовательно уменьшающимися концентрациями, соответствующими возможным концентрациям этого красителя в испытуемом растворе.

Измеряют оптическую плотность полученных растворов и строят калибровочную кривую, откладывая на оси ординат оптическую плотность, а на оси абсцисс соответствующие концентрации типового красителя в г/л. При тех же условиях, т.е. с тем же светофильтром и в кюветах такого же размера измеряют оптическую плотность испытуемого раствора и по калибровочной кривой находят его концентрацию.

Концентрация испытуемого красителя, % по отношению к типовому образцу:

$$X=C*100/N,$$

где С - концентрация красителя, найденная по калибровочной кривой, г/дм<sup>3</sup>;

Н - навеска испытуемого красителя, содержащаяся в литре испытуемого раствора, г.

### ***Вопросы к работе:***

1. Что такое органический краситель?
2. Что такое качественный и количественный анализ раствора?
3. Какие методы существуют для определения концентрации красителей?
4. Какой метод используется для раствора красителя, подчиняющегося закону Бугера-Ламберта-Бера?
5. На чем основан принцип действия колориметра?
6. Для чего готовится раствор из типового образца?
7. Что такое калибровочная кривая, как ее строят и с какой целью?

## **Работа 4. Определение содержания формальдегида**

Сегодня, в условиях острой конкуренции, от качества продукции зависит не только благополучие, но и само существование любого предприятия. Поэтому предприятию важно обеспечить необходимый уровень потребительских свойств выпускаемой продукции, и в первую очередь ее экологическую чистоту. Для продукции текстильной и легкой промышленности наиболее актуальными являются требования, изложенные в стандарте ОЕКО-ТЕХ-100.

Акцентирование внимания на содержание в текстильном изделии именно формальдегида обусловлено двумя основными причинами: во-первых, формальдегидные препараты представляют собой одну из наиболее емких групп текстильно-вспомогательных веществ и, во-вторых, остаточное содержание формальдегида оговорено во многих стандартах на текстильную продукцию (ГОСТ Р 50729-95, ОЕКО-ТЕХ-100 и др.)

Формальдегид – бесцветный газ с резким раздражающим запахом.  $T_{пл.}=118^{\circ}C$ ,  $T_{кип.}=19,2^{\circ}C$ , хорошо растворим в воде, спиртах [1]. В природе он образуется в атмосфере под действием ультрафиолетового излучения и из атмосферы усваивается живыми организмами. В промышленности формальдегид получают окислением метилового спирта или метана кислородом. Формальдегид образуется при неполном сгорании органических веществ (бензина, нефти, угля), в том числе содержится в сигаретном дыме.

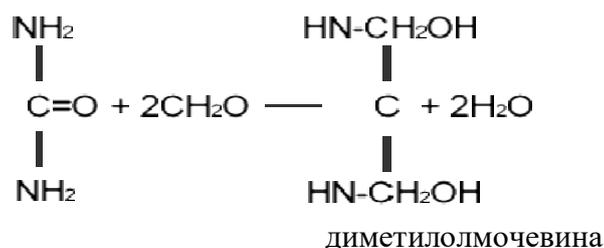
Формальдегид токсичен, действует на организм как раздражающий газ, вызывает дегенеративные процессы в паренхиматозных органах, сенсibiliзирует кожу [2]. Есть указания о сильном действии формальдегида на центральную нервную систему. Свободный формальдегид инактивирует ряд ферментов в органах и тканях, угнетает синтез нуклеиновых кислот, нарушает обмен витамина С, обладает мутагенными свойствами.

Существуют международные и национальные нормы содержания формальдегида в воздухе, в рабочих помещениях, в атмосфере, в сточных водах и в текстильных материалах.

В текстильной промышленности формальдегид входит в состав аппретов, используемых для придания тканям несминаемости, малоусадочности и формоустойчивости. В качестве аппретов применяют формальдегидсодержащие соединения двух основных групп [3]: а) образующиеся в процессе поликонденсации гомополимеры, распределенные в массе волокна и б) бифункциональные соединения, образующие поперечные связи (сшивки) с макромолекулами волокнистого полимера.

Так, например, предконденсат мочевиноформальдегидной смолы используют для придания изделиям из целлюлозных волокон свойств наполненности, малоусадочности, малосминаемости, формоустойчивости. С его помощью достигается устойчивость эффектов тиснения, лощения, серебристо-шелковистой отделки.

Основным компонентом предконденсата мочевиноформальдегидной смолы является диметилормочевина. Ее получают из мочевины и формальдегида по реакции



Методы количественного определения формальдегида основаны на его высокой реакционной способности, характерных свойствах его производных и

восстановительной способности формальдегида в щелочной среде [4].

Все методы классифицированы на четыре группы: титрометрические, гравиметрические, фотометрические и инструментальные (газовая и газожидкостная хроматография). Первые два метода обычно используют для определения формальдегида в больших концентрациях, а два последних могут быть применены в случае малых концентраций формальдегида, вплоть до следовых количеств.

Для определения содержания формальдегида фотометрическим методом применяют методику, соответствующую японской норме LOW 112, принятой в европейских и американских стандартах для определения свободного и частично высвобождающегося при мягкой стирке формальдегида. ГОСТ 25617-83 «Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний» предусматривает определение количества свободного формальдегида методом, который, в основном, соответствует японскому методу LOW 112-1973.

Следует различать нормы содержания формальдегида в препаратах и тканях, в рабочей зоне их применения, в атмосфере и сточных водах. Нормы эти ужесточаются с каждым годом и различаются в разных странах. Ниже приведены предельно допустимые нормы по ОЕКО-ТЕХ-100 содержания формальдегида в текстильных материалах различного назначения, определенные по методу LOW 112 [5].

Таблица 1

Предельно допустимые нормы ОЕКО-ТЕХ-100 содержания формальдегида в текстильных материалах различного назначения, определенные методом LOW 112

<i>Вид текстильного материала (МТ)</i>	<i>В материале, мкг/г</i>	<i>Эмиссия в воздух, мкг/г</i>
МТ для одежды, одежда	300/75*	
Напольные покрытия	300	
Мебельные ткани, драпировка	300	0.1
Одеяла, подушки	75	
Постельное белье, подкладка	75/20*	
Матрацы	75	0.1
МТ для дома	300/75/20**	
Для детской одежды	20	
Кожа и изделия из нее	300/75*	

\* - МТ, контактирующие с кожей, \*\* - детский ассортимент.

Согласно российскому стандарту ГОСТ Р 50729-95 «Материалы текстильные. Предельно допустимые концентрации свободного формальдегида», установлены допустимые концентрации свободного формальдегида для материалов бытового назначения (ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные), численные значения которых представлены в табл.2.

Таблица 2

Допустимые концентрации свободного формальдегида (Ф) в материалах бытового назначения

Группа I до 1000 мкг/г	Группа II до 300 мкг/г	Группа III до 75 мкг/г	Группа IV не содержит
МТ для изделий пальто-костюмного ассортимента	МТ для изделий платьево-блузочного ассортимента и сорочек верхних	МТ для нательного и постельного белья, в том числе для детей всех возрастных групп, кроме детей в возрасте до 1 года	МТ для детей в возрасте до 1 года

Нормы выделения свободного формальдегида в воздух и воду в РФ контролируются Госкомэпиднадзором и соответствуют  $0,003 \text{ мг/м}^3$  и  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , в то время как по ОЕКО-ТЕХ-100 выделение в воздух регламентируется только для напольных покрытий на уровне  $0,1 \text{ мг/м}^3$ .

Для определения влияния бытовой стирки на количество свободного формальдегида образцы стирают детским мылом, промывают в проточной воде, высушивают в испытательной лаборатории при нормальных условиях ( $t = 22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $j = 65 \pm 5 \%$ ) и испытывают по методике ГОСТ 25617-83.

Для определения влияния продолжительности вылеживания на количество свободного формальдегида испытывают несколько образцов. Из испытанных образцов отбирают три образца с минимальным количеством свободного формальдегида и один образец с максимальным количеством формальдегида. Далее образцы с минимальным количеством свободного формальдегида обертывают вторым образцом и выдерживают в лаборатории при нормальных условиях.

Определяют количество свободного формальдегида на образцах различного назначения и волокнистого состава в зависимости от продолжительности вылеживания внутри ткани с большим количеством свободного формальдегида

и в зависимости от вида аппарата.

Установлено, что при стирке формальдегид вымывается, а после вылеживания на воздухе, в котором содержится формальдегид, его количество увеличивается, но не намного. После стирки ткани перестают сорбировать формальдегид из воздуха.

#### **4.1. Определение формальдегида из растворов методом жидкостной хроматографии – HPLC (High performance liquid chromatography)**

Необходимые реактивы и оборудование:

1. Колбы мерные вместимостью 10, 500 и 1000 см<sup>3</sup>.
2. Колбы конические вместимостью 100 и 250 см<sup>3</sup>.
3. Стекланный фильтр, GF8 (или стекланный фильтр G3 диаметром от 70 до 100 мм).
4. Баня водяная, поддерживающая температуру (40,0±0,5) °С, соединенная с колбой для встряхивания или мешалкой.
5. Термометр с ценой деления 0,1 °С и диапазоном от 20 °С до 50 °С.
6. Система HPLC с ультрафиолетовым спектром и длиной волны 360 нм.
7. Мембранный фильтр, полиамид, с размером пор 0,45 мкм.
8. Весы лабораторные с погрешностью взвешивания до 0,1 мг.

Реактивы для стандартного раствора формальдегида:

1. Формальдегид, раствор приблизительно 37% (массовая доля).
2. Йод, раствор концентрации 0,05 моль/дм<sup>3</sup>, т.е. 12,68 г йода в 1 дм<sup>3</sup>
3. Натрия гидроксид, раствор концентрации 2,0 моль/дм<sup>3</sup>.
4. Серная кислота, раствор концентрации 2,0 моль/дм<sup>3</sup>.
5. Натрия тиосульфат, раствор концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.
6. Крахмал, раствор 1%, т.е. 1 г в 100 см<sup>3</sup>.

#### **Выполнение работы**

##### **Приготовление исходного раствора:**

5 см<sup>3</sup> раствора формальдегида переносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, содержащую приблизительно 100 см<sup>3</sup> воды. Затем доводят до метки водой и перемешивают. Этот раствор является исходным раствором формальдегида.

##### **Определение**

Переносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> исходного раствора в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, добавляют 50 см<sup>3</sup> раствора йода и гидроксид натрия до появления желтой окраски. Далее выдерживают в течение (15±1) мин при температуре 18 °С - 26 °С и добавляют 15 см<sup>3</sup> серной кислоты при постоянном пере-

мешивании. После добавления 2 см<sup>3</sup> крахмала титруют выделившийся йод тиосульфатом натрия до изменения окраски. Проводят три параллельных определения. Таким же образом титруют два раствора, в которых раствор формальдегида заменен на 10 см<sup>3</sup> воды.

Концентрацию формальдегида в исходном растворе, мг/10 см<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$P_{FA} = \frac{(V_0 - V_1) \cdot c_1 \cdot M_{FA}}{2},$$

где V<sub>0</sub>- объем раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование йода в растворе без формальдегида, см<sup>3</sup>;

V<sub>1</sub> - объем раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование йода после реакции с формальдегидом, см<sup>3</sup>;

c<sub>1</sub> - концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм<sup>3</sup>;

M<sub>FA</sub> - молекулярная масса формальдегида, 30,02 г/моль

#### **4.2. Определение формальдегида в коже методом HPLC**

*Реактивы:*

1. Натрия додецилсульфонат (детергент), раствор 0,1%, т.е. 1 г в 1000 см<sup>3</sup>.
2. Динитрофенил гидразин (ДНФГ), 0,3 г ДНФГ (2,4-динитрофенилгидрозин) растворяют в 100 см<sup>3</sup> концентрированной ортофосфорной кислоты (85% массовая доля). ДНФГ перекристаллизовывают из 25%-го водного раствора ацетонитрила.
3. Ацетонитрил.

#### **Отбор проб и подготовка образцов**

Отбор образцов кож проводят по ИСО 2418. Если отбор образцов в соответствии с ИСО 2418 не представляется возможным (например, кожа от готовых изделий - обуви, одежды), то подробности отбора образцов должны быть отражены в протоколе испытаний. Подготовка образцов кожи для анализа - по ИСО 4044.

Если результат определяют в пересчете на абсолютно сухое вещество, то массовую долю влаги определяют по ИСО 4684.

#### **Экстрагирование**

Навеску кожи (2,0±0,1) г помещают в соответствующий сосуд. В коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> переносят пипеткой 50 см<sup>3</sup> раствора детергента и нагревают его до 40 °С. Затем в колбу переносят количественно навеску кожи и закрывают ее стеклянной пробкой. Перемешивают при температуре (40±0,5) °С в течение (60±2) мин. Теплый раствор немедленно фильтруют в

колбу через стеклянный фильтр с применением вакуумного устройства. Фильтрат охлаждают до комнатной температуры 18 °С - 26 °С в закрытой колбе.

Не допускается изменять соотношение кожи и раствора. Раствор готовят в день проведения анализа. Экстрагирование и определение должны быть проведены в один день.

### ***Реакция с ДНФГ***

4 см<sup>3</sup> раствора ацетонитрила, 5 см<sup>3</sup> фильтрата и 0,5 см<sup>3</sup> раствора ДНФГ переносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 10 см<sup>3</sup>. Содержимое колбы доводят до метки водой, перемешивают, выдерживают 60 мин (но не более 180 мин). Затем полученную смесь фильтруют через мембранный фильтр и проводят определение с применением НPLC. Если концентрация формальдегида не соответствует градуировочному графику, уменьшают объем фильтрата.

### ***Построение градуировочного графика***

0,5 см<sup>3</sup> исходного раствора формальдегида, полученного с точно известной концентрацией, переносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 500 см<sup>3</sup>, содержащую 100 см<sup>3</sup> воды. Перемешивают и доводят до метки водой и снова перемешивают. Полученный раствор является стандартным раствором для построения градуировочного графика. Стандартный раствор содержит приблизительно 2 мкг формальдегида/см<sup>3</sup>.

В каждую из шести мерных колб вместимостью 10 см<sup>3</sup> переносят 4 см<sup>3</sup> ацетонитрила, затем добавляют в них 0,5, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 и 5,0 см<sup>3</sup> стандартного раствора. Сразу после внесения раствора формальдегида содержимое каждой колбы перемешивают и добавляют по 0,5 см<sup>3</sup> раствора ДНФГ. Доводят до метки водой и перемешивают. Через 60 мин, но не более чем через 180 мин, проводят определение с применением НPLC после фильтрации через мембранный фильтр. По полученным данным строят градуировочный график зависимости содержания формальдегида в микрограммах в 10 см<sup>3</sup>.

Концентрацию формальдегида в образце  $W_F$ , мг/кг, округленную до 0,01 мг/кг, вычисляют по формуле:

$$W_F = \frac{P_s \cdot F}{m},$$

где  $\rho_s$ - концентрация формальдегида, полученная по градуировочному графику, мкг/10 см<sup>3</sup>;

F - фактор разбавления, см<sup>3</sup>;

m - масса навески кожи, г.

### **Определение степени извлечения**

4 см<sup>3</sup> ацетонитрила переносят пипеткой в мерную колбу вместимостью 10 см<sup>3</sup> и добавляют 2,5 см<sup>3</sup> фильтра. Затем осторожно добавляют определенный объем стандартного раствора формальдегида, чтобы получить концентрацию, равную той, которая была определена в образце.

Далее проводят анализ раствора и определяют  $\rho_{s2}$  аналогично. Результаты определения отражают в протоколе испытаний.

Степень извлечения  $R_R, \%$ , округленную до 0,1%, вычисляют по формуле:

$$R_R = \frac{(\rho_{s2} - 0,5\rho_s) \cdot 100}{\rho_{FA1}},$$

где  $\rho_{s2}$  - концентрация формальдегида, полученная по градуировочному графику, мкг/10 см<sup>3</sup>;

$\rho_s$  - концентрация формальдегида в анализируемом образце, мкг/10 см<sup>3</sup>;

$\rho_{FA1}$  - известное содержание формальдегида, мкг/10 см<sup>3</sup>.

### **4.3. Определение формальдегида фотометрическим методом (ацетилацетоновый метод)**

Необходимые реактивы и оборудование:

1. Колбы мерные вместимостью 10, 50 и 1000 см<sup>3</sup>.
2. Колбы конические вместимостью 25, 100 и 250 см<sup>3</sup>.
3. Стекловолоконный фильтр GF8 (или стекловолоконный фильтр G3 диаметром от 70 до 100 мм).
4. Баня водяная, поддерживающая температуру (40,0±0,5) °С, соединенная с колбой для встряхивания или мешалкой.
5. Термометр с ценой деления 0,1 °С и диапазоном от 20 °С до 50 °С.
6. Аналитические весы с погрешностью взвешивания до 0,1 мг.
7. Спектрофотометр с длиной волны 412 нм. Рекомендуемая толщина рабочего слоя - 20 мм.

#### **Реактивы для стандартного раствора формальдегида**

1. Формальдегид, раствор с массовой долей 37%.
2. Йод, раствор концентрации 0,05 моль/дм<sup>3</sup>, т.е. 12,68 г йода в дм<sup>3</sup>.
3. Натрия гидроксид, раствор концентрации 2,0 моль/дм<sup>3</sup>.
4. Серная кислота, раствор концентрации 2,0 моль/дм<sup>3</sup>.
5. Натрия тиосульфат, раствор концентрации 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.
6. Крахмал, раствор 1%, т.е. 1 г в 100 см<sup>3</sup> воды.

### **Реактивы для фотометрического метода**

1. Натрия додецилсульфонат (детергент), раствор 0,1%, т.е. 1 г в 1000 см<sup>3</sup> воды.
2. Раствор 1: 150 г ацетата аммония +3 см<sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты, 2 см<sup>3</sup> ацетилацетона (пентан-2,4-дион, CAS 123-54-6) в 1000 см<sup>3</sup> воды.
3. Раствор готовят в день проведения анализа и хранят в темном месте. Раствор чувствителен к свету.
4. Раствор 2: 150 г ацетата аммония +3 см<sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты в 1000 см<sup>3</sup> воды.
5. Димедона раствор, 5 г димедона (CAS 126-81-8) или метон (5,5'-диметил-1,3-циклогександион) в 1000 см<sup>3</sup> воды.

Из практики известно, что димедон в воде полностью не растворяется. В этом случае димедон растворяют в небольшом количестве этанола, а затем доводят до объема водой.

### **Ход работы**

#### **Определение формальдегида в исходном растворе**

5 см<sup>3</sup> раствора формальдегида пипеткой переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, содержащую приблизительно 100 см<sup>3</sup> воды. Затем доводят до метки водой и перемешивают. Этот раствор является исходным раствором формальдегида.

Переносят пипеткой 10 см<sup>3</sup> исходного раствора в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, добавляют 50 см<sup>3</sup> раствора йода и гидроксид натрия до появления желтой окраски. Далее выдерживают в течение (15±1) мин при температуре 18 °С - 26 °С и добавляют 15 см<sup>3</sup> серной кислоты при постоянном перемешивании. После добавления 2 см<sup>3</sup> крахмала титруют выделившийся йод тиосульфатом натрия до появления желтой окраски. Проводят три параллельных определения.

Таким же образом титруют два раствора, в которых раствор формальдегида заменен на 10 см<sup>3</sup> воды.

Концентрацию формальдегида в исходном растворе  $\rho_{\text{ФА}}$ , мг/10 см<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\rho_{\text{ФА}} = \frac{(V_0 - V_1)c_1 M_{\text{ФА}}}{2}$$

где  $V_0$ - объем раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование йода в растворе без формальдегида, см<sup>3</sup>;

$V_1$  - объем раствора тиосульфата натрия, израсходованный на титрование йода после реакции с формальдегидом, см<sup>3</sup>;

$c_1$  - концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм<sup>3</sup>;

$M_{\text{ФА}}$  - молекулярная масса формальдегида, равная 30,02 г/моль.

### ***Проверка реактивов на отсутствие формальдегида***

Измеряют оптическую плотность смеси 5 см<sup>3</sup> моющего раствора +5 см<sup>3</sup> раствора 1 относительно смеси 5 см<sup>3</sup> моющего раствора +5 см<sup>3</sup> воды. Оптическая плотность должна быть не более 0,025 (определение в кювете с толщиной рабочего слоя 20 мм при длине волны 412 нм).

### ***Определение других компонентов, вызывающих окрашивание с ацетилацетоном***

5 см<sup>3</sup> фильтрата смешивают с 1 см<sup>3</sup> раствора димедона, нагревают при температуре (40±1) °С в течение 10 мин. Добавляют 5 см<sup>3</sup> раствора 1 и полученную смесь выдерживают при температуре (40±1) °С в течение 30 мин. Охлаждают до комнатной температуры и измеряют оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 412 нм относительно раствора, который вместо раствора 1 содержит 5 см<sup>3</sup> раствора 2. Полученная оптическая плотность должна быть менее 0,05 (определение в кювете с толщиной рабочего слоя 20 мм), когда формальдегид может быть определен в пробе кожи.

Если оптическая плотность более 0,05, то выполняют определения по ИСО 17226-1. Если это невозможно, то в протоколе испытаний должно быть отражено, что присутствие других компонентов, которые были определены при анализе, влияет на результаты содержания формальдегида в сторону увеличения.

### ***Построение градуировочного графика***

3 см<sup>3</sup> раствора формальдегида пипеткой вводят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, содержащую 100 см<sup>3</sup> воды. Перемешивают, доводят до метки водой и снова перемешивают. Полученный раствор является стандартным раствором для построения градуировочного графика. Он содержит 6 мкг/см<sup>3</sup> формальдегида.

Раствор пипетками вместимостью 3, 5, 10, 15, 20 и 25 см<sup>3</sup> отбирают в разные мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> и доводят до метки водой. Эти растворы имеют концентрации формальдегида в диапазоне 0,4-3,0 мкг/см<sup>3</sup>. Это соответствует концентрации формальдегида в коже в диапазоне 9,0-75,0 мг/кг кожи. Для более высоких концентраций используют меньшее количество фильтрата.

Из этих шести растворов отбирают пипеткой 5 см<sup>3</sup> каждого раствора и переносят в конические колбы вместимостью 25 см<sup>3</sup>, в которых находится 5 см<sup>3</sup> раствора 1. Нагревают эту смесь до температуры (40±1) °С и выдерживают при этой температуре (30±1) мин.

После охлаждения до комнатной температуры (защита от света) измеряют оптическую плотность на спектрофотометре при длине волны 412 нм относительно раствора, содержащего 5 см<sup>3</sup> раствора 1 с 5 см<sup>3</sup> воды.

До проведения измерений спектрофотометр устанавливают на нулевую отметку по раствору 5 см<sup>3</sup> раствора 1 с 5 см<sup>3</sup> воды, который был подготовлен при тех же условиях, что и растворы для калибровки.

По полученным данным строят график, откладывая на оси X концентрацию формальдегида, мкг/мл, на оси Y – оптическую плотность.

Содержание формальдегида в образце  $w_p$ , мг/кг, с точностью до 0,1 мг/кг вычисляют по формуле:

$$W_p = \frac{(E_p + E_s) \cdot V_0 V_1}{F \cdot m \cdot V_a},$$

где  $E_p$  - оптическая плотность фильтрата после реакции с ацетилацетоном;

$E_s$  - оптическая плотность фильтрата (изначально окрашенного);

$V_0$  - объем элюата (стандартные условия: 50 см<sup>3</sup>);

$V_1$  - объем раствора, полученного после реакции в стандартных условиях = 10 см<sup>3</sup>;

$F$  - градиент кривой калибровки (отношение оптической плотности к концентрации раствора) (x/y), см<sup>3</sup>/мкг;

$m$  - масса навески кожи, г;

$V_a$  - определенный объем фильтрата (стандартные условия: 5 см<sup>3</sup>).

#### **Определение степени извлечения**

Отбирают пипеткой 2,5 см<sup>3</sup> полученного фильтрата в каждую из двух мерных колб вместимостью 10 см<sup>3</sup>. Добавляют в одну мерную колбу объем стандартного раствора формальдегида для построения градуировочного графика с точным содержанием формальдегида. В другую колбу добавляют раствор с приблизительной концентрацией формальдегида, какая была найдена в образце (см. пример ниже). Объем растворов доводят в обеих колбах до метки водой.

Если количество формальдегида в коже ниже 20 мг/кг, берут объем 5 см<sup>3</sup> фильтрата вместо 2,5 см<sup>3</sup>.

**Пример. Если в образце кожи количество формальдегида ниже 30 мг/кг, то отбирают 0,5 см<sup>3</sup> стандартного раствора формальдегида.**

Берут конические колбы вместимостью на 25 см<sup>3</sup>. Добавляют 5 см<sup>3</sup> раствора 1 и перемешивают в течение (30±1) мин при температуре (40±1) °С.

Охлаждают раствор в темном месте и измеряют оптическую плотность при 412 нм. Раствором сравнения является раствор, приготовленный из 5 мл моющего раствора и 5 см<sup>3</sup> раствора 2. Определяют оптическую плотность и обозна-

чают как  $E_p$ . Оптическую плотность раствора с добавлением стандартного раствора формальдегида обозначают, как  $E_A$ .

Степень извлечения  $R_R, \%$ , округленную до 0,1%, вычисляют по формуле:

$$R_R = \frac{(E_A - E_p) \cdot 100}{E_{ZU}},$$

где  $E_A$  - оптическая плотность раствора с известным содержанием формальдегида;

$E_p$  - оптическая плотность анализируемого образца;

$E_{ZU}$  - оптическая плотность раствора для количества формальдегида, которое было добавлено (по градуировочному графику).

Если степень извлечения не находится в пределах 80%-120%, анализ необходимо повторить.

### ***Вопросы к работе:***

1. В каком стандарте изложены наиболее подходящие экологические требования для текстильной промышленности?
2. Что такое формальдегид? Опишите его химические и физические свойства.
3. Как формальдегид действует на человеческий организм?
4. Почему определению формальдегида уделяется большое внимание в производстве?
5. На какой стадии текстильного производства используется формальдегид?
6. На чем основаны методы определения формальдегида? Какие методы существуют? Изложите суть двух из них.
7. Для чего существуют нормы содержания формальдегида в производстве?
8. Напишите схему реакции, используемой в методике определения концентрации формальдегида, формулу для ее вычисления.
9. Каким образом определяют концентрацию формальдегида с помощью метода жидкостной хроматографии?
10. По какой формуле вычисляют концентрацию формальдегида в методе жидкостной хроматографии?
11. По каким стандартам проводят определение концентрации формальдегида в коже?
12. Каким образом проводят экстрагирование в методе определения концентрации формальдегида в коже?
13. Как проводится реакция динитрофенилгидразином для определения концентрации формальдегида в коже?
14. Изложите методику построения градуировочного графика.

15. По какой формуле вычисляют степень извлечения?
16. Как готовится исходный раствор в фотометрическом методе определения концентрации формальдегида?
17. Как проводят титрование в фотометрическом методе? (реактивы, порядок, требуемый результат).
18. По какой формуле вычисляют содержание формальдегида с помощью фотометрического метода?
19. Как проводят экстрагирование в фотометрическом методе определения формальдегида в коже?
20. Что используют в качестве раствора сравнения?
21. По какой формуле вычисляют содержание формальдегида в ацетилацетоновом методе?
22. По какой формуле вычисляют степень извлечения в данном методе?
23. Что означает степень извлечения, равная 80%-120%?

### **Работа 5. Анализ водопроводной воды**

Основной экологической проблемой текстильной промышленности является загрязнение естественных водоемов сточными водами отделочных предприятий.

Лабораторные работы в данном пособии посвящены анализу промышленных стоков на содержание основных загрязняющих компонентов и методам очистки от них. Среди методов очистки рассматриваются: механический (очистка от взвешенных веществ гравитационным способом), химический (нейтрализация сточных вод), физико-химический для очистки стоков от красителей (коагуляция, электрохимический).

Не менее важна и проблема чистоты природных вод, используемых в промышленности и быту. В зависимости от объекта водоснабжения содержание возможных вредных примесей нормируется по-разному. Например, для водопроводной воды определяется рН, биохимическая потребность в кислороде (БПК), запах, содержание бактерий, ионов жесткости и других ионов (см. табл. 1 работы 5).

**Цель работы:** определение показателей качества водопроводной воды, ознакомление с соответствующими методиками.

Таблица 1

Допустимая концентрация ионов в питьевой воде ( $C_{\max}$ , мг/л)

Ион	$C_{\max}$	Ион	$C_{\max}$	Ион	$C_{\max}$
Be <sup>+2</sup>	$2 \cdot 10^{-4}$	Mo <sup>2+</sup>	0,25	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	3.5
Se <sup>+6</sup>	$1 \cdot 10^{-3}$	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	0,25	Zn <sup>2+</sup>	5.0
Pb <sup>+2</sup>	0,03	Al <sup>3+</sup>	0,5	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	45
As <sup>+3</sup> , As <sup>+5</sup>	0,05	F <sup>-</sup>	0,7÷1,5	Cl <sup>-</sup>	350
Mn <sup>+2</sup>	0,01	Cu <sup>2+</sup>	1,0	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	500

**1. Оценка водородного показателя воды с помощью иономера И-130; определение общей, временной и постоянной жесткости воды титриметрическим методом; определение класса запаха воды органолептическим методом.**

*Ход выполнения работы*

1. Ознакомьтесь с работой иономера И-130. В стакан объемом 50 мл налить до метки исследуемую холодную воду, опустить в нее электроды, дождаться установления постоянного значения рН на табло прибора.

2. Определить также рН горячей водопроводной воды (после охлаждения) и холодной воды после ее кипячения и охлаждения. Сравнить полученные результаты.

3. Определить общую жесткость водопроводной воды.

**Методика определения** основана на образовании непрочных комплексов Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> с индикатором эриохром черным фиолетово-красного цвета с последующим его вытеснением и образованием более прочных комплексов ионов жесткости с двузамещенной натриевой солью этилендиаминтетраацетата (трилоном Б).

В коническую колбу емкостью 250 мл отмерить 100 мл водопроводной воды, добавить 5 мл аммонийного буфера для создания рН = 10, 20-30 мг индикатора эриохром черного и перемешать.

Отметить цвет полученного раствора. Наполнить бюретку раствором трилона Б до нулевой метки (нижний конец бюретки должен быть заполнен раствором).

В колбу с подготовленной к анализу водой по каплям добавлять из

бюретки 0,05 н. раствор трилона Б (данный процесс называют титрованием) до изменения окраски от фиолетово-красной до голубой. Отметить по бюретке объем раствора, пошедшего на титрование. Титрование повторить 2-3 раза. Полученные данные занести в табл. 2.

Таблица 2

Титрование	Объем пробы воды $V_{\text{воды}}$ , мл	Объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование, мл	Среднее значение объема раствора трилона Б $V_{\text{ТРИЛ}}$ , мл
1	100		
2	100		
3	100		

Таблица 3

Номер опыта	Объем пробы воды, мл	Объем раствора HCl, израсходованного на титрование, мл	Среднее значение объема раствора соляной кислоты $V_{\text{к}}$ , мл
1			100
2			100
3			100

Вычислить общую жесткость по формуле:

$$J_{\text{общ}} = \frac{C_{\text{H(трилона)}} \cdot V_{\text{трилона}}}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000, \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}.$$

4. Вычислить временную жесткость по формуле:

$$J_{\text{врем}} = \frac{C_{\text{H(к)}} \cdot V_{\text{к}} \cdot 1000}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \frac{\text{мг} - \text{экв}}{\text{л}}.$$

5. Вычислить постоянную жесткость воды по формуле:

$$J_{\text{пост}} = J_{\text{общ}} - J_{\text{врем}}.$$

6. Определить класс и интенсивность запаха холодной и горячей воды органолептическим методом, сравнивая результаты наблюдений с данными табл. 4 и 5.

Таблица 4

## Определение класса запаха

Класс	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный и т.д.
Б	Болотный	Илистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Запах мокрой щепы, древесной коры
З	Землистый	Запах прелый, свежевспаханной земли, глинистый
П	Плесневелый	Затхлый запах
Р	Рыбный	Запах рыбьего жира, рыбы
С	Сероводородный	Запах тухлых яиц
Т	Травяной	Запах скошенной травы
Н	Неопределенный	Запах естественного происхождения, не подходящий под представленные определения

Таблица 5

## Определение интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Интенсивность запаха в баллах
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах замечается потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительные отзывы о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздерживаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

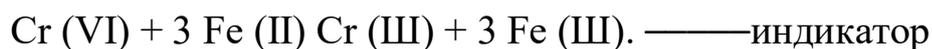
**2. Определение содержания в воде ионов металлов и неметаллов**

**Цель работы:** ознакомление с методами определения содержания примесей в воде различного происхождения. Оценка содержания ионов  $\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+6}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  в сточных водах и питьевой воде.

В ряде производств образуются сточные воды, содержащие ионы хрома (III) или хрома (VI): в гальванических цехах машиностроительных, станкостроительных, автомобильных, авиационных заводов и т.п., а также в красильных цехах текстильных предприятий и на кожевенных заводах, где проводится хромовое дубление, на химических заводах, выпускающих хромпик, хромовые квасцы и пр.

### **3. Определение хрома (III) и (VI) при совместном присутствии**

Метод пригоден при определении хрома с концентрациями его в воде более 0,5 и до 1 г/л. Метод основан на предварительном окислении в кислой среде ионов Cr (III) до Cr(VI) персульфатом аммония при нагревании с последующим количественным восстановлением всего хрома (VI) до хрома (III) титрованием раствором соли Мора в присутствии в качестве индикатора N-фенилантрапиновой кислоты:



#### ***Ход выполнения работы***

I. Определение общего содержания хрома. В коническую колбу помещают 5 – 50 мл анализируемой воды (в зависимости от содержания в ней хрома), пробу разбавляют дистиллированной водой до 300 мл, прибавляют 15 мл серной кислоты, 3 мл азотной кислоты, 0,2 мл раствора нитрата серебра, вносят 0,5 г персульфата аммония, нагревают смесь до кипения и кипятят 10 мин.

Весь трехвалентный хром, находящийся в анализируемой воде, переходит в шестивалентный, и раствор принимает желтую окраску. Раствор охлаждают до комнатной температуры, приливают к нему 10 капель N-фенилантрапиновой кислоты и титруют раствором соли железа (II) до перехода окраски индикатора.

Содержание хрома (X) в мг/л вычисляют по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 1,73 \cdot 1000}{V},$$

где а – объем 0,1 н. раствора соли железа (II), израсходованного на титрование, мл;

V – объем анализируемой сточной воды, мл;

1,73 – число мг хрома, эквивалентное 1 мл 0,1 н. раствора соли железа (II).

#### 4. *Определение содержания $Cr^{+6}$*

Определение проводят так же, как и определение общего содержания, но без предварительного окисления хрома персульфатом аммония.

По разности между результатами обоих определений вычисляют содержание трехвалентного хрома в исследуемой сточной воде.

#### 5. *Определение общего содержания железа в воде*

Общее содержание железа определяют фотометрическим методом, основанным на образовании в слабощелочной среде окрашенных в желтый цвет комплексных соединений  $Fe(II)$  и  $Fe(III)$  с сульфосалицилатом натрия.

В колбу вместительностью 50 мл вносят 20 мл анализируемой воды, 10 мл насыщенного раствора сульфосалицилата натрия и 10 мл разбавленного (~10%-го) раствора аммиака. После тщательного перемешивания смеси измеряют ее оптическую плотность с помощью фотоэлектроколориметра ФЭК-56 в кювете с толщиной слоя 50 мм при  $\lambda = 420-430$  нм. Содержание железа находят по калибровочному графику (рис.1), для построения которого используют стандартный раствор железоаммонийных квасцов  $NH_4Fe(SO_4)_2$ , подкисленный серной кислотой.

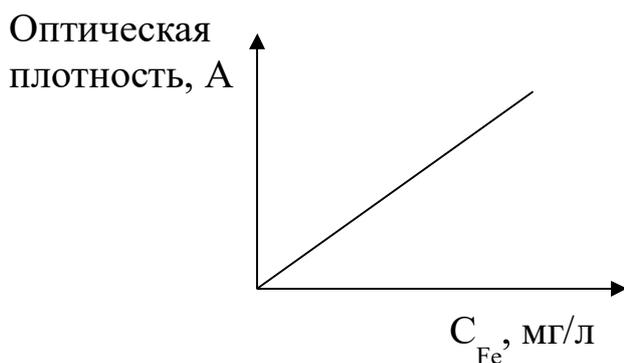


Рис.1. Калибровочный график

#### 6. *Определение содержания $SO_4^{2-}$*

В чистую пробирку берут 2 мл анализируемой воды, прибавляют 8 мл дистиллированной воды, 2 капли  $HCl$  (1:1), перемешивают и после этого вносят 10 капель 10% раствора хлористого бария. Снова перемешивают и сравнивают осадок со шкалой, которую готовят следующим образом. Берут три чистые пробирки, в первую приливают 1 мл эталонного раство-

ра с содержанием  $\text{SO}_4^{2-}$  1 мг/мл ( $\text{K}_2\text{SO}_4$  – 1,814 г/л), в другую 5 мл этого раствора и в третью – 10 мл, во все пробирки вносят по 2 капли  $\text{HCl}$  (1:1), перемешивают и приливают по 10 капель 10% раствора хлорида бария, снова перемешивают.

### **7. Количественное определение $\text{SO}_4^{2-}$ весовым методом**

В химический стакан отбирают 5-50 мл анализируемой воды, подкисляют ее  $\text{HCl}$  по метиловому красному до явно кислой реакции и нагревают до кипения.

При нагревании подкисленного раствора может выпадать небольшой хлопьевидный осадок коллоидов, который отфильтровывают через фильтр «синяя лента», промывают горячей дистиллированной водой, подкисленной  $\text{HCl}$ . Затем приступают к осаждению сульфат-ионов.

Для этого в горячий раствор прибавляют 3-5 капель 1% раствора пикриновой кислоты, после чего при постоянном помешивании приливают 5-10 мл нагретого до кипения 10% раствора хлористого бария. Кипятят раствор 3-5 мин, закрывают стеклом и оставляют стоять на горячей бане 30-60 минут. Пробуют полноту осаждения и отфильтровывают осадок через беззольный фильтр «синяя лента», предварительно промытый 2-3 раза кипящей дистиллированной водой.

Промывают осадок холодной дистиллированной водой, подкисленной соляной кислотой, подсушивают и прокаливают. Вычисляют процентное содержание сульфат-ионов в вытяжке по формуле:

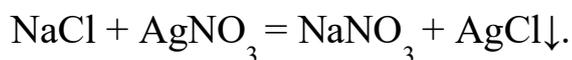
$$\% \text{SO}_4^{2-} = 0,411 a,$$

где  $a$  – вес прокаленного осадка, г;

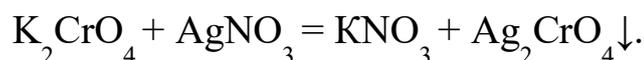
0,411 – коэффициент пересчета веса  $\text{BaSO}_4$  на  $\text{SO}_4^{2-}$  – ион.

### **8. Определение содержания хлорид-ионов в воде**

Определение содержания хлоридов проводят аргентометрическим методом. К 25 мл воды прибавляют 1 мл 10%-го раствора хромата калия и титруют 0,02 н. раствором  $\text{AgNO}_3$  до появления оранжево-красной окраски. Реакция идет по уравнению:



Когда весь хлор связывается серебром, последнее вступает в реакцию с  $K_2CrO_4$ :



Конец титрования определяют по образованию красноватого осадка  $Ag_2CrO_4$ .

Содержание хлора, мг/л, определяют по формуле:

$$C_{Cl^-} = \frac{V_1 \cdot C_H \cdot 35,5 \cdot 1000}{V_2},$$

где  $V_1$  – объем раствора  $AgNO_3$ , затраченного на титрование;

$C_H$  – нормальная концентрация раствора  $AgNO_3$ ;

$V_2$  – объем воды, взятой для анализа.

## **Работа 6. Анализ промышленных сточных вод (Контрольная работа)**

**Цель работы:** провести анализ сточных вод отделочных предприятий текстильной промышленности по следующим показателям:

- цвет (спектрофотометрическим методом);
- запах и степень разбавления (органолептическим исследованием);
- рН (на иономере И-130);
- концентрация взвешенных веществ (гравитационным методом).

### **Ход выполнения работы**

Отфильтровать исследуемую сточную воду.

#### **1. Определение цвета сточной воды**

Описание фотоэлектроколориметра (рис.2) приведено в конце работы.

Цвет сточной воды определяется измерением ее оптической плотности на фотоколориметре при различных длинах волн проходящего света (различных светофильтрах). Измерения оптической плотности проводят для каждого из девяти светофильтров. Полученные данные записывают в табл. 1 к работе 6, в соответствии с которой строят спектральную кривую в координатах  $A - \lambda$ .

Таблица 1

Номер светофильтра	Длина волны ,нм, соответствующая максимуму поглощения	Оптическая плотность А (указать толщину кюветы)	Визуальная оценка цвета
1	315		
2	364		
3	400		
4	434		
5	490		
6	540		
7	582		
8	597		
9	630		

Длина волны света, максимально поглощенного исследуемой водой, является характеристикой ее цвета. Величина оптической плотности при этой длине волны является мерой интенсивности ее окраски.

Вместе со спектрофотометрическим определением дается визуальная характеристика цвета (например, светло-зеленый, темно-синий и т. д.).

### ***2. Определение степени разбавления воды***

По правилам сброса сточных вод в водоемы необходимо, чтобы вода после сброса не имела видимой окраски при толщине слоя 10 см. Поэтому определяют степень разбавления сточной воды, при которой цвет ее при указанной толщине слоя перестает различаться.

Определение степени разбавления проводят следующим образом. На лист белой бумаги помещают три цилиндра. В первый наливают исследуемую сточную воду (высота слоя 10 см), в третий - такое же количество дистиллированной воды, во второй - разбавленную сточную воду. Разбавление проводят до тех пор (1:1, 1:2, 1:3 и т.д.), пока при просмотре сверху через воду во втором и третьем цилиндрах бумага не будет выглядеть одинаково белой.

### ***3. Определение запаха воды***

Запах определяют органолептическим методом. При этом указывают две его характеристики: класс и интенсивность, пользуясь табл. 4 и 5, приведенными в работе 5.

#### 4. Определение содержания взвешенных веществ

Промышленные сточные воды, как правило, содержат значительное количество малорастворимых и нерастворимых примесей (взвешенных веществ). Их содержание определяют методом фильтрования, например, через беззольные бумажные фильтры.

Для этого фильтр средней плотности (белая лента) помещают предварительно в бюкс и высушивают с открытой крышкой в сушильном шкафу в течение 2 часов при температуре 105°C. Затем охлаждают в эксикаторе 0,5 часа и, закрыв крышкой, взвешивают на аналитических весах. Через подготовленный фильтр пропускают 100 мл анализируемой сточной воды. Фильтр снова помещают в бюкс и высушивают 2 часа при 105°C, охлаждают в эксикаторе 0,5 часа и, закрыв бюкс крышкой, снова взвешивают. Содержание взвешенных веществ вычисляют по формуле:

$$C = (a - b) / V,$$

где С- концентрация взвешенных веществ, мг/л;

а- масса бюкса с фильтром и осадком, мг;

б- масса бюкса с фильтром без осадка, мг;

V- объем отфильтрованной анализируемой сточной воды, л.

5. Определить рН на иономере И-130.

6. Результаты анализа сточной воды сводят в таблицу.

Показатели	Значение
Цвет: длина волны, нм оптическая плотность визуальная характеристика	
Прозрачность, степень разбавления	
Запах: с указанием класса и интенсивности	
рН	
Взвешенные вещества, мг/л	

**Примечание к работе 7.** Методика определения оптической плотности на фотоэлектроколориметре ФЭК - 56 М (см. рисунок)

1. Включить прибор и блок питания.

2. Установить "Электрический нуль" прибора при закрытой шторке ручкой "нуль" (на левой стороне прибора).

3. Установить нужный светофильтр (ручка 9). При смене светофильтра работу можно начинать не раньше, чем через одну минуту.
4. В правую часть поместить кювету с рабочим раствором и кювету с контрольным раствором. В левую часть на все время измерения поместить кювету с контрольным раствором.
5. Поместить кювету с рабочим раствором с помощью рукоятки 6 на правой стороне прибора в правый световой пучок.
6. Установить начало отсчета по шкале. Для этого установить показания барабанов отсчетной диафрагмы (рукоятки 2 и 10) на отметку "0" (красная идентификация шкалы).
7. Открыть шторку (рукояткой 5 переместить её в положение "ОТКРЫТО"), при этом стрелка микроамперметра будет отклоняться от нулевого положения. Вращая барабан левой раздвижной диафрагмы, установить стрелку микроамперметра на "0".
8. \* Контрольный раствор содержит те же компоненты, что и рабочий, за исключением определяемого вещества.
9. Кювету с рабочим раствором в правом плече заменить такой же кюветой, но с контрольным раствором, при этом происходит смещение стрелки микроамперметра, установленной на "0". Вращением правого измерительного барабана добиться первоначального нулевого положения стрелки.

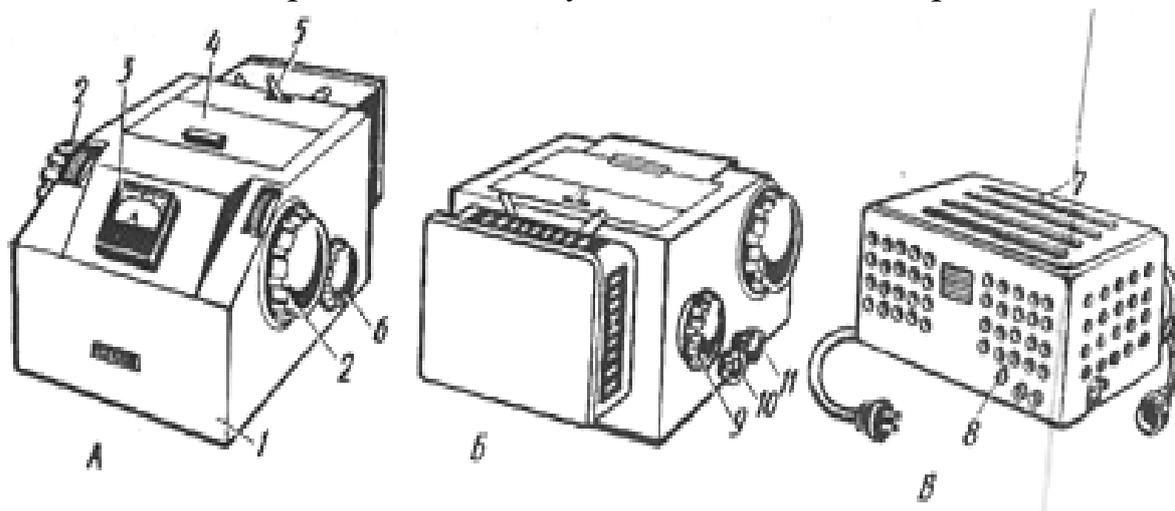


Рис. Фотоэлектроколориметр ФЭК-56М:

А – вид спереди; Б - вид сзади; В – стабилизатор: 1 – основной прибор; 2 – отсчетный барабан диафрагмы; 3 – микроамперметр; 4 – крышка кюветной камеры; 5 – рукоятка переключения шторки; 6 – рукоятка перемещения кювет; 7 – блок питания; 8 – тумблер включения блока питания; 9 – ручка включения светофильтров; 10 – рукоятка переключения темного тока; 11 – рукоятка регулирования чувствительности прибора

10. Отсчитать по шкале правого барабана величину оптической плотности раствора (красная идентификация шкалы). Для исключения случайных ошибок, иногда возникающих в процессе измерения, рекомендуется не ограничиваться одним измерением.

### **Работа 7. Очистка сточных вод от взвешенных веществ гравитационным методом**

#### ***Цель работы:***

- определение концентрации взвешенных веществ в сточной воде;
- определение эффективности гравитационного метода очистки сточных вод;
- определение параметров работы отстойника.

#### ***Ход выполнения работы***

1. Полученный образец сточной воды тщательно перемешать и определить в нем концентрацию взвешенных веществ. Для этого 100 мл воды отфильтровать через специально подготовленный (высушенный и взвешенный) фильтр "белая лента". Затем фильтр поместить в бюкс, высушить при температуре 105°C в сушильном шкафу в течение 1 часа, охладить в течение 0,5 часа в эксикаторе и взвесить на аналитических весах.

Концентрацию взвешенных веществ определить по формуле:

$$C = (a - b) / V,$$

где C - концентрация взвешенных веществ, мг/л;

a - масса бюкса с фильтром и осадком, мг;

b - масса бюкса с фильтром без осадка, мг;

V - объем отфильтрованной анализируемой сточной воды, л.

2. Определить параметры процесса очистки воды от взвешенных веществ гравитационным методом.

Для этого образец сточной воды перемешать, разлить по цилиндрам (6 шт.) и отметить время начала опыта по секундомеру. Через 10 мин из первого цилиндра осторожно (не перемешивая) отлить 60 мл в мерный стакан и определить в нем концентрацию взвешенных веществ по п.1.

Опыт повторить с оставшимися цилиндрами, отбирая пробы через каждые 10 мин.

3. По результатам опытов определить следующие параметры процесса:

3.1. Скорость оседания взвешенных веществ ( $V_n$ ), мм/с:

$$V_n = h/t_n,$$

где  $h$  – высота слоя воды в цилиндре, отобранной для пробы, мм;

$t_n$  – время оседания взвешенных частиц, мин.

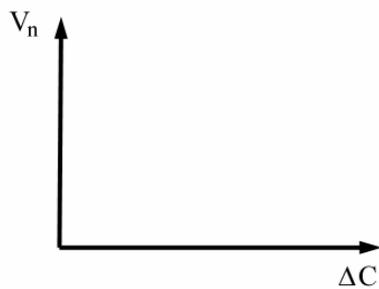
3.2. Уменьшение концентрации взвешенных частиц, %:

$$\Delta C = (C_0 - C_n) / C_0 \cdot 100.$$

Полученные данные занести в таблицу

Номер пробы	$t_n$ , мин	$C_n$ , мг/л	$\Delta C$ , %	$V_n$ , мм/с
1				
2				
3				
4				
5				

Построить график зависимости  $\Delta C$  от  $V_n$ .



4. Используя полученные данные, определить параметры отстойника: высоту и время отстаивания.

### Раздел 3. Контрольные задачи по теме «Анализ воды» и примеры решения

#### Жесткость воды

Жесткость воды отражает содержание в ней ионов кальция и магния.

Жесткость, обусловленная наличием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, называется *временной, или карбонатной* ( $J_{ep}$ ). Жесткость, обусловленная хлоридами и сульфатами этих металлов, называется *постоянной* ( $J_n$ ). Суммарная жесткость воды носит название *общей жесткости*. Жесткость воды (степень жесткости принято выражать в миллимолях ионов  $Ca^{2+}$  или  $Mg^{2+}$  (или обоих ионов) в 1 дм<sup>3</sup> или 1 кг воды – ммоль/дм<sup>3</sup> или ммоль/кг. В технической литературе встречается единица измерения степени жесткости воды – мг экв/дм<sup>3</sup> или мг-экв/кг. Зная, что молярные массы эквивалентов ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  соответственно равны 20,04 и 12,16 мг/дм<sup>3</sup>, можно рассчитать общую жесткость воды (в ммоль/дм<sup>3</sup>):

$$J_{общ} = \frac{[Ca^{2+}]}{20,04} + \frac{[Mg^{2+}]}{12,16} .$$

Часто в расчетах жесткости используют формулу:

$$J = \frac{m_{соли}}{M(1/z, соли) \cdot V_{H_2O}} \cdot 1000$$

**Пример 1.** Вычислите временную жесткость воды, зная, что в 500 л ее содержится 202,5 г  $Ca(HCO_3)_2$ .

Решение

Временная жесткость воды обусловлена наличием соли гидрокарбоната кальция и вычисляется:

$$J_{ep} = \frac{m(Ca(HCO_3)_2)}{M(1/2, Ca(HCO_3)_2) \cdot V_{H_2O}} \cdot 1000$$

Молярная масса эквивалента  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  равна:

$$M(1/2, \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = \frac{M(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)}{2} = \frac{162}{2} = 81 \text{ г/моль},$$

следовательно, жесткость воды:

$$J_{\text{вр}} = \frac{202,5}{81 \cdot 500} \cdot 1000 = 5 \text{ ммоль/дм}^3.$$

**Пример 2.** Сколько граммов  $\text{CaSO}_4$  содержится в  $1 \text{ м}^3$  воды, если жесткость, обусловленная присутствием этой соли, равна  $4 \text{ ммоль/дм}^3$ ?

**Решение**

Молярная масса  $\text{CaSO}_4$  равна  $136 \text{ г/моль}$ ; молярная масса эквивалента равна:

$$M(1/2, \text{CaSO}_4) = \frac{M(\text{CaSO}_4)}{2} = \frac{136}{2} = 68 \text{ г/моль}.$$

Из формулы (19) находим, сколько граммов сульфата кальция содержится в  $1 \text{ м}^3$  ( $1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ дм}^3$ ) воды:

$$m(\text{CaSO}_4) = \frac{J \cdot M(1/2, \text{CaSO}_4) \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}}{1000} = \frac{4 \cdot 68 \cdot 1000}{1000} = 272 \text{ г}.$$

**Пример 3.** Какую массу соды надо добавить к  $500 \text{ л}$  воды, чтобы устранить ее жесткость, равную  $5 \text{ ммоль/дм}^3$ ?

**Решение**

Находим количество моль эквивалентов солей, обуславливающих жесткость воды из формулы (1):

$$\nu(1/z, \text{солей}) = \frac{J \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}}{1000} = \frac{5 \cdot 500}{1000} = 2,5 \text{ моль}.$$

Один из методов устранения жесткости воды – введение соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Согласно закону эквивалентов

$$\nu(1/z, \text{соли}) = \nu(1/2, \text{Na}_2\text{CO}_3),$$

отсюда находим массу соды для устранения жесткости воды:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu(1/z, \text{солей}) \cdot M(1/2, \text{Na}_2\text{CO}_3) = 2,5 \cdot 53 = 132,5 \text{ г},$$

$$(M(1/2, \text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{2} = \frac{106}{2} = 53 \text{ г/моль})$$

**Пример 4.** Вычислите карбонатную жесткость воды, зная, что на титрование  $100 \text{ см}^3$  этой воды, содержащей гидрокарбонат кальция, потребовалось  $6,25 \text{ см}^3 0,08 \text{ н. раствора HCl}$ .

#### Решение

Карбонатную (временную) жесткость рассчитывают умножением объема кислоты ( $V$ , мл), пошедшего на титрование, на концентрацию кислоты:

$$J_{\text{вр}} = \frac{V_{\text{HCl}} \cdot C(\text{HCl})}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 1000 = \frac{6,25 \cdot 0,08}{100} \cdot 1000 = 5 \text{ ммоль/дм}^3.$$

#### Контрольные задания

1. Какую массу  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  надо прибавить к 500 л воды, чтобы устранить ее карбонатную жесткость, равную  $5 \text{ ммоль/дм}^3$ ?

Ответ: 136,6 г.

2. Какие соли обуславливают жесткость природной воды? Какую жесткость называют карбонатной, некарбонатной? Как можно устранить карбонатную, некарбонатную жесткость? Напишите уравнения соответствующих реакций. Чему равна жесткость воды, в 100 л которой содержится 14,632 г гидрокарбоната магния?

Ответ:  $2 \text{ ммоль/дм}^3$ .

3. Вычислите карбонатную жесткость воды, зная, что для реакции с гидрокарбонатом кальция, содержащимся в  $200 \text{ см}^3$  воды, требуется  $15 \text{ см}^3 0,08 \text{ н. раствора HCl}$ .

Ответ:  $6 \text{ ммоль/дм}^3$ .

4. В 1 л воды содержится ионов магния 36,47 мг и ионов кальция 50,1 мг. Чему равна жесткость этой воды?

Ответ:  $5,5 \text{ ммоль/дм}^3$ .

5. Какую массу карбоната натрия надо прибавить к 400 л воды, чтобы устранить жесткость, равную  $3 \text{ ммоль/дм}^3$ ?

Ответ: 63,6 г.

6. Вода, содержащая только сульфат магния, имеет жесткость 7 ммоль/дм<sup>3</sup>. Какая масса сульфата магния содержится в 300 л этой воды?  
Ответ: 126,3 г.
7. Вычислите жесткость воды, зная, что в 600 л ее содержится 65,7 г гидрокарбоната магния и 61,2 г сульфата кальция.  
Ответ: 3,2 ммоль/дм<sup>3</sup>.
8. В 220 л воды содержится 11 г сульфата магния. Чему равна жесткость этой воды?  
Ответ: 0,83 ммоль/дм<sup>3</sup>.
9. Жесткость воды, в которой растворен только гидрокарбонат кальция, равна 4 ммоль/дм<sup>3</sup>. Какой объем 0,1 н. раствора HCl потребуется для реакции с гидрокарбонатом кальция, содержащимся в 75 см<sup>3</sup> этой воды?  
Ответ: 3 см<sup>3</sup>.
10. В 1м<sup>3</sup> воды содержится 140 г сульфата магния. Вычислите жесткость этой воды.  
Ответ: 2,33 ммоль/дм<sup>3</sup>.
11. Вода, содержащая только гидрокарбонат магния, имеет жесткость 3,5 ммоль/дм<sup>3</sup>. Какая масса гидрокарбоната магния содержится в 200 дм<sup>3</sup> этой воды?  
Ответ: 51,1 г.
12. К 1м<sup>3</sup> жесткой воды прибавили 132,5 г карбоната натрия. Насколько понизилась жесткость?  
Ответ: на 2 ммоль/дм<sup>3</sup>.
13. Чему равна жесткость воды, если для ее устранения к 50 л воды потребовалось прибавить 21,2 г карбоната натрия?  
Ответ: 8 ммоль/дм<sup>3</sup>.
14. Какая масса CaSO<sub>4</sub> содержится в 200 л воды, если жесткость, обуславливаемая этой солью, равна 8 ммоль/дм<sup>3</sup>?  
Ответ: 108,9 г.
15. Вода, содержащая только гидрокарбонат кальция, имеет жесткость 9 ммоль/дм<sup>3</sup>. Какая масса гидрокарбоната кальция содержится в 500 л воды?  
Ответ: 364,5 г.

16. Какие ионы надо удалить из природной воды, чтобы сделать ее мягкой? Введением каких ионов можно умягчить воду? Составьте уравнения соответствующих реакций. Какую массу  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  надо прибавить к 2,5 л воды, чтобы устранить ее жесткость, равную 4,43 ммоль/дм<sup>3</sup>?  
Ответ: 0,406 г.
17. Какую массу карбоната натрия надо прибавить к 0,1 м<sup>3</sup> воды, чтобы устранить жесткость, равную 4 ммоль/дм<sup>3</sup>?  
Ответ: 21,2 г.
18. К 100 л жесткой воды прибавили 12,95 г гидроксида кальция. На сколько понизилась карбонатная жесткость?  
Ответ: на 3,5 ммоль/дм<sup>3</sup>.
19. Чему равна карбонатная жесткость воды, если в 1 л ее содержится 0,292 г гидрокарбоната магния и 0,2025 г гидрокарбоната кальция?  
Ответ: 6,5 ммоль/дм<sup>3</sup>.
20. Какую массу гидроксида кальция надо прибавить к 275 л воды, чтобы устранить ее карбонатную жесткость, равную 5,5 ммоль/дм<sup>3</sup>?  
Ответ: 56,06 г.
21. Сколько граммов  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  необходимо прибавить к 1000 л воды, чтобы удалить временную жесткость, равную 2,86 ммоль/дм<sup>3</sup>?  
Ответ: 106 г.
22. Чему равна временная жесткость воды, в 1 л которой содержится 0,146 г гидрокарбоната магния?  
Ответ: 2 ммоль/дм<sup>3</sup>.
23. Жесткость воды, содержащей только гидрокарбонат кальция, равна 1,785 ммоль/дм<sup>3</sup>. Определить массу гидрокарбоната в 1 л воды.  
Ответ: 144,7 мг.
24. Сколько карбоната натрия надо добавить к 5 л воды, чтобы устранить общую жесткость, равную 4,60 ммоль/дм<sup>3</sup>?  
Ответ: 1,22 г.
25. При кипячении 250 мл воды, содержащей гидрокарбонат кальция, выпал осадок массой 3,5 мг. Чему равна жесткость воды?  
Ответ: 0,28 ммоль/дм<sup>3</sup>.
26. В 100 л воды содержится 8,5 г хлорида кальция. Вычислите жесткость воды.  
Ответ: 1,53 ммоль/дм<sup>3</sup>.

27. Некарбонатная жесткость воды равна  $5,3 \text{ ммоль/дм}^3$ . Рассчитайте, сколько  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  следует взять, чтобы умягчить 100 л такой воды.  
Ответ: 29 г.
28. Вычислите карбонатную жесткость воды, если в 5 л ее содержится 2,5 г гидрокарбоната магния и 1,3 г гидрокарбоната кальция.  
Ответ:  $10,1 \text{ ммоль/дм}^3$ .
29. При обработке 0,5 л образца воды карбонатом натрия в осадок выпало 70 мг  $\text{CaCO}_3$ . Чему равна жесткость воды, если она обусловлена только сульфатом кальция?  
Ответ:  $2,8 \text{ ммоль/дм}^3$ .
30. Рассчитайте жесткость воды, если известно, что для ее устранения к 50 л воды добавили 18 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .  
Ответ:  $6,8 \text{ ммоль/дм}^3$ .

**Национальный стандарт Российской Федерации. Материалы текстильные. Метод определения токсичности**

Дата введения - 2011-01-01

**1. Область применения**

Настоящий стандарт распространяется на текстильные материалы и одежду.

Настоящий стандарт устанавливает метод исследования текстильного материала и одежды по показателю токсичности, основанный на результатах оценки токсического действия на суспензионную кратковременную культуру клеток млекопитающих.

**2. Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

ГОСТ Р 53228-2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания.

ГОСТ 1770-74 (ИСО 1042-83, ИСО 4788-80) Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия.

ГОСТ 6038-79 Реактивы. D-глюкоза. Технические условия.

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия.

ГОСТ 8845-87 Полотна и изделия трикотажные. Методы определения влажности, массы и поверхностной плотности.

ГОСТ 9173-86 Изделия трикотажные. Правила приемки.

ГОСТ 10681-75 Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения.

ГОСТ 16218.0-93 Изделия текстильно-галантерейные. Правила приемки и метод отбора проб.

ГОСТ 20566-75 Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.

ГОСТ 21241-89 Пинцеты медицинские. Общие технические требования и методы испытаний.

ГОСТ 22280-76 Реактивы. Натрий лимоннокислый 5,5-водный. Технические условия.

ГОСТ 23932-90 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Общие технические условия.

ГОСТ 23948-80 Изделия швейные Правила приемки.

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры.

ГОСТ 26030-83 Сперма быков замороженная. Технические условия.

ГОСТ 29227-91 (ИСО 835-1-81) Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1. Общие требования.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины с соответствующими определениями:

**токсичность текстильного материала, одежды:** свойство материалов полотна, одежды оказывать потенциально опасное (вредное) действие на организм пользователя;

**индекс токсичности:** величина, характеризующая степень цитотоксического действия;

**контрольный раствор:** раствор глюкозы и цитрата натрия в дистиллированной воде;

**опытный раствор:** водный экстракт из исследуемого текстильного материала полотна с добавлением глюкозы и цитрата натрия;

**цитотоксичность:** токсическое действие на клетки млекопитающего (на суспензионную кратковременную культуру клеток млекопитающих - сперму быка).

### 4. Оборудование и вспомогательные средства

4.1 Для проведения исследований применяют средства измерений и испытательное оборудование в соответствии с пунктами 4.1.1 - 4.1.3.

4.1.1. Анализатор изображений АТ-05 в комплекте с блоком пробоподготовки и капиллярами [1].

4.1.2 Оборудование и реактивы:

- пробирки с притертыми пробками объемом 3-5 см<sup>3</sup> - по ГОСТ 1770;
- дозаторы пипеточные на объемы 0,2 и 0,1 см<sup>3</sup> - по ГОСТ 25336;
- бюксы объемом 20-50 см<sup>3</sup> - по ГОСТ 29227;
- пинцет анатомический длиной 250 мм - по ГОСТ 21241;
- весы аналитические с погрешностью взвешивания не более ±1 мг - по ГОСТ Р 53228;

- сосуд Дьюара [2] типа СДС, объемом не менее 25 дм<sup>3</sup> и диаметром горла не менее 50 мм;
- термостат суховоздушный [3];
- колбы конические с притертыми пробками вместимостью 250 см<sup>3</sup> - по ГОСТ 25336;
- пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup> - по ГОСТ 29227;
- цитрат натрия трехзамещенный, ч.д.а. - по ГОСТ 22280;
- глюкоза, ч.д.а - по ГОСТ 6038;
- вода дистиллированная - по ГОСТ 6709.

4.1.3. Сперма крупного рогатого скота (быка) - по ГОСТ 26030, замороженная в жидком азоте.

## **5. Подготовка к проведению испытаний**

### **5.1. Подготовка проб текстильных материалов для испытаний**

Отбор текстильных материалов или одежды осуществляют в соответствии с нормативной документацией на вид текстильного полотна, изделия - ГОСТ 8845, ГОСТ 9173, ГОСТ 16218.0, ГОСТ 20566, ГОСТ 23948 со следующим дополнением: точечной пробой служат полоски текстильного материала длиной 10 см во всю ширину материала или вырезанные из одежды рабочие пробы размерами 10×10 см. Если конструкция изделия не позволяет вырезать рабочую пробу размерами 10×10 см, готовят элементарные пробы массой (1,0 ±0,01) г.

5.2. Из каждой точечной пробы готовят не менее трех рабочих проб, равномерно расположенных по ширине точечной. Рабочие пробы вырезают на расстоянии не менее 5 см от кромки текстильного материала или не менее 2 см от шва изделия.

Элементарные пробы, каждая массой (1,0 ±0,01) г, готовят из рабочих проб.

5.3. Элементарные пробы должны быть выдержаны в климатических условиях по ГОСТ 10681 не менее 24 ч.

## **6. Проведение испытаний**

Для проведения испытаний используют водные экстракты текстильных материалов, контрольные растворы, а также размороженную суспензионную кратковременную культуру клеток млекопитающих - сперму быков по ГОСТ 26030.

Порядок приготовления перечисленных растворов приведен в 6.1 - 6.3.

## **6.1. Приготовление опытного раствора**

Исследованию подвергают водные экстракты элементарных проб текстильного материала или образцов одежды.

6.1.1. В качестве экстрагента используют дистиллированную воду по ГОСТ 6709.

6.1.2. Для приготовления экстракта используют одну из отобранных по 5.1 элементарных проб массой  $(1,0 \pm 0,01)$  г.

6.1.3. Элементарную пробу помещают в колбу с притертой пробкой, заливают дистиллированной водой, тщательно перемешивают, добиваясь полного смачивания текстильного материала водой. При плохом смачивании частей элементарной пробы материала водой допускается применение утяжелителей нейтрального состава (например, пластиковые или стеклянные шарики).

Опытным раствором является экстракт с добавлением сухих реактивов глюкозы и цитрата натрия (в пропорции: на 10 мл испытуемого раствора - глюкозы - 0,4 г, цитрата натрия - 0,1 г).

6.1.4. Экстракцию проводят в суховоздушном термостате [3] при температуре  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 24 ч.

## **6.2. Приготовление контрольного раствора**

В качестве контрольного раствора используют глюкозо-цитратный раствор: из расчета на 10 мл дистиллированной воды - глюкоза - 0,4 г, цитрат натрия - 0,1 г.

Контрольный раствор одновременно является разбавителем для оттаивания замороженной спермы.

## **6.3. Оттаивание замороженной спермы**

6.3.1. Для оттаивания замороженной спермы в пробирку отбирают разбавитель в объеме, указанном в паспорте на сперму быка, и ставят ее в термостат анализатора изображения АТ-05 [1] с температурой  $(40 \pm 1,5)^\circ\text{C}$ .

6.3.2. Анатомическим пинцетом извлекают из сосуда Дьюара гранулу спермы и опускают ее в пробирку с нагретым до  $(40 \pm 1,5)^\circ\text{C}$  раствором, приготовленным по 6.3.1. Сразу после размораживания содержимое пробирки тщательно перемешивают, встряхивая пробирку, и ставят обратно в термостат на 5 - 6 минут.

## **6.4. Проведение испытаний**

Индекс токсичности определяют при сравнении экспериментальных данных опытного раствора с контрольным.

6.4.1. Температура проведения испытаний -  $(40 \pm 1,5)$  °С. Испытуемые растворы (контрольный и опытный) в течение эксперимента должны постоянно находиться при указанной температуре.

Контрольный и опытный растворы (в количестве по 0,4 мл каждого) отбирают в пробирки с притертыми пробками и ставят в блок термостата анализатора изображения АТ-05 при температуре  $(40 \pm 1,5)$ °С.

6.4.2. В пробирки с контрольным и опытным растворами помещают по 0,1 мл полученной по 6.3 суспензии сперматозоидов.

6.4.3. Заполняют по 5 капилляров анализатора изображения АТ-05 контрольным и опытным растворами.

6.4.4. Капилляры устанавливают в каретку и помещают ее в анализатор изображения АТ-05 [1].

6.4.5. Нажатием кнопки «СТАРТ» анализатора изображения АТ-05 начинают процесс испытаний (накопление экспериментальных данных).

Процесс испытаний, обработка результатов эксперимента, вычисление индекса токсичности, коэффициента вариации и всех характеристик эксперимента выполняются автоматически анализатором изображения типа АТ-05.

6.4.6. При подвижности сперматозоидов порядка 10 % от первоначальной активности в опытных капиллярах останавливают процесс накопления экспериментальных данных нажатием кнопки «СТОП».

6.4.7. При получении значения коэффициента вариации величины интенсивности движений сперматозоидов более 15 % эксперимент повторяют, начиная с 6.3.

Если значение коэффициента вариации меньше или равно 15 %, то результаты испытаний считают статистически значимыми. Результаты испытаний оформляют протоколом.

Протокол испытаний должен содержать значение индекса токсичности с точностью до 0,1 и отвечать требованиям ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025

## **7. Оценка результатов испытаний токсичности**

7.1. Текстильный материал считают нетоксичным, если значение индекса токсичности находится в пределах от 70 до 120 %.

7.2. При получении значений индекса токсичности, не соответствующего интервалу по 7.1, проводят повторную серию испытаний. Для испытаний используют единую навеску массой  $(1,0 \pm 0,01)$  г от двух оставшихся элементарных проб, подготовленных по 5.1.

Повторную серию испытаний проводят начиная с п. 6. Результат повторной серии испытаний является окончательным.

Если при проведении повторной серии экспериментов индекс токсичности не соответствует указанному интервалу, текстильный материал считают токсичным.

### **Библиография**

1 ТУ 1525-001-2913668-03 Анализатор изображений АТ-05.

2 ТУ 304-14-97 Сосуды Дьюара.

3 ТУ 64-11382-83 Термостат суховоздушный.

4 СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03 Гигиена детей и подростков. Гигиена. Токсикология. Санитария. Гигиенические требования к одежде для детей, подростков и взрослых. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

**Ключевые слова:** материалы текстильные, одежда, свойства, оценка, метод, токсичность, индекс, величина, степень, действие, вода дистиллированная, глюкоза, цитрат натрия, культура клеток, суспензия сперматозоидов, экстракт, раствор, контрольный, опытный, эксперимент, анализатор изображений.

## Приложение 2

### Требования безопасности одежды, изделий из текстильных материалов, кожи, меха, трикотажных изделий и готовых штучных текстильных изделий

Приложение  
к ТР ТС «О безопасности продукции,  
предназначенной для детей и подростков»

Перечень продукции, предназначенной для детей и подростков, в отношении которой устанавливаются требования технического регламента о безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков

Одежда и изделия из текстильных материалов и кожи	Пальто, полупальто, плащи, костюмы, конверты для новорожденных, полукомбинезоны, куртки, комбинезоны, пиджаки, жакеты, фартуки, брюки, жилеты, платья, сарафаны, сорочки верхние, блузки, юбки, шорты, купальные изделия, изделия бельевые (белье нательное, пижамы, белье постельное и корсетные изделия), ползунки, пеленки, распашонки, кофточки, чепчики, головные уборы, одеяла, подушки, постельные принадлежности и аналогичные изделия, заявленные изготовителем как предназначенные для детей и подростков
---	---

1. В соответствии с функциональным назначением одежда и изделия подразделяются на одежду и изделия 1-го, 2-го и 3-го слоев.

К одежде и изделиям 1-го слоя относятся изделия, имеющие непосредственный контакт с кожей пользователя, такие, как нательное и постельное белье, корсетные и купальные изделия, головные уборы (летние), чулочно-носочные изделия, платки носовые и головные и другие аналогичные изделия.

К одежде и изделиям 2-го слоя относятся изделия, имеющие ограниченный контакт с кожей пользователя, в частности, платья, блузки, верхние сорочки, брюки, юбки, костюмы без подкладки, свитеры, джемперы, головные уборы (кроме летних), рукавицы, перчатки, чулочно-носочные изделия осенне-зимнего ассортимента (носки, полчулки) и другие аналогичные изделия.

К одежде 3-го слоя относятся: пальто, полупальто, куртки, плащи,

костюмы на подкладке, конверты для новорожденных и другие аналогичные изделия.

2. Для детей до одного года (диапазон размеров - рост до 74 см, обхват груди до 48 см) одежда из текстильных материалов, трикотажные изделия и готовые текстильные изделия должны отвечать требованиям биологической и химической безопасности.

Одежда и изделия 1-го слоя - постельное белье, трикотажные и швейные изделия из текстильных материалов должны соответствовать следующим нормам:

гигроскопичность - не менее 14 процентов;

воздухопроницаемость - не менее  $150 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ с}$ , для изделий из фланели, бумазеи и футерованных (ворсованных) трикотажных полотен допускается не менее  $70 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ с}$ ;

содержание свободного формальдегида – не более 20 мкг/г;

устойчивость окраски к стирке, поту и трению сухому - не менее 4 баллов.

Одежда и изделия 2-го слоя - трикотажные и швейные изделия из текстильных материалов должны соответствовать следующим нормам:

гигроскопичность - не менее 10 процентов;

воздухопроницаемость - не менее  $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ с}$ , для изделий из фланели, бумазеи, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен и материалов с полиуретановыми нитями допускается не менее  $70 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ с}$ ;

содержание свободного формальдегида - не более 20 мкг/г;

устойчивость окраски к стирке, поту и трению сухому - не менее 4 баллов.

Одежда 3-го слоя - трикотажные и швейные изделия из текстильных материалов должны соответствовать следующим нормам:

гигроскопичность (для подкладки) - не менее 10 процентов;

воздухопроницаемость (для подкладки) - не менее  $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ с}$ ; для подкладки из фланели, бумазеи, джинсовых и вельветовых тканей, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен - не менее  $70 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ с}$ ;

содержание свободного формальдегида - не более 20 мкг/г;

устойчивость окраски материалов верха к стирке, поту, трению сухому и воде дистиллированной - не менее 3 баллов, устойчивость окраски подкладки к стирке, поту и трению сухому - не менее 4 баллов.

В одежде 3-го слоя без подкладки, изготовленной из материалов, имеющих воздухопроницаемость менее  $10 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ с}$ , должны быть предусмотрены конструктивные элементы для обеспечения воздухообмена.

3. Для детей старше года и подростков одежда и швейные изделия из текстильных материалов должны соответствовать требованиям биологической и химической безопасности согласно приложению 8.

4. Текстильные материалы для одежды и изделий должны соответствовать требованиям, предъявляемым к устойчивости окраски, согласно приложению 9.

5. Изделия для новорожденных и бельевые изделия для детей в возрасте до 1 года должны быть изготовлены из натуральных материалов, за исключением наполнителей.

Соединительные швы с обметыванием срезов в бельевых изделиях для новорожденных должны быть выполнены на лицевую сторону.

Внешние и декоративные элементы в изделиях для новорожденных и бельевых изделиях для детей в возрасте до 1 года (кружева, шитье, аппликации и другие аналогичные элементы), выполненные из синтетических материалов, не должны непосредственно контактировать с кожей ребенка.

6. Напряженность электростатического поля на поверхности изделий определяется в изделиях 1-го и 2-го слоя, изготовленных из чистошерстяных, шерстяных, полушерстяных, синтетических и смешанных материалов, и не должна превышать  $15 \text{ кВ/м}$ .

7. Текстильные материалы для одежды и изделий должны соответствовать требованиям химической безопасности согласно приложению 10.

Перечень контролируемых химических веществ определяется в зависимости от химического состава материала и вида изделия.

Вредные вещества в одежде 1-го и 2-го слоев определяются в водной среде, в изделиях 3-го слоя (кроме изделий для новорожденных и детей до 1 года) - в воздушной среде. В изделиях 3-го слоя для новорожденных и детей до 1 года вредные вещества определяются в водной и воздушной средах.

Индекс токсичности при испытаниях в водной среде должен быть от 70 до 120 процентов включительно, в воздушной среде - от 80 до 120 процентов включительно или должно отсутствовать местное кожно-раздражающее действие в одежде и изделиях 1-го и 2-го слоя.

Выделение летучих химических веществ, содержащихся в текстильных материалах, обработанных аппретами, не должно превышать нормативов согласно приложению 11.

8. Кожа для одежды, головных уборов и кожгалантерейных изделий должна соответствовать следующим требованиям:

- содержание свободного формальдегида - не более 20 мкг/г;
- содержание водовываемого хрома (VI) в коже не допускается;
- устойчивость окраски кожи к сухому трению - не менее 4 баллов, устойчивость окраски кожи, кроме кож для перчаток и рукавиц, к мокрому трению - не менее 3 баллов.

9. Текстильные материалы, применяемые в одежде и головных уборах из кожи, должны соответствовать требованиям биологической и химической безопасности, предъявляемым к текстильным материалам согласно приложению 10.

10. Одежда, конверты, головные уборы, перчатки, рукавицы и другие аналогичные изделия из меха для детей до 1 года должны соответствовать следующим требованиям:

- содержание свободного формальдегида не более 20 мкг/г;
- содержание водовываемого хрома (VI) не допускается;
- рН водной вытяжки кожаной ткани - не менее 3,5;
- температура сваривания кожаной ткани меха - не менее 50 °С;
- устойчивость окраски к сухому трению волосяного покрова - не менее 4 баллов, к сухому трению кожаной ткани - не менее 3 баллов.

11. Одежда и изделия из меха для детей старше 1 года должны соответствовать требованиям безопасности согласно приложению 12.

12. Текстильные материалы в одежде и изделиях из меха должны соответствовать требованиям биологической и химической безопасности, предъявляемым к текстильным материалам согласно приложению 10.

**Приложение 3**  
**к ТР ТС «О безопасности продукции,**  
**предназначенной для детей и подростков»**

Требования биологической и химической безопасности, предъявляемые к одежде и швейным изделиям из текстильных материалов

Возрастная группа, возраст пользователя	Гигроскопичность (процентов, не менее)	Воздухопроницаемость (дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с, не менее)	Массовая доля свободного формальдегида (мкг/г, не более)
1. Одежда 1-го слоя, постельное белье, платки, головные уборы (летние), купальные изделия <1> и чулочно-носочные <1> изделия			
Ясельная группа, от 1 года до 3 лет	9 (допускается не менее 7 для чулочно-носочных изделий эпизодического использования)	150 (допускается не менее 70 для изделий из фланели, бумазеи, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен)	20
Дошкольная группа, от 3 до 7 лет	9 (допускается не менее 7 для чулочно-носочных изделий эпизодического использования)	100 (допускается не менее 70 для изделий из фланели, бумазеи, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен)	75
Школьная группа, от 7 до 14 лет	9 (допускается не менее 7 для чулочно-носочных изделий)	100 (допускается не менее 70 для изделий из фланели, бумазеи, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен)	75
Подростковая группа, от 14 до 18 лет	6 (допускается не менее 2 - для чулочно-носочных изделий)	100 (допускается не менее 70 для изделий из фланели, бумазеи, футерованных (ворсованных) трикотажных полотен, постельного белья)	75

Требования, предъявляемые к устойчивости окраски текстильных  
материалов для одежды

Наименование продукции	Устойчивость окраски (закрашивание белого материала) к воздействиям (баллов, не менее)				
	стирка	пот	трение сухое	вода дистиллированная	вода морская
Одежда 1-го слоя и швейные изделия, в том числе бельевые изделия, постельное белье и аналогичные изделия	3 <1> - 4 <2>	3 <1> - 4 <2>	3	-	-
Одежда 2-го слоя и швейные изделия	3	3	3 <3>	-	-
Одежда 3-го слоя материал верха подкладка	3 <4> 4 <4>	3 <4> 4	3 <3> 4	3 -	- -
Чулочно-носочные изделия, головные уборы, шарфы и другие аналогичные изделия	3 <5> - 4 <6>	3 <5> - 4 <6>	3	-	-
Купальники и аналогичные изделия	3 <5> - 4 <6>	3 <5> - 4 <6>	3	-	3 <7> - 4 <8>
Одеяла и аналогичные изделия	3 <9>	-	3	-	-

Требования химической безопасности, предъявляемые к текстильным материалам

Материалы	Наименование выделяющихся веществ		Норматив
	Водная среда (не более)		Воздушная среда (мг/м <sup>3</sup> ), не более
Натуральные из растительного сырья	Формальдегид <1>		0,003
Искусственные вискозные и ацетатные	Формальдегид <1>		0,003
Полиэфирные	Формальдегид <1>	1,5 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Диметилтерефталат	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,01
	Ацетальдегид		0,01
Полиамидные	Формальдегид <1>	0,5 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Капролактам	0,01 мг/дм <sup>3</sup>	0,06
	Гексаметилендиамин		0,001
Полиакрилонитрильные	Формальдегид <1>	0,02 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Акрилонитрил	10 мг/дм <sup>3</sup>	0,03
	Диметилформаид	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,03
	Винилацетат		0,15
Поливинилхлоридные	Формальдегид <1>	1,0 мг/кг <sup>3</sup>	0,003
	Винилхлорид	0,1 мг/дм <sup>3</sup>	0,01
	Ацетон	0,01 мг/дм <sup>3</sup>	0,35
	Бензол	0,5 мг/дм <sup>3</sup>	0,1
	Толуол	2,0 мг/дм <sup>3</sup>	0,6
	Диоктилфталат		0,02
	Дибутилфталат	Не допускается	Не допускается
	Фенол или сумма общих фенолов	0,05 мг/дм <sup>3</sup> 0,1 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
Винилспиртовые	Формальдегид <1>	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Винилацетат		0,15
Полиолефиновые	Формальдегид <1>	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Ацетальдегид		0,01
Полиуретановые	Формальдегид <1>	1,0 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Этиленгликоль	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	1,0
	Ацетальдегид		0,01

Экстрагируемые химические элементы (в зависимости от красителя)	Ртуть (Hg) <2>	0,0005 мг/дм <sup>3</sup>	-
	Мышьяк (As)	1,0 мг/кг	-
	Свинец (Pb)	1,0 мг/кг	-
	Хром (Cr)	2,0 мг/кг	-
	Кобальт (Co)	4,0 мг/кг	-
	Медь (Cu)	50,0 мг/кг	-
	Никель (Ni)	4,0 мг/кг	-

Требования химической безопасности, предъявляемые к текстильным материалам

Материалы	Наименование выделяющихся веществ	Норматив	
		Водная среда (не более)	Воздушная среда (мг/м <sup>3</sup> ), не более
Натуральные из растительного сырья	Формальдегид <1>	0,003	
Искусственные вискозные и ацетатные	Формальдегид <1>	0,003	
Полиэфирные	Формальдегид <1>	1,5 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Диметилтерефталат	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,01
	Ацетальдегид		0,01
Полиамидные	Формальдегид <1>	0,5 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Капролактан	0,01 мг/дм <sup>3</sup>	0,06
	Гексаметилендиамин		0,001
Полиакрилонитрильные	Формальдегид <1>	0,02 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
	Акрилонитрил	10 мг/дм <sup>3</sup>	0,03
	Диметилформамид		0,03
	Винилацетат	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,15
Поливинилхлоридные	Формальдегид <1>	1,0 мг/кг	0,003
	Винилхлорид	0,1 мг/дм <sup>3</sup>	0,01
	Ацетон	0,01 мг/дм <sup>3</sup>	0,35
	Бензол		0,1
	Толуол	0,5 мг/дм <sup>3</sup>	0,6
	Диоктилфталат	2,0 мг/дм <sup>3</sup>	0,02
	Дибутилфталат	не допускается	не допускается

	Фенол Или сумма общих фенолов	0,05 мг/дм <sup>3</sup> 0,1 мг/дм <sup>3</sup>	0,003
Винилспиртовые	Формальдегид <1> Винилацетат	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,003 0,15
Полиолефиновые	Формальдегид <1> Ацетальдегид	0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,003 0,01
Полиуретановые	Формальдегид <1> Этиленгликоль Ацетальдегид	1,0 мг/дм <sup>3</sup> 0,2 мг/дм <sup>3</sup>	0,003 1,0 0,01
Экстрагируемые химические элементы (в зависимости от красителя)	Ртуть (Hg) <2>	0,0005 мг/дм <sup>3</sup>	-
	Мышьяк (As)	1,0 мг/кг	-
	Свинец (Pb)	1,0 мг/кг	-
	Хром (Cr)	2,0 мг/кг	-
	Кобальт (Co)	4,0 мг/кг	-
	Медь (Cu)	50,0 мг/кг	-
	Никель (Ni)	4,0 мг/кг	-

**Химические факторы/физические факторы. Гигиеническая оценка  
одежды для детей, подростков и взрослых  
(МУК 4.1/4.3.1485-03)**

1. Разработаны: НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей РАМН (Л.М. Текшева, Н.К. Барсукова, Л.Г. Надежина, Д.А. Андреев), Департаментом Госсанэпиднадзора Минздрава России (Б.Г. Бокитько), ЦГСЭН в г. Москве (Л.А. Якушева), МИФИ (государственный университет) (А.А. Котляров).

2. Рекомендованы Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России.

3. Утверждены 29.06.03 и введены 30.06.03 Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации.

4. Введены взамен методических указаний № 1353-76 от 31 августа 1976 г. в части одежды.

Внесено Дополнение № 1 (МУК 4.1/4.3.2155-06), утвержденное 13 декабря 2006 г. и введенное в действие 1 января 2007 г. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко.

## **1. Общие положения**

1.1. Методические указания определяют порядок организации и проведения гигиенической оценки одежды для детей, подростков и взрослых, а также устанавливают требования к определению электризуемости, гигроскопичности, воздухопроницаемости материалов; санитарно-химических показателей, индекса токсичности; к проведению клинических испытаний.

1.2. Требования методических указаний обязательны для аккредитованных испытательных лабораторий, занимающихся гигиенической оценкой одежды для детей, подростков и взрослых.

1.3. Методические указания распространяются на изделия швейные и трикотажные бельевые; швейные и трикотажные платьево-блузочного и

пальтово-костюмного ассортимента; чулочно-носочные; головные уборы; платочно-шарфовые; кожаные и меховые, а также на материалы для их изготовления (натуральные, подвергшиеся в процессе производства обработке; химические волокна и нити; пленки).

## **2. Перечень документов, представляемых для гигиенической оценки**

Организация-изготовитель или организация, реализующая продукцию, представляет следующую документацию:

для отечественной продукции:

- заявку на проведение гигиенической оценки, где указывают наименование и реквизиты организации-заявителя, вид продукции, материалы, из которых она изготовлена, область применения;

- уставные документы организации-заявителя;

- образцы продукции в количестве, необходимом для гигиенической оценки;

- нормативно-техническую документацию на продукцию;

- сведения об идентичности представленных для гигиенической оценки образцов выпускаемой или реализуемой продукции;

для импортной продукции:

- заявку на проведение гигиенической оценки установленного образца;

- документы, подтверждающие безопасность продукции, выданные официально уполномоченными на то органами (на языке страны и в переводе на русский язык);

- протоколы испытаний продукции (при их наличии);

- контракт (договор) на поставку данной продукции либо предконтрактную документацию;

- техническое описание продукции с указанием состава и области применения (использования);

- образцы продукции в количестве, необходимом для гигиенической оценки.

## **3. Методы определения показателей**

### **3.1. Определение органолептических показателей**

Определение органолептических показателей изделий (и/или вытяжек) проводят по Инструкции № 880-71 "Санитарно-химические исследо-

вания изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами".

Для исследования запаха образцов берут колбу с притертой пробкой емкостью 300 мл, куда помещают образец размером 10 x 10 см<sup>2</sup> и выдерживают при температуре (40±2) °С в течение 1 ч.

### 3.2. Определение электризуемости материалов

Электризуемость определяют по величине напряженности электростатического поля, единица измерения - кВ/м.

Отбор образцов проводят:

- для тканей - по государственному стандарту на ткани и штучные изделия текстильные, правила приемки и методы отбора проб;
- для трикотажных полотен - по государственному стандарту на полотна трикотажные, правила приемки и методы отбора образцов.

Образец должен иметь размеры 1 x 1 м.

Аппаратура и материалы:

- измеритель напряженности электростатического поля СТ-1 или другой измеритель с аналогичными метрологическими параметрами;
- плоский металлический электрод размером 500 x 500 мм и толщиной не менее 3 мм для размещения на его поверхности образцов;
- измерительная проводящая пластина диаметром 200 мм с закрепленными ограничительными стойками-изоляторами длиной 100 мм;
- валик диаметром 50 мм с длиной рабочей части не менее 500 мм; рабочая часть валика должна быть обернута одним слоем 100%-й полиамидной ткани.

Образец и валик перед испытанием выдерживают в подвешенном состоянии не менее 24 ч в атмосферных условиях по государственному стандарту на материалы текстильные (климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения). В этих же условиях проводят испытания.

Плоский металлический электрод и измерительную проводящую пластину протирают неокрашенной хлопчатобумажной тканью, смоченной этиловым спиртом, и просушивают в естественных условиях.

Подготовку измерителя электростатического поля к работе проводят в соответствии с руководством по эксплуатации. Преобразователь и стойки-изоляторы крепятся с одной стороны измерительной пластины.

Проведение испытания:

1) образец разместить на поверхности плоского металлического электрода;

2) измерительную пластину установить по центру образца ткани на расстоянии 100 мм от поверхности образца, при этом стойки-изоляторы должны упираться в поверхность образца;

3) измерение напряженности электростатического поля проводят в покое в течение 3 мин. Результатом испытания считают максимальное значение напряженности электростатического поля ( $E_n$ );

4) удалить прибор с поверхности образца;

5) провести валиком пять раз по поверхности образца так, чтобы давление на образец осуществлялось только за счет веса валика;

6) измерительную пластину установить по центру образца и осуществлять измерение напряженности электростатического поля после воздействия валиком в течение 3 мин. Результатом испытания считают максимальное значение напряженности электростатического поля после воздействия валиком ( $E_в$ ).

Каждое последующее измерение необходимо проводить после того, как напряженность электростатического поля плоского металлического электрода будет составлять менее 0,35 кВ/м.

Обработка результатов

Напряженность электростатического поля на поверхности образца  $E$  в кВ/м вычисляют по формуле:

$$E = E_в - E_n, ,$$

где  $E_в$  - максимальное значение напряженности электростатического поля после воздействия на образец валиком;

$E_n$  - максимальное значение напряженности электростатического поля в покое.

Относительная погрешность измерения будет равна:

$$\gamma = \delta \frac{\sqrt{E_в^2 + E_n^2}}{E_в + E_n} ,$$

где  $\delta$  - предел допускаемой основной относительной погрешности измерителя.

Результаты испытаний оформляются протоколами испытаний.

### **3.3. Определение гигроскопичности материалов**

Гигроскопичность определяют по государственному стандарту на полотна текстильные, методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

### **3.4. Определение воздухопроницаемости материалов**

Воздухопроницаемость определяют по государственному стандарту на материалы текстильные и изделия из них, методы определения воздухопроницаемости.

### **3.5. Определение индекса токсичности**

Определение индекса токсичности проводится по МУ 1.1.037-95 "Биотестирование продукции из полимерных и других материалов" или по МР 11-1/131-09 "Определение токсичности химических соединений, полимеров, материалов и изделий с помощью люминесцентного бактериального теста".

### **3.6. Определение санитарно-химических миграционных показателей**

3.6.1. Исследования санитарно-химических показателей изделий и материалов проводят в зависимости от состава материала и используемых текстильно-вспомогательных веществ.

3.6.2. Отбор образцов проводят по государственному стандарту на правила приемки и методы отбора проб методом случайной выборки.

Образцы должны быть выдержаны в лабораторных условиях 24 ч. Изделия и материалы для новорожденных и детей до 1 года, а также первого слоя подлежат обязательной предварительной стирке без моющих средств.

От каждого изделия или материала берут по две точечные пробы размером (0,5 x 0,5) м.

3.6.3. Условия моделирования водных вытяжек при определении миграции формальдегида и других органических показателей.

Пробы, измельченные на кусочки размером (10 x 10) мм, помещают в колбу с притертой пробкой и заливают водой в соотношении: для одежды первого слоя, постельного белья - (1,0±0,1) г на 50 мл воды; для одежды

второго слоя, тяжелых махровых хлопчатобумажных тканей -  $(1,0 \pm 0,1)$  г на 100 мл воды; для изделий из кожи и меха -  $(1,0 \pm 0,1)$  г на 100 мл воды.

Колбы с содержимым выдерживают в термостате 1 ч при температуре  $(40 \pm 2)$  °С, затем определяют органические вещества (табл. 1).

Таблица 1

**Санитарно-химические показатели, определяемые по нормативно-методической документации**

Контролируемые вещества и элементы	Нормативно-методические документы
1	2
Ацетальдегид	МУК 4.1.599-96, МУК 4.1.650-96, МУК 4.1.1044-1053-01
Акрилонитрил	МУК 2.3.3.052-96, МУК 4.1.658-96, МР 123-11/284-7, МУК 4.1.1044а-01, РД 59.04-186, МУК 4.1.580-96
Бензол	МУК 4.1.650-96, МУК 4.1.649-96, МУК 4.1.739-99, МУК 4.1.598-96
Винилацетат	ГОСТ 22648-77, МР 2915-82, МР 1870-78, МУК 4.1.1044-1053-01
Гексаметилендиамин	МР 1503-76, Инструкция № 880-71, МУК 4.1.1044-1053-01
Диметилтерефталат	Инструкция № 880-71, МУК 4.1.738-99, МУК 4.1.1044-1053-01, МУК 4.1.745-99
Капролактам	МР 1328-75, МУК 4.1.1044-1053-01, НДП 30.2:3.2-95, ИН 4259-87, МУ 3133-84
Толуол	МУК 4.1.650-96, МУК 4.1.651-96, МУК 4.1.649-96, МУК 4.1.598-96
Формальдегид	ПНДФ 14.1:2:4:187-02, РД 52.24.492-95, МУК 4.1.078-96, МУК 4.1.1045-01, МР 3315-82; ПНДФ 14.1:2.97-97
Дибутилфталат Диоктилфталат	МУК 4.1.738-99, МУК 4.1.611-96, ГОСТ 26150-84
Сероуглерод	МУК 4.1.740-99, ПНДФ 14.1:2.1.62-00
Этиленгликоль	Инструкция № 880-71, МУК 4.1.1044-1053-01

1	2
Кадмий	ГОСТ 30178-96, ПНДФ 14.1:2:4.140-98
Кобальт	МУ 1856-78, ГОСТ 30178-96, ПНДФ 14.1:2:4.140-98
Медь	ГОСТ 4388-72, ГОСТ 30178-96, МУК 4.1.742-99, МУ 1856-78, ПНДФ 14.1:2.22-95
Мышьяк	ГОСТ 4152-89, ГОСТ 30178-96, ПНДФ 14.1:2:4.140-98
Никель	ГОСТ 30178-96, ПНДФ 14.1:2:4.140-98
Ртуть	ГОСТ 30178-96, НДП 20.1:2:3.21-95
Свинец	ГОСТ 18293-72, ГОСТ 30178-96, МУК 4.1.742-99, ПНДФ 14.1:2:4.140-98, ПНДФ 14.1:2.22-95
Хром	ГОСТ 30178-96, ПНДФ 14.1:2:4.140-98

В изделиях третьего слоя (кроме изделий для новорожденных и детей до 1 года), материалах для их изготовления, тканях для колясок формальдегид и другие органические вещества определяют в воздушных вытяжках.

В изделиях третьего слоя для новорожденных и детей до 1 года органические вещества определяют в водных вытяжках (в соотношении  $(1,0 \pm 0,1)$  г на 50 мл воды) и воздушных вытяжках (насыщенность камеры  $1 \text{ м}^2/\text{м}^3$ ).

3.6.4. Условия моделирования водных вытяжек при определении металлов.

Пробы (для всех видов одежды, тканей и полотен), измельченные на кусочки размером (10 x 10) мм, помещают в колбу с притертой пробкой и заливают водой в соотношении  $(1,0 \pm 0,1)$  г на 50 мл воды; для определения хрома в коже и изделиях из нее - в соотношении  $(0,1 \pm 0,01)$  г на 100 мл воды.

Колбы выдерживают в термостате 1 ч при температуре  $(40 \pm 2)$  °С и определяют выделившиеся металлы (табл. 1).

3.6.5. Условия моделирования водных вытяжек при определении индекса токсичности.

Пробы (для всех видов одежды, тканей и полотен), измельченные на кусочки размером (1 x 1) см, помещают в колбу с притертой пробкой и заливают водой в соотношении (1,0±0,1) г на 50 мл воды; при определении индекса токсичности на приборе "Биотокс" - в соотношении (1,0±0,1) г на 5 мл воды; для определения токсичности кожаных, меховых материалов и изделий из них - в соотношении (1,0±0,1) г на 100 мл воды.

Колбы выдерживают в термостате 24 ч при температуре (40±2) °С при определении на анализаторе и 24 ч без температурного режима при определении на "Биотоксе", затем вычисляют значения индекса токсичности.

3.6.6. Условия моделирования воздушных вытяжек при определении органических веществ.

Исследуемые образцы закладывают в герметическую камеру объемом не менее 45 дм<sup>3</sup> или в камеру с воздухообменом 0,5 об./ч в следующих соотношениях: для легких материалов (вес 1 м<sup>2</sup> до 500 г) отношение площади поверхности образца к объему камеры равно 1 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>; для тяжелых материалов (вес 1 м<sup>2</sup> свыше 500 г) отношение площади поверхности образца к объему камеры равно 0,1 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

При исследовании готовых изделий допускается помещение в камеру всего изделия исходя из указанных соотношений.

Изделие или образец в соответствии с указанным соотношением загружают в камеру и выдерживают в течение суток (24 ч) при температуре (40±2) °С.

Отбор проб воздуха из камеры осуществляют в соответствии с методиками (табл. 1) и далее определяют органический показатель химическим методом. Результат, полученный при исследованиях в герметической камере, делится на коэффициент 1,2, учитывающий условия эксплуатации.

Металлы в воздушной среде не контролируют.

3.6.7. Рекомендуемые методы определения санитарно-химических показателей.

При анализе вытяжек допускается применять другие методы и средства измерения, не уступающие указанным по чувствительности и точности анализа (не ниже половины нормы ПДК или ДКМ).

### **3.7. Гигиеническая оценка подгузников и прокладок**

3.7.1. Санитарно-химические исследования подгузников и прокладок проводят в водной вытяжке без разрушения при насыщенности  $1 \text{ см}^2/\text{см}^3$  при температуре  $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 3 ч или при температуре  $(20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 24 ч и определяют органические вещества (табл. 1) и индекс токсичности (п. 3.5). Из изделий, содержащих гелеобразующие влагопоглощающие материалы, удаляют влагопоглощающий слой.

3.7.2. Гигиеническая оценка подгузников должна предусматривать обязательные клинические испытания на группах практически здоровых детей. Группы числом не менее 10 должны обязательно включать детей новорожденных, детей от 1 до 3 месяцев и детей от 3 до 6 месяцев.

3.7.3. При клинических испытаниях оценивается состояние кожи брюшной, паховой, генитальной, ягодичной и дорсальной областей по пятибалльной шкале.

Шкала описания степеней тяжести эритемы:

- 0 - отсутствие признаков эритемы;
- 1 - легкая эритема на небольшой площади (площадах);
- 2 - обширная область (обширные области) небольшой эритемы; очень небольшая область (небольшие малочисленные) области сильной эритемы без отека;
- 3 - обширная область (области) сильной эритемы без отека; (малочисленные) очень маленькие по площади области эритемы с отеком;
- 4 - обширная область (области) сильной эритемы с отеком.

При появлении признаков эритемы соответствующих степеней тяжести 2 балла и более хотя бы у одного ребенка в группе результаты клинических испытаний следует считать отрицательными.

Результат гигиенической оценки следует считать отрицательным при несоответствии одного из контролируемых показателей нормативным требованиям.

## **4. Библиографические данные**

1. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ.
2. Положение о государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положение о государственном санитар-

но-эпидемиологическом нормировании, утвержденные Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. № 554.

3. Приказ Минздрава России от 15 августа 2001 г. № 325 "О санитарно-эпидемиологической экспертизе продукции", зарегистрированный Минюстом России 19 октября 2001 г., № 2978.

4. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости.

5. ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81). Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.

6. ГОСТ 10681-75. Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения.

7. ГОСТ 8844-75. Полотна трикотажные. Правила приемки и метод отбора образцов.

8. ГОСТ 20566-75. Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб.

9. ГОСТ 25737-91 (ИСО 6401-85). Поливинилхлорид и сополимеры винилхлорида. Хроматографический метод определения винилхлорида.

10. ГОСТ 4388-72. Вода питьевая. Метод определения содержания меди.

11. ГОСТ 4152-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации мышьяка.

12. ГОСТ 18293-72. Вода питьевая. Метод определения содержания свинца, цинка, серебра.

13. ГОСТ 30178-96. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов в пищевых продуктах и сырье.

14. ГН 2.3.3.972-00. Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами.

15. МУ 1.1.037-95. Методические указания. Биотестирование продукции из полимерных и других материалов.

16. МУ 4149-86. Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за производством и применением полимерных материалов класса полиолефинов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами.

17. МУ 4628-88. Методические указания по газохроматографическому определению остаточных мономеров и неполимеризующихся приме-

сей, выделяющихся из полистирольных пластиков в воде, модельных средах и пищевых продуктах.

18. МУ 942-72. Методические указания по определению перехода органических растворителей из полимерных материалов в контактирующие с ними воздух, модельные растворы, сухие и жидкие пищевые продукты.

19. МУК 4.1.599-96. Методические указания по газохроматографическому определению ацетальдегида в воздухе.

20. МУК 2.3.3.052-96. Методические указания. Санитарно-химическое исследование изделий из полистирола и сополимеров стирола.

21. МУК 4.1.650-96. Методические указания по газохроматографическому определению ацетона, метанола, бензола, толуола, этилен-бензола, пентана, о-, м-, п-ксилола, гексана, октана, декана в воде.

22. МУК 4.1.653-96. Методические указания по газохроматографическому определению формальдегида.

23. МУК 4.1.658-96. Методические указания по газохроматографическому определению акрилонитрила в воде.

24. МУК 4.1.738-99. Хромато-масс-спектрометрическое определение фталатов и органических кислот в воде.

25. МУК 4.1.742-99. Инверсионное вольтамперометрическое измерение концентрации ионов цинка, кадмия, свинца и меди в воде.

26. МУК 4.1.753-99. Ионохроматографическое определение формальдегида в воде.

27. МУК 4.1.1044-1053-01. Определение концентраций химических веществ в воздухе.

28. МУК 4.1.649-96. Методические указания по хромато-масс-спектрометрическому определению летучих органических веществ в воде.

29. МУК 4.1.739-99. Хромато-масс-спектрометрическое определение бензола, толуола, хлорбензола, этилбензола, о-ксилола, стирола в воде.

30. МУК 4.1.651-96. Методические указания по газохроматографическому определению толуола в воде.

31. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

32. МР 123-11/284-7. Методические рекомендации по спектрофотометрическому определению стирола и акрилонитрила при совместном присутствии их в вытяжках из АБС-пластиков и сополимеров стирола с акрилонитрилом (водной и 5%-м растворе поваренной соли).

33. МР 1941-78. Методические рекомендации по определению хлористого винила в ПВХ и полимерных материалах на его основе, в модельных средах, имитирующих пищевые продукты, в продуктах питания.

34. МР 2915-82. Методические рекомендации по определению винилацетата в воде методом газожидкостной хроматографии.

35. МР 1870-78. Методические рекомендации по меркуриметрическому определению малых количеств винилацетата в воде, водноспиртовых растворах и пищевых продуктах.

36. МР 1503-76. Методические рекомендации по определению гексаметилендиамина в воде при санитарно-химических исследованиях полимерных материалов, применяемых в пищевой и текстильной промышленности.

37. МР 1328-75. Методические рекомендации по определению капролактама в воде, воздухе и биологических средах.

38. МР 1849-78. Методические рекомендации по определению формальдегида в водных вытяжках и модельных средах.

39. МР 3315-82. Методические рекомендации по определению формальдегида в воздухе.

40. МР 1510-76. Методические рекомендации по определению кадмия в воде и модельных средах, имитирующих пищевые продукты.

41. Инструкция № 880-71. Инструкция по санитарно-химическому исследованию изделий, изготовленных из полимерных и других синтетических материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами. М., 1972.

42. Атомно-абсорбционный анализ в санитарно-гигиенических исследованиях: методическое пособие /под ред. Л.Г. Подуновой.-. М., 1997.

## Список рекомендуемой литературы

1. Козлова О.В., Экологические проблемы в отделке текстиля: учебное пособие / О.В.Козлова, О.И. Одинцова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2013. – 225 с.
2. ГОСТ 25617-83 «Ткани и изделия льняные, полульняные, хлопчатобумажные и смешанные. Методы химических испытаний.»
3. Кричевский Г.Е. Проблема формальдегида в текстильной промышленности. Методы определения. Предельно допустимые нормы /Г.Е.Кричевский.-М.; Российский заочный институт текстильной и легкой промышленности, 1997.
4. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: учебн. пособие для вузов в 3-х т., Т.3./ Г.Е.Кричевский.- М., 2001, -298 с.
5. Одинцова О.И. Текстильные вспомогательные вещества в процессах заключительной отделки тканей: учебное пособие/ О.И.Одинцова, О.В. Козлова, М.А. Вельбой; Иван. гос. хим.- технол. ун-т. – Иваново, 2014. – 205 с.
6. Химические технологии в дизайне текстиля /А.В. Чешкова [и др.]; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2013.-312 с.
7. Ольшанская О.М., Органические вещества в льне и льняной продукции /О.М.Ольшанская, В.А.Гришенкова, А.В.Артемов // Экология и промышленность России, - 2002, -№ 5, -с. 35-38.
8. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод./Ю.Ю.Лурье. - М.: Химия, 1984. - 448 с.
9. Родионов А.И. Техника и защита окружающей среды/А.И.Родионов, И.Н.Клушин, Н.С.Торошечников - М.: Химия, 1989. - 512 с.
10. Баблюян В.П. Справочник кожевника (отделка, контроль производства) /В.П.Баблюян, [и др.]; М.: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1987.- 256 с.
11. Головтеева А.А. Лабораторный практикум по химии и технологии кожи и меха /А.А.Головтеева [и др.]; М.: Легпромиздат, 1987.-312с.
12. Ласков Ю.М. Очистка сточных вод предприятий кожевенной и меховой промышленности / Ю.М. Ласков, Т.Г. Федоровская, Г.Н. Жмаков - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.- 166с.
13. Жмаков Г.Н. Обесцвечивание красильных сточных вод меховых фабрик/Г.Н.Жмаков, Ю.М.Ласков // КОП.- 1975.- №3.- С.25-27

14. Жаков Ю.А. ПДК урзола и хинона в воде водоема. Сб. «Санитарная охрана водоемов от загрязнений промышленными сточными водами». Вып.4./Ю.А.Жаков; под. ред. С.Н. Черкинського - М.: Медгиз, 1968.
15. Островка В.И. Коагуляция очистки сточных вод производства красителей для кожи/В.И.Островка, В.А.Ливне, Н.В.Болдырева // Химия и технология воды. - 1989.- т.11.- №2.- С. 185-187.
16. Кинетика обесцвечивания водных растворов азокрасителей озоном / Кертнер Б.К. [и др.]; Химия и технология воды. - 1986.- т.8.- №4.- С. 42-48.
17. Энциклопедия полимеров. Т 2, Т 3 /В.А.Кабанов [и др.]; – М.: Советская энциклопедия, 1974.
18. Лазарева Н.В., Левина Э.Н. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Т 1 – Л.: Химия, 1976.
19. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов/Т.Д.Балашова [и др.] – М.: Легкая промышленность, 1984.

Учебное издание

Козлова Ольга Витальевна  
Одинцова Ольга Ивановна

**Экологические проблемы  
отделочного производства**

Учебное пособие

Редактор В.Л.Родичева

Подписано в печать 26.10.2016. Формат 60x84 1/16. Бумага писчая.  
Усл.печ.л. 5,12. Тираж 50 экз. Заказ  
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический  
университет»

Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры экономики и фи-  
нансов ФГБОУ ВО «ИГХТУ»  
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7