

Аннотация

В методических указаниях представлены лабораторные работы по курсу «Материаловедение швейного производства».

Целью работ является:

- а) знакомство с методиками определения механических и физических свойств текстильных материалов;
- б) определение показателей свойств текстильных материалов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Методические указания

**к выполнению лабораторных работ
по курсу «Материаловедение швейного производства»
для студентов специальностей
280800 «Технология швейных изделий» и
280900 «Конструирование швейных изделий»
часть II**

**Составители: Минтаханова Т.М.
Петрова Т.В.**

Улан-Удэ
2003

Лабораторная работа №1

Определение показателей при одноосном растяжении текстильных материалов до разрыва

Цель: изучение методики определения и расчета разрывных характеристик текстильных материалов при одноосном растяжении.

Приборы и материалы: разрывные машины РТ-250М, образцы тканей, аналитические весы, препарировальные иглы, ножницы.

Задание:

1. Изучить устройство и принцип работы разрывной машины РТ- 250М.
2. Изучить методику определения и расчета разрывных характеристик текстильных материалов.
3. Провести испытания материалов на растяжение до разрыва и определить показатели разрывных характеристик.

Общие сведения

В процессе изготовления и эксплуатации швейных изделий ткани, трикотажные и нетканые полотна подвергаются деформациям растяжения, изгиба, сжатия. Показатели механических свойств имеют большое значение при оценке качества материалов, обоснованном выборе их для изделия, при разработке конструкции изделия и параметров технологического процесса изготовления его. Однако из всех характеристик механических свойств в ГОСТ нормированы только прочность при растяжении и разрывное удлинение материала, которые определяют при полуцикловом испытании на растяжение.

Прочностью при растяжении называют способность материала противостоять растягивающим усилиям до разрыва. Прочность материала может характеризоваться в абсолютных единицах (разрывное усилие) и в относительных (удельное разрывное усилие, относительное разрывное усилие).

Разрывное усилие (нагрузка) P_p , Н – наибольшее усилие, выдерживаемое материалом к моменту разрыва. Определяется непосредственно по шкале разрывной машины в момент разрыва материала. Величины разрывных нагрузок материалов регламентированы ГОСТ и являются основным критерием оценки механических свойств материалов.

Для установления влияния структуры ткани и трикотажа (плотности, вида переплетения и т.д.) на прочность материала определяют удельное разрывное усилие.

Удельное разрывное усилие $P_{уд}$, Н – представляет собой разрывное усилие, приходящееся на одну нить по основе или утку, а также на петельный ряд или петельный столбик в трикотажном полотне. Определяют по формуле:

$$P_{уд} = \frac{P_p}{n}, \quad (1)$$

где n – число структурных элементов на ширине пробы.

Относительное разрывное усилие P_o , (Н·м)/г, определяется по формуле:

$$P_o = \frac{P_p}{M_s \cdot \sigma}, \quad (2)$$

где M_s – поверхностная плотность материала, г/м²

σ – ширина элементарной пробы, м.

В тканях, имеющих разную долю массы нитей основы и утка, относительное разрывное усилие определяют с учетом доли массы разрываемой системы нитей:

$$P_o = \frac{P_p}{M_s \cdot \epsilon \cdot c}, \quad (3)$$

где c – доля массы нитей той системы, по направлению которой идет разрушение пробы.

Доли массы нитей основы и утка можно подсчитать, исходя из показателей структуры ткани:

$$c_o = \frac{T_o \cdot P_o}{T_o \cdot P_o + T_y \cdot P_y}, \quad c_y = \frac{T_y \cdot P_y}{T_o \cdot P_o + T_y \cdot P_y}, \quad (4)$$

где T_o, T_y – линейная плотность нитей основы и утка, текс;

P_o, P_y – число нитей основы и утка на 100 мм (плотность по основе и утку)

Деформационные свойства текстильных материалов при одноосном растяжении оценивают разрывным удлинением в абсолютных и относительных единицах.

Абсолютное разрывное удлинение l_p , мм – приращение длины испытуемого образца к моменту разрыва. Определяют непосредственно по шкале удлинений разрывной машины.

Относительное разрывное удлинение ϵ_p , %, определяют как отношение абсолютного разрывного удлинения к начальной длине рабочей части образца l_o :

$$\epsilon_p = \frac{l_p \cdot 100\%}{l_o}, \quad (5)$$

В качестве комплексных разрывных характеристик используют абсолютную и относительную работу разрыва.

Абсолютная работа разрыва R_p , Дж, характеризует количество энергии, которая затрачивается на преодоление энергии связей между элементами структуры материала и

его разрушение. Для ее определения используют диаграмму «усилие-удлинение» (рис. 1), которую записывают при проведении испытания, и рассчитывают по формуле:

$$R_p = P_p \cdot l_p \cdot \eta, \quad (6)$$

где η – коэффициент полноты диаграммы.

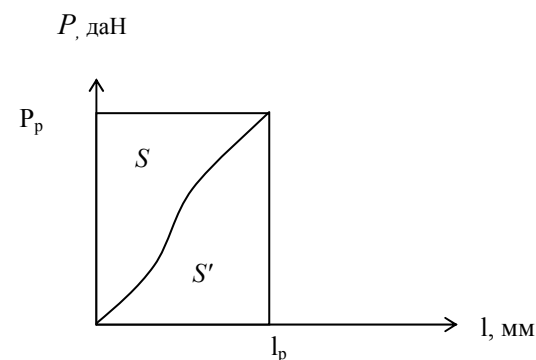


Рис. 1. Диаграмма «усилие-удлинение»

Коэффициент полноты диаграммы показывает, какую часть от площади прямоугольника с координатами P_p и l_p занимает площадь под кривой растяжения (рис. 1):

$$\eta = \frac{S'}{S}, \quad (7)$$

Значение коэффициента η можно определить и как отношение массы бумаги m' площадью S' к массе бумаги m площадью S :

$$\eta = \frac{m'}{m}$$

Относительная работа разрыва оценивается отношением абсолютной работы разрыва к массе m_{Π} или объему V_{Π} рабочей части образца:

$$r_m = \frac{R_p}{m_{\Pi}} \quad \text{или} \quad r_v = \frac{R_p}{V_{\Pi}} \quad (8)$$

В процессе производства и эксплуатации одежды ткань, как правило, испытывает растягивающее усилие, действующее под углом к нитям основы и утка. Ткани являются анизотропными телами, поэтому их прочность и удлинение в различных направлениях неодинаковы. Прочность ткани под углом φ к нитям основы и утка меньше, чем в продольном и поперечном направлении. Экспериментальное определение разрывных характеристик в тканях в различных направлениях требует значительных затрат времени и материала. Поэтому их определяют расчетным путем, исходя из результатов испытаний по стандартному методу и геометрии расположения нитей в пробе при одноосном растяжении.

Относительное разрывное удлинение ткани в исследуемом направлении растяжения ε можно определить по величине относительного разрывного удлинения стандартных образцов по основе ε_o и утку ε_y с помощью номограммы.

Для определения разрывных характеристик при одноосном растяжении используют разрывные машины различной конструкции: с постоянной скоростью опускания нижнего зажима, с постоянной скоростью возрастания усилия, с постоянной скоростью деформирования. При проведении стандартных испытаний рекомендуется использовать разрывные машины с постоянной скоростью опускания нижнего зажима марки РТ-250 и РТ-250М-2. На рис. 2 представлена схема разрывной машины РТ-250М-2.

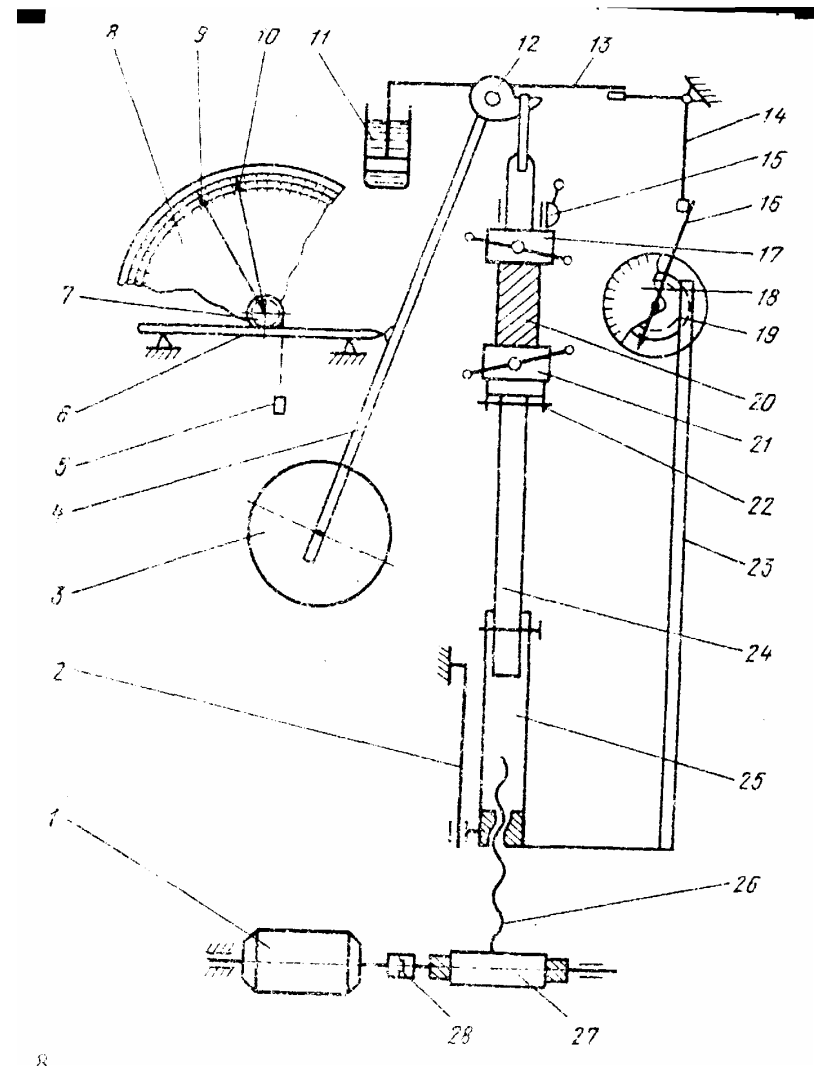


Рис. 2. Схема разрывной машины РТ-250М-2

Элементарная проба материала 20, закрепленная в верхнем 17 и нижнем 21 зажимах машины, деформируется при равномерном опускании нижнего зажима 21, который соединен с винтом 26, получающим движение от электродвигателя 1 через муфту 28 и червячный редуктор 27.

Скорость перемещения нижнего зажима регулируется в пределах 25-250 мм/мин путем изменения напряжения и, следовательно, частоты вращения электродвигателя.

Измерения усилия, испытываемого элементарной пробой при ее растяжении, производится с помощью маятникового силоизмерителя. Проба, деформируясь, перемещает вниз верхний зажим 17, который поворачивает грузовой рычаг 12, что в свою очередь вызывает отклонение маятника 4 с грузом 3. При этом своим упором маятник перемещает зубчатую рейку 6 и поворачивает зубчатое колесо 7. На оси зубчатого колеса 7 закреплены ведущая 9 и контрольная 10 стрелки, с помощью которых на шкале 8 фиксируется усилие, воздействующее на испытываемую пробу. При разрыве пробы маятник возвращается в исходное положение, а ведущая стрелка под действием груза 5 – на нулевое деление шкалы усилия. Контрольная стрелка остается на отметке разрывного усилия. Для плавного возвращения маятника в исходное состояние машина снабжена масляным амортизатором 11, шток которого соединен с грузовым рычагом 12.

Шкала усилия имеет три пояса: А, Б, В. При переходе на поясы Б и В шкалы на грузовой маятник надеваются дополнительные грузы: для пояса Б – один груз, для пояса В – два груза.

Абсолютное удлинение элементарной пробы измеряют по шкале 18, имеющей градуировку в миллиметрах. Шкалу приводит в движение зубчатое колесо 19, соединенное рейкой 23 со штоком 25 нижнего зажима. Стрелка-указатель 16 соединена с помощью корректирующего уст-

ройства 13-14 с грузовым рычагом 12. При отклонении маятника от вертикального положения корректирующее устройство поворачивает стрелку-указатель по направлению перемещения шкалы на величину, равную перемещению нижнего зажима. Таким образом, на шкале удлинения фиксируется абсолютное удлинение образца. Машина снабжена механизмом автоматического останова при разрыве пробы.

К основным параметрам, определяющим режим испытания на разрывных машинах, относятся скорость перемещения нижнего зажима, масса груза предварительного натяжения материала. Значение этих параметров выбирают в зависимости от вида материала, его физико-механических свойств и размеров пробы.

Выбор шкалы усилия разрывной машины определяется так, чтобы среднее разрывное усилие испытываемой элементарной пробы находилось в пределах 20-80% максимального значения шкалы. Предположительное значение разрывного усилия и удлинения определяют по соответствующим стандартам или техническим условиям либо путем испытания пробной полоски материала.

Скорость опускания нижнего зажима разрывной машины устанавливают таким образом, чтобы испытания составляли: для тканей и нетканого полотна с удлинением менее 150% - (30±15) с; для тканей и нетканого полотна с удлинением более 150 % - (60±15) с; для трикотажных полотен – (45-75) с.

Расчет скорости опускания нижнего зажима V_H , мм/мин, можно провести по формуле (ГОСТ 3813-72):

$$V_H = \frac{60\left(\frac{P_p}{\eta} + l_p\right)}{\tau}, \quad (9)$$

где P_p – разрывное усилие, даН (кгс);

η - коэффициент пропорциональности, даН/мм (кгс/мм);

l_p – абсолютное разрывное удлинение, мм;

τ – время растяжения пробы, с.

Ниже представлены примерные скорости опускания нижнего зажима при испытании трикотажных полотен в зависимости от удлинения:

Относительное разрывное удлинение, %	Скорость опускания нижнего зажима, мм/мин
До 70	60
70-120	100
Свыше 120	200

Предварительное натяжение позволяет распрямить элементарные пробы при заправке ее в зажимы машины и тем самым обеспечивает одинаковые условия при испытании всех проб. Предварительное натяжение для тканей и нетканых полотен выбирают в зависимости от поверхностной плотности материала в соответствии с ГОСТ 3813-72 и ГОСТ 15902.3-79. (табл. 1).

Таблица 1

Поверхностная плотность материала, г/м ²	Предварительное натяжение, сН (гс), при ширине пробы	
	25 мм	50 мм
1	2	3
Ткани все, кроме шелковых		
До 75 включительно	98 (100)	196 (200)
свыше 75 до 500 включительно	245 (250)	490 (500)
“ 500 “ 800 “	490 (500)	980 (1000)
“ 800 “ 1000 “	980 (1000)	1960 (2000)
“ 1000 “ 1500 “	1470 (1500)	2940 (3000)
“ 1500 “ 2000 “	1960 (2000)	3920 (4000)

Продолжение табл. 1

1	2	3
“ 2000	2450 (2500)	4900 (5000)
Ткани шелковые		
свыше 300 до 500 включительно	245 (250)	490 (500)
1	2	3
Нетканые полотна		
До 200 включительно	-	49 (50)
свыше 200 до 500 включительно	-	98 (100)
“ 500	-	490 (500)

Предварительное натяжение для трикотажных полотен устанавливают в зависимости от вида полотна, относительного разрывного удлинения и направления растяжения в соответствии с ГОСТ 8847-85 (табл.2).

Таблица 2

Вид трикотажного полотна	Растяжение по длине		Растяжение по ширине			
	Относительное разрывное удлинение, %	Предварительное натяжение сН (гс), при ширине пробы	Относительное разрывное удлинение, %	Предварительное натяжение сН (гс), при ширине пробы		
				25 мм	50 мм	
1	2	3	4	5	6	7
Из хлопчатобумажной и смешанной пряжи, из сочетания пряжи и нитей всех переплетений, кроме футерованных	До 100 включит	20	40	До 200 включит	7,5	15
	Свыше 100	10	20	Свыше 200	2,5	5

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Из шерстяной и полушерстяной пряжи всех переплетений, кроме футерованных	До 100 включит	20	40	До 200 включит	12,5	25
	Свыше 100	12,5	25	Свыше 200	5	10
То же футерованных	До 100 включит	20	40	До 200 включит	10	20
1	2	3	4	5	6	7
Из химических нитей гладких	До 110 включит	10	20	До 120 включит	5	10
	Свыше 100	15	30	Свыше 200	7,5	15

Форму и размеры элементарных проб выбираются в зависимости от вида материала, его физико-механических свойств и метода испытания.

По стандартному методу (*стрип-метод*) (ГОСТ 3813-72 – для тканей, ГОСТ 8847-85 – для трикотажных полотен, ГОСТ 15902.3-79 – для нетканых полотен) испытанию на разрывной машине подвергают полоски, имеющие ширину меньше ширины зажимов разрывной машины (рис.3а).

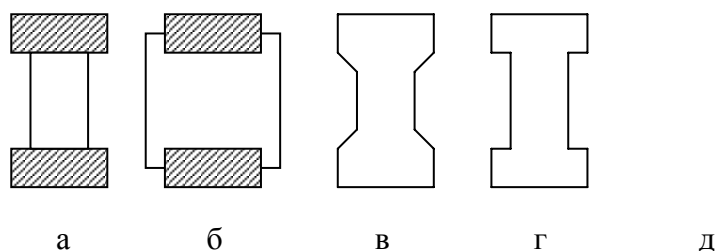


Рис. 3. Пробы для определения показателей характеристик при одноосном растяжении

При раскрое вырезают полоски шириной 60 мм, а затем, вытаскивая крайние продольные нити, выравнивают полоски до ширины 50 мм (рабочая ширина образцов). Зажимная (рабочая) длина полосок всех видов тканей (кроме шерстяной) должна быть равна 200 мм (при общей длине 350 мм); для шерстяных тканей и трикотажных полотен – 100 мм.

Метод малых полосок предусматривает испытание на разрыв образцов материала в виде полосок шириной 25 мм при зажимной длине 50 мм. Этот метод экономичнее стандартного, его рекомендуется применять при испытании тканей и трикотажных полотен (особенно для тех, которые имеют разрывное удлинение более 200 %). Для сопоставления результатов, полученных данным методом, с показателями прочности, установленными стандартным методом, вводят поправочные коэффициенты, на которые умножают полученные величины разрывной нагрузки и удлинения:

По разрывной нагрузке	Поправочный коэффициент
Для всех тканей, кроме шерстяных	1,8
Для шерстяных тканей	1,9
Для трикотажных полотен	1,95
По удлинению	
Для тканей	0,75
Для трикотажных полотен	0,9

Согласно *граб-методу* для испытания используют пробу, ширина которой превышает ширину зажима разрывной машины (рис. 3, б). Получаемые показатели разрывных характеристик оказываются несколько выше показателей, получаемых по стрип-методу, т.к. при данном методе не нарушаются связи нитей в зоне растяжения с соседними ни-

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. Масса пучка нитей основы и утка, г									
6. Линейная плотность нитей основы и утка T_o и T_v , текс									
7. Поверхностная плотность, M_s , г/м ²									
8. Относительное разрывное усилие P_o , Нм/г									
9. Удельное разрывное усилие $P_{уд}$, Н									

Вопросы для самоподготовки:

1. Устройство и принцип работы разрывных машин РТ-250М
2. Какие типы силоизмерителей используются в конструкции разрывных машин для текстильных материалов? Их достоинства и недостатки.
3. Дайте характеристику основных параметров, определяющих режимы испытания на разрывных машинах.
4. Для чего необходим груз предварительного натяжения?
5. Как выбирается груз предварительного натяжения для а) тканей б) трикотажного полотна ?
6. Каковы форма и размеры проб, используемых при определении разрывных характеристик тканей?
7. Какие разрывные характеристики являются стандартными показателями качества тканей?
8. Какие факторы оказывают влияние на разрывную нагрузку и разрывное удлинение?

Лабораторная работа №2

Определение прочности при раздирании тканей

Цель: изучение методов определения прочности материала при раздирании.

Приборы и материалы: разрывная машина РТ – 250М, образцы тканей, трикотажных полотен.

Задание:

1. Изучить методы определения прочности материала при раздирании.
2. Определить прочность при раздирании тканей.

Общие сведения

К группе полуцикловых разрывных характеристик относится прочность материала при раздирании. В процессе эксплуатации изделий материалы подвергаются действию усилий, сосредоточенных на малом участке (прорезные карманы, обметочные петли, разрезные шлицы и т.д.). При раздирании сосредоточенные усилия приходятся на одиночные нити или группу нитей. Прочность при раздирании измеряется величиной усилия, необходимого для разрушения системы нитей, перпендикулярной направлению действующей силы. Так как разрушение по линии раздирания происходит последовательно, часто в качестве характеристики используют максимальное усилие раздирания.

Сосредоточенные усилия при раздирании пробы создают различными методами.

Метод одиночного раздирания. В соответствии с ГОСТ 3813 –72 для определения прочности на раздирание

образец надрезают посередине в продольном направлении (рис.1а).

Длина надреза 120 мм для ткани (ГОСТ 3813-72) и 100 мм для нетканого полотна (ГОСТ 15902.3-79). При заправке полоски в разрывную машину ее предварительно складывают пополам по ширине, а полученные при разрезе язычки закрепляют в тисках. Для определения прочности на раздирание испытывают полоски, у которых нити основы расположены поперек, а для определения прочности раздирания по утку, испытывают полоски у которых нити утка расположены поперек. Величину усилия раздирания определяют на участке 50 мм. Образец ни в коем случае нельзя доводить до полного разрывания. Так как при раздирании разрыв нитей происходит последовательно, прочность ткани на раздирание всегда меньше, чем прочность на разрыв.

Метод двойного раздирания с вырезом в форме язычка, который может доходить до края или находиться посередине (рис.1б). В этом случае язычок заправляется в нижние тиски, а сам образец или две его боковые части – в верхние.

Сходные результаты могут быть получены при применении так называемого *метода «гвоздя»* (рис.1, в), когда нижний зажим заменяют заостренным стержнем, которым прокалывают ткань; при движении стержня вниз происходит разрывание ткани по обе стороны стержня.

Крыловидный метод является стандартным методом (ГОСТ 17922-72), отличается от метода одиночного раздирания тем, что язычки закрепляются в зажимах не перпендикулярно долевому направлению (нитей основы), а под углом 45° , в результате чего нити деформируются скорее, и при меньшем перемещении тисков (рис. 1, г).

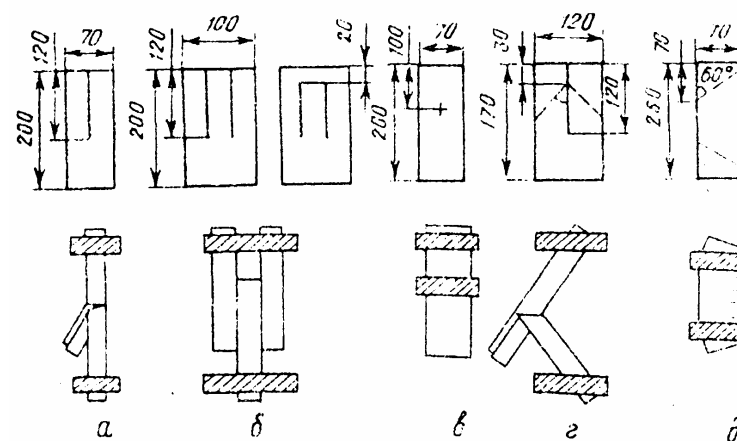


Рис.1. Образцы для определения прочности на раздирание методами:

а - стандартным, б - двойного раздирания, в – «гвоздя», г – крыловидным, д - трапецидальным

При *трапецидальном методе* раздирания рабочая часть образца имеет форму равнобедренной трапеции (рис.1д), и при заправке образца в разрывную машину зажимы располагаются по сторонам трапеции. В этом случае полоска ткани получает нагрузку не сразу по всей ширине, а последовательно, поэтому вначале разрушаются крайние нити. Подобный вид нагружения ткань испытывает в отдельных деталях одежды, в особенности, в момент одевания, а также в изделиях, натягиваемых и рвущихся с краев: зонтов, парусов и т.д.

Проведенное проф. Г.Н. Кукиным и Е.Ф.Федоровой сравнение различных методов определения прочности при раздирании, показали, что наиболее целесообразно для тканей использовать крыловидный метод. Он дает более равномерное распределение усилий по образцу, меньший ко-

эффицент вариации и небольшую ошибку по сравнению с другими методами.

Для определения прочности при раздирании вязально-прошивных нетканых полотен рекомендуется использовать метод одиночного раздирания.

Методика выполнения работы

Для определения исследуемого показателя вырезают три основные и четыре уточные полоски ткани. Размеры образцов зависят от выбора метода определения прочности на раздирание (см. рис. 1). Подготовленные образцы заправляются в зажимы разрывной машины. Величину усилия при раздире определяют на участке 50 мм. Результаты исследования занести в табл.1.

Таблица 1

Вид ткани	Направление раздирания	Усилие раздирания пробы, Н				
		1	2	3	4	среднее
	основа					
	уток					

Лабораторная работа № 3

Определение одноцикловых характеристик тканей при растяжении

Цель: Изучение приборов и методов для определения одноцикловых характеристик растяжения материала.

Приборы и материалы: релаксометр «стойка»; образцы тканей, трикотажа; секундомер.

Задание:

1. Изучить основные характеристики, используемые для описания процессов растяжения материала при усилиях меньше разрывных.

2. Провести одноцикловые испытания элементарных проб материала при растяжении в различных направлениях относительно продольного (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90°).

3. Определить составные части деформации (абсолютную и относительную) материала при растяжении при постоянной нагрузке.

Общие сведения

В процессе производства при настилении полотен, раскрое, пошиве, при влажно-тепловой обработке, и затем при эксплуатации и стирке материалы одежды подвергаются нагрузкам, составляющим примерно 10-25 % от разрывной. Под действием этих нагрузок материалы деформируются, изменяя свои первоначальные размеры и форму. Действие подобной разгрузки, чередуясь с последующей разгрузкой и отдыхом, вызывает структурное разрушение материала, приводящее к постепенному ухудшению их свойств и внешнего вида. Поэтому представляет интерес изучение характеристик механических свойств материалов для одежды в цикле «нагрузка – разгрузка - отдых».

При растяжении изделия под действием нагрузки меньше разрывной возникают нарушения внешних и внутренних связей, что приводит к его деформации. Значительная деформация материала происходит в начальный период нагружения, а затем деформация постепенно затухает и прекращается, устанавливается равновесное состояние. Определяемая в этот момент времени деформация материала указывает на величину полной абсолютной деформации.

$$l_{\text{общ}} = l_k - l_n, \quad (1)$$

где l_n – начальная длина рабочей части образца, мм; l_k – длина рабочей части образца, определяемая к моменту окончания действия нагрузки.

Полная деформация $l_{\text{общ}}$ состоит из трех частей: упругой l_y , эластической $l_э$, пластической l_n .

Упругая деформация в текстильных материалах развивается с огромной скоростью (например, в хлопчатобумажных нитях со скоростью 1425 м/с, льняных – 1900 м/с), т.е. практически мгновенно. При снятии действующей на материал нагрузки наблюдается очень быстрое исчезновение упругой деформации, т.к. взаимодействие между отдельными элементами структуры изделия (внешние связи) было в основном сохранено.

Эластическая деформация развивается во времени с небольшими скоростями. Эта деформация возникает вследствие изменения внешних и внутренних связей, свойственных текстильным изделиям, под действием внешней силы. После прекращения действия внешней силы текстильное изделие стремится занять свойственное ему равновесное состояние, но на это требуется определенное время.

Пластическая деформация является следствием необратимого смещения отдельных элементов структуры текстильных изделий (сближение нитей, их смещение в точках контакта, изменение строения ткани и т.д.). Поэтому такой вид деформации возникает не сразу, а постепенно. После снятия нагрузки деформация не исчезает, а остается в изделии, нитях и волокнах, его составляющих. Разделение полной деформации на компоненты является условным, т.к. получаемые значения упругой, эластической и пластической деформации зависят от величины нагружения, времени воздействия нагрузки, температурно-влажностного режима испытания, времени отдыха, а главное от того, что существ-

ующие приборы и методы не дают возможности мгновенно производить разгрузку и зафиксировать упругую часть деформации. Первый отсчет производят обычно через 2-3 с после снятия нагрузки, а за это время исчезает и некоторая доля эластической деформации с малым периодом релаксации. Часть эластической деформации, которая не успела исчезнуть за время отдыха, переходит в пластическую, тем самым превышая ее истинную величину, поэтому довольно часто пластическую деформацию называют остаточной.

Определяют составные части деформации растяжения текстильных изделий с помощью релаксометров и других приборов путем измерения длины пробных полосок до нагружения, после длительного нагружения, сразу после разгрузки и после длительного отдыха:

$$l_y = l_k - l_1; \quad l_э = l_1 - l_2; \quad l_n = l_2 - l_n \quad (2)$$

где l_1 – длина рабочей части образца после освобождения от нагрузки, мм;

l_2 – длина рабочей части образца после длительного отдыха, мм;

Эти же характеристики, деленные на первоначальную длину рабочей части образца и выраженные в %, дают относительные величины полной деформации и ее компонентов:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{общ}} &= \frac{l_{\text{общ}}}{l_n} \cdot 100\%; & \varepsilon_y &= \frac{l_y}{l_n} \cdot 100\% \\ \varepsilon_э &= \frac{l_э}{l_n} \cdot 100\%; & \varepsilon_n &= \frac{l_n}{l_n} \cdot 100\% \end{aligned} \quad (3)$$

Соотношение между отдельными составными частями полной деформации зависит от сырьевого состава, строения и отделки текстильных изделий. Наиболее упругими являются ткани из синтетических волокон и шерсти, наименее упругими – ткани из вискозного волокна. Это объясняется

упругостью волокон: чем более упругие волокна, тем больше доля упругой деформации в ткани при ее растяжении. Ткани более плотные и из крученой пряжи также будут обладать большой упругостью. Разнообразные отделки тканей смолами (на основе формальдегидной смолы) также придают им упругие свойства. Чем больше значение упругой деформации текстильных изделий, тем меньше их сминаемость, лучше формоустойчивость, а значит и больше срок эксплуатации изделия. Однако материалы для одежды, обладающие повышенными упругими свойствами, могут смещаться при раскрое, очень трудны при изготовлении изделий и требуют продолжительной влажно-тепловой обработки.

Текстильные изделия, обладающие значительной долей пластической деформации, сильнее деформируются при эксплуатации, образуя в области сидения, на коленях и локтях, так называемые пузыри, очень сильно сминаются, что приводит к их быстрому износу.

Как указывалось выше, для определения релаксационных характеристик текстильных материалов при растяжении, применяют специальные приборы – релаксометры. Большое распространение получили релаксометры типа «стойка», что объясняется их простотой и доступностью (рис. 1).

На горизонтальной балке 1 закреплены верхние зажимы 2. Образец 3 закрепляется между верхним зажимом 2 и нижним зажимом 4. Нагружение образцов осуществляется подвешиванием груза 5 к нижнему зажиму 4. Величина деформации контролируется при этом по шкале 6.

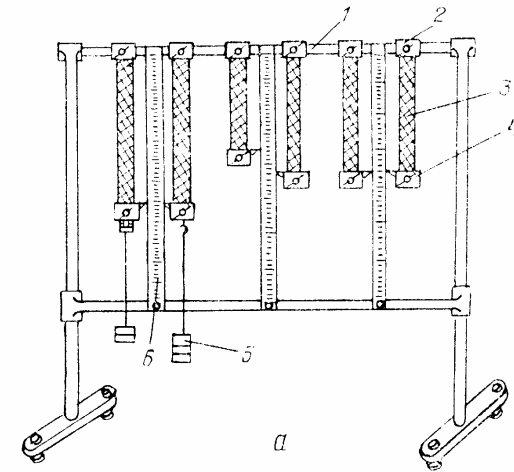


Рис. 1. Схема релаксометра типа «стойка» для испытания материалов при постоянном усилии.

Методика выполнения работы

Для проведения испытания готовят 3 образца, размеры рабочей части образцов: из шерстяной ткани – 25x200 мм, из остальных видов тканей и нетканых полотен – 25x200мм, из трикотажных полотен – 50x100 мм.

Величина нагружающего усилия в % от разрывного (см. лабораторную работу №1) составляет для тканей 10-25%, для трикотажных полотен – 5%, для нетканых полотен – 10%.

Образцы выдерживают под нагрузкой в течение 60 мин. Проводят замеры длины рабочей части образцов перед нагружением ($t=0$) и далее через 0,5 мин., 1, 5, 15,30, 60 мин. после приложения усилия. По полученным данным по-

Лабораторная работа № 4

Определение жесткости при изгибе и драпируемости текстильных материалов

строить график зависимости деформации от времени приложения нагрузки.

Затем нагрузку снимают, и через 2-5 с после ее снятия определяют длину рабочей части образца. Общее время отдыха после снятия нагрузки составляет для образца из ткани и трикотажного полотна – 120мин., из нетканого полотна – 20 мин.

Замеры длины рабочей части образца проводят через 1, 5, 15, 30, 60, 120 мин. Результаты представить в виде табл. 1. По результатам также построить график зависимости деформации от времени отдыха.

Таблица 1
Одноцикловые характеристики, определяемые при растяжении

Номер образца	Полная деформация		Составные части деформации					
			упругая		высокоэласт.		остаточная	
	Абс., мм	Отн., %	Абс., мм	Отн., %	Абс., мм	Отн., %	Абс., мм	Отн., %

Вопросы для самоподготовки:

1. Какие методы, реализующие одноцикловые испытания текстильных материалов вы знаете?
2. Какие характеристики используются для описания релаксационных процессов при растяжении текстильных материалов?
3. Какие параметры испытаний текстильных материалов при определении одноцикловых характеристик растяжения текстильных материалов вы знаете?

Цель: изучение методов и приборов для определения показателей жесткости при изгибе и драпируемости материалов.

Приборы и материалы: прибор ПТ – 2, прибор ПЖУ – 12М, образцы текстильных материалов, аналитические весы.

Задание:

1. Изучить характеристики жесткости при изгибе и драпируемости материалов, методы и приборы для испытания.
2. Определить показатели жесткости при изгибе методом консоли и методом кольца.
3. Провести испытания материалов на драпируемость и определить показатели их драпируемости.

Общие сведения

Текстильные материалы в процессе изготовления из них швейных изделий и при носке изделий испытывают деформацию изгиба. Они легко изгибаются даже при незначительных нагрузках и под действием собственной массы. Например, прикладные и прокладочные материалы должны быть более устойчивы к действию изгиба и тем самым должны в большей степени способствовать сохранению формы деталей одежды, чем подкладочные материалы, которые не должны влиять на изменение формы материала верха.

Таким образом, изучение способности текстильных материалов изгибаться представляет теоретический интерес, имеет большое практическое значение, играет важную роль при оценке их качества. В зависимости от жесткости материалов определяют назначение их, модельные и конструктивные особенности одежды, технологию изготовления изделий.

К полуцикловым неразрывным характеристикам, получаемым при деформации изгиба, относятся жесткость и драпируемость.

Жесткостью материала называется его способность сопротивляться деформации изгиба.

Драпируемость – способность материала в подвешенном состоянии под действием собственной силы тяжести образовывать мягкие подвижные складки.

Значения этих показателей определяются в значительной мере их волокнистым составом, толщиной и круткой используемой пряжи, структурой и отделкой.

Текстильные материалы с малой плотностью, выработанные из тонких волокон и из слабокрученной пряжи, отличаются значительной гибкостью и мягкостью. Эти материалы требуют особого внимания при настилении и стачивании, так как они легко перекашиваются, изменяя форму деталей кроя.

Ткани и трикотаж из синтетических волокон и нитей, комплексные материалы, искусственные кожа и замша, металлизированные ткани обладают повышенной жесткостью. Специальные виды отделки текстильных изделий увеличивают их жесткость. Жесткие материалы хорошо настилаются, не образуют заломов, не перекашиваются при стачивании, но очень трудно поддаются влажно-тепловой обработке и оказывают значительное сопротивление резанию. Текстильные материалы, обладающие повышенной жесткостью, используются главным образом для изготовления

одежды строгой формы. Одежда из подобных материалов стесняет движения человека и плохо облегает фигуру.

Методика выполнения работы

Существует несколько методов определения жесткости при изгибе: метод консоли, метод кольца, метод продольного изгиба.

Консольный метод предусматривает определение жесткости на приборе ПТ – 2. Для проведения испытания готовят 5 продольных и 5 поперечных образцов размером 160x30 мм каждый. Взвешиванием определяют массу пяти пробных полосок в граммах, отдельно продольных и поперечных.

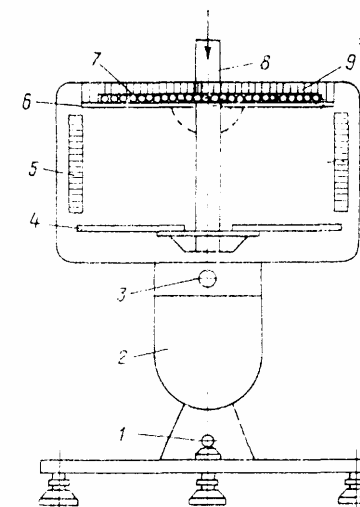


Рис.1. Схема прибора ПТ – 2.

площадки концы пробной полоски провисают под действием собственной силы тяжести без принудительной дефор-

Пробу (полоску) 7 (рис.1) укладывают на горизонтальную площадку 6 лицевой стороной вверх, и в середине закрепляют грузом 8 массой 500 г. Средняя часть опорной площадки 6 неподвижна, а ее боковые участки могут плавно и равномерно опускаться с помощью механизма 2, включаемого кнопкой 1. При опускании боковых участков опорной

мации изгиба. По истечении 1 мин. с момента провисания полоски, с помощью указателей прогиба 4, перемещающихся винтом 3, по шкалам 5 определяют величину прогиба f (мм) концов полоски. Жесткость при изгибе отдельно в продольном и поперечном направлении подсчитывают по формуле:

$$B = E \cdot I = \frac{42046 m}{A}, \quad \text{мкН} \cdot \text{см}^2, \quad (1)$$

где m - масса пяти пробных полосок, г; A - коэффициент, выбираемый в зависимости от величины относительного прогиба f_0 по табл. 1.

Относительный прогиб вычисляют по формуле:

$$f_0 = \frac{f}{l} = \frac{f}{7}, \quad (2)$$

где f - окончательный прогиб проб, l - длина свешивающихся концов проб, равная 7 см.

Для характеристики жесткости текстильных материалов пользуются коэффициентом жесткости K , который определяется отношением величин жесткости в продольном и поперечном направлении:

$$K_{EI} = \frac{B_{\text{прод}}}{B_{\text{попер.}}} \quad (3)$$

Определение жесткости указанным методом проводится для материалов, легко изгибающихся и имеющих абсолютный прогиб более 10 мм ($f \geq 10$ мм).

Жесткость материалов с абсолютным прогибом меньше 10 мм, таких как искусственная кожа, комплексные ма-

териалы, пакеты материалов и др. определяют методом кольца на приборе ПЖУ –12М.

Метод кольца предусматривает определение жесткости при принудительном прогибе согнутой в кольцо полоски на 1/3 диаметра, для чего используется прибор ПЖУ – 12М.

Таблица 1

f_0	A	f_0	A	f_0	A	f_0	A
0,01	0,08	0,26	2,22	0,51	5,28	0,76	13,34
0,02	0,16	0,27	2,32	0,52	5,44	0,77	14,04
0,03	0,24	0,28	2,41	0,53	5,62	0,78	14,79
0,04	0,32	0,29	2,51	0,54	5,79	0,79	15,63
0,05	0,40	0,30	2,60	0,55	5,97	0,80	16,57
0,06	0,48	0,31	2,70	0,56	6,15	0,81	17,65
0,07	0,56	0,32	2,80	0,57	6,34	0,82	18,92
0,08	0,64	0,33	2,90	0,58	6,54	0,83	20,43
0,09	0,72	0,34	3,00	0,59	6,74	0,84	22,26
0,10	0,80	0,35	3,10	0,60	6,96	0,85	24,53
0,11	0,88	0,36	3,21	0,61	7,18	0,86	27,35
0,12	0,96	0,37	3,31	0,62	7,42	0,87	30,92
0,13	1,04	0,38	3,48	0,63	7,66	0,88	35,49
0,14	1,12	0,39	3,54	0,64	7,46	0,89	41,17
0,15	1,21	0,40	3,66	0,65	8,24	0,90	48,46
0,16	1,29	0,41	3,79	0,66	8,56	0,91	57,70
0,17	1,38	0,42	3,92	0,67	8,90	0,92	69,40
0,18	1,47	0,43	4,06	0,68	9,27	0,93	84,14
0,19	1,56	0,44	4,19	0,69	9,66	0,94	102,16
0,20	1,66	0,45	4,34	0,70	10,08	0,95	125,81
0,21	1,75	0,46	4,49	0,71	10,54	0,96	154,60
0,22	1,84	0,47	4,64	0,72	11,08	0,97	190,24
0,23	1,94	0,48	4,79	0,73	11,55	0,98	234,14
0,24	2,03	0,49	4,95	0,74	12,10	0,99	288,00
0,25	2,13	0,50	5,11	0,75	12,70	-	-

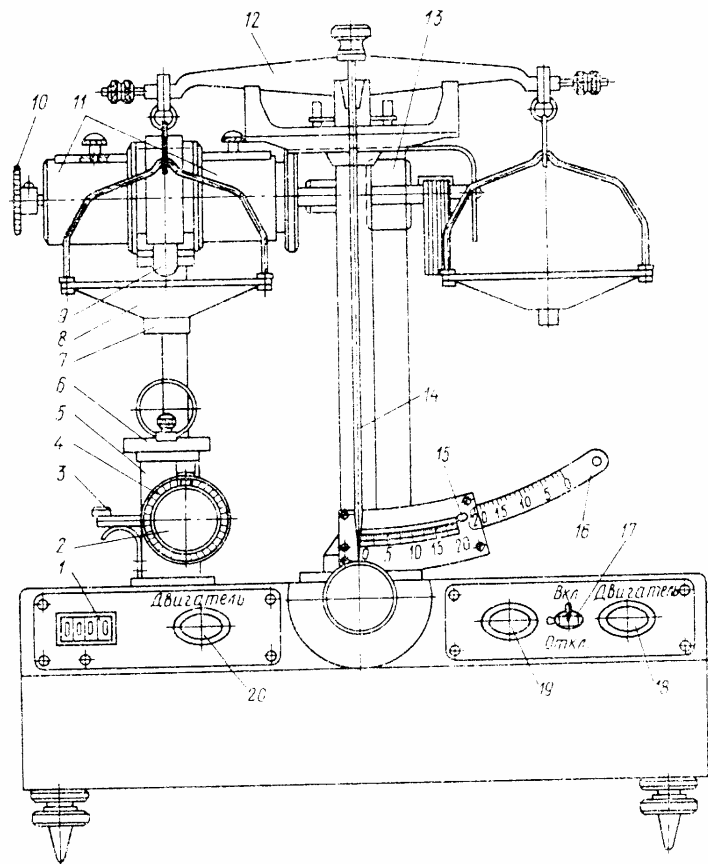


Рис. 2. Схема прибора ПЖУ- 12М

Основу прибора ПЖУ- 12М (рис.2) составляют технические весы с коромыслом 12, левая чаша 8 которых имеет нажимную площадку 7 для передачи нагрузки на пробу, за-

крепленную в виде кольца на съемной площадке 6. Столик 5 поднимается и опускается с помощью ручки 2 зубчато-реечного маховика. Шкала 4, закрепленная на оси маховика, служит для измерения высоты подъема столика с пробой. Зажим 3 предназначен для фиксирования столика 5 в заданном положении. Из бункера 11 на левую чашу весов 8 с помощью электродвигателя 13 и переключателя 10 ручного управления через трубку-штуцер 9 подаются металлические шарики с определенной массой. Сигнальные лампы 19 и 20 загораются при включении прибора в электросеть с помощью тумблера 17 и пуске электродвигателя.

Для определения жесткости материала готовят 3 пробы в продольном и 3 в поперечном направлении размерами 20x95 мм, таким образом, чтобы образовалось кольцо диаметром 30 мм. Затем пробу в виде кольца лицевой стороной наружу закрепляют с помощью пластины на съемной площадке 6. Подвижный контакт 15 устанавливают в положение, соответствующее заданному прогибу пробы ($1/3$ диаметра или 10мм для данного случая).

Перед началом испытания на левую чашу прибора помещают груз массой 100 г, необходимый для соприкосновения нажимной площадки с кольцом. Столик с пробой перемещают плавно вверх, доводят кольцо до соприкосновения с нажимной площадкой и выводят стрелку весов на нулевое положение. Кнопкой 18 включают электродвигатель подачи шариков и нагружают чашу весов падающими шариками до момента автоматического выключения электродвигателя при соприкосновении стрелки 14 с подвижным контактом 15. Определяют количество шариков в чаше. В данном случае жесткость при изгибе – нагрузка P , необходимая для прогиба кольца на $1/3$ диаметра.

Жесткость рассчитывают умножением количества шариков на массу одного шарика. За показатель жесткости

принимают среднее арифметическое результатов испытания трех проб.

Драпируемость определяется в продольном и поперечном направлениях методом ЦНИИ шелка или сразу в разных направлениях – дисковым методом.

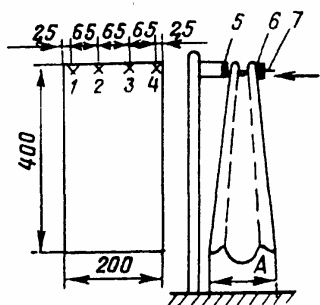


Рис. 3. Определение драпируемости материала на приборе ЦНИИ шелка

При определении драпируемости *методом ЦНИИ шелка* готовят три образца, вырезанных в продольном, поперечном и диагональном направлениях, размерами 400x200 мм. На пробе размечают точки прокола 1,2,3,4; делают 3 складки так, чтобы центральная складка была обращена к испытателю, и накалывают на иглу 7. Чтобы складки не расходились, пробу сжимают на игле пробками 5 и 6. В подвешенном состоянии пробу оставляют на 30 мин,

а затем измеряют по нижнему краю расстояние *A* (рис.3).

Драпируемость определяют по формуле:

$$K = \frac{200 - A}{200} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где *K* – коэффициент драпируемости, %; *A* – размер драпированного образца по нижнему краю, мм.

Дисковый метод позволяет оценивать драпируемость одновременно в различных направлениях. Этим методом драпируемость определяют на приборе, схема которого

представлена на рис. 4. Прибор состоит из столика 6, в центре которого проходит стержень 4, перемещающийся в вертикальной плоскости. В верхнем конце стержня укреплен диск 2 диаметром 50 ± 1 мм с иглой в центре для закрепления пробы 3. Для испытания используются образцы размером: для шелковых тканей - диаметром 150 мм, для остальных видов ткани - 200 мм.

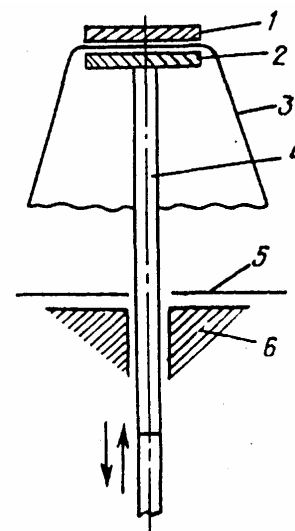


Рис. 4. Схема прибора для определения драпируемости ткани дисковым методом

При испытании на пробу 3, закрепленную на диске 2, накладывают второй диск 1 того же диаметра, что и первый. Прибор освещают сверху пучком параллельных лучей, благодаря чему на бумаге 5, помещенной на столике прибора под диском, получается проекция пробы. Для придания пробе постоянной, присущей ей формы, диск с пробой поднимают и опускают 5 раз, измеряют осевые линии А и В.

Хорошо драпирующийся материал образует мелкие симметричные спадающие складки с малыми радиусами кривизны (рис.5а).

Плохо драпирующийся материал дает проекцию, близкую к площади испытуемой пробы (рис.5б).

Если материал имеет различную драпируемость в продольном и поперечном направлении, проекция удлинится в направлении большей жесткости пробы (рис. 5в).

Таблица 2

Вид пробы	Масса пробы, г	Прогиб		Коэффициент А	Жесткость EI, мкН·см ²	Коэффициент жесткости, K _{EI}
		f, см	f ₀			

Таблица 3

Вид пробы	Число шариков в чаше	Масса одного шарика, г	Жесткость, сН	Прогиб пробы s ₀ , мм
-----------	----------------------	------------------------	---------------	----------------------------------

Таблица 4

Вид пробы	Размер А, мм	Коэффициент драпируемости К, %
-----------	--------------	--------------------------------

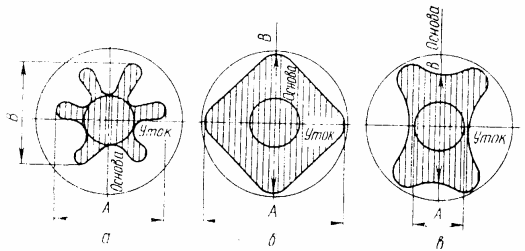


Рис.5. Проекция пробы тканей с различной драпируемостью: а – хорошо драпирующаяся; б – плохо драпирующаяся; в – плохо драпирующаяся по основе.

При дисковом методе драпируемость оценивается коэффициентом драпируемости K_d (%) и отношением осевых линий В и А.

$$K_d = \left(\frac{S - S_d}{S} \right) \cdot 100, \% \quad (5)$$

где S - площадь проекции исходной недрапированной пробы, мм²; S_d - площадь проекции драпированной пробы, мм²

Площади S и S_d определяют с помощью планиметра.

Отношение осевых линий В/А в пределах 0,95 – 1,1 – характеризует одинаковую драпируемость материала в двух направлениях: если В/А > 1,1 - материал лучше драпируется в поперечном направлении, а если В/А < 0,95 – материал лучше драпируется в продольном направлении.

Результаты испытаний на приборе ПТ – 2 заносят в табл. 2, на приборе ПЖУ - 12М – в табл. 3, на приборе ЦНИИ шелка – в табл. 4.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое жесткость при изгибе и драпируемость текстильных материалов?
2. Какие основные параметры структуры текстильных материалов влияют на показатели жесткости и драпируемости?
3. Какие приборы используются для определения жесткости при изгибе текстильных материалов, и в чем состоят основные принципиальные различия их?
4. Каковы показатели жесткости для текстильных материалов различного назначения?
5. Методы, используемые для оценки драпируемости материалов и их характеристика.

Лабораторная работа № 5

Определение устойчивости окраски текстильных материалов к трению

Цель работы: изучение метода определения устойчивости окраски к трению.

Приборы и материалы: прибор для определения устойчивости окраски к трению ПТ-4, шкала серых эталонов; хлопчатобумажная, отваренная, отбеленная, неаппретированная миткаль; образцы полушерстяной или шерстяной ткани.

Задание:

1. Изучить принцип работы прибора ПТ-4 и методику работы на нем.
2. Определить устойчивость окраски к сухому трению.
3. Определить устойчивость окраски к мокрому трению.

Общие сведения.

К числу показателей, характеризующих внешний вид тканей, относится прочность окраски. Этот показатель характеризует свойства текстильных материалов, которые проявляются в процессе эксплуатации.

Прочность окраски характеризует способность окрашенных тканей сохранять первоначальный цвет после различных воздействий. Показатель относится к числу общих (обязательных), нормируемых в стандартах для тканей любого назначения.

Ткани и другие текстильные изделия при переработке и эксплуатации могут подвергаться самым различным воз-

действиям. Поэтому ГОСТ 9733-61 предусматривает определение прочности окраски более чем к 30 видам различных воздействий: светопогоде, стирке при $t = 60^{\circ} \text{C}$, к действию мыльного и мыльно-содового растворов, дистиллированной воды, пота, морской воды, отбеливанию, заварке, отварке, валке, карбонизации, сухому и мокрому трению и т.д.

Виды воздействия, по которым должна определяться прочность окраски, выбирают в зависимости от назначения тканей:

- по ГОСТ 7780-78 для льняных и полульняных,
- по ГОСТ 11151-77 для чистшерстяных и полушерстяных,
- по ГОСТ 7779-75 для шелковых и полушелковых,
- по ГОСТ 7913-76 для хлопчатобумажных и вискозных штапельных.

Методы определения прочности окраски согласно ГОСТ 9733.0-83 основаны на оценке степени изменения первоначальной окраски испытуемой ткани или степени закрашивания белого материала, подвергающегося вместе с окрашенным той или иной обработке. Изменение первоначальной окраски или степень закрашивания белого материала устанавливают визуально путем сравнения со специальными эталонами (шкалы серых эталонов).

Одна из шкал серых эталонных окрасок предназначена для определения степени изменения первоначальной окраски. Она состоит из пяти пар серых образцов с разной степенью контрастности между темным образцом, постоянным для всех пар, и образцами более светлой окраски. Вторая шкала окрасок предназначена для определения степени закрашивания белого материала и состоит из пяти пар образцов с разной контрастностью между белым образцом, постоянным для всех пар, и образцами серого цвета различной интенсивности окраски. Каждой паре эталонных образцов соответствует определенное количество баллов от 1 до 5, из

которых балл 5 означает высшую степень устойчивости для пары с контрастностью равной нулю.

Методика выполнения работы.

Согласно ГОСТ 11151-77 для чистошерстяных и полшерстяных тканей определяют прочность окраски к сухому и мокрому трению.

Метод основан на закрашивании неокрашенной сухой или мокрой ткани об сухой испытуемый образец. Испытание проводится по ГОСТ 9733.27-83 «Метод испытания устойчивости окраски к трению на приборе ПТ-4» (рис.1).

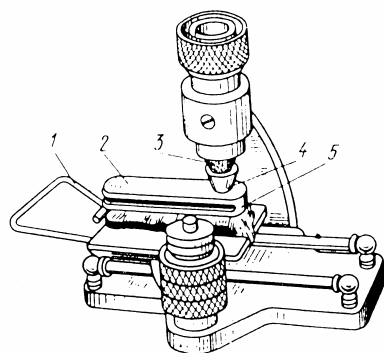


Рис. 1. Прибор ПТ-4 для определения устойчивости окраски к трению

Определение устойчивости окраски к сухому трению.

Из точечной пробы испытуемого материала вырезают элементарную пробу размером 180 x 80 мм и помещают на столик 2 прибора (рис.1), закрепляя ее кольцом 5. Из хлопчатобумажной неокрашенной ткани вырезают пробу размером 50 x 50 мм (смежная проба). Смежную пробу натяги-

вают на резиновую пробку 3 и закрепляют зажимным кольцом 4. Грузовую головку с закрепленной на ней смежной пробой опускают на столик 2. Общее давление между столиком и пробой равно 1 даН. С помощью рукоятки 1 столик перемещают по направляющим на расстоянии 100 мм по 10 раз в одном и другом направлении.

Оценку устойчивости окраски к трению проводят по степени закрашивания смежной ткани по шкале серых эталонных окрасок. Для чего смежную ткань до и после испытания располагают рядом друг с другом на одной плоскости с ориентацией в одном направлении. Сравнение проводят на сером фоне. Активность окружающего поля должна быть между 1-2 баллами шкалы серых эталонов для оценки изменения окраски. Сравнимые поверхности должны освещаться дневным светом с северной стороны или источником света в 600 лк и более. Свет должен падать на поверхность приблизительно под углом 45°, а направление луча зрения должно быть перпендикулярно к поверхности образцов.

Устойчивость окраски оценивается баллом той пары серых эталонов, контраст которой признается одинаковым с контрастами между окрашенными образцами до и после испытания или между не подвергавшимися испытанию и после испытания образцами смежных тканей.

Если контраст находится между двумя ближайшими эталонами шкалы, то устойчивость такой окраски оценивается двумя баллами, например: 3 - 4 – эта оценка означает, что окраска имеет устойчивость меньшую, чем эталон 4-го балла, но большую, чем эталон 3 балла.

Определение устойчивости окраски к мокрому трению. При определении устойчивости окраски при мокрому трению пробу смежной ткани перед ее закреплением на грузовой головке замачивают в дистиллированной воде и отжимают до 100% привеса, пропуская между двумя резино-

выми валиками. Дальнейший ход испытания тот же, что и при трении в сухом состоянии. По окончании испытания образец сушат по ГОСТ 9733.0-83, т.е. образцы сушат на воздухе в подвешенном состоянии при t не выше 60°C , образцы должны быть защищены от прямого солнечного света.

Вопросы для самоподготовки:

1. Для чего предназначена шкала серых эталонов?
2. Дайте характеристику шкале серых эталонных окрасок.
3. Какова размерность характеристики устойчивости окраски к сухому трению, к мокрому трению?
4. Принцип работы прибора ПТ –4.

Лабораторная работа № 6

Определение стойкости текстильных материалов к истиранию

Цель: Изучение приборов и методик для определения стойкости текстильных материалов к истиранию.

Приборы и материалы: прибор ТИ-1М, серошинельное сукно арт. 6405; сетка полутампаковая № 0,071 массой 0,003 кг $d=65$ мм, $d=90$ мм массой 0,004кг; установочные шаблоны; шаблоны для вырезания образцов; ножницы; толщиномер; образцы чистошерстяных и полушерстяных, хлопчатобумажных тканей и тканей из химических волокон.

Задание:

1. Изучить основные характеристики сопротивления истиранию и факторы, определяющие износ текстильных материалов при истирании.

2. Изучить устройство и принцип работы прибора ТИ-1М для определения сопротивления истиранию и методику работы на нем.

3. Изучить устройство и принцип работы прибора ИТИС для определения сопротивления истиранию на сгибах.

4. Определить стойкость к истиранию текстильных материалов в соответствии со стандартными методиками.

Общие сведения

Причиной износа материалов для одежды является воздействие сложного комплекса различных факторов: механических, физико-химических, биологических.

К механическим воздействиям относятся в первую очередь истирание и утомление, а также сжатие, кручение и другое. Истирание материала, происходящее вследствие трения об окружающие предметы, всегда связано с уменьшением его массы.

Утомление, вызываемое многократными растяжениями и изгибами, приводит к расшатыванию структуры материала без существенной потери его массы и образованию исчезающих деформаций. Мерой износоустойчивости материала к механическим воздействиям является количество относительной удельной работы, затраченной на его разрушение или образование пластических деформаций.

Старение, наступающее в результате длительного воздействия на материал физико-химических факторов (кислорода воздуха, света и температуры), приводит к химическому процессу деструкции волокон. К физико-химическим факторам относится также действие пота, стирки, химической чистки. Выносливость материалов к действию этих факторов обычно измеряется степенью потери прочности

после некоторого срока инсоляции, температурных воздействий или стирок.

К биологическим факторам относятся процессы гниения, вызываемые развитием различным микроорганизмов, а также повреждение шерстяных тканей молью.

Почти никогда износ материалов для одежды не является следствием одного изолированно действующего фактора, а наступает как результат целого комплекса одновременно или последовательно действующих причин – истирания, многократного растяжения, светопогоды, стирки и др. Так, бельевые ткани и трикотаж разрушаются прежде всего от стирки, изнашиваются от трения. Износ подкладочных тканей происходит вследствие истирания при ничтожном влиянии других факторов. В верхней одежде важнейшей причиной разрушения также является истирание, но не исключается и влияние таких факторов, как воздействие светопогоды, а на отдельных участках – многократных растяжений и изгибов.

Таким образом, разрушение различных видов одежды происходит в результате разнообразных механических и физико-химических воздействий; но основной причиной все же является их истирание, имеющее место при износе почти всех видов материалов для одежды. В зависимости от того, какие, механические, физико-химические или биологические, факторы износа сопутствуют истиранию материала, его разрушение происходит быстрее или медленнее.

Внешнее трение об окружающие предметы, вызывающее износ материала вследствие его истирания, возникает в точках фактического контакта соприкасающихся поверхностей. Характер разрушения волокон на контактирующих участках определяется как структурой самого материала, так и видом истирающей поверхности. По данным А.Г. Ковальского существует два граничных вида разрушения волокон: расщепление на отдельные продольные струк-

турные элементы, обусловленное многократным воздействием истирающей поверхности (усталостный износ) и микросрезание, обусловленное однократным воздействием выступов контактной поверхности. Для текстильных материалов, используемых для одежды, первый вид разрушения является более характерным и протекает следующим образом: в начальной стадии истирания взаимодействующие элементы деформируются упруго без разрушения; затем тангенциальные силы, прикладываемые к материалу и действующие в различных направлениях приводят к многократному растяжению одних и сжатию других микроучастков материала, что в конце концов вызывает усталостное разрушение отрезков волокон, расположенных на гребнях волн нитей. Начинается разрушение глубинных слоев материала: волокна, расщепленные в продольном направлении, разделяются на части, происходит их постепенное выпадение. Толщина материала, сначала вследствие разрыхления поверхностных слоев увеличивающаяся, снова уменьшается. Происходит потеря массы материала, который становится более редким и, наконец, разрушается.

Таким образом, разрушение нитей тканей и трикотажа при истирании происходит в результате удаления коротких участков волокон по мере их разрушения, вследствие расщепления, микросрезания и реже удаления волокон из пряжи без их разрушения. В трикотаже разрыв нитей от истирания приводит к спуску петель, в результате чего разрушение трикотажа по истертым местам происходит скорее, чем тканей.

В тканях и трикотаже с начесом, а также в валяных тканях износ начинается с волокон ворса или фильца, которые по мере разрушения выпадают из материала. Примерно также происходит разрушение прошивных нетканых материалов: сначала разлохмачивается поверхность материала, а затем постепенно выпадают волокна ватки, в результате че-

го обнажаются прошивные нити и начинается разрушение самого каркаса.

Устойчивость материала к истиранию определяется прежде всего величиной опорной поверхности и ее рельефом. С увеличением опорной поверхности интенсивность износа материала падает, т.к. удельное давление на площадь контакта, а следовательно, и истирающее усилие распределяется на большую площадь. Для истирания единицы объема каждого тела требуется определенное количество работы, поэтому с увеличением опорной поверхности износ ткани происходит медленнее.

На скорость износа тканей оказывает влияние высота рельефа и радиус кривизны волн нитей, образующих опорную поверхность. При наличии поверхности с более плавными изгибами нитей материал оказывает лучшее сопротивление действию истирающих усилий. На гладких (плоских) тканях признаки износа появляются позднее, чем в тканях с рельефно выступающими перекрытиями на поверхности.

Поскольку сопротивление истиранию тканей в первую очередь зависит от величины опорной поверхности, то для повышения износостойкости тканей необходимо:

1. увеличить массу системы нитей, образующей опорную поверхность, путем уменьшения массы второй малоизнашиваемой системы,
2. лучшее сырье вкладывать в опорную систему нитей,
3. добавлять в смесь или прикрутку капроновые или лавсановые волокна.

Большое влияние на сопротивление истиранию тканей, трикотажа оказывает прочность закрепления волокон в структуре материала, зависящая от длины волокон, толщины и крутки пряжи, вида переплетения, плотности расположения нитей, длины нити в петле трикотажа. Чем лучше закреплены волокна в общей структуре тканей, тем дольше

они не выпадают из нее при истирании и, следовательно, дольше не разрушается материал. Однако слишком большая степень зажима волокон может привести к повышению жесткости ткани, что приводит к образованию в одежде жестких, быстро истирающихся складок.

Отделочные операции, которые приводят к повышению жесткости тканей, также понижают сопротивление тканей истиранию, особенно по сгибам. Например, у сатина после тиснения прочность к истиранию уменьшается. Значительно уменьшается сопротивление истиранию у всех тканей после отделки «стирай-носи».

Сопротивление истиранию зависит от волокнистого состава. Материалы для одежды, имеющие большие упругие и эластические деформации, обладающие гибкостью и мягкостью, оказываются более устойчивыми к трению. Под давлением истирающих поверхностей они легко сжимаются, деформируются, рельеф их поверхности изменяется, волокна не сопротивляются перемещению в поле сил трения – износ таких материалов от истирания происходит медленнее.

Используемые для определения устойчивости к истиранию тканей, трикотажа и нетканых материалов приборы очень разнообразны. Одни в большей, другие в меньшей степени моделируют естественные условия износа.

Все приборы и методы, используемые для определения стойкости к истиранию, можно подразделить по признакам: вид поверхности, по которым взаимодействует проба с абразивом (по всей плоскости пробы, по линии, по сгибам); характер и направление движения контактирующих поверхностей относительно друг друга; наличие дополнительных факторов (растяжение, изгиба, сжатия), ускоряющих износ от истирания.

Для определения стойкости текстильных полотен к истиранию используют следующие характеристики:

- выносливость – число циклов истирания до полного износа материала (образование дыры);
- долговечность – время испытания до образования дыры;
- изменение какого-либо показателя (разрывной нагрузки при одноосном растяжении или продавливании; массы, воздухопроницаемости либо других показателей) при истирании до заданного числа циклов.

Изменение свойств материала при истирании P , %, определяется отношением разности показателей до и после испытания к первоначальному значению показателя:

$$P = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

В некоторых случаях стойкость материала к истиранию оценивают относительным коэффициентом износоустойчивости, определяемым путем сравнения с одновременно испытываемым эталоном:

$$K_{из} = \frac{n}{n_{эт}}, \quad (2)$$

где n – число циклов истирания испытуемого материала;
 $n_{эт}$ – число циклов истирания эталонной пробы.

Определение стойкости к истиранию шерстяных и полшерстяных тканей

Прибор ТИ-1М предназначен для испытания на стойкость к истиранию шерстяных тканей согласно ГОСТ 9913-85, трикотажных полотен из всех видов пряжи и нитей согласно ГОСТ 12739-85 и нетканых полотен из волокон всех видов ГОСТ 24945-81. Истирание происходит одновременно трех образцов с автоматическим остановом прибора при сквозном протирании одного из образцов или после отра-

ботки заданного количества оборотов истирающего диска. При сквозном протирании ткани возникает электрический контакт между спицами прижима или контактными роликами истирающего диска и контактной сеткой, расположенной под образцами, в результате чего срабатывает реле и прибор останавливается. Останов при отработке заданного количества оборотов истирающего диска осуществляется задатчиком оборотов.

Согласно ГОСТ 9913-85 стойкость ткани к истиранию оценивается показателями: числом циклов до разрушения (дыры), изменением фильца или ворса при истирании, закатываемостью ворса после заданного числа истирания

Устройство и принцип работы прибора ТИ-1М

Принцип действия прибора ТИ-1М основан на взаимодействии вращающихся поверхностей образцов испытуемой ткани и истирающего материала (абразива) под давлением.

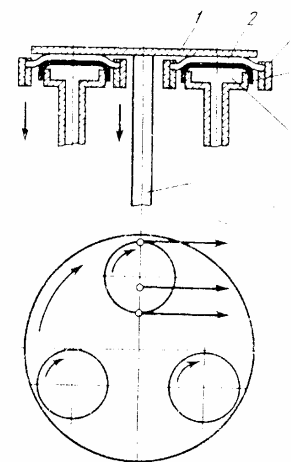


Рис. 1 Схема рабочих органов прибора ТИ-1М

Основными рабочими органами прибора являются истирающий диск 1 с абразивом из карборунда или серошинельного сукна, надетым на ось 6, три рабочих головки 5 для прижатия проб 2 посредством обойм 3 к резиновым мембранам 4. Постоянное натяжение образца при испытании осуществляется обоймой 3, в которой зажимается образец 2.

Прижим образцов ткани 2 к поверхности истирающего диска 1 обеспечивается сжатым воздухом (давление от 0 до 35 кПа), который поступает из пневмосистемы во внутреннюю полость головки 5. Оси истирающего диска 1 и головок 5 смещены относительно друг друга, вращаются в одном направлении с одинаковой угловой скоростью. Благодаря этому истирающие воздействия в любой точке поверхности образца одинаковы и равномерны.

Для останова прибора в момент разрушения пробы и предохранения мембран 4 между ними и пробами расположены металлические контактные сетки.

Количество циклов истирания фиксируются счетчиком.

Методика проведения испытания

1. Для испытания тканей с каждой точечной пробы вырезают по диагонали элементарные пробы диаметром 80 мм (рис. 2).

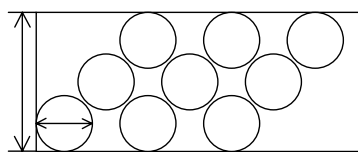


Рис. 2. Схема расположения элементарных проб для испытания на приборе ГИ-1М

Для тканей с открытым рисунком переплетения количество проб – 3; для тканей, имеющих фильц или ворс – 9, из которых 3 пробы – для определения стойкости к истиранию по плоскости; 3 пробы – для определения стойкости фильца или ворса к истиранию; 3 пробы – для определения закатываемости ворса.

2. В качестве абразива используется серошинельное сукно арт. 6405, из которого вырезают кольцо с внешним диаметром 250 мм и внутренним – 80 мм (используется на одну заправку прибора). Пробы тканей и абразивный мате-

риал перед испытанием должны быть выдержаны в нормальных атмосферных условиях.

3. Включить прибор в сеть, ручку пакетного выключателя поставить в положение «вкл».

4. Произвести заправку образцов.

На головку 5 (рис. 1) с закрепленной резиновой мембраной 4 закладывают металлическую сетку, края которой прижимают пружинящим кольцом.

Элементарную пробу закрепляют в обойме лицевой стороной наружу. Обойму без усилия и перекоса надевают на головку 5. Обойма своей массой 500 ± 2 г создает постоянное натяжение элементарной пробы. На образцы положить установочные шаблоны.

5. На центральный вал установить истирающий диск с закрепленным кольцом из абразивной ткани до соприкосновения с установочными шаблонами (на трех головках) и жестко закрепить. Повернуть диск-абразив ключом по часовой стрелке, при этом шаблоны легко сбрасываются. Испытания проводятся при частоте вращения истирающего диска и головок 150 об/мин.

6. Установить рукоятки кранов головок в положение «откр» и воздух поступит в головки. Испытание проводят при давлении воздуха в пневмосистеме $2,7 \pm 0,2$ кПа (20 ± 2 мм. рт.ст), наблюдение за давлением воздуха ведется по показателям манометра.

7. Включить тумблеры головок, пылесоса и вентилятора. Пылесос и вентилятор обеспечивают удаление продуктов истирания и охлаждение истирающего диска и головок.

8. Поставить счетчик на ноль и включить прибор нажатием кнопки управления «пуск».

9. При полном истирании одного из образцов между спицами прижима истирающего диска и контактной сеткой под образцами образуется электрический контакт. При этом

реле срабатывает и прибор автоматически останавливается. На пульте управления загорается сигнальная лампочка, соответствующая головке со стертым образцом. Необходимо рукоятку крана этой головки перевести в положение «закр», сняв давление воздуха. Обойма с протертым образцом опустится от собственного веса. Тем самым контакт головки с абразивным диском нарушится.

10. Записать показания счетчика числа оборотов диска.
11. Проверить давление по манометру.
12. Испытание продолжается до разрушения всех трех элементарных проб тканей. Каждую сторону абразива используют для одной заправки прибора.
13. Выключить тумблеры пылесоса и вентилятора.
14. Снять стирающий диск, вынуть истертые образцы.
15. Удалить воздух из пневмосистемы, постепенно открывая кран.
16. Выключить ручку пакетного выключателя.

После окончания работы произвести чистку от пыли обойм, зажимов, головок, стирающего диска.

Стойкость к истиранию определяется выносливостью, подсчитанной как среднее арифметическое значений выносливости всех проб.

Стойкость фильца или ворса к истиранию определяется при тех же параметрах работы прибора. Проводят испытание до 100 циклов, затем если фильц или ворс не снят, продолжают испытание до 200 циклов и далее через каждые 100 циклов до полного снятия фильца или ворса по всей стираемой поверхности.

Снятие фильца или ворса определяют визуально. Число циклов истирания до полного снятия фильца или ворса фиксируют по каждой элементарной пробе.

Прибор ДИТ-М предназначен для определения стойкости к истиранию по плоскости хлопчатобумажных, льняных, шелковых тканей и тканей из химических волокон и нитей. Стойкость к истиранию определяется согласно ГОСТ 18976-73 «Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию» и ГОСТ 20232-74 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные ведомственного назначения. Нормы стойкости к истиранию».

Определение стойкости к истиранию на сгибах

Определение стойкости к истиранию на сгибах проводят согласно ГОСТ 16733-71 «Ткани текстильные. Метод определения стойкости к истиранию на сгибах». Метод распространяется на хлопчатобумажные ткани и ткани из химических волокон.

Методика выполнения работы

Для проведения испытания от точечной пробы по основе по всей ширине ткани вырезают 8 элементарных проб размером 45x160 мм каждая. Перед испытанием образцы должны быть выдержаны при нормальных атмосферных условиях не менее 24 часов. Испытание тканей на стойкость к истиранию на сгибах проводят на приборе ИТИС (рис. 3)

Прибор состоит из абразивного диска 8 (рис. 3), взаимодействующего при истирании с кассетами, в котором устанавливается по четыре пробы материала. Всего кассет 2. В качестве абразива используется капроновая щетка 7 (волос щетки должен быть обезжирен), которая закреплена на диске 8. Каждая пробная полоска ткани перегибается вокруг контактной пластины 6. С помощью зажима к концам полоски подвешивается груз, между пробными полосками ткани закладывают изолирующие уплотнительные проклад-

Таблица 1

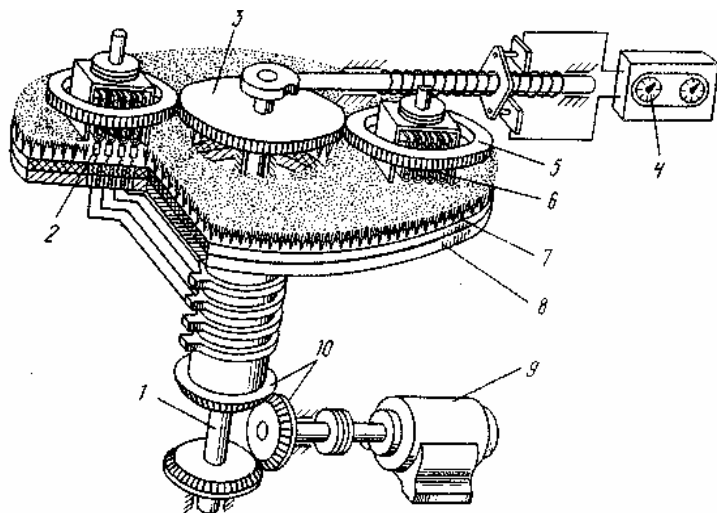


Рис. 3. Схема прибора ИТИС для определения стойкости к истиранию по сгибам

ки и закрепляют в кассете, которую затем устанавливают в обойме 5.

Толщина уплотнительных прокладок берется в зависимости от толщины пробной полоски ткани.

Привод абразива и обоймы в движение осуществляется от электродвигателя 9 через конические шестерни 10, вал 11 и шестерню 3.

Удельное давление в зоне контакта абразива с материалом должно составлять 200 г/см^2 ($1,96 \cdot 10^4 \text{ Па}$). Для создания требуемого давления на штырь планки кассеты надевают груз, масса которого зависит от толщины ткани и определяют по табл. 1, имеющейся в ГОСТ 16733-71.

Толщина ткани , см	Масса груза, г	Толщина ткани, см	Масса груза, г
До 0,08	750	До 0,15	1100
0,09	800	0,16	1200
0,10	850	0,17	1250
0,11	900	0,18	1300
0,12	950	0,19	1350
0,13	1000	0,20	1400
0,14	1050	0,21	1450

После закрытия крышки автоблокировки прибор включается в работу.

При разрушении материала через контактную пластину 6 и контакты 2 замыкается электрическая цепь соответствующей сигнальной лампы и прибор останавливается. После снятия показания счетчика 4, контакт у разрушенной пробы отключают и прибор автоматически опять включается в работу. Испытание проводят до разрушения восьми пробных полосок ткани. Через каждые 10-15 мин работы прибора производят очистку абразива пылесосом.

Обработка результатов.

Стойкость ткани к истиранию на сгибах вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания восьми проб.

Результаты испытаний всей подгруппы в целом представить в виде общей таблицы и сделать выводы по работе.

Вопросы для самоподготовки:

1. По каким признакам подразделяются методы и приборы, используемые для определения стойкости к истиранию?

2. Какие характеристики используются для определения стойкости текстильных материалов к истиранию?

3. Какой прибор используется для определения стойкости к истиранию чистошерстяных и полушерстяных тканей?

4. Устройство и принцип работы прибора ТИ-1М.

5. Методика определения стойкости ворса или фильца к истиранию.

6. Методика определения стойкости к истиранию трикотажных полотен.

7. Устройство и принцип работы прибора ИТИС.

Лабораторная работа №7

Определение пиллингуемости текстильных материалов

Цель: изучение приборов и методик определения пиллингуемости текстильных материалов.

Приборы и материалы: прибор ТИ-1М; серошинельное сукно арт.6405; сетка полутампаковая №0,071 массой 0,003 кг d = 65 мм, массой 0,004 кг d = 90 мм; установочные шаблоны; шаблоны для вырезания образцов; ножницы; лупы; образцы чистошерстяных и полушерстяных тканей.

Задание:

1. Изучить общие закономерности механизма пиллингообразования, основные факторы, определяющие процесс пиллингообразования

2. Изучить устройство и принцип работы прибора ТИ – 1М, и методику работы на нем.

3. Определить пиллингуемость текстильных материалов.

Общие сведения.

Пиллингуемость – свойство материалов образовывать на своей поверхности рыхлые комочки из спутанных волокон.

Определение пиллингуемости состоит в создании на материале в результате его истирания ворсистости, а затем пиллей и в подсчете максимального количества пиллей на определенной площади ткани. Определение пиллингуемости по стандартам производится на пиллингометре ВНИ-ИПХВ или на приборе ТИ- 1М.

Пиллингуемость обычно характерна для изделий из синтетических материалов уже в первые 2-3 недели носки и очень портят их внешний вид. Особенно большой склонностью к образованию пиллинга обладают полушерстяные материалы с полиамидными и полиэфирными волокнами.

Метод определения пиллингуемости для шерстяных и полушерстяных тканей установлен в ГОСТ 14326-73 «Ткани текстильные. Метод определения пиллингуемости».

Методика проведения испытания

Определение пиллингуемости шерстяных тканей осуществляется на приборе ТИ-1М при частоте вращения рабочих органов 100 мин^{-1} и давлении воздуха в пневмосистеме $2,7 \pm 0,2 \text{ кПа}$ ($20 \pm 2 \text{ мм рт.ст.}$). Толщина шаблона 3 мм для камвольных тканей, 4 мм – для суконных тканей с открытым рисунком переплетения.

Устройство, принцип и последовательность работы прибора ТИ – 1М представлены в лабораторной работе «Определение стойкости текстильных материалов к истиранию».

Для испытания вырезают 6 круглых проб диаметром 80 мм. В качестве абразива используют серошинельное сук-

но арт.6405. Через каждые 100 циклов истирания контролируют количество пиллей. Испытание считается законченным тогда, когда, достигнув максимума, количество пиллей станет снижаться.

Для определения устойчивости пиллей испытание продолжают еще в течение 400 циклов истирания, после чего проводят подсчет количества пиллей.

Устойчивость пиллей характеризуется процентом их снижения от максимума до полученного количества после указанных дополнительных 400 циклов истирания. Если после 500 циклов истирания с момента начала испытания пиллей не обнаружено, испытание прекращают, и ткань оценивается как непиллингуемая.

Максимальное количество пиллей на 1 см² ткани вычисляют по формуле:

$$K = \frac{K_1}{S}, \quad (1)$$

где K_1 - среднее значение максимальных результатов испытаний, S – площадь (9 см²), на которой подсчитывается количество пиллей.

Устойчивость пиллей определяется по формуле:

$$Y = \frac{(K_1 - K_0) \cdot 100}{K_1}, \quad (2)$$

где K_0 – среднее значение результатов испытания после дополнительных 400 циклов истирания.

Результаты испытания представить в виде таблицы.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое пиллингуемость?
2. Механизм образования пиллей.

3. Какие приборы используют для определения пиллингуемости? Для каких материалов они предназначены?

4. При каких параметрах производится определение пиллингуемости на приборе ТИ – 1М (частота вращения рабочих органов, давление воздуха в пневмосистеме)?

Лабораторная работа № 8

Определение воздухопроницаемости текстильных материалов и изделий

Цель: Изучение метода определения воздухопроницаемости на приборе FF-12/A.

Приборы и материалы: прибор для испытания тканей на воздухопроницаемость *FF – 12/A*, образцы тканей.

Задание:

1. Изучить основные характеристики воздухопроницаемости и факторы, влияющие на воздухопроницаемость материалов и изделий.

2. Изучить устройство и принцип работы прибора *ATL-2 (FF-12)* для определения воздухопроницаемости и методику работы на нем.

3. Провести испытания воздухопроницаемости материалов и изделий и определить для них коэффициенты воздухопроницаемости.

Общие сведения

Способность тканей, трикотажа и нетканых материалов пропускать воздух, пар, воду, различные жидкости, дым, пыль, радиоактивные излучения называется *проницаемостью*.

Воздухопроницаемостью материала называется его способность пропускать воздух. Она является одним из основных показателей гигиеничности и теплозащитных свойств материалов и играет важную роль при выборе их для одежды. Материалы для летней одежды должны характеризоваться высокой воздухопроницаемостью и обеспечивать хорошую вентиляцию пододежного воздушного слоя; для зимней одежды, как правило, необходимо подбирать материалы с низкой воздухопроницаемостью.

Воздухопроницаемость бытовых тканей, трикотажа и нетканых полотен, тканей технических и для спецодежды, войлока, искусственного меха, комплексных (дублированных) материалов и изделий из них характеризуют коэффициентом воздухопроницаемости.

Коэффициент воздухопроницаемости показывает, какой объем воздуха проходит через единицу площади материала или изделие в единицу времени при определенной разности давления по обе стороны материала, и определяется по формуле:

$$B_p = \frac{V}{F \cdot \tau}, \quad \frac{\text{дм}^3}{\text{см}^2 \cdot \text{с}}, \quad (1)$$

где V - объем воздуха, прошедшего через материал при данной разности давлений Δp , в дм^3 ;

F - площадь материала, через которую проходит воздух, см^2 ,

τ - время прохождения воздуха через пробу, с.

Величина коэффициента воздухопроницаемости зависит от разности давлений по одну и другую сторону материала, поэтому сравнение воздухопроницаемости произво-

дится при определенной разнице давления, которая указывается цифровым индексом при обозначении коэффициента воздухопроницаемости. При эксплуатации одежды разность давлений может возникнуть по двум причинам: 1 – под влиянием разности температур воздуха под одеждой и наружного; 2 – под влиянием ветра. Чаще всего воздухопроницаемость определяется при разности давлений $\Delta p=50 \text{ Н/м}^2$ (5 мм водн. ст.), что соответствует скорости ветра, равной 8-10 м/с, и обозначается B_{50} .

В табл.1 представлена группировка тканей по воздухопроницаемости по данным Н.А. Архангельского.

Таблица 1

Группировка тканей по воздухопроницаемости

Группы тканей	Ткани	Общая характеристика воздухопроницаемости	Воздухопроницаемость, $\text{мл/см}^2 \cdot \text{с}$	
			При давлении 1мм вод.ст.	При давлении 5мм вод. ст.
1	2	3	4	5
1	Плотные драпы и сукна, очень плотные х/б ткани, диагональ, начесное сукно	Весьма малая	<1	<50
2	Костюмные шерстяные ткани, диагональ, сукно и драп повышенной пористости	Малая	1-3	50-30
3	Бельевые, платьевые, демисезонные, легкие костюмные ткани	Ниже средней	3-10	135-375
4	Легкие бельевые и платьевые ткани	Средняя	10-30	375-1000
5	Наиболее легкие платьевые с большими сквозными порами (маркизет, астра), спортивные ткани	Повышенная	30-50	1000-1500
6	Марля, сетка, канва, трикотаж и др.	Высшая	>50	>1500

Характеристика основных факторов, влияющих на воздухопроницаемость.

Воздухопроницаемость, определяемая при постоянной разнице давлений, зависит от ряда факторов: от пористости материала, вида переплетения, вида отделки, влажности материала, количества слоев в одежде и т.д.

На сопротивление, оказываемое материалом потоку проходящего воздуха, оказывает влияние наличие сквозных пор, а, именно, количество, размер и форма пор.

Количество сквозных пор n в ткани определяется произведением плотности на 1 см по основе P_o и плотности на 1 см по утку P_y :

$$n = \frac{P_o}{10} \cdot \frac{P_y}{10} = \frac{P_o \cdot P_y}{100}. \quad (2)$$

Средний размер каждой поры (f_n) может быть определен по формуле:

$$f_n = \frac{F \cdot 10^4}{P_o \cdot P_y}, \quad (3)$$

где F - общая площадь пор в ткани, мм².

Площадь пор в долях от площади ткани составляет (по данным Н.А. Архангельского): 0,61; 0,54; 0,44; 0,33.

При одинаковой площади пор воздухопроницаемость материала может быть различной; у материалов из тонких нитей с мелкими порами она меньше, чем воздухопрони-

цаемость материалов с крупными порами. Воздух, просачиваясь через материал под влиянием разности давлений, совершает работу. Часть работы затрачивается на трение воздуха о ткань, часть – на преодоление инерционных сил внешней среды. Чем меньше поры, тем больше трение воздуха о ткань, тем меньше воздухопроницаемость.

В тканях и трикотаже из слабоскрученных рыхлых пушистых нитей, поры между нитями частично закрыты выступающими из нитей волокнами; если же нити скручены сильно, поры остаются сквозными. Поэтому материалы из гладких нитей с высокой круткой имеют большую воздухопроницаемость.

На воздухопроницаемость влияет вид ткацкого переплетения. Так, воздухопроницаемость таких переплетений, как саржевые, сатиновые, мелкоузорчатые больше, чем плотняного при прочих равных условиях. Это объясняется тем, что с ростом длины перекрытий структура тканей становится более рыхлой и их воздухопроницаемость увеличивается.

Исследуемый показатель зависит от вида отделки материала. Воздухопроницаемость суровых тканей больше, чем отделанных, подвергнутых отварке, крашению и особенно аппретированных и прессованных тканей. В валяных тканях, тканях с начесом, где сквозные поры между нитями заполнены волокнами, воздухопроницаемость зависит от толщины ткани и от рыхлости ее структуры.

На воздухопроницаемость, кроме перечисленных выше, оказывают влияние влажность, количество слоев материала в одежде. С увеличением влажности воздухопроницаемость материала уменьшается. Наибольшее снижение воздухопроницаемости при $\Delta p=5$ мм вод. ст. наблюдается при влажности около 80 %. Снижение воздухопроницаемости объясняется заполнением пор влагой и набуханием волокон.

Увеличение количества слоев материала снижает общую воздухопроницаемость пакета одежды. Исследования показывают, что наиболее резкое снижение воздухопроницаемости (до 50 %) наблюдается при увеличении количества слоев до двух. Дальнейшее увеличение количества слоев материала влияет на уменьшение воздухопроницаемости в меньшей степени.

Воздухопроницаемость текстильных материалов определяют на приборах, работающих по принципу создания по обе стороны образца определенной разницы давлений, в результате чего воздух движется через образец.

Методика выполнения работы

Испытания проводят на приборе *ATL (FF-12)* согласно ГОСТ 12088 – 77 при разрежении под точечной пробой, равном 49 Па (5 мм вод. ст.), и при усилии прижима точечной пробы, равном 147 Н (15 даН).

Предварительно отбирают пробы материала по ГОСТ 20566-75. Для материалов, контролируемых по каждому куску, отбирают точечную пробу по всей ширине материала длиной 16 см от любого места, но не от самого конца. На каждой точечной пробе испытания проводят в пяти местах в шахматном порядке.

Прибор *FF-12* (рис.1) состоит из системы, создающей разрежение воздуха под испытываемой пробой *11*, в которую входит электровентиль *1*, игольчатый клапан *2*, соединительные трубки *3*; *4* ротаметра *6,7,8,9* с рукоятками *4* для определения количества воздуха, прошедшего через испытываемую пробу, с диапазоном измерений 4-40, 20-200, 120-2000 и 800-8000 л/ч; микроманометр *13* с тремя наклонными измерительными трубками, пределы измерения которых 0-30, 30-100, 100-200 мм вод.ст.; комплект из четырех сменных столиков *10* с круглыми отверстиями площадью 10, 20,

50 или 100 см² и соответствующие им кольца *12*; поплавки *5* ротаметров; сосуд *14* с дистиллированной водой. Для проверки прибора имеются специальные шаблоны.

Для испытаний применяют сменный столик *10* с отверстием площадью 10 см² (при необходимости могут быть использованы столики с другими отверстиями). Ротаметр выбирают в зависимости от воздухопроницаемости материала и площади отверстия сменного столика.

При испытании точечных проб ткани на столике с площадью отверстия 10 см², ротаметр выбирают руководствуясь следующим:

Воздухопроницаемость материала, дм ³ /(м ² · с)	Ротаметр со шкалой, л/ч
333-2080	800-8000
56-333	120-1200
11-56	20-200
3-11	4-40

Если ткань имеет воздухопроницаемость в диапазонах измерений двух смежных ротаметров, замеры производят на ротаметре с большим пределом измерений.

Если неизвестно, в каких пределах находится воздухопроницаемость материала, то производят выбор ротаметра. Для этого открывают ротаметр *9* со шкалой 800-8000 л/ч и устанавливают требуемое разрежение под точечной пробой. Если при испытании определить расход воздуха не удастся, т. е. поплавок не поднялся до отметки 1200 л/ч или остался в крайнем нижнем положении, измерения расхода воздуха проводят на ротаметре *8* или *7*. Подбор ротаметра производят последовательно, отключив при этом все остальные ротаметры.

Тумблером включают электровентиль *1* (загорается сигнальная лампочка и включается освещение ротаметров).

Поворотом ручки 4 против часовой стрелки открывают выбранный ротаметр, устанавливают разрежение под точечной пробой. Для этого плавно открывают игольчатый клапан 2 вращением рукоятки по часовой стрелке до смещения мениска на одно или два деления выше необходимой отметки, затем, вращая рукоятку в обратном направлении, устанавливают мениск на требуемую риску.

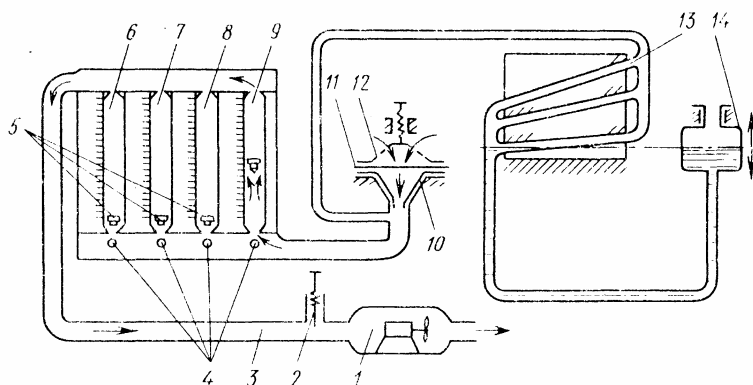


Рис.1. Схема прибора ATL – 2.

Точечную пробу 11 материала укладывают на столик 10 в расправленном виде лицевой поверхностью вверх и прижимают ее к столику кольцом 12 при помощи рычага.

При установленном разрежении (5 мм вод.ст.) под точечной пробой снимают показания расхода воздуха по верхней плоскости поплавка ротаметра и отсчет показаний производят с точностью половины цены деления ротаметра. Закрывают ротаметр и игольчатый клапан.

За результат испытаний принимают минимальное и максимальное значения воздухопроницаемости для всех замеров каждой точечной пробы.

Показатели максимального и минимального значений воздухопроницаемости материала V_{pmax} и V_{pmin} ($\text{дм}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$), каждой точечной пробы вычисляется по формуле:

$$V_{p \begin{matrix} \max \\ \min \end{matrix}} = \frac{10^{-4} \cdot Q}{36 \cdot 10^{-2} \cdot S} = \frac{10^{-2} \cdot Q}{36 \cdot S}, \quad (4)$$

где Q - максимальный или минимальный расход воздуха на всех испытаниях точечной пробы (показания ротаметра), л/ч; S - испытываемая площадь пробы, см^2 .

Коэффициент воздухопроницаемости многослойного материала или пакета одежды $V_{\text{общ}}$ рассчитывается с погрешностью до 10% по формуле:

$$V_{\text{общ}} = \frac{1}{1 / B_1 + 1 / B_2 + \dots + 1 / B_n}, \quad (5)$$

где B_1, B_2, \dots, B_n - коэффициент воздухопроницаемости слоев; 1, 2, ..., n - число слоев в пакете.

При испытании воздухопроницаемости многослойных материалов или пакетов одежды следует сопоставлять значения их коэффициентов воздухопроницаемости, полученных экспериментальным путем и расчетным путем по указанной формуле(5).

Результаты испытаний представить в виде табл. 2.

Таблица 2

Вид пробы	Номер пробы	Расход воздуха при испытании на приборе ($\text{дм}^3/\text{ч}$)	Коэффициент воздухопроницаемости V_p , $\text{дм}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое воздухопроницаемость материалов?
2. Устройство и принцип работы прибора *ATL –2*.
3. Каким образом рассчитывается коэффициент воздухопроницаемости пакета одежды?
4. Какое значение имеют показатели воздухопроницаемости материалов при оценке их гигиенических и теплозащитных функций?
5. Какое влияние оказывают параметры структуры материала на его воздухопроницаемость?
6. Какое влияние оказывает давление, скорость воздуха и другие факторы на воздухопроницаемость материалов?

Лабораторная работа № 9

Определение показателей гигроскопических свойств текстильных материалов

Цель: изучить методы определения гигроскопических свойств текстильных материалов.

Приборы и материалы: аналитические весы; эксикаторы с водой, серной кислотой, обезвоженным хлоридом кальция; сушильный шкаф; бюксы; прибор для определения капиллярности; эозин (хромпик), фильтровальная бумага, стаканы; образцы тканей, трикотажных и нетканых материалов.

Задание:

1. Изучить методы определения влажности, водопоглощения, влагоотдачи, гигроскопичности и капиллярности.

2. Определить показатели гигроскопических свойств различных материалов и провести сравнительный анализ результатов.

Общие сведения

Физические свойства материалов для одежды обеспечивают выполнение гигиенических требований, предъявляемых к ним. Показатели физических свойств влияют на создание комфортных условий в пододежном пространстве. Кроме того, физические свойства обеспечивают выполнение технологических требований, в частности, влияют на выбор параметров влажно-тепловой обработки деталей швейных изделий, на процесс настилая материалов, на затраты времени по уходу за изделиями в период их эксплуатации и т.д.

Физические свойства текстильных материалов характеризуют их способность поглощать и пропускать влагу, воду, пыль, тепло, воздух и т.д. К физическим свойствам относятся гигроскопические свойства, проницаемость, тепловые, оптические и электрические свойства.

Гигроскопические свойства характеризуют способность текстильных материалов поглощать и отдавать водяные пары и воду. Процесс поглощения паров влаги называется *сорбцией*, а процесс отдачи водяных паров при определенных условиях – *десорбцией*. Поглощение текстильными материалами водяных паров и влаги вызывает изменение их массы, линейных размеров, механических и физических свойств.

Сорбционная способность текстильных материалов характеризуется влажностью, гигроскопичностью, влагоотдачей.

Влажность бывает фактическая и кондиционная.

Методика выполнения работы

Фактическая влажность W_f , %, характеризует содержание влаги в материале при атмосферных условиях в момент испытания.

Кондиционная влажность W_k , %, характеризует содержание влаги в материале в условиях, близких к нормальным атмосферным условиям.

Гигроскопичность W_z , %, характеризует способность материала сорбировать влагу из окружающей среды, имеющей относительную влажность воздуха 98%.

Влагоотдача B_o , % - способность материала, имеющего гигроскопическое влагосодержание, отдавать пары воды в окружающую среду с относительной влажностью 2 %. Текстильные материалы, обладающие более низкой скоростью поглощения и отдачи влаги, лучше защищают тело человека от резких температурных изменений окружающей среды. Поэтому влагоотдача является одним из показателей гигиеничности одежды.

Способность текстильного материала впитывать воду при непосредственном контакте с жидкой средой характеризуется показателями водопоглощения и капиллярности.

Водопоглощение $П_v$, % - характеризует поглощение влаги при полном погружении материала в воду.

Капиллярность h , мм, характеризует поглощение воды продольными капиллярами материала. Подъем влаги в текстильных материалах происходит по внутренним капиллярам, а не по капиллярам между нитями, т.к. последние имеют большой диаметр и сравнительно малую протяженность. Этим объясняется то, что низкой капиллярностью обладают трикотажные полотна ввиду их петельной структуры, а наибольшей – нетканые полотна.

Определение влажности.

Стандартные методы определения сорбционных свойств текстильного материала (ГОСТ 3816-81) основаны на отделении влаги от материала и определении его массы.

Для проведения испытания готовят две элементарные пробы массой 3-10 г. Вначале взвешивают бюксы, затем взвешивают каждую навеску на аналитических весах с точностью до 0,001 г и помещают в бюксу. Пробу в открытой бюксе высушивают в сушильном шкафу при температуре $107 \pm 2^\circ\text{C}$ (для хлориновых тканей $68 \pm 2^\circ\text{C}$) в течение 45 мин. Затем бюксу закрывают пробкой и помещают на 5 мин для охлаждения в эксикатор с обезвоженным хлоридом кальция, после чего взвешивают с той же точностью. Взвешивание производят периодически через 15-30 мин сушки до тех пор, пока разность между двумя последующими взвешиваниями не будет превышать 0,001 г, т.е. до постоянной массы пробы.

Показатель влажности W_f , %, вычисляют по формуле:

$$W_f = \frac{(m_f - m_c)}{m_c} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где m_f – масса пробы до сушки, г; m_c – постоянная масса пробы после сушки, г.

Результаты представить в виде табл. 1.

Таблица 1

Номер образца	Масса бюксы, г	Масса навески до и после сушки, г				Влажность материала
		До сушки	1 сушка	2 сушка	3 сушка	

Определение гигроскопичности и влагоотдачи.

При необходимости для определения этих показателей можно использовать одни и те же элементарные пробы размером 50x200мм. Количество проб –3. Каждую полоску помещают в отдельную бюксу. Затем бюксы помещают на 4 часа в эксикатор с водой, в котором предварительно установлена относительная влажность воздуха близкая к 100% (проверяют гигрометром). После 4 часов выдержки бюксы закрывают, вынимают из эксикатора и взвешивают с точностью до 0,001 г на аналитических весах. Далее открытые бюксы с пробами выдерживают 4 часа в эксикаторе с серной кислотой, в котором относительная влажность воздуха равна $2\pm 1\%$, бюксы закрывают, вынимают из эксикатора и взвешивают. Затем открытые бюксы с пробами помещают в сушильный шкаф, где образцы высушивают до постоянной массы при температуре $105-110^{\circ}\text{C}$, охлаждают в эксикаторе с обезвоженным хлоридом кальция и взвешивают с той же точностью.

Гигроскопичность W_2 , % вычисляют по формуле:

$$W_2 = \frac{(m_{100} - m_c)}{m_c} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

Влагоотдачу B_o , %, вычисляют по формуле:

$$B_o = \frac{(m_{100} - m_0)}{(m_{100} - m_c)} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где m_{100} – масса пробы после выдерживания в эксикаторе с водой, г; m_0 – масса пробы после выдерживания в эксикаторе с серной кислотой, г; m_c – масса пробы после сушки в сушильном шкафу.

Результаты определения представить в виде таблицы.

Определение капиллярности. Испытание проводится согласно ГОСТ 3816-81 на образцах размером 50x300 мм. Образцы должны быть вырезаны один по длине, а другой по ширине материала.

Образцы закрепляются одним концом в держателе (рис.1), а другим опускают в сосуд с раствором эозина или хромпика (1:200). При этом происходит впитывание образцом раствора в естественном состоянии без отжима. Степень капиллярности материала определяется высотой (мм), на которую поднимается через 60 мин раствор эозина, считая от первоначального уровня жидкости. Через каждые 10 мин в течение 1 часа замеряют высоту подъема раствора по образцу и затем по полученным данным строят график зависимости высоты подъема от времени испытания, который характеризует не только конечную величину, но и весь процесс в целом. Если граница подъема жидкости размыта, то результат измерения принимают как среднее значение верхней и нижней границы подъема.

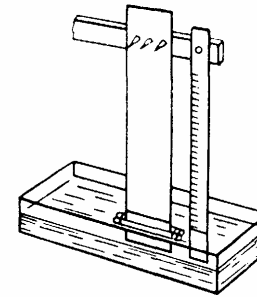


Рис.1. Схема заправки пробы для определения ее капиллярности

Определение водопоглощения.

Для определения водопоглощения вырезают три полоски размером 50x50 мм. После взвешивания каждой пробы с точностью до 0,001 г их поочередно погружают в воду при комнатной температуре и выдерживают 1 мин. Для удаления воды с поверхности образцов их кладут на фильтровальную бумагу, сложенную в три

слоя, сверху закрывают таким же слоем бумаги и слегка приглаживают рукой, затем взвешивают.

Водопоглощение вычисляется по формуле:

$$B_o = \frac{(m_y - m_{ec})}{m_{ec}} \cdot 100 \quad \%, \quad (4)$$

где m_y - среднее арифметическое массы трех увлажненных образцов, г; m_{ec} - среднее арифметическое массы трех воздушно-сухих образцов, г.

Результаты представить в виде таблицы.

В отчете следует изложить методы испытания, дать определение терминов: фактическая влажность, гигроскопичность и т.д. Результаты определения показателей гигроскопических свойств материалов должны быть представлены в виде таблицы, а также сделаны выводы.

Вопросы для самоподготовки:

1. Какие показатели характеризуют сорбционную способность материала?
2. Какие формы связи влаги с материалом вы знаете?
3. Что подразумевается под абсолютно сухой массой?
4. Что такое влажность материала?
5. Что такое гигроскопичность материала?
6. Что характеризует водопоглощение и капиллярность материала?