

**Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ.
ПРОНИЦАЕМОСТЬ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН**

**Методические указания к самостоятельной работе для
студентов специальности 1-50 01 02 «Конструирование и
технология швейных изделий» по курсам
«Материаловедение», «Конфекционирование материалов» и
«Материалы для швейных изделий»**

**Витебск
2013**

УДК 687.03 (07)

Материаловедение. Проницаемость текстильных полотен: методические указания к самостоятельной работе для студентов специальности 1-50 01 02 «Конструирование и технология швейных изделий» по курсам «Материаловедение», «Конфекционирование материалов» и «Материалы для швейных изделий»

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2013.

Составители: ст. преп. Лобацкая О.В.,
к.т.н. доц. Лобацкая Е.М.,
ст. преп. Кветковский Д.И.

В методических указаниях даны сведения о способности текстильных полотен пропускать воздух, воду, пары влаги, пыль и радиоактивные излучения. Рассмотрены вопросы зависимости проницаемости от структурных характеристик полотен и параметров окружающей среды, изложены методы определения воздухопроницаемости, водопроницаемости и др. характеристик на приборах. Методические указания составлены для использования студентами при выполнении лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов, НИРС по курсам «Материаловедение», «Конфекционирование материалов» и «Материалы для швейных изделий»

Одобрено кафедрой ткачества УО «ВГТУ»
« 23 » мая 2013 г., протокол № 11.

Рецензент: к.т.н., доцент Гарская Н.П.
Редактор: к.т.н., доцент Бондарева Т.П.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ» « 30 » октября 2013 г., протокол № 7.

Ответственный за выпуск: Тищенко О.А.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____ Формат _____ Уч.- изд. лист. _____
Печать ризографическая. Тираж _____ экз. Заказ № _____

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.
210035, Витебск, Московский пр-т, 72.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ	5
1.1 Основные сведения	5
1.2 Определение воздухопроницаемости на приборе ВПТМ-2	9
1.3 Определение воздухопроницаемости на приборе АТЛ-2 (FF-12)....	12
2 ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ, ВОДОУПОРНОСТЬ И ВОДООТТАЛКИВАНИЕ	15
2.1 Основные сведения	15
2.2 Принцип работы прибора FF – 10	17
2.3 Определение водоотталкивания, воздухопроницаемости и намокаемости тканей на приборе FF – 10.....	19
2.3.1 Определение водоотталкивания тканей.....	19
2.3.2 Определение воздухопроницаемости.....	20
2.3.3 Определение намокаемости	21
3 ПАРПРОНИЦАЕМОСТЬ	22
3.1 Основные сведения	22
3.2 Определение паропроницаемости	23
3.3 Определение сопротивления паропроницаемости	25
4 ПЫЛЕПРОНИЦАЕМОСТЬ	28
4.1 Основные сведения	28
4.2 Определение пылепроницаемости и пылеемкости	30
ЛИТЕРАТУРА.....	32

ВВЕДЕНИЕ

Проницаемостью называется способность полотен пропускать через себя воздух, пары воды, пыль, воду, радиоактивные излучения. Эти свойства полотен определяют и названия характеристик – воздухопроницаемость, паропроницаемость, водопроницаемость, пылепроницаемость и др. Проницаемость текстильных полотен, используемых для изготовления одежды, играет важную роль для создания благоприятных условий, нормального функционирования организма и защиты его от вредных воздействий окружающей среды.

На практике иногда определяют и обратный проницаемости показатель – непроницаемость или упорность. Так, наряду с водопроницаемостью часто определяют водоупорность различных изделий, характеризующую их сопротивление прониканию воды.

Предварительно отбирают точечные пробы материала по ГОСТ 20566 – 75 (для тканей, тканого искусственного меха и дублированных тканей), ГОСТ 13587–77 (для нетканых полотен и искусственного меха на нетканой основе), ГОСТ 8844–75 (для трикотажных полотен, искусственного меха на трикотажной основе и дублированных трикотажных полотен), ГОСТ 9173–86 (для трикотажных изделий). Для материалов, контролируемых по каждому куску, отбирают точечную пробу по всей ширине материала длиной 16 см от любого места, но не от самого конца, для остальных материалов – длиной 30 см. Испытания воздухопроницаемости можно проводить на точечных пробах, отобранных для определения показателей, характеризующих физико–механические свойства материала. На каждой точечной пробе испытания проводят в пяти местах в шахматном порядке.

1 ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТЬ

1.1 Основные сведения

Воздухопроницаемость – это способность текстильных полотен пропускать воздух. Она характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости B_p , $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, который показывает, какое количество воздуха проходит через единицу площади в единицу времени при определенной разнице давлений по обе стороны полотна:

$$B_p = V / (S \cdot t), \quad (1.1)$$

где V – объем воздуха, прошедшего через полотно, дм^3 ; S – площадь полотна, м^2 ; t – длительность прохождения воздуха, с; p – показатель перепада давления.

При наличии разницы давлений по обе стороны полотна воздух проникает через материал в направлении от большего давления к меньшему. При повышении разницы давлений увеличивается количество проходящего через материал воздуха, причем для плотных тканей эта зависимость близка к линейной, для более редких – к степенной. Связь между перепадом давлений и скоростью прохождения воздуха через материал выражается уравнением

$$P = a \cdot v + b \cdot v^2, \quad (1.2)$$

где a и b – коэффициенты, различные для тканей с разной воздухопроницаемостью и зависящие от параметров их структуры; v – скорость ветра, м/с.

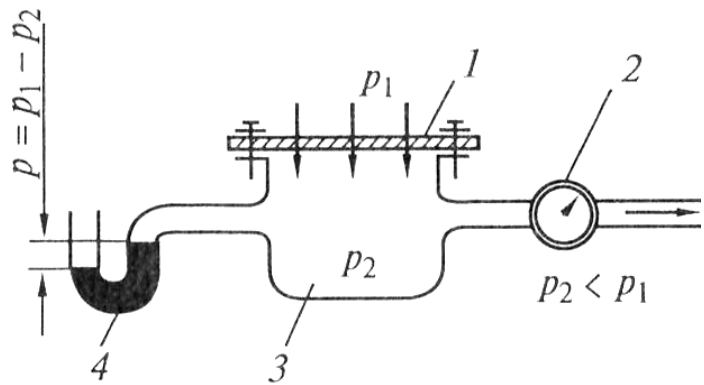
Для плотных тканей, в порах которых наблюдается ламинарное движение воздуха, обычно пренебрегают вторым членом уравнения; для более редких тканей, в которых движение воздуха турбулентное, – первым.

В условиях эксплуатации одежды разность давлений может возникнуть или под влиянием разности температур воздуха под одеждой и наружного, или под влиянием ветра. Воздухопроницаемость одежных материалов чаще всего определяют при разности давлений $p = 5$ мм вод.ст. ($49 \text{ Па} \approx 50 \text{ Па}$), что соответствует скорости ветра, равной $8 - 10$ м/с, и обозначают B_{50} .

Воздухопроницаемость текстильных материалов определяют на специальных приборах (рис. 1.1). Принцип действия этих приборов заключается в создании разницы давлений между окружающей средой и камерой, на которой крепится проба материала ($\rho_1 > \rho_2$), в результате чего воздух проходит через пробу. Разрежение в камере создается с помощью вентилятора или насоса, разницу давлений устанавливают по манометру, а количество воздуха, прошедше-

Рисунок 1.1 – Схема прибора для определения воздухопроницаемости материалов:

1 – проба материала; 2 – счетчик расхода воздуха; 3 – камера разрежения; 4 – манометр



го через пробу, определяют по счетчику. Далее вычисляют коэффициент воздухопроницаемости.

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.

Воздушный поток проходит через поры текстильного материала, поэтому показатели воздухопроницаемости зависят от структурных характеристик материала, определяющих его пористость, а именно: количества, размеров и формы сквозных пор. Количество сквозных пор n в ткани определяется произведением плотности на 1 см по основе Π_o и плотности на 1 см по утку Π_y :

$$n = \Pi_o / 10 \cdot \Pi_y / 10 = \Pi_o \cdot \Pi_y / 100 = 0,01 \Pi_o \cdot \Pi_y. \quad (1.3)$$

Средний размер каждой поры f_n , мм², может быть определен по формуле

$$f_n = 10^4 F / \Pi_o \Pi_y, \quad (1.4)$$

где F – общая площадь пор в 1 см² ткани, мм².

В таблице 1.1 приведены данные об изменении воздухопроницаемости в зависимости от площади пор.

Таблица 1.1 – Зависимость воздухопроницаемости от площади пор

Площадь пор в долях от площади ткани	Коэффициент воздухопроницаемости, дм ³ /(м ² ·с)
0,61	460
0,54	383
0,44	293
0,33	194

При одинаковой площади пор воздухопроницаемость материала может быть различной: у материалов из тонких нитей с мелкими порами она меньше, чем воздухопроницаемость материалов из толстых нитей 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. Материалы из тонких, сильно скрученных нитей имеют большое число сквозных пор и соответственно большую воздухопроницаемость по сравнению с материалами из толстых пушистых нитей, в которых поры часто закрыты выступающими волокнами или петлями нитей. С увеличением плотности ткани воздухопроницаемость её существенно снижается. Так, увеличение заполнения ткани на 1 % (при $E_s = 85$ %) уменьшает воздухопроницаемость примерно в 2 раза.

Общую пористость материала представляют как величину, обратную его заполнению, которая определяется по формуле

$$R_{\text{общ}} = 100 (1 - \delta / \gamma), \quad (1.5)$$

где $R_{\text{общ}}$ – общая пористость материала, %; γ – плотность вещества материала, мг/мм³; δ – средняя плотность материала, мг/мм³.

На воздухопроницаемость влияет вид ткацкого переплетения. Наименьшей воздухопроницаемостью при прочих равных условиях обладают ткани полотняного переплетения. С увеличением длины перекрытий повышается рыхлость тканей и соответственно их воздухопроницаемость. Например, для шерстяных тканей при увеличении длины перекрытий в 2,3 раза воздухопроницаемость возрастает более чем в 2 раза.

Большое влияние на воздухопроницаемость оказывает отделка. Воздухопроницаемость суровых тканей больше, чем отделанных, подвергнутых отвариванию, белению, крашению и, особенно, аппретированию и прессованию. Нанесение пленочных покрытий может снизить коэффициент воздухопроницаемости практически до нуля.

Трикотажные полотна отличаются большей воздухопроницаемостью, чем ткани, т. к. благодаря петельному строению трикотаж имеет более крупные сквозные поры. Воздухопроницаемость холстопршивных нетканых полотен, тканей и трикотажа с начесом, у которых сквозные поры практически отсутствуют, зависит от их толщины и общей пористости.

С увеличением влажности материала его воздухопроницаемость снижается, что связано с набуханием волокон, вызывающим сокращение числа и размеров сквозных пор. Установлено, что при увеличении влажности материала до 25 % коэффициент воздухопроницаемости практически не изменяется, при изменении влажности в интервале 25 – 55 % происходит резкое снижение воздухопроницаемости, при дальнейшем увеличении влажности до 100 % воздухо-

проницаемость продолжает падать, но менее интенсивно. Изменение воздухопроницаемости от влажности во многом зависит от гигроскопичности волокон. Например, при 100%-ной влажности шерстяных суконных тканей их воздухопроницаемость по сравнению с воздушно-сухим состоянием снижается в 2 – 3 раза. Ряд исследователей отмечают, что наибольшее снижение воздухопроницаемости наблюдается при влажности материала около 80 %.

С повышением температуры от 20 до 120 °С воздухопроницаемость уменьшается, что, вероятно, связано с увеличением вязкости воздуха, а также повышением амплитуды колебаний молекулярных цепей полимера волокна.

Воздухопроницаемость теплозащитной одежды является отрицательным фактором, поскольку она снижает тепловое сопротивление одежды, но в то же время она имеет гигиеническое значение, так как обеспечивает естественную вентиляцию пододежного воздуха, что особенно важно для летней и спортивной одежды. К тканям различного назначения предъявляются различные требования. Сорочечно-платьевые и бельевые ткани должны обладать наибольшей воздухопроницаемостью. Ткани для верхней и зимней одежды должны обладать ограниченной воздухопроницаемостью, быть ветростойкими и не допускать переохлаждения тела человека в результате проникания чрезмерного количества холодного воздуха в пододежное пространство.

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

Общую воздухопроницаемость многослойного пакета одежды можно рассчитать по формуле Клейтона:

$$B_{\text{ит}} = \frac{1}{(1/B_1 + 1/B_2 + \dots + 1/B_n)}, \quad (1.6)$$

где B_1, B_2, \dots, B_n – коэффициенты воздухопроницаемости каждого слоя материала.

Воздухопроницаемость современных текстильных материалов колеблется в широких пределах: 3,5–1500 дм³/м²·с. Группирование тканей по воздухопроницаемости по данным Н. А. Архангельского приведено в таблице 1.2.

Воздухопроницаемость обеспечивает естественную вентиляцию пододежного слоя, что особенно важно для летней и спортивной одежды.

Таблица 1.2 – Группирование тканей по воздухопроницаемости (по данным Н.А. Архангельского)

Группа тканей	Ткани	Общая характеристика воздухопроницаемости группы тканей	B_p , $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, при $\rho = 5$ мм вод. ст. (49 Па)
I	Плотные драп и сукно, хлопчатобумажные ткани, диагональ, начесное сукно	Очень малая	Менее 50
II	Костюмные шерстяные ткани, сукно, драп	Малая	50-135
III	Бельевые, платьевые, демисезонные, легкие костюмные ткани	Ниже средней	135-375
IV	Легкие бельевые и платьевые ткани	Средняя	375-1000
V	Наиболее легкие платьевые ткани с большими сквозными порами	Повышенная	1000-1500
VI	Марля, сетка, канва, ажурный и филейный трикотаж	Высокая	Более 1500

Воздухопроницаемость учитывается при выборе материалов для изделий. Например, коэффициент воздухопроницаемости материалов для зимней одежды не должен превышать $50 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, для летней одежды должен быть не менее $135\text{--}375 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, для костюмов, носимых весной и осенью, – $50\text{--}135 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Наиболее высокой воздухопроницаемостью обладают летние хлопчатобумажные и шелковые ткани – $500\text{--}1500 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; пальтовые – $10\text{--}20$, а ветрозащитные со специальной обработкой – $6\text{--}10 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, однако это выше воздухопроницаемости натурального меха – $1 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Воздухопроницаемость текстильных материалов является также технологическим свойством, так как она оказывает влияние на параметры влажно-тепловой обработки швейных изделий на паровоздушных прессах и манекенах.

1.2 Определение воздухопроницаемости на приборе ВПТМ-2

Прибор ВПТМ-2 (рис. 1.2) состоит из индикатора разрежения на $(49 \pm 0,1)$ Па, дифференциального манометра 1 класса точности с пределом измерения от 0 до 150 мм рт. ст., расходомеров (трубки Вентури) воздуха с переключателем, дросселя, вентилятора. К прибору прилагается комплект из шести сменных столиков с отверстиями площадью соответственно 2, 5, 10, 20, 50 или 100 см^2 и к ним шесть соответствующих прижимных колец. Точечная проба материала или изделия размещается над камерой разрежения.

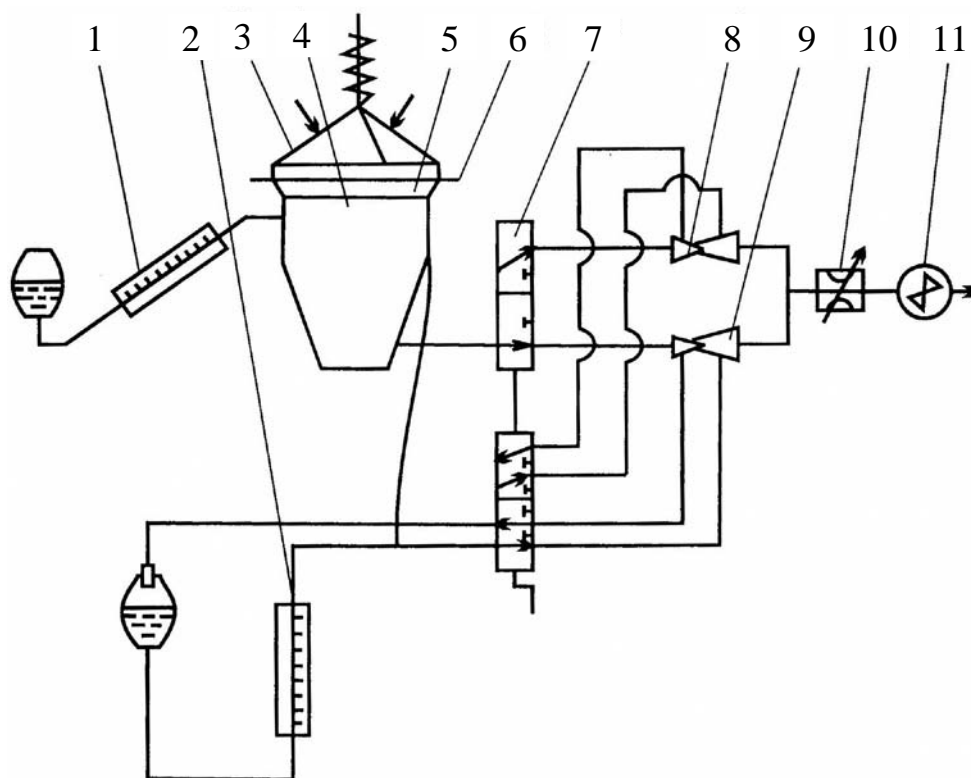


Рисунок 1.2 – Схема прибора ВПТМ-2:

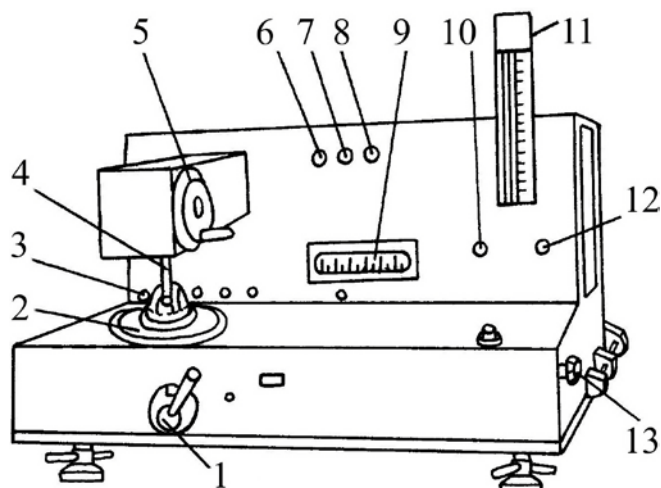
- 1 – индикатор разрежения воздуха; 2 – дифференциальный манометр; 3 – прижимное кольцо; 4 – камера разрежения; 5 – сменный столик; 6 – испытуемый образец; 7 – переключатель трубок; 8, 9 – расходомеры воздуха (трубки Вентури); 10 – дроссель; 11 – электродвигатель с вентилятором.

Манометр служит для фиксации и определения статических напоров в сужающем устройстве (трубке Вентури) расходомера. При протекании воздуха через сужающее устройство вследствие перехода части потенциальной энергии в кинетическую средняя скорость потока в сужающем устройстве повышается. В результате этого статическое давление потока после сужающего устройства становится меньше, чем перед ним. Разрежение в камере зависит от количества протекающего воздуха и служит мерой его расхода. Используя показания дифференциального манометра, по таблицам определяют расход воздуха, проходящего через пробу, или коэффициент воздухопроницаемости.

Испытания на приборе ВПТМ-2 (рис. 1.3) проводят следующим образом. Прибор оснащен двумя расходомерами, подключение которых производится с помощью ручки 1 (в положении I или II). Для тканей с малой воздухопроницаемостью испытания проводят, когда ручка переключения расходомера находится в положении I, а для тканей с большой воздухопроницаемостью – в положении II. До испытания ручкой 10 устанавливают нулевое положение спирта на индикаторе разрежения 9, а ручкой 12 – на дифференциальном манометре

Рисунок 1.3 – Прибор ВПТМ-2:

1 – ручка подключения расходомеров;
 2 – рабочий столик; 3 – прижимное кольцо;
 4 – шток; 5 – ручка перемещения прижимного кольца; 6 – сигнальная лампа «Нагрузка»; 7 – сигнальная лампа «Сеть»; 8 – тумблер «Сеть»; 9 – индикатор разрежения; 10 – ручка установки нулевого уровня спирта в индикаторе разрежения; 11 – дифференциальный манометр; 12 – ручка установки нулевого уровня спирта в манометре; 13 – ручка установки заданного разрежения в индикаторе разрежения



11. Поднимают шток и устанавливают сменный рабочий столик, на котором размещают испытываемую пробу (для большинства текстильных материалов применяют столик с отверстием 10 или 20 см²). Подбор рабочего столика производят в зависимости от вида испытываемого материала так, чтобы показания находились в пределах значений таблиц перевода. Пробу материала укладывают на столик лицевой стороной вверх. Поворачивают ручку 5 до загорания красной сигнальной лампочки, при этом шток 4 прижимает пробу материала к рабочему столику кольцом 3. Плавно вращая ручку 13, устанавливают по индикатору 9 заданное разрежение (49 Па). По шкале дифманометра 11 отсчитывают результат измерения с точностью до одного деления шкалы. Определяют среднее значение из пяти замеров и по таблицам перевода находят значение коэффициента воздухопроницаемости.

Данные результатов испытаний и расчеты на воздухопроницаемость записывают в форме в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Результаты испытаний и расчеты на воздухопроницаемость

№	Наименование ткани	Перепад давления, Па	Номер расходомера	Площадь рабочего отверстия, см ²	Показания дифманометра, мм					Среднее	Коэффициент воздухопроницаемости B_p , дм ³ /м ² ·с
					1	2	3	4	5		
1											
2											
3											

1.3 Определение воздухопроницаемости на приборе ATL-2 (FF-12)

Прибор FF-12 (рис. 1.4) включает систему, создающую разрежение под испытываемой пробой, в которую входят электровентилятор, игольчатый клапан, соединительные трубки, пять ротаметров с рукоятками для определения количества воздуха, прошедшего через испытываемую пробу с диапазоном измерений 5 – 60, 20 – 240, 100 – 800, 500 – 3000 и 2000 – 16000 л/ч, микроманометр с тремя наклонными измерительными трубками, пределы измерения которых 0 – 30, 30 – 100, 100 – 200 мм вод.ст. с ценой деления 1 мм вод.ст.; комплект из четырех сменных столиков с круглыми отверстиями площадью 10, 20, 50 или 100 см² и соответствующие им кольца; поплавки ротаметров; сосуд с дистиллированной водой. Для проверки прибора имеются специальные шаблоны. На приборе можно проводить испытания при разрежении под пробой от 0 до 1960 Па.

Для испытаний одежных материалов обычно применяют сменный столик с отверстием 10 см². Ротаметр выбирают в зависимости от воздухопроницаемости материала и площади отверстия сменного столика.

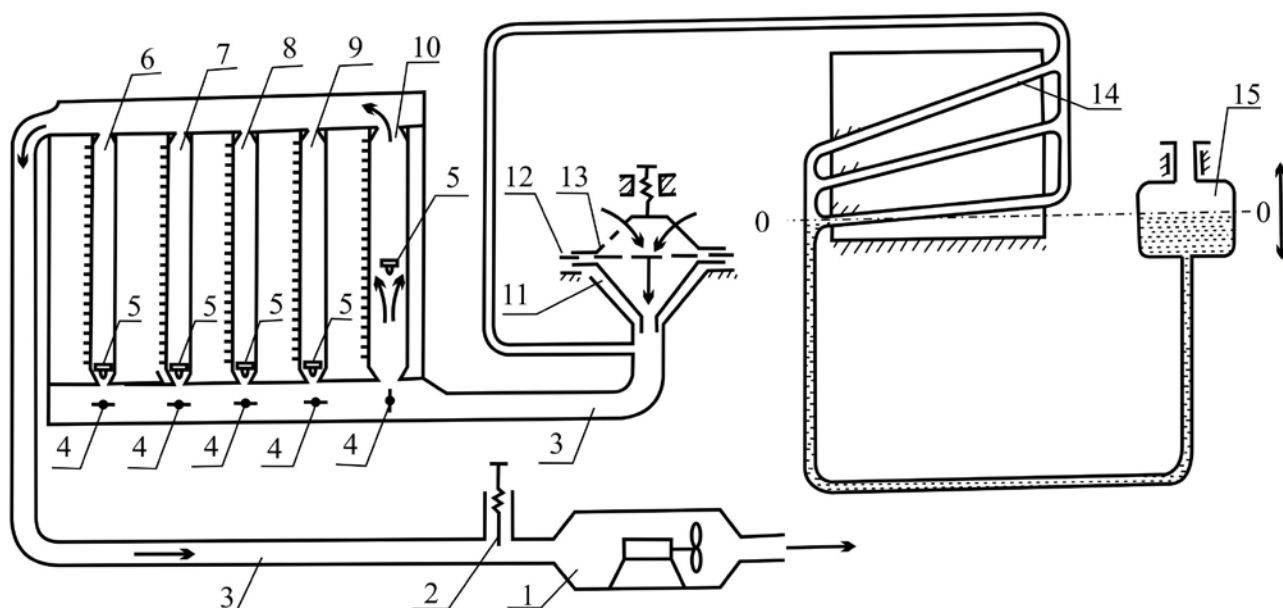


Рисунок 1.4 – Принципиальная схема прибора марки ATL (FF-12):

- 1 – электровентилятор; 2 – игольчатый клапан; 3 – соединительные трубы;
- 4 – рукоятки ротаметров; 5 – поплавки ротаметра; 6, 7, 8, 9, 10 – ротаметры;
- 11 – сменный столик; 12 – испытуемая ткань; 13 – прижимное кольцо;
- 14 – микро-манометр; 15 – сосуд с дистиллированной водой

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

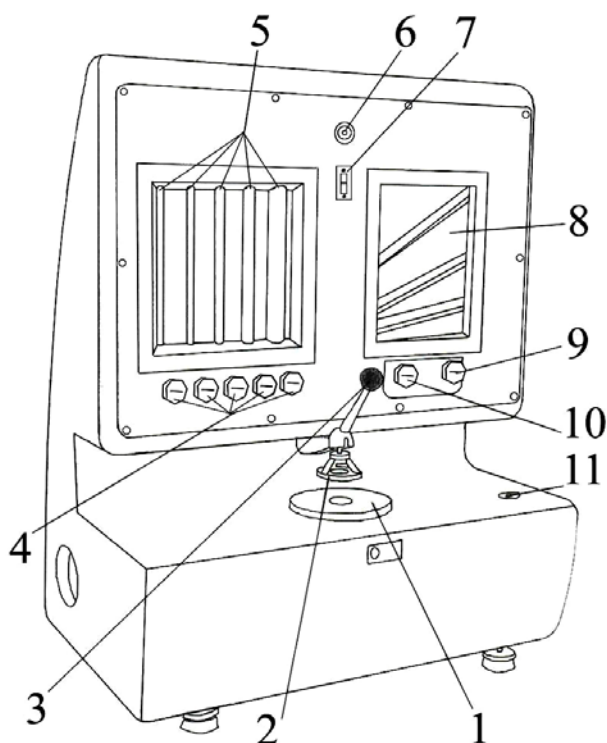
Воздухопроницаемость материала, дм ³ /(м ² ·с)	Ротаметр со шкалой, л/ч
1000 – 2080	2000 – 16000
333 – 1000	500 – 3000
56 – 333	100 – 800
11 – 56	20 – 240
3 – 11	5 – 60

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 или изделия, то производят выбор ротаметра. Для этого открывают ротаметр 10 со шкалой 2000 – 16000 л/ч и устанавливают требуемое разрежение под точечной пробой. Если при испытании определить расход воздуха на ротаметре 10 не представилось возможным, т. е. поплавков не поднялся до отметки 2000 л/ч или остался в крайнем нижнем положении, измерения расхода воздуха проводят на ротаметре 9 или 8. Ротаметр подбирают последовательно, отключив при этом все остальные ротаметры.

Испытания на приборе FF-12 (рис. 1.5) проводят в следующей последовательности. Точечную пробу материала укладывают на столик в расправленном виде лицевой стороной вверх и прижимают ее к сменному столику 1 при-

Рисунок 1.5 – Прибор АТЛ-2 (FF-12) для определения воздухопроницаемости текстильных изделий:

- 1 – сменный столик; 2 – прижимное кольцо; 3 – прижимной рычаг; 4 – рукоятки ротаметра; 5 – трубки ротаметра; 6 – сигнальная лампа; 7 – тумблер; 8 – манометр; 9 – рукоятка манометра; 10 – рукоятка игольчатого клапана; 11 – уровень



жимным кольцом 2 с помощью рычага 3. При этом следят за установкой прижимной поверхности кольца в горизонтальном положении (по уровню 11). Тумблером 7 включают электровентилятор (загорается сигнальная лампа 6 и включается освещение ротаметров). Поворотом рукоятки 4 против часовой стрелки открывают выбранный ротаметр (5). Устанавливают разрежение под точечной пробой. Для этого плавно открывают игольчатый клапан вращением рукоятки 10 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.

При установленном разрежении 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.

По каждой точечной пробе производят пять замеров. Коэффициент воздухопроницаемости определяют по максимальному, минимальному и среднему значениям расхода воздуха по формуле

$$B_p = 100 \cdot Q / (36 \cdot S), \quad (1.7)$$

где Q – максимальный, минимальный или средний расход воздуха из всех испытаний точечной пробы (показания ротаметра), л/ч; S – площадь испытываемой пробы, см².

Данные результатов испытаний записывают в форме таблицы 1.4.

Таблица 1.4 – Результаты испытаний и расчеты на воздухопроницаемость

Результаты испытания и расчеты	Материал		
Перепад давления, Па			
Площадь рабочего отверстия, см ²			
Расход воздуха, л/ч (показания ротаметра):			
1			
2			
3			
4			
5			
Q_{max}			
Q_{min}			
$Q_{cp.}$			
Коэффициент воздухопроницаемости, дм ³ / (м ² ·с):			
$B_{50 max}$			
$B_{50 min}$			
$B_{cp.}$			

2 ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ, ВОДОУПОРНОСТЬ И ВОДООТТАЛКИВАНИЕ

2.1 Основные сведения

Проницаемость текстильных материалов при прохождении через них капельно–жидкой влаги оценивается с помощью характеристик водопроницаемости, водоупорности, водоотталкивания и намокаемости.

Водопроницаемость – способность текстильных материалов пропускать воду при определенном давлении. Основная характеристика этого свойства – коэффициент водопроницаемости B_H , $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; который показывает, какое количество воды проходит через единицу площади в единицу времени:

$$B_H = V / (S \cdot t), \quad (2.1)$$

где V – количество воды, прошедшее через пробу материала, дм^3 ; S – площадь пробы, м^2 ; t – время, с.

Коэффициент водопроницаемости определяют, замеряя время прохождения через пробу материала воды объемом $0,5 \text{ дм}^3$ под давлением $H = 5 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Для материалов с пленочным покрытием или водоотталкивающей отделкой коэффициент водопроницаемости определяют при дождевании в течение 10 минут (ГОСТ 30292 – 96).

Водоупорность (водонепроницаемость) – сопротивление текстильных материалов прониканию через них воды. Водоупорность может характеризоваться наименьшим давлением, при котором вода начинает проникать через материал. Этот принцип определения водоупорности положен в основу конструкции прибора пенетрометра (рис. 2.1).

Образец 4 укрепляют поверх цилиндра 3, наполненного водой и соединенного с сосудом 1 и трубкой манометра 5. После открытия крана 2 давление воды на образец постепенно увеличивается, и в момент появления на противоположной (сухой) стороне образца третьей капли воды закрывают кран 2 и определяют по манометру 5 давление.

В таблице 2.1 приведены нормы водоупорности плащевых тканей.

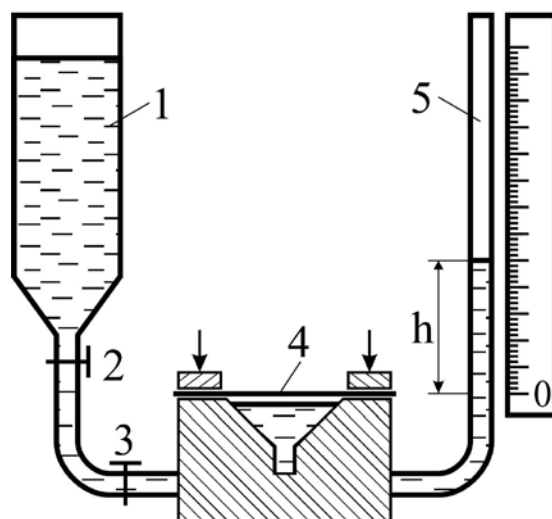


Рисунок 2.1 – Схема пенетрометра для определения водоупорности

Таблица 2.1 – Нормы водоупорности плащевых тканей

Ткани	Водоупорность, Н, мм вод. ст., не менее	ГОСТ
Плащевые и курточные из синтетических нитей:		
с пленочным покрытием в 3 слоя:		
до стирки	700	28486– 90
после трех стирок	200	28486 – 90
с пленочным покрытием в 1 слой	115	28486 – 90
Из химических волокон и смешанной пряжи:		
для плащей	200	29222 – 91
для спортивной одежды и курток	80	29222 – 91
Плащевые хлопчатобумажные с водоотталкивающей отделкой	500	7297 – 90

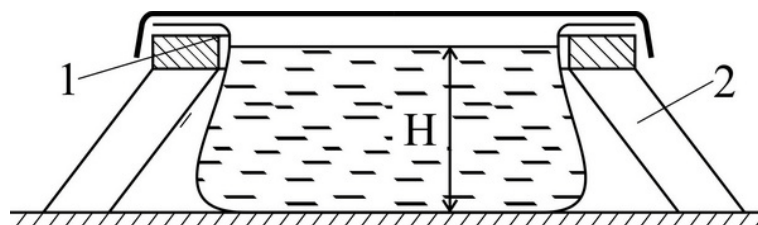


Рисунок 2.2 – Схема определения водоупорности методом «кошеля»

Более простым, но и менее точным является определение водоупорности с помощью метода «кошеля», который изготавливают из испытуемого материала и укрепляют вместо крышки деревянного столика или на специальной подставке (рис. 2.2). В образовавшийся кошелёк наливают воду до высоты H . Водоупорность материала считают нормальной, если он не пропускает воду при заданной высоте H в течение установленного времени (3 – 24 ч). Иногда отмечают время с момента наполнения кошеля водой до просачивания третьей капли или измеряют максимальную высоту водяного столба H , при которой кошелёк не пропускает воду и не смачивается с обратной стороны в течение 24 ч.

Водоупорность определяют также при испытании на дождевальными установках (ГОСТ 30292–96) по времени от начала дождевания до появления промокания пробы с обратной стороны при испытании не более 10 мин. Промокание определяют с помощью звукового или светового сигнала датчика «водоснимателя-фиксатора» с точностью до 1 с. Водоупорность определяют по наименьшему показателю из трех испытаний элементарных проб.

Намокаемость – способность ткани поглощать воду при дождевании. Характеризуется массой воды, поглощенной полотном за 10 минут его дождевания, и выражается массой воды, поглощенной полотном площадью 1 м².

Водоотталкивание – способность полотна скатывать капли воды, попавшие на его поверхность в процессе дождевания. Характеризуется состоянием намокшей поверхности при дождевании в течение 25 – 30 с и выражается в условных единицах в зависимости от состояния поверхности.

Водопроницаемость, водоупорность, намокаемость и водоотталкивание зависят от структурных показателей заполнения тканей, трикотажных и нетканых полотен, от их толщины, сорбционных свойств и способности к смачиванию. Для ряда швейных изделий, защищающих человека от атмосферных осадков (плащей, курток, пальто, зонтов, палаток и т. п.), эти показатели имеют большое значение.

Водоупорность (и другие характеристики) зависит также от пористости полотен. Наличие сквозных пор, не заполненных даже при набухании увлажненного полотна, снижает водоупорность. Наличие у сукон и войлоков густого, сильно запрессованного ворса значительно повышает их водоупорность. Для повышения водоупорности полотен применяют различные пропитки и пленки, непроницаемые для воды (каучуковые, полихлорвиниловые и др.). В этом случае эффект водоупорности достигается путем перекрытия пор водонепроницаемой пленкой. Эффект непроницаемости можно получить с помощью гидрофобных пропиток, когда эффект водонепроницаемости достигается также путем образования в порах тканей поверхностного слоя, удерживающего воду от прохождения через поры. Водоотталкивание полотен достигается, например, обработкой раствором мыла, затем раствором алюминия, вследствие чего на поверхности образуется алюминиевое мыло, придающее полотну гидрофобные водоотталкивающие свойства.

2.2 Принцип работы прибора FF – 10

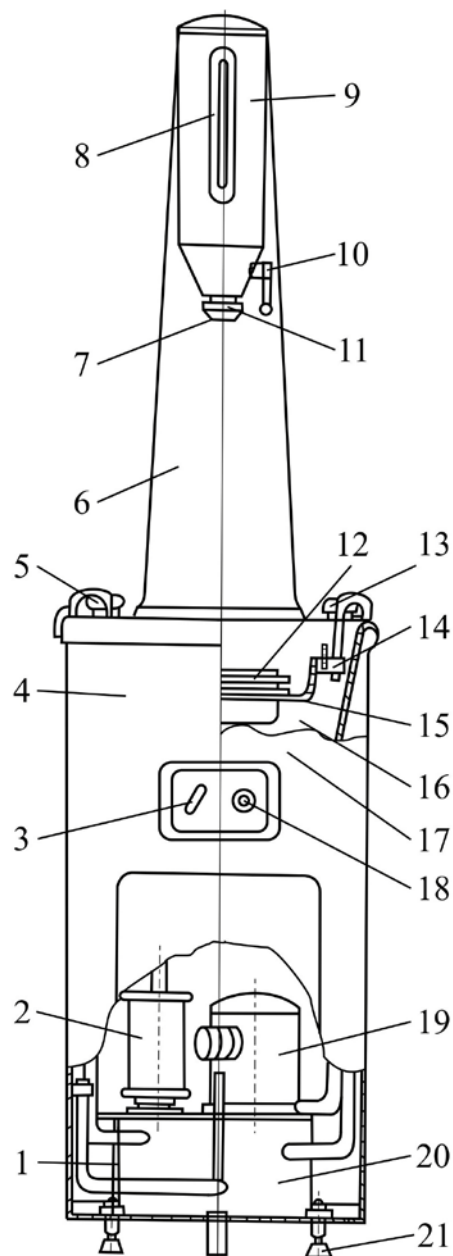
Действие прибора имитирует природный дождь. Интенсивность дождевания может быть отрегулирована давлением водяного столба в питающем резервуаре. Испытываемую ткань помещают под соплом под углом 45° к горизонтали и периодически поворачивают вокруг оси водоприемника.

Основными деталями прибора являются: водоприемник, сопло, водосборный сосуд и расположенный в ящике гидрофильтр, обеспечивающий циркуляцию воды (рис. 2.3).

Вода, необходимая для работы прибора, находится в емкости с водой 20, размещенной в нижней части ящика 4. Емкость наполнена водой до метки водоуказателя 1 на боковой части емкости. Вода подается к пропускному крану сливной трубки 5 через резиновую трубку, прикрепленную к верхней части емкости насосом 19, приводимом в действие электромотором. Насос включается выключателем 3 на передней панели корпуса 6. При этом зажигается сигнальная лампочка 18. Протекающая через клапан вода поступает по трубке, находящейся во внутренней части корпуса 6 в сосуд 9, затем через 11 на испытываемый образец. Количество воды, протекающее через воронку, – 500 или 1000 см³. Для регулирования объема воды служат две сливные трубки 11, встроенные в сосуд. Помещенная выше сливная трубка постоянно открыта, а находя-

Рисунок 2.3 – Схема прибора FF – 10%

- 1 – водоуказатель; 2 – водофильтрующий цилиндр; 3 – выключатель; 4 – ящик;
- 5 – кран сливной трубки; 6 – корпус;
- 7 – нижняя пластинка воронки; 8 – сливная трубка; 9 – сосуд с водой; 10 – запорный кран;
- 11 – воронка; 12 – резиновое кольцо;
- 13 – опорные скобы; 14 – винт; 15 – опорное кольцо; 16 – водоприемник; 17 – водоуловитель со сточной трубкой; 18 – сигнальная лампочка; 19 – насос; 20 – емкость с водой;
- 21 – установочные винты



шаяся ниже – открывается с помощью крана 10. Уходящая через сливные трубы вода возвращается в емкость 20. Стекающая с испытываемого образца течет в водоуловитель со сточной трубкой 17, затем в водофильтрующий цилиндр 2, а оттуда возвращается в сосуд 9. Таким образом, вода постоянно циркулирует. В фильтрующем цилиндре вода проходит через слои стеклянной ваты и активированного угля. Из сосуда вода вливается в воронку 11 через запорный кран 10. На нижней пластинке воронки 7 расположены девятнадцать разбрызгивающих трубочек длиной 3 мм. Внутренний диаметр трубочек 0,75 – 0,8 мм. Воронку следует установить таким образом. Чтобы вытекающая вода полностью падала на поверхность установленного под углом 45° водоприемника и капли воды, по возможности, равномерно смачивали всю поверхность образца. Конец средней трубочки воронки должен находиться на расстоянии 500±3 мм от центра поверхности образца ткани.

Испытываемая ткань закрепляется на водоприемнике 16 с помощью резинового кольца 12. Внутренний диаметр водоприемника 150 мм, толщина его стенки приблизительно 1,5 мм. Водосборный сосуд (водоприемник) устанавливают в опорном кольце 15 с фланцами. Опорное кольцо должно быть повернуто вокруг цапф до 45° от горизонтали и закреплено с помощью винта 14.

Прибор смонтирован на ящике 4. Установка по горизонтали производится при помощи круглого уровня и установочных винтов 21. На его верхней части имеется углубленный водоуловитель 17 в середине со сточной трубкой. К внутренней части двери прикреплена коробка для хранения принадлежностей.

2.3 Определение водоотталкивания, водопроницаемости и намокаемости тканей на приборе FF – 10

Испытываемую пробу размером 250 × 250 мм укрепляют на водоприемнике лицевой стороной вверх с помощью резинового кольца, устанавливают ее под углом 45° к горизонтали и полностью открывают кран. Прибор оснащен двумя видами сопел, имеющих маркировку 500 см³ (обеспечивает вытекание 0,5 дм³ воды за 1 мин) и 1000 см³ (обеспечивает вытекание 1 дм³ воды за 1 мин). Дождевание пробы осуществляют в течение заданного времени, прошедшую через пробу воду замеряют с помощью мерного стакана.

2.3.1 Определение водоотталкивания тканей

Пробу, укрепленную на водосборнике, устанавливают на расстоянии 18 см от разбрызгивателя до центра под углом 45° к горизонтали и подвергают

воздействию брызг воды в течение 25–30 с. За это время из воронки разбрызгивателя должно вытечь 250 см³ воды. Затем элементарную пробу снимают с подпорки прибора и встряхивают лицевой стороной вниз, ударяя о твердое тело для удаления с поверхности прилипших капель воды.

Степень водоотталкивания оценивают в условных единицах в зависимости от состояния поверхности (табл. 2.2).

Результаты испытаний на водоотталкивание представляют в форме таблицы 2.3.

Таблица 2.2 – Оценка степени водоотталкивания

Состояние поверхности пробы материала	Условные единицы (баллы)
На поверхности пробы нет капель	100
К поверхности прилипли отдельные маленькие капли	90
Проба смачивается легко, смоченная поверхность составляет менее трети общей поверхности пробы	80
Площади смоченной поверхности более одной трети площади пробы	70
Намокает вся лицевая поверхность, но на изнаночной стороне есть отдельные пятна	50
Намокают лицевая и изнаночная поверхности	0

Таблица 2.3 – Результаты испытаний на водоотталкивание

№	Наименование ткани	Время дождения, с	Оценка водоотталкивания, усл. ед.	Состояние образца

2.3.2 Определение водопроницаемости

Элементарную пробу (250×250 мм), укрепленную на водосборнике, устанавливают на расстоянии 50 см от разбрызгивателя до центра под углом 45° к горизонтали и подвергают воздействию брызг воды в течение 10 минут (через каждые 2,5 минуты пробу поворачивают на 45° для равномерного смачивания). Скорость вытекания воды 500 см³/мин. После этого пробу снимают, а прошедшую через пробу воду, собравшуюся в водосборнике, сливают в мензурку для измерения ее объема.

Коэффициент водопроницаемости B_n ($\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$) показывает, какое количество воды проходит через единицу площади материала в единицу времени.

$$B_i = \frac{V}{S \cdot t}, \quad (2.2)$$

где V – количество воды, прошедшее через пробу материала, дм^3 ; S – площадь пробы, м^2 ; t – время, с.

Результаты испытаний на водопроницаемость представляют в форме таблицы 2.4.

Таблица 2.4 – Результаты испытаний и расчеты на водопроницаемость

№	Наименование ткани	Время дождевания t , с	Площадь пробы S , м^2	Объем воды, прошедший через образец V , дм^3	Коэффициент водопроницаемости B_n , $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Масса воды, прошедшей через образец m , г	Водопроницаемость B_n , $\text{г} / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$

2.3.3 Определение намокаемости

Из середины пробы (250×250 мм) после дождевания вырезают по шаблону элементарную пробу размером 100×100 мм. С помощью фильтровальной бумаги удаляют избыток воды и взвешивают пробу.

Намокаемость H ($\text{г} / \text{м}^2$) – количество воды, поглощенной материалом за 10 мин его дождевания:

$$H = \frac{m_{\text{д}} - m_{\text{с}}}{S}, \quad (2.3)$$

где $m_{\text{д}}$ – масса квадратной пробы после дождевания, г; $m_{\text{с}}$ – масса квадратной пробы после сушки и выдерживания в нормальных атмосферных условиях, г; S – площадь пробы, м^2 .

Результаты испытаний на намокаемость записывают в виде таблицы 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты испытаний и расчеты на намокаемость

№	Наименование ткани	Масса пробы размером 250×250 мм, г	Масса пробы размером 100×100 мм		Намокаемость, %
			$m_{\text{с}}$, г	$m_{\text{д}}$, г	

3 ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ

Паропроницаемость является важнейшим свойством тканей бытового назначения, так как способствует удалению влаги из пододежного слоя. Организм человека в процессе жизнедеятельности постоянно выделяет пары воды, накопление которых в пододежном слое может вызвать неприятные ощущения, прилипаемость одежды, намокание прилегающих слоёв, что приводит к снижению теплозащитных свойств изделия, кожное дыхание человека затрудняется.

3.1 Основные сведения

Процесс прохождения влаги через текстильный материал — сложный многоступенчатый процесс. Он складывается из диффузии влаги через поры в структуре материала и прохождения влаги путем ее сорбции и десорбции волокнами материала. В процессе влагопрохождения можно выделить три характерных периода. В первый период происходят диффузия влаги по толщине материала и интенсивная сорбция влаги гидрофильными волокнами, протекает процесс влагопоглощения. Во втором периоде происходит процесс диффузии влаги через материал и одновременно продолжается процесс дальнейшей сорбции влаги волокнами; при этом наблюдается некоторое уменьшение диаметров капилляров из-за набухания волокон. Третий период характеризуется наступлением динамического равновесия, при котором процессы сорбции и десорбции водяных паров уравновешены и протекает процесс диффузии влаги через поры.

Влагопроводность материала существенно зависит от сорбционных свойств волокон и нитей, составляющих материал, и пористости структуры материала. Установлено, что процесс влагопрохождения у гидрофильных и гидрофобных материалов неодинаков. Гидрофильные материалы активно поглощают влагу и таким образом как бы увеличивают поверхность испарения, что практически не характерно для гидрофобных материалов. Наступление динамического равновесия у гидрофильных материалов требует значительного времени, а у гидрофобных происходит очень быстро.

В зависимости от плотности структуры материала преобладает тот или иной способ прохождения влаги. В материалах плотной структуры (с поверхностным заполнением более 85 %) преобладает способ проникновения влаги путем ее сорбции-десорбции волокнами материала, поэтому паропроницаемость таких материалов зависит главным образом от сорбционных свойств волокон,

их способности поглощать влагу. В материалах с поверхностным заполнением менее 85 % влага проходит, как правило, через поры материала, и влагопроницаемость этих материалов зависит от их структурных параметров (плотности, вида переплетения, толщины нитей и т. п.). При заполнении по массе менее 30 % способность тканей пропускать влагу существенно не зависит от гидрофильности волокон и нитей.

На влагопроводность материала оказывает влияние движение воздуха. При малых скоростях воздуха преобладает процесс прохождения влаги путем сорбции-десорбции. С увеличением скорости движения воздуха проявляется более активно процесс диффузии влаги через поры. При скорости воздуха 3 – 10 м/с наблюдается тесная корреляционная связь между показателями воздухо- и влагопроницаемости.

3.2 Определение паропрооницаемости

Для определения паропрооницаемости сосуд 1 (рис. 3.1) с водой плотно закрывают испытуемым материалом 4 и открытый сосуд 2 и помещают в камеру 3 с относительной влажностью воздуха 65 % и температурой 20°C. При уменьшении веса стакана с водой вычисляют коэффициент паропрооницаемости B_h , т. е. количество водяных паров (г), проходящих через 1 м² изделия за 1 час:

$$B_h = \frac{A}{S \cdot \tau}, \quad (3.1)$$

где A – убыль массы воды (г) за время, час; S – площадь изделия, пропускающего испарения, м².

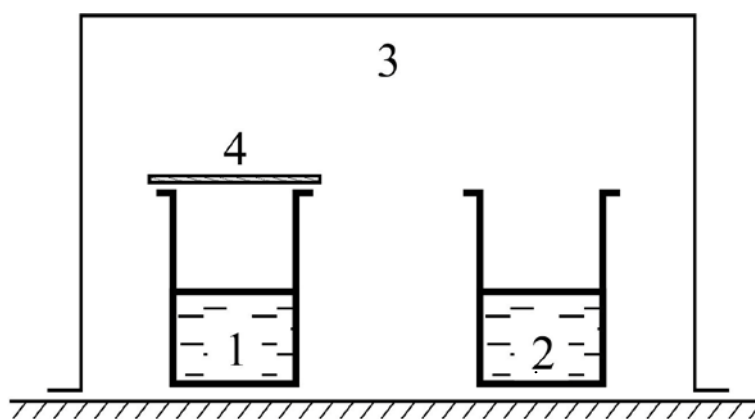


Рисунок 3.1 – Схема определения паропрооницаемости

Коэффициент паропроницаемости зависит от высоты слоя воздуха h . Чем больше h , тем меньше давление водяных паров и меньше паропроницаемость. На практике h выбирают минимальным.

Чаще используется другая характеристика – **относительная паропроницаемость B_o , %** – т. е. отношение количества паров влаги A , испарившихся из стакана через испытываемый материал, к количеству паров влаги B , испарившихся с открытой поверхности воды стакана, находившегося в тех же условиях испытания:

$$\hat{A}_i = \frac{\hat{A}}{\hat{A}} \cdot 100. \quad (3.2)$$

Относительная паропроницаемость для разных тканей колеблется в пределах 20–50 %.

Следует отметить, что эти характеристики оценивают паропроницаемость не только испытываемого материала, но и слоя воздуха, соприкасающегося с пробой материала, причем толщина материала, как правило, значительно меньше толщины воздушного слоя по одну и другую стороны пробы. В этих условиях материал оказывает незначительное влияние на показатели паропроницаемости.

Обычно при определении показателей паропроницаемости не учитывают способность материалов поглощать парообразную влагу. При этом масса поглощенной материалом влаги зависит от химической природы материала (гидрофобный он или гидрофильный) и существенно влияет на тепловое ощущение человека.

Особый интерес представляет определение влагопроводности материала на приборах с «потеющей» пластиной, позволяющих проводить поверхностью или при контакте через воздушную прослойку. При испытаниях на таких приборах учитывается общая масса парообразной влаги (поглощенной и пропущенной), которую материал способен удалить из пододежного пространства.

Влагопроводность показывает, какая масса паров влаги проходит от влажной поверхности через единицу площади материала в единицу времени при единичной разности давлений пара по обе стороны пробы.

Влагопроводность, $г/(м^2 \cdot ч \cdot Па)$, рассчитывают по формуле

$$\hat{A}_i = \frac{\hat{A}_{\bar{n}\bar{o}}}{S \cdot t \cdot \Delta p}, \quad (3.3)$$

где B_{cp} – среднее арифметическое из результатов измерения массы убывшей воды за определенное время (10 мин.) установившегося процесса испыта-

ния, г; S – площадь пробы материала, м²; t – время установившегося процесса испытания, ч; Δp – разность парциальных давлений водяного пара с обеих сторон испытываемого материала, Па:

$$\Delta p = p_1 - p_2, \quad (3.4)$$

где p_1 – парциальное давление водяного пара у поверхности «потеющей» пластины под пробой, определяемое как парциальное давление насыщенного пара (табл. 3.1) по температуре поверхности испарения (можно использовать температуру мокрого термометра), Па; p_2 – парциальное давление водяного пара над пробой;

$$p_2 = \frac{j \cdot p_n}{100}, \quad (3.5)$$

где j – относительная влажность воздуха над пробой; p_n – парциальное давление насыщенного пара при температуре воздуха над пробой, Па.

Таблица 3.1 – Парциальное давление насыщенного пара

Температура, °С	Давление насыщенного пара, Па	Температура, °С	Давление насыщенного пара, Па	Температура, °С	Давление насыщенного пара, Па
16	1815,5	21	2484,2	26	3364
17	1935,4	22	2641,4	27	3568
18	2061,9	23	2806,5	28	3784
19	2196,1	24	2981,0	29	4001
20	2336,3	25	3164,8	30	4248

3.3 Определение сопротивления паропроницаемости

Сопротивление паропроницаемости — характеристика, обратная проницаемости, показывает, какое сопротивление оказывает материал прохождению через него паров влаги. Сопротивление выражается толщиной, мм, неподвижного слоя воздуха, обладающего одинаковым сопротивлением с испытываемым материалом. Сопротивление паропроницаемости зависит от характера расположения волокон и нитей в структуре материала, от его толщины и плотности, вида волокна.

Для испытания необходимо иметь четыре сосуда (стаканчика), три из которых контрольные. В них наливают воду. Расстояние от краев сосудов до поверхности испарения воды должно быть различным (рис. 3.2). Например, в пер-

вом $h_1 = 10$ мм, во втором $h_2 = 15$ мм и в третьем $h_3 = 20$ мм. В четвертом, рабочем, сосуде $h_4 = 12$ мм. Пробу испытываемого материала 5 закрепляют на четвертом, рабочем, сосуде. Затем все сосуды закрывают редкой покровной гидрофобной (например, стеклянной) тканью 6. Сосуды помещают в камеру 7 с относительной влажностью воздуха 65 % и температурой 20 °С или на вращающийся столик. При вращении столика над сосудами создается равномерный поток воздуха, обеспечивающий постоянство условий испытания. Через 2 ч производят первое, а после 5 (или 8) ч – второе взвешивание контрольных и рабочего сосудов. Разность показаний первого и второго взвешиваний показывает количество воды, испарившейся из сосуда за указанное время.

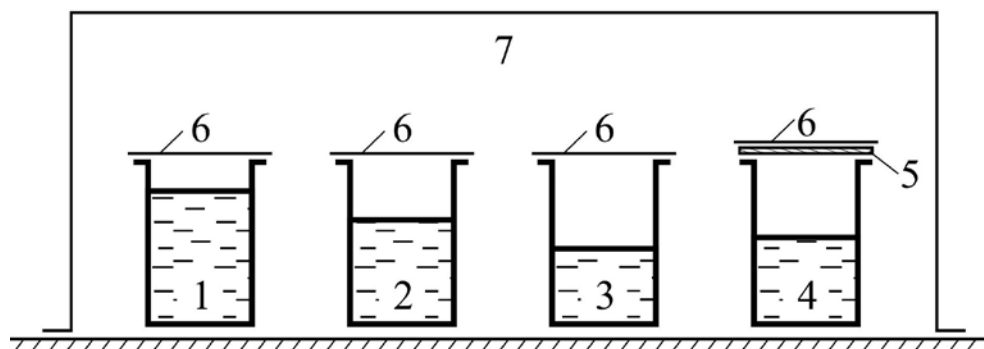


Рисунок 3.2 – Схема определения сопротивления паропроницаемости

Далее вычисляют коэффициенты паропроницаемости, а затем величины, обратные коэффициентам паропроницаемости:

$$1/B_{h1}; 1/B_{h2}; 1/B_{h3}; 1/B_{h4}.$$

По полученным данным строят график зависимости величины, обратной коэффициенту паропроницаемости $1/B$, от величины h . Для этого по оси абсцисс откладывают расстояния между поверхностью испарения и краем контрольных сосудов (h_1, h_2, h_3), по оси ординат – величины, обратные коэффициентам паропроницаемости для этих же сосудов (рис. 3.3). В случае отклонения полученной зависимости от линейной производится интерполяция экспериментальных данных.

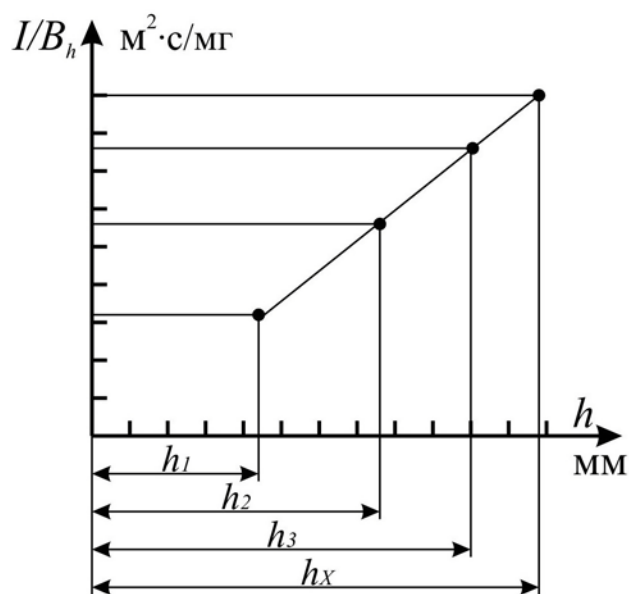


Рисунок 3.3 – График определения сопротивления паропроницаемости

Сопrotивление R материала водяным парам в единицах толщины слоя воздуха в спокойном состоянии определяют графическим путем. Для этого на оси ординат откладывают значение $1/B_{h_4}$ рабочего сосуда и проводят линию, параллельную оси абсцисс; из точки пересечения ее с полученной прямой опускают перпендикуляр на ось абсцисс и находят значение h_x .

Сопrotивление материала водяным парам, выраженное через толщину (в миллиметрах) слоя воздуха в спокойном состоянии, рассчитывают по формуле

$$R = h_x - h_4. \quad (3.6)$$

Сопrotивление паропроницаемости может быть рассчитано по формуле

$$R = \frac{100}{100 - E_m} \cdot (0,9 + 0,34 \cdot E_m) \cdot \delta + 0,5, \quad (3.7)$$

где E_m – заполнение ткани по массе, %; δ — толщина материала, мм; 0,5 – коэффициент внешнего сопротивления ткани, которое определяется характером расположения волокон и нитей на ее поверхности.

И. А. Димитриева предложила объединить ткани в четыре группы в зависимости от их сопротивления паропроницаемости (табл. 3.2).

Влагопроницаемость текстильных материалов – одно из ценных гигиенических свойств, так как обеспечивает удаление влаги из пододежного слоя. Организм человека в процессе жизнедеятельности постоянно выделяет пары воды, накопление которых в пододежном слое может вызвать неприятные ощущения, снижение теплозащитных свойств изделия. Высокая влагопроницаемость текстильных материалов обеспечивает постоянную относительную влажность воздуха под одеждой, создает комфортные условия для жизнедеятельности организма.

Текстильные материалы из хлопка, льна, шерсти, шёлка, вискозного волокна имеют лучшие показатели паропроницаемости, чем материалы из синтетических волокон. Последние также могут иметь достаточно высокую паропроницаемость в том случае, если они выработаны различного рода ажурными переплетениями, т. е. имеют много сквозных пор.

Паропроницаемость текстильных материалов колеблется в достаточно широких пределах. Паропроницаемость материалов с пленочным покрытием близка к нулю. Материалы, обеспечивающие комфортное состояние человека, должны обладать паропроницаемостью не ниже 40 %.

Таблица 3.2 – Группирование тканей в зависимости от их сопротивления проникновению водяных паров

Группа тканей	Ткани	Сопротивление паропроницаемости, мм
1	Легкие тонкие ткани из синтетических, вискозных волокон, натурального шелка	до 1
2	Сравнительно плотные вискозные ткани, ткани из капроновых комплексных нитей, смешанной пряжи (капрон с шелком)	1–2,5
3	Полушерстяные ткани для верхней зимней одежды	2,5–3,5
4	Специальные ткани, парусина	более 3,5

4 ПЫЛЕПРОНИЦАЕМОСТЬ

Одежда должна защищать человека от неблагоприятных воздействий окружающей среды, в том числе от проникания пыли в пододежное пространство. Накапливание частиц пыли в материале одежды снижает ее эффективность. Материалы, свободно пропускающие и интенсивно накапливающие частицы пыли, не могут быть гигиеничными, а одежда из таких материалов, не отвечает гигиеническим требованиям.

4.1 Основные сведения

Текстильные материалы в процессе носки изделий способны пропускать или удерживать в своей структуре частицы пыли, что приводит к загрязнению как самих материалов, так и слоев одежды, расположенных под ними. Частицы пыли проникают сквозь материал так же, как и воздух, через сквозные поры материала. Удерживаются частицы пыли в структуре материала вследствие механического сцепления их с неровностями поверхности волокон. Процессу захвата материалом частиц пыли способствует также их электризуемость при трении. При наличии на поверхности материала слоя статического электричества заряженные частицы пыли притягиваются к поверхности волокон. Поэтому чем выше электризуемость материала, тем в большей степени он загрязняется. Рыхлая пористая структура материала из волокон с неровной поверхностью способна захватывать большее количество пыли и удерживать ее более дли-

тельное время, чем плотная структура материала, имеющего гладкие волокна. Так было установлено, что наибольшей пылеемкостью обладают шерстяные и хлопчатобумажные ткани, а добавление в них лавсановых волокон уменьшает пылеемкость одежды.

Определение пылепроницаемости очень важно для газофилтровальных, мешочных полотен и особенно для защитной одежды. Если для мешочных изделий с пылепроницаемостью связаны потери сыпучих веществ, то для защитной одежды, особенно применяемой во вредных цехах, от пылепроницаемости зависит здоровье работающих.

На пылепроницаемость существенно влияют поверхностная пористость, толщина полотен, размеры частиц, запыленность воздуха.

Пылепроницаемость – способность материалов пропускать частицы пыли. Показателем пылепроницаемости является *коэффициент пылепроницаемости* P_n , г/(м²·с):

$$P_n = m_1 / (S \cdot t), \quad (4.1)$$

где m_1 – масса пыли, прошедшей через пробу материала, г; S – площадь материала, м², t – время испытания, с.

Относительная пылепроницаемость P_o , %, показывает отношение массы пыли, прошедшей через материал m_1 , к массе пыли, взятой для испытания, m_0 :

$$P_o = 100 m_1 / m_0. \quad (4.2)$$

Пылеемкость – способность материалов задерживать пыль и другие загрязнения. Она зависит от тех же факторов, что и пылепроницаемость, и оценивается *коэффициентом пылеемкости* P_e , г / (м²·с):

$$P_e = m_2 / (S \cdot t), \quad (4.3)$$

где m_2 – масса пыли, задержанной пробой, г; S – площадь пробы, м²; t – время испытаний, с.

Относительная пылеемкость P_{eo} , %, – отношение массы пыли, поглощенной материалом m_2 , к массе пыли, взятой для испытания, m_0 :

$$P_{eo} = 100 m_2 / m_0. \quad (4.4)$$

Показатели пылепроницаемости и пылеемкости различны для текстильных материалов разных видов (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Пылепроницаемость и пылеемкость материалов (по данным М. И. Сухарева)

Материал	Пористость, %	Коэффициент воздухопроницаемости, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Относительная пылепроницаемость, %	Относительная пылеемкость, %
Ткань пальтовая	88,6	19,1	0,6	27,2
Ткань костюмная	71,7	34,7	1,6	19,4
Хлопчатобумажное прошивное нетканое полотно	78,7	27,7	0	9,4
Хлопчатобумажное прошивное нетканое полотно из очесов	90,1	32,5	0	17,4

Из приведенных данных видно, что нетканые материалы имеют по сравнению с тканями минимальную пылеемкость и полностью пыленепроницаемы; между пористостью материала и пылеемкостью отсутствует зависимость и с увеличением массы ткани пылеемкость уменьшается.

4.2 Определение пылепроницаемости и пылеемкости

Для определения пылепроницаемости льняных мешочных тканей (по методу В. М. Купчиковой) в мешочки размером 25×35 см насыпают по 2 кг муки и закладывают на 10 мин внутрь вращающегося барабана с деревянными лопастями. Пылепроницаемость характеризуют потерей веса муки через поры ткани; она увеличивается с уменьшением заполнения и толщины ткани. Коэффициент пылепроницаемости P_n для льняных мешочных тканей составляет $0,2 - 3,0 \text{ г} / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Для определения пылеемкости и загрязняемости образец предварительно взвешивают, а затем укладывают в камеру с загрязняющей смесью (тальк, мел, сажа и т. п.). После определенного числа встряхиваний образец вынимают, вторично взвешивают и по привесу и внешнему виду определяют пылеемкость и загрязняемость.

Пылепроницаемость и пылеемкость можно определять с помощью бытовых пылесосов. Для испытания из полотен вырезают элементарную пробу определенного размера (в зависимости от типа пылесоса), измеряют ее вместе с

каркасом взвешивают, определяют массу M_1 , а затем устанавливают в пылесос. Навеску пыли массой m_0 (приблизительно 10 г) равномерно распределяют на дне стеклянной чашки площадью примерно 1500 см^2 . В качестве пыли можно использовать: пылевидный кварц, природный средний или мелкий песок, смесь апатитовой (50 %) и известковой (50 %) пыли или молотый тальк. Включают пылесос, и в течение 30 с пыль из чашки засасывается пылесосом. После этого определяют массу M_2 пробы вместе с каркасом, г. Масса пыли, оставшейся на испытываемом материале:

$$m_2 = M_2 - M_1. \quad (4.5)$$

Часть пыли, оставшейся в резервуаре пылесоса перед фильтром, также собирают и взвешивают (m_3). Массу пыли, прошедшей через пробу материала, рассчитывают по формуле

$$m_1 = m_0 - (m_2 + m_3). \quad (4.6)$$

Далее находят коэффициенты пылепроницаемости и пылеемкости, относительную пылепроницаемость и относительную пылеемкость. Для одежных материалов испытания проводят до стирки и после стирки, а также для различных швов.

Результаты испытаний и расчеты пылепроницаемости и пылеемкости представляют в форме таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты испытаний и расчеты на пылепроницаемость и пылеемкость

Результаты испытания и расчеты	Материал		
Масса пробы материала, г:	M_1		
	M_2		
Масса пыли, г	m_0		
	m_1		
	m_2		
	m_3		
Коэффициент пылепроницаемости P_n , г / ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$)			
Относительная пылепроницаемость P_o , %			
Коэффициент пылеемкости P_e , г / ($\text{м}^2 \cdot \text{с}$)			
Относительная пылеемкость P_{eo} , %			

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузов, Б. А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство) : учебник для студентов вузов / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова ; под ред. Б. А. Бузова. – Москва : Академия, 2004. – 448 с.
2. Практикум по материаловедению швейного производства : учебное пособие для студ. вузов / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова, Д. Г. Петропавловский. – Москва : Академия, 2003. – 416 с.
3. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению / А. И. Кобляков [и др.] ; под ред. А. И. Коблякова. – Москва : Легпромбытиздат, 1986. – 344 с.
4. Кирюхин, С. М. Текстильное материаловедение : учебник для студентов вузов / С. М. Кирюхин, Ю. С. Шустов. – Москва : КолосС, 2011. – 360 с.
5. Лобацкая О. В. Материаловедение : учебное пособие / О. В. Лобацкая, Е. М. Лобацкая . – Витебск : УО «ВГТУ». – 360 с.