

Список использованных источников

1. Голубков, В. С. Испытательные машины в текстильном материаловедении / В. С. Голубков, К. М. Пирогов, Б. Л. Смушкович. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 86 с.
2. Кругляков, В. М. Ускоренный метод исследования устойчивости материалов для верха обуви к многократным механическим воздействиям / В. М. Кругляков, В. К. Смелков, А. Г. Воронин. // Товароведение и легкая промышленность. – Минск : Вышэйшая школа, 1982. -- № 9 – С. 84 – 86.
3. Прибор для испытания подошвенных материалов на многократный изгиб: пат. 9136 Республики Беларусь С 14В 99/00, G 01N 3/56 / (BY). / А. Н. Буркин, Е. А. Егорова, К. Г. Коновалов, А. В. Попов, В. Д. Борозна, В. А. Окуневич, М.И. Долган; заявитель и патентообладатель Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет». - № u20120577; заявл. 01.06.2012; опуб. 30.04.2013 // Афіцыйны Бюлетэнь Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь / Нац. Цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 2013. - № 2 (91). - С. 201-202.

УДК [677.075:61]:677.075.017

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ
ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН С ЭЛАСТОМЕРНЫМИ НИТЯМИ ПРИ
РАСТЯЖЕНИИ**

**Надёжная Н.Л., асс., Кузнецов А.А., д.т.н., доц., Чарковский А.В., к.т.н., доц.,
УО «Витебский государственный технологический университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь**

Метод определения воздухопроницаемости трикотажных полотен в соответствии с действующими техническими нормативными правовыми актами предусматривает их испытание в недеформированном состоянии, в то же время, трикотаж при эксплуатации плотнооблегающих изделий бытового, спортивного и медицинского назначения находится в состоянии растяжения. В связи с этим результаты стандартных испытаний не могут дать объективной и полной информации о действительной величине воздухопроницаемости трикотажа в реальных условиях эксплуатации. Таким образом, проведение экспериментально-аналитических исследований в данной области является актуальной научно-практической задачей.

В качестве объекта исследования использовался кулирный одинарный высокоэластичный трикотаж на базе переплетения кулирная гладь (рис. 1), в котором по типу платированной петли совместно провязывается нить грунта I и эластомерная нить II. Эластомерная нить при вязании подается с некоторым удлинением, поэтому в процессе перехода трикотажа в условно равновесное состояние данная нить вследствие собственной упругости стремится сократиться до исходной длины. Это приводит к перестроению петельной структуры: уменьшению петельного шага A и высоты петельного ряда B , и, соответственно, площади петли и сквозной пористости, по сравнению с соответствующими параметрами трикотажа, выработанного из малорастяжимых нитей. Таким образом, в связи с перестроением петельной структуры воздухопроницаемость трикотажных полотен с эластомерными нитями ниже, по сравнению с воздухопроницаемостью полотен, выработанных из малорастяжимых нитей.

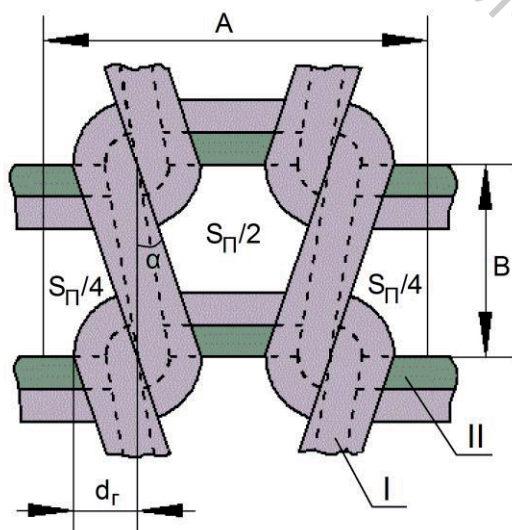


Рисунок 1 – Геометрическая модель петли исследуемого трикотажа в состоянии растяжения в ширину

Вследствие того, что трикотажное полотно имеет пористую структуру, выражение для коэффициента воздухопроницаемости B , $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$, можно представить в следующем виде:

$$B = v \frac{S_{II}}{S} = v \cdot R_S \quad (1)$$

где v – линейная скорость движения воздуха в поре, при постоянном перепаде давления, м/с; S – площадь элемента структуры трикотажа, м²; S_{II} – площадь сквозных пор в элементе структуры трикотажа, м³; R_S – сквозная пористость трикотажа.

По формуле Вейсбаха-Дарси взаимосвязь между перепадом давления ΔP , Па, и скоростью движения воздуха в поре будет иметь вид [1]:

$$\Delta P = \lambda \frac{\rho v^2}{2} \cdot \frac{L}{d_h} \quad (2)$$

где $\lambda = \frac{4K\mu}{\nu \rho d_h}$ – коэффициент потерь на трение; ρ – плотность воздуха, кг/м³; L – длина поры, м; d_h – гидравлический диаметр поры, м; K – числовой коэффициент, значение которого зависит от профиля сечения потока; $\mu = 1,82 \cdot 10^{-5}$ Па·с – динамическая вязкость воздуха.

С учетом соотношения (2), выражение для скорости воздуха в порах материала:

$$v = \frac{\Delta P \cdot d_h^2}{2K\mu L} \quad (3)$$

Подставив выражение (3) в соотношение (1), получим:

$$B = \frac{\Delta P}{2\mu} \cdot \frac{d_h^2 \cdot R_S}{K \cdot L} \quad (4)$$

Таким образом, коэффициент воздухопроницаемости B определяется параметрами строения материала: d_h , R_S , L и K , а также параметрами, зависящими от условий испытаний: ΔP и μ .

По геометрической модели петли трикотажа получены соотношения для параметров строения трикотажа, с учетом которых математическая модель, описывающая зависимость коэффициента воздухопроницаемости исследуемого трикотажа от деформации растяжения по ширине имеет следующий вид:

$$B = \frac{4\Delta P (A_0(1+\varepsilon)d_{\Gamma} - 2d_{\Gamma}^2 \operatorname{tg} \alpha - (\pi - 2\alpha)d_{\Gamma}^2 + (A_0(1+\varepsilon) - 2d_{\Gamma})(B_0 - 2d_{\Gamma}))^3}{K\mu d_{\Gamma} A_0 B_0 (1+\varepsilon) \left(2A_0(1+\varepsilon) - 8d_{\Gamma} + 4d_{\Gamma} \operatorname{tg} \alpha + (2\pi - 4\alpha)d_{\Gamma} + \frac{4(B_0 - 2d_{\Gamma})^2}{\cos \alpha} \right)} \quad (5)$$

где d_{Γ} – диаметр нити грунта, м; $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{d_{\Gamma}}{B}$ – угол наклона петельных палочек к направлению петельных столбиков трикотажа, рад; A_0 , B_0 – петельный шаг и высота петельного ряда трикотажа в недеформированном состоянии, соответственно, м; ε – деформация трикотажа по ширине.

Анализ геометрической модели структуры трикотажа, представленной на рис. 1, позволяет отметить, что коэффициент, зависящий от сечения потока $K = 53$ [2].

Для оценки возможности использования математической модели (5) проведены экспериментальные исследования коэффициента воздухопроницаемости трикотажных полотен на базе переплетения кулирная гладь, в котором по типу платированной петли совместно провязывается нить грунта и эластомерная нить. Параметры петельной структуры исследуемых полотен представлены в таблице 1. Трикотажные полотна № 1-4 предназначены для бельевых изделий, трикотажное полотно № 5 используется для изготовления компрессионных медицинских изделий.

Исследования воздухопроницаемости проводились при значении перепада давления $\Delta P = 49$ Па на приборе ВПТМ-2. Для полотен бельевого назначения диапазон изменения относительной деформации по ширине ε составлял от 0 до 0,2, а для трикотажного полотна, предназначенного для компрессионных медицинских изделий – от 0 до 1. Результаты математического моделирования коэффициента

воздухопроницаемости образцов трикотажных полотен № 1-5 при растяжении в направлении петельных рядов с использованием модели (5) и результаты экспериментальных исследований представлены на рис. 2.

Таблица 1 – Параметры петельной структуры исследуемых полотен

№ образца	Вид сырья и линейная плотность нити грунта, текс	Вид сырья и линейная плотность эластомерной нити, текс	Петельный шаг A_0 , мм	Высота петельного ряда B_0 , мм	Диаметр нити грунта $d_{Г}$, мм
1	хлопок 11,8	спандекс 2,2	0,5	0,454	0,139
2	вискоза 21	спандекс 2,2	0,667	0,56	0,189
3	хлопок 16,5	спандекс 3,3	0,606	0,416	0,162
4	хлопок 16,5	спандекс 2,2	0,588	0,526	0,162
5	хлопок 16,5	спандекс 8	0,59	0,357	0,162

На основе анализа результатов экспериментальных исследований и моделирования установлен закономерный характер увеличения коэффициента воздухопроницаемости исследуемых трикотажных полотен с эластомерными нитями при увеличении деформации растяжения (5) для всех образцов трикотажных полотен находятся в пределах от 0,95 до 0,99, что свидетельствует о ее достоверности. Разработанная математическая модель позволяет прогнозировать коэффициент воздухопроницаемости трикотажных полотен с эластомерными нитями при растяжении вдоль петельных рядов, то есть в условиях близких к реальным условиям эксплуатации плотнооблегающих изделий.

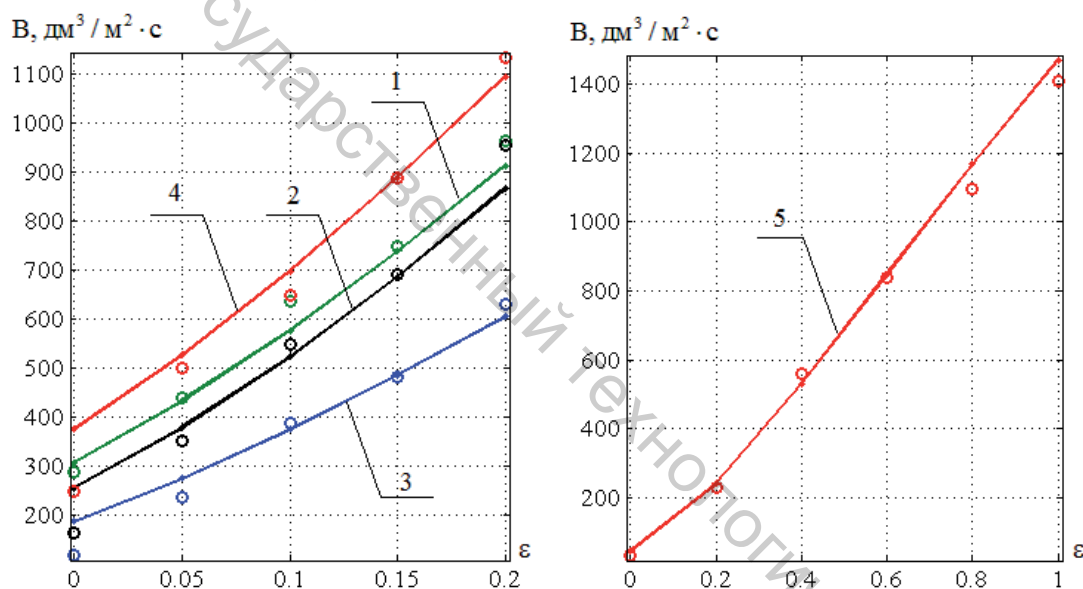


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента воздухопроницаемости B исследуемых трикотажных полотен от деформации растяжения вдоль петельных рядов ϵ : 1 – образец № 1, 2 – образец № 2, 3 – образец № 3, 4 – образец № 4, 5 – образец № 5

Список использованных источников

- Куличенко, А. В. Теоретический анализ, расчет и прогнозирование воздухопроницаемости текстильных полотен // А. В. Куличенко / Химические волокна. – 2005. – № 5 С. 47-54.
- Альтшуль, А. Д. Гидравлика и аэродинамика (основы механики жидкости) / А. Д. Альтшуль, П. Г. Киселев. – М. : Издательство литературы по строительству, 1965. – 275 с.