

УДК 677.21.017.282 : 677.017.622

**ВЛИЯНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ПРОБЫ ВОЛОКОН  
ПО ПЛОТНОСТИ  
НА ВЕЛИЧИНУ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ**

**INFLUENCE OF HETEROGENEITY OF FIBER SAMPLES  
IN DENSITY  
ON THE VALUE OF AIR PERMEABILITY**

*Р.Т. КАЛДЫБАЕВ, Ж.У. МЫРХАЛЫКОВ, Р.С. ТАШМЕНОВ, Г.К. ЕЛДИЯР,  
Г.Ю. КАЛДЫБАЕВА, А.А. ЕШЖАНОВ, Д.М. БАЙМУХАНБЕТОВА*  
*R.T. KALDYBAEV, ZH.U. MYRKHALYKOV, R.S. TASHMENOV, G.K. YELDIYAR,  
G.YU. KALDYBAEVA, A.A. ESHZHANOV, D.M. BAYMUKHANBETOVA*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)  
(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)  
E-mail: rashid\_cotton@mail.ru

*Определение качественных показателей хлопкового волокна производится путем измерения его аэродинамического сопротивления (воздухопроницаемости) на приборе при постоянной массе пробы. Этот метод основан на том, что показатель аэродинамического сопротивления характеризует тонины волокна, а также его зрелость и разрывную нагрузку. Целью данной статьи было изучение влияния неоднородности пробы волокон по плотности на параметры распространения воздушного потока в пробе.*

*Determination of quality indicators of the cotton fiber produced by measuring its aerodynamic resistance (breathability) on the device at a constant weight of the sample. This method is based on the fact that indicator of aerodynamic resistance characterizes fiber fineness and also its maturity and breaking load. The aim of this paper was to study the influence of heterogeneity of fiber samples in density on the parameters of the spread of the air flow in the sample.*

**Ключевые слова:** хлопок-волокно, проба, поток воздуха, воздухопроницаемость, плотность, неоднородность.

**Keywords:** cotton fiber, test, air flow, air permeability, density, heterogeneity.

В настоящее время в практике измерений характеристик волокон, в частности, их линейной плотности и разрывной нагрузки, широко применяется метод воздухопроницаемости [1]. Сущность этого метода заключается в следующем. Через пробу волокон пропускается воздушный поток и об исследуемой характеристике

волокон судят либо по величине перепада давления воздуха на пробе при постоянном объемном расходе воздуха через нее, либо по величине объемного расхода воздуха через пробу при постоянном перепаде давления воздуха на пробе (приборы микронейр, ареалометр) [2]. Теория метода воздухопроницаемости достаточно по-

дробно рассматривается в монографиях, однако при этом нет данных о влиянии неоднородности пробы волокон по плотности на результаты измерений их характеристик методом воздухопроницаемости [3], [4]. Между тем учет этого влияния позволяет уточнить методику подготовки проб волокна к измерениям указанным методом, определить степень ее однородности, достаточную для получения необходимой точности измерения искомой характеристики волокон [5], [6].

Пусть проба сформирована в виде цилиндра с плоскими основаниями площадью сечения  $S$  каждое, причем поток воздуха через пробу распространяется в направлении оси  $x$ , перпендикулярном основаниям цилиндра. Разобьем пробу волокон на элементарные объемы  $V_i$ . В плоскости  $yz$  при  $x = 0$  эти объемы имеют площадь  $S_i$  и высоту. Предположим, что давление воздуха перед пробой волокон (при  $x=0$ ) равно  $p_0$ , а после прохождения пробы (при  $x=l$ ) –  $p$ , так что перепад давления воздуха на пробе:

$$\Delta p = p_0 - p. \quad (1)$$

Тогда для объемного расхода воздуха через  $i$ -й элементарный объем пробы  $V_i$  можно записать выражение:

$$Q_i = \frac{\Delta p S_i}{r_i l S}, \quad (2)$$

$$Q = \frac{\Delta p}{l} \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{\infty} W_i \left[ 1 - \frac{\Delta r_i}{r} + \frac{(\Delta r_i)^2}{r^2} - \dots + \frac{(-\Delta r_i)^k}{r^k} \right]. \quad (6)$$

Заменим в формуле (6) порядок суммирования:

$$Q = \frac{\Delta p}{r l} \sum_{k=1}^{\infty} \left[ 1 - \sum_{i=1}^n W_i \frac{\Delta r_i}{r} + \sum_{i=1}^n W_i \frac{(\Delta r_i)^2}{r^2} - \dots + \sum_{i=1}^n W_i \frac{(-\Delta r_i)^k}{r^k} \right]. \quad (7)$$

Очевидно, что все суммы в квадратных скобках в формуле (7), содержащие нечет-

где  $r_i$  – сопротивление воздушному потоку в  $i$ -м элементарном объеме. Суммарный объемный расход воздуха через пробу волокон равен:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = \frac{\Delta p}{l} \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \frac{1}{r_i} = \frac{\Delta p}{l} \sum_{i=1}^n W_i \frac{1}{r_i}, \quad (3)$$

где  $n$  – число элементарных объемов в пробе. Предположим, что

$$r_i = \bar{r} + \Delta r_i, \quad (4)$$

где  $\bar{r}$  – среднее значение сопротивления воздушному потоку по всему объему пробы;  $\Delta r_i$  – отклонение сопротивления воздушному потоку, протекающему через площадь  $S_i$  от средней величины ( $\Delta r_i$  является функцией вариации плотности пробы волокон). Тогда выражение (3) переписывается в виде:

$$Q = \frac{\Delta p}{l} \sum_{i=1}^n W_i \frac{1}{\bar{r} + \Delta r_i}. \quad (5)$$

Разложив знаменатель выражения, входящего под знак суммы формулы (5), в степенной ряд по степеням  $\frac{\Delta r_i}{\bar{r}}$ , получим:

рования:

ные степени  $(-\Delta r_i)$ , равны нулю, поэтому:

$$Q = \frac{\Delta p}{r l} \sum_{m=1}^{\infty} \left[ 1 + \sum_{i=1}^n W_i \frac{(\Delta r_i)^2}{r^2} + \dots + \sum_{i=1}^n W_i \frac{(\Delta r_i)^{2m}}{r^{2m}} \right]. \quad (8)$$

Обозначив

$$\phi^{2m} = \sum_{i=1}^n W_i \frac{(\Delta r_i)^{2m}}{r^{2m}}, \quad (9)$$

получим:

$$Q = \frac{\Delta p}{r\ell} \sum_{m=1}^{\infty} (1 + \phi^2 + \phi^4 + \dots + \phi^{2m}), \quad (10)$$

где  $\phi$  – коэффициент вариации неоднородности пробы волокон по плотности. Если величина  $\phi^2 < 1$ , то в первом приближении можно записать:

$$Q \approx \frac{\Delta p}{r\ell} (1 + \phi^2). \quad (11)$$

Из формулы (11) следует, что с вариацией неоднородности пробы волокон по плотности величины  $Q$  (при фиксации  $\Delta p$ ) или  $\Delta p$  (при фиксации  $Q$ ) будут изменяться, что повлечет за собой возникновение дополнительной погрешности измерения характеристик волокон, которая может быть оценена с использованием этой формулы.

Экспериментальные исследования, проведенные на пробах хлопкового волокна с использованием прибора ЛПС-4, показали качественное согласие с теоретической зависимостью (формула (11)).

## ВЫВОДЫ

Проведен анализ влияния неоднородности пробы волокон по плотности на параметры распространения через нее воздушного потока. Выведено уравнение, связывающее объемный расход воздуха через пробу с перепадом давления воздуха на ней, в которое фактором входит коэффициент вариации неоднородности. Полученные результаты могут быть использованы для уточнения методики подготовки

проб волокон к измерениям их характеристик методом воздухопроницаемости.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Потапов В., Гриценко О.* Kinetics of wet material drying in the heat- and mass transfer module under high pressure. // *Industrial Technology and Engineering*. – Shymkent, 2013, №2 (07). P.5...9.
2. *Кричевский Г.Е.* Основные виды текстильных волокон. – М., 2002.
3. *Джабаров Г.Д., Балтабаев С.Д., Котов Д.А., Соловьев А.Н.* Первичная обработка хлопка. – М.: Легкая индустрия, 2005.
4. *Балтабаев С.Д., Парпиев А.П.* Сушка хлопка-сырца. – Ташкент: Укитувчи, 2006.
5. *Ryszard Kozłowski.* Handbook of Natural Textile Fibres: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation. Wood head Publishing Limited. – 2012.
6. *Джанпаизова В.М., Сагитова Г.Ф., Аширбекова Г.Ш., Батиркулова А.А.* Исследование физико-механических свойств текстильных материалов в процессе инсоляции// *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2015, № 1. С. 24...28.

## REFERENCES

1. Potapov V., Gricenko O. Kinetics of wet material drying in the heat- and mass transfer module under high pressure. // *Industrial Technology and Engineering*. – Shymkent, 2013, №2 (07). P.5...9.
2. Krichevskij G.E. Osnovnye vidy tekstil'nyh volokon. – M., 2002.
3. Dzhabarov G.D., Baltabaev S.D., Kotov D.A., Solov'ev A.N. Pervichnaja obrabotka hloпка. – M.: Legkaja industrija, 2005.
4. Baltabaev S.D., Parpiev A.P. Sushka hloпка-сырца. – Tashkent: Ukituvchi, 2006.
5. Ryszard Kozłowski. Handbook of Natural Textile Fibres: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation. Wood head Publishing Limited. – 2012.
6. Dzhanpaizova V.M., Sagitova G.F., Ashirbekova G.Sh., Batirkulova A.A. Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh svojstv tekstil'nyh materialov v processe insoljacji// *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti*. – 2015, № 1. S. 24...28.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 08.04.16.