

УДК 677.017

РАЗРАБОТКА НОВОЙ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*канд. техн. наук, доц. М.А. КОГАН, И.Г. ЧЕРНОГУЗОВА
(Витебский государственный технологический университет)*

Предложена методика определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов, исключая необходимость использования испытательного оборудования и установок сложной конструкции. Методика позволяет совмещать испытания текстильных материалов по определению их воздухопроницаемости и аэродинамической характеристики, что подтверждено при ее апробировании на трикотажных фильтровальных материалах. Установлено, что зависимость аэродинамического сопротивления от величины удельной воздушной нагрузки для трикотажных фильтровальных перегородок имеет линейный характер, а построенные математические модели аэродинамической характеристики для всех исследованных вариантов трикотажных фильтровальных материалов характеризуются значимостью и адекватностью, что позволяет рекомендовать методику определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов и построенные математические модели к практическому использованию.

Введение. Аэродинамическая характеристика относится к числу важнейших показателей текстильных фильтровальных материалов, используемых для фильтрации аэрозолей. Отсутствие данных о зависимости сопротивления чистого фильтровального материала от воздушной нагрузки, действующей на него, не позволяет в полной мере оценить, насколько тот или иной фильтровальный материал соответствует требованиям условий его применения. Испытания текстильных фильтровальных материалов по определению их аэродинамической характеристики представляют собой длительный и трудоемкий процесс, требующий наличия специального испытательного оборудования и приспособлений. Как правило, данный вид испытаний проводят в специально оборудованных испытательных центрах и лабораториях, совмещая с испытаниями текстильных фильтровальных материалов по определению их эффективности и пылеемкости. Однако подобные специализированные испытательные центры и лаборатории находятся, в основном, на территории Российской Федерации. В Республике Беларусь некоторые предприятия имеют отдельные виды испытательного оборудования и установок, применяемые для единичных испытаний, доступ к которым для других физических и юридических лиц ограничен. Это затрудняет получение отечественными производителями фильтровальных материалов данных об аэродинамической характеристике выпускаемой ими продукции и ограничивает возможность использования текстильных материалов в качестве фильтровальных для разделения и очистки газопылевых и пылевоздушных систем. В связи с этим разработка новых методик определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов, не требующих специальных испытательных установок сложной конструкции, является актуальной задачей.

Цель работы заключалась в поиске новой методики определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов.

Поиск новой методики. Оценка качества текстильных материалов, используемых в процессах фильтрования газоздушных сред, включает в себя испытания по ряду технических и эксплуатационным показателям. Одним из косвенных показателей, которым наиболее часто пользуются для получения представления о фильтровальной способности материала, является воздухопроницаемость. Она показывает, какое количество воздуха проходит через образец текстильного материала определенной площади в единицу времени при постоянном перепаде давления.

Определение воздухопроницаемости текстильных материалов осуществляют в соответствии со стандартным методом на стандартном оборудовании несложной конструкции, а единицей измерения данного показателя принят $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \text{ с})$ [1].

В то же время, аэродинамическая характеристика фильтровальных материалов представляет собой зависимость сопротивления чистого (незапыленного) фильтровального материала, выраженного в Па, от величины удельной воздушной нагрузки, выраженной в $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{ ч})$ [2].

Физический смысл показателя воздухопроницаемости свидетельствует о его взаимосвязи с показателем удельной воздушной нагрузки и аэродинамическим сопротивлением. Перепад давления, фикси-

руемый по шкале прибора определения воздухопроницаемости, есть не что иное как аэродинамическое сопротивление, а величина воздухопроницаемости путем введения переводного коэффициента может быть легко преобразована в показатель удельной воздушной нагрузки. Умножив полученную в ходе испытаний текстильного материала величину воздухопроницаемости на коэффициент, равный 3,6, фактически получим величину удельной воздушной нагрузки, выраженную в $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{ ч})$.

Таким образом, располагая данными по воздухопроницаемости текстильного фильтровального материала и величине перепада давления по обеим его сторонам можно получить представление об аэродинамической характеристике любой фильтровальной текстильной перегородки, при этом полностью исключается необходимость применения специального оборудования сложной конструкции.

Апробирование предлагаемой методики. Предлагаемая методика определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов апробирована авторами на трикотажных фильтровальных материалах основовязаного способа производства. Испытано 4 варианта трикотажных фильтровальных перегородок, выработанных из полиэфирных комплексных и текстурированных нитей различной структуры и линейной плотности. Испытания проводили в соответствии со стандартным методом определения воздухопроницаемости текстильных материалов на приборе марки ВПТМ-2. Область исследований по показателю перепада давления ограничивалась диапазоном 1...5 мм вод. ст., что соответствует 9,8...49 Па. Результаты испытаний трикотажных фильтровальных материалов по воздухопроницаемости, а также соответствующие величины удельной воздушной нагрузки представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристики трикотажных фильтровальных материалов
по показателю воздухопроницаемости и удельной воздушной нагрузки**

Вариант трикотажного фильтровального материала	Значение воздухопроницаемости, $\text{дм}^3/(\text{м}^2\text{-с})$ /удельной воздушной нагрузки, $\text{м}^3/(\text{м}^2\text{-ч})$ при перепаде давления, Па				
	9,8	19,6	29,4	39,2	49
1	36/130	85/307	147/528	175/630	219/789
2	32/114	64/232	96/345	136/490	163/587
3	14/49	31/110	47/170	64/229	82/296
4	12/42	22/80	34/124	46/166	58/209

В результате исследований установлено, что с увеличением величины аэродинамического сопротивления пропорционально увеличивается величина удельной воздушной нагрузки. Это позволяет предположить, что аэродинамическая характеристика трикотажных фильтровальных материалов имеет линейный характер зависимости.

С целью подтверждения выдвинутого предположения для всех вариантов трикотажного фильтровального материала построены математические модели аэродинамической характеристики. Построение математических моделей осуществляли с использованием метода регрессионного анализа на ПЭВМ. Полученные математические модели имеют вид:

- для 1-го трикотажного фильтровального материала:

$$Y = 1,27 + 0,059X ; \quad (1)$$

- для 2-го трикотажного фильтровального материала:

$$Y = 0,681 + 0,081X ; \quad (2)$$

- для 3-го трикотажного фильтровального материала:

$$Y = 2,04 + 0,16X ; \quad (3)$$

- для 4-го трикотажного фильтровального материала:

$$Y = 0,549 + 0,233X . \quad (4)$$

В результате расчета установлено, что зависимость аэродинамического сопротивления от удельной воздушной нагрузки для всех вариантов трикотажного материала носит линейный характер, что подтверждается коэффициентами корреляции. Так, коэффициенты корреляции для 1-го и 2-го вариантов трикотажного материала равны 0,995 и 0,999 соответственно. Для 3-го и 4-го вариантов трикотажного

фильтровального материала зависимость между аэродинамическим сопротивлением и удельной воздушной нагрузкой является точной линейной зависимостью, о чем свидетельствуют значения коэффициентов корреляции, равные 1.

Все построенные математические модели значимы и адекватны, о чем свидетельствуют соответствующие критерии. Так, коэффициенты детерминации для всех моделей характеризуются достаточно высокими величинами: 99,01; 99,77; 99,98; 99,95 % соответственно. Расчетное значение критерия Фишера для каждой модели характеризуется малой величиной по сравнению с табличным значением.

Таким образом, предположение о линейном характере зависимости аэродинамического сопротивления от величины удельной воздушной нагрузки для трикотажных фильтровальных материалов оказалось верным.

С целью оценки репрезентативности полученных математических моделей проведены дополнительные испытания трикотажных фильтровальных материалов в диапазоне перепада давления 58,8..98 Па. Одновременно значения удельной воздушной нагрузки были рассчитаны с использованием полученных математических моделей. Результаты экспериментальных исследований и математического расчета, а также величина их отклонения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний и математического расчета величины удельной воздушной нагрузки для трикотажных фильтровальных материалов

Перепад давления, Па	Значение удельной воздушной нагрузки, м ³ /(м ² ·ч)		Отклонение, %
	фактическое	расчетное	
1-й трикотажный фильтровальный материал			
58,8	960	975	1,5
68,6	1120	1141	1,8
78,4	1289	1307	1,4
88,2	1445	1473	1,9
98	1615	1640	1,5
2-й трикотажный фильтровальный материал			
58,8	708	718	1,4
68,6	822	839	2,0
78,4	948	960	1,3
88,2	1058	1073	1,4
98	1172	1194	1,8
3-й трикотажный фильтровальный материал			
58,8	340	355	4,2
68,6	400	416	4,0
78,4	457	477	4,2
88,2	515	539	4,5
98	578	600	3,7
4-й трикотажный фильтровальный материал			
58,8	239	250	4,4
68,6	282	294	4,1
78,4	325	336	3,3
88,2	362	378	4,2
98	405	420	3,6

Анализ данных табл. 2 свидетельствует о репрезентативности всех полученных математических моделей, так как отклонение фактического значения удельной воздушной нагрузки трикотажных материалов от значения, рассчитанного с использованием математических моделей не превышает 5 % [3].

Построенные математические модели могут быть использованы для определения зависимости аэродинамического сопротивления трикотажных фильтровальных материалов от величины удельной воздушной нагрузки.

Заключение

Предложена новая методика определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов, основанная на способе определения воздухопроницаемости текстильных материалов. Методика проста в реализации, не требует наличия специального испытательного оборудования

и приспособлений. Кроме того, использование предлагаемой методики позволяет совмещать испытания текстильных материалов по определению воздухопроницаемости и их аэродинамической характеристики, что ведет к существенной экономии временных и материальных затрат на проведение испытаний.

Апробирование предлагаемой методики на трикотажных фильтровальных материалах показало наличие линейной зависимости аэродинамического сопротивления от величины удельной воздушной нагрузки. Построенные для 4-х вариантов трикотажного фильтровального материала математические модели аэродинамической характеристики характеризуются значимостью и адекватностью. Оценка относительной ошибки построенных математических моделей свидетельствует об их репрезентативности, что позволяет рекомендовать их к использованию при определении аэродинамической характеристики трикотажных фильтровальных материалов основываясь на способе производства в диапазоне удельной воздушной нагрузки 42... 1650 м³/(м² ч).

Методика определения аэродинамической характеристики текстильных фильтровальных материалов может быть рекомендована к использованию в процессе производства текстильных материалов, а также для проведения сравнительной оценки различных фильтровальных материалов из текстиля по аэродинамической характеристике.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости. - Взамен ГОСТ 12088-66; введ. 1979-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1978. - 10 с.
2. Пирумов, А.И. Обеспыливание воздуха. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1981. - 296 с. (Охрана окружающей среды).
3. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение в текстильной и швейной промышленности. - М.: Легкая индустрия, 1970. - 312 с.