

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛИ ПРЯМЫХ КАПИЛЛЯРОВ.

*Кондрацкий Э.В., Котов А.А.,
Жизневский В.А.*

Согласно модели прямых капилляров проводится аналогия между прямолинейной элементарной струйкой фильтрационного потока при линейной фильтрации и потоком жидкости или газа в прямолинейном капилляре с той же площадью поперечного сечения. То есть, пористой среде толщиной H ставится в соответствие модель из прямолинейных капилляров диаметром d и длиной H , у которой при одинаковых условиях в области линейной фильтрации средняя скорость течения в капиллярах $V_{\text{ср}}$ будет такой же, как и средняя скорость фильтрации V_{ϕ} в пористой среде. Этот эквивалентный диаметр d приписывается пористой среде как некоторый характерный линейный размер отражающий ее фильтрационные свойства. Из сравнения закона Пуазейля для капилляра.

$$V_{\text{ср}} = \frac{d\Delta P}{32\eta H}$$

и закона Дарси

$$V_{\phi} = K \frac{\Delta P}{\eta H}$$

следует

$$d = 4\sqrt{K},$$

где k - коэффициент проницаемости, η - коэффициент динамической вязкости. Тогда число Рейнольдса и коэффициент сопротивления трения запишется как

$$Re = \frac{4\sqrt{2K} V_{\phi}}{v}, \lambda_r = \frac{8\sqrt{2K} \Delta P}{H \rho V_{\phi}^2}$$

где v - кинематическая вязкость, ρ - плотность воздуха, ΔP - перепад давления на образце.

Результаты экспериментального исследования тканевых фильтров из нитрона и лавсана различного строения и отделки, а также трикотажных фильтров из полиэфирных и полиамидных нитей, разработанных на кафедре трикотажного производства ВТИП, представлены на рис.1 в виде зависимости $\lambda = f(Re)$. Из рис.1 видно, что критическое число $Re_{\text{кр}}$, при котором нарушается закон линейной фильтрации Дарси, находится в пределах 0.2 - 0.3. При числах Рейнольдса больших $Re_{\text{кр}}$ экспериментальные данные по отдельным образцам расходятся, образуя самостоятельные кривые. Это указывает на то, что в переходной области и области турбулентного доквадратичного режимов течения на характер фильтрации оказывается влияние многих факторов строения и отделки текстильных полотен (переплетения, плотности ткани и нитей, фазы строения, ворсистости, диаметра волокон и их поверхности, формы межнитевых пор и т.п.). В каждом конкретном случае один или несколько факторов превалируют над другими, не обнаруживая общих закономерностей для всех полотен. При перепадах давления ΔP на образце (0-400) Па зависимость $\lambda = f(Re)$ близка к однозначной и описывается уравнением

$$\lambda_{\tau} = \frac{64}{Re} + \frac{16}{\sqrt{Re}}$$

В первом приближении воздухопроницаемость текстильных полотен в области чисел $Re < 100$ можно оценить по экспериментально-расчетной формуле

$$V_{\phi} = \frac{K \Delta P}{\eta H + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\eta H \sqrt{2K \Delta P}}{\nu}}}$$

Таким образом, модель прямых капилляров хорошо описывает фильтрационные свойства текстильных полотен в области малых чисел Рейнольдса. Коэффициент проницаемости K следует рассматривать как "константу" ткани или трикотажа, зависящую от их строения и отделки. При оценке свойств материала коэффициент проницаемости должен использоваться как одна из его характеристик (констант) подобно коэффициенту трения, модулю жесткости и т.п.

Для определения коэффициента проницаемости K необходимо экспериментально найти среднюю скорость фильтрации воздуха V_{ϕ} при перепаде давления ΔP , соответствующего линейной фильтрации. Зная V_{ϕ} , ΔP , толщину ткани H и динамическую вязкость η , из формулы Дарси находят коэффициент проницаемости K .

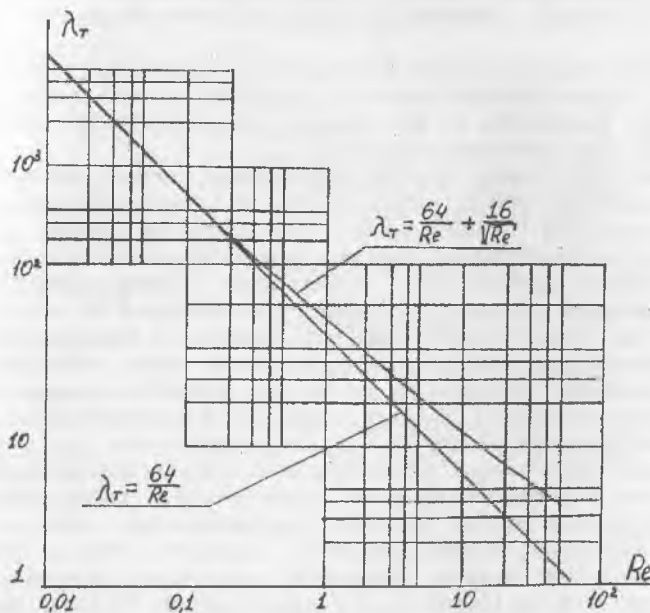


Рис. 1. Зависимость коэффициента сопротивления трения от числа Рейнольдса по модели прямых капилляров для различных текстильных полотен.