

УДК 687.017.56

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ВОЗДУХА  
ЧЕРЕЗ ПАКЕТЫ ОДЕЖДЫ***Б.П. КУЛИКОВ, В.И. ХРЕНОВ, Ю.А. КОСТИН**(Ивановская государственная текстильная академия)*

В пакетах одежды из текстильных материалов всегда имеются воздушные прослойки. В зависимости от типа конструкции одежды, а также от расположения прослоек в пакете последние могут быть замкнутыми и незамкнутыми. Незамкнутые прослойки располагаются, как правило, между комплектами одежды и их толщина зависит от конструктивных прибавок по основным поясам одежды. Наличие таких прослоек существенно влияет на уровень воздухообмена под одеждой, который определяется экспериментальным путем.

Существующая методика данной оценки основана на определении коэффициента воздухопроницаемости покровных тканей или пакетов из них при плотно уложенных слоях материалов. Однако при этом не учитывается наличие в пакетах воздушных прослоек и их влияние на воздухопроницаемость.

Целью данной работы являлась разработка методики исследования фильтрации воздуха через пакеты одежды с воздушными прослойками, включающая принцип формирования структуры пакетов с воздушными прослойками, разработку устройства для имитации прослоек в пакете и изучение фильтрационных свойств пакетов с прослойками.

Нормируемые гигиенические показатели по воздухопроницаемости для костюмных и пальтовых тканей в зависимости от

их волокнистого состава по данным [1] колеблются в пределах от 20 до 100  $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Эти показатели для отдельно взятых тканей не позволяют составить представление о фильтрационной способности пакетов или их покровных оболочек, так как коэффициент воздухопроницаемости не обладает свойством аддитивности.

Для отработки методики проведения исследования в качестве опытных образцов были сформированы пакеты костюмной группы с воздухопроницаемостью 30 и 95  $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Таким образом, первый и второй пакеты по воздухопроницаемости находились в гигиенически допустимых границах. Внутренняя часть пакетов, располагающаяся между телом и воздушной прослойкой, состояла из одинаковых тканей: хлопчатобумажного трикотажного полотна арт. 01120806185 и хлопчатобумажной сорочечной ткани арт. 868. Покровная оболочка, отделяющая воздушную прослойку от окружающей среды, включала одинаковые ткани из саржи арт. 42671 и прокладки арт. 10172. Различие в воздухопроницаемости пакетов определялось их покровными тканями – полушерстяной костюмной арт. 2194 С и пальтово-костюмной арт. 3104.

С целью имитации фильтрационного процесса через пакеты использовались специально изготовленные кольца толщиной 10 мм, внутренний диаметр которых

соответствовал диаметру всасывающего сопла, устанавливаемого на рабочем столе прибора для определения воздухопроницаемости. По боковым сторонам колец имелись щелевые отверстия, соответствующие определенной толщине воздушной прослойки.

При формировании пакетов промежуточные кольца располагались между внутренней частью пакета и покровной оболочкой. Кольцо без щелевого отверстия имитировало замкнутую прослойку, а кольцо с отверстием – незамкнутую. При наличии в структуре пакетов прослоек объем воздуха, проходящего через пакет, будет зависеть не только от коэффициента воздухопроницаемости, но и от вида прослоек и их толщины. В этом случае при сравнительном анализе фильтрационных характеристик пакетов более удобным является коэффициент фильтрации или значение скорости фильтрации, рассчитанное по известному коэффициенту воздухопроницаемости и перепаду давления.

В физическом смысле коэффициент воздухопроницаемости есть скорость воздуха, фильтрующегося через слой материала, толщиной  $\delta$  при перепаде давления  $\Delta P$  по обе его стороны, равном 49 Па.

При установившемся и равномерном движении воздуха для скорости фильтрации уравнение фильтрации:

$$V_{\phi} = K_{\phi} \text{grad}P, \quad (1)$$

где  $V_{\phi}$  – скорость фильтрации, м/с;  $K_{\phi}$  – коэффициент фильтрации ( $\text{м}^3 \cdot \text{с}$ ) / кг;  $\text{grad}P$  – градиент давления, направленный по нормали к поверхности в рассматриваемой точке поверхности, Па.

Приняв во внимание, что толщина тканей и воздушных прослоек значительно меньше длины образующей периметра одежды, градиент давления по толщине пакета примем линейным. Тогда скорость фильтрации выразится через физические параметры, определяющие этот процесс:

$$V_{\phi} = K_{\phi} \frac{\Delta P}{\delta}, \quad (2)$$

где  $\Delta P$  – перепад давления по обе стороны пакета, Па;  $\delta$  – толщина пакета или покровной оболочки, м.

При заданном значении перепада давления коэффициент фильтрации можно рассчитать по известной толщине оболочки или пакета в целом и коэффициенту  $V$  воздухопроницаемости.

Приняв значения толщины  $\delta$  в мм, а  $V$  – в  $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  коэффициент фильтрации:

$$K_{\phi} = \delta V \cdot 10^{-3} / 49. \quad (3)$$

Тогда скорость фильтрации

$$V_{\phi} = 0,0204\delta V \frac{\Delta P}{\delta} = 0,0204V\Delta P. \quad (4)$$

Скорость фильтрации также линейно зависит от коэффициента фильтрации и градиента давления, определяемого с учетом наиболее характерных значений скоростей ветра, учитываемых при проектировании одежды [2].

Отработку методики экспериментальной оценки влияния прослоек на фильтрацию воздуха через пакеты проводили на стандартном приборе для определения воздухопроницаемости FF-12/A (Венгрия). В целях дополнительного контроля давления с нижней стороны опытных образцов во всасывающее сопло прибора вмонтирована пневмометрическая трубка, присоединенная к образцовому микроманометру МКФ-240.

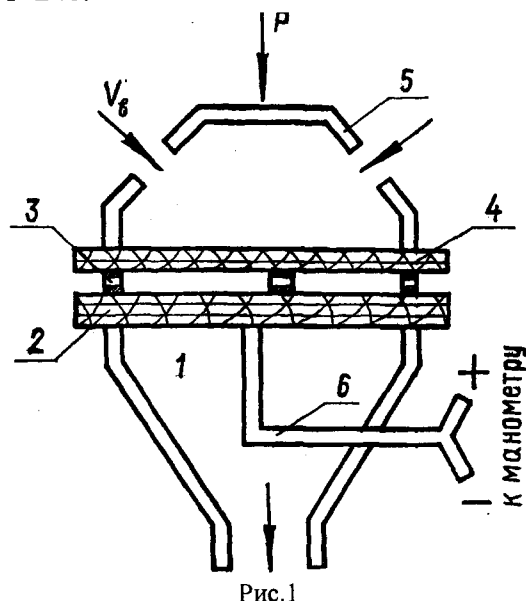


Рис.1

Схема размещения пакета на столе прибора и элементы устройства для проведения эксперимента показаны на рис.1, где 1 – всасывающее сопло; 2 – покровная оболочка пакета из основной, подкладочной и прокладочной ткани; 3 – промежуточное кольцо со щелевым зазором; 4 – внутренняя часть пакета, состоящая из сорочечной ткани и бельевого трикотажа; 5 – прижимная решетка; 6 – пневмометрическая трубка.

Для уменьшения величины поверхностного натяжения жидкости в трубке дифференциального манометра прибора перед проведением испытаний осуществляли смачивание стенок путем прогона рабочей жидкости при повышенных перепадах давления. На панели дифманометра закрепляли дополнительную шкалу с ценой деления 0,5 Па. С учетом условий работы прибора пакеты на его рабочем столе располагали таким образом, чтобы покровная ткань находилась снизу и лицевой стороной была обращена к соплу. В этом случае независимо от наличия и величины воздушной прослойки покровная оболочка подвергалась воздействию полного воздушного потока, что согласуется с физическими условиями фильтрационного процесса через капиллярно-пористые тела при наличии в них дополнительных каналов для стоков воздуха.

В качестве фоновых значений при сравнении результатов принимали данные, полученные при проведении испытаний пакетов без промежуточных колец (воздушных прослоек).

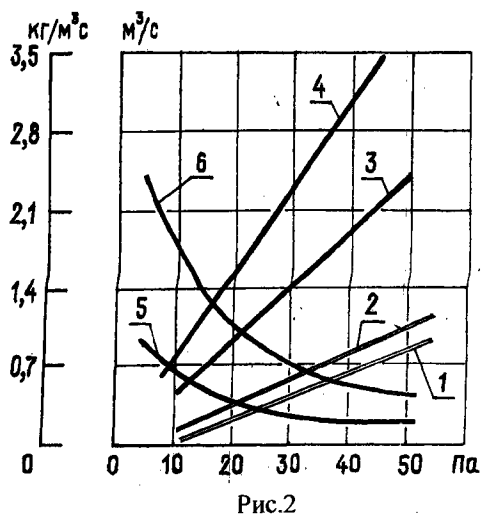


Рис.2

Как видно из рис.2, наличие в пакетах замкнутой воздушной прослойки мало влияет на величину фильтрационного расхода по сравнению с пакетами без прослойки. При наличии в пакетах незамкнутой прослойки наибольший расход наблюдается через пакеты, имеющие большую воздухопроницаемость покровной оболочки. При одинаковой воздухопроницаемости незамкнутая прослойка является решающим фактором, способствующим увеличению фильтрации. Это объясняется тем, что при плотном прилегании слоев ткани или при наличии замкнутой прослойки фильтрация происходит через все слои пакета. При наличии незамкнутой прослойки через весь пакет фильтруется только часть потока воздуха. Другая часть фильтруется через покровную оболочку пакета, минуя его внутренние слои тканей. Доля фильтрационного расхода через покровные оболочки возрастает с увеличением толщины незамкнутой прослойки перед ней.

Такая схема справедлива и для реальной одежды при наличии в ней сплошной по периметру воздушной прослойки, не замкнутой снизу. Поскольку эти прослойки формируются в одежде под влиянием прибавок, определяющих степень прилегания одежды, они существуют в ней всегда.

С физической точки зрения изменение фильтрационного расхода для разных по структуре и величине воздухопроницаемости пакетов объясняется различием их гидравлических сопротивлений воздушному потоку. В пакетах с замкнутыми прослойками потери напора по длине пути фильтрации значительно больше по сравнению с потерями в пакетах с незамкнутым воздушным пространством.

Эти различия можно выразить через сопротивление фильтрации, которое представляет собой величину, обратную коэффициенту фильтрации при заданном перепаде давления:

$$r_{\phi} = \frac{\delta}{K_{\phi}}, \quad (5)$$

где  $r_{\phi}$  – сопротивление фильтрации, кг/(м<sup>2</sup>·с).

Из рис.2 также видно, что наибольшее снижение сопротивления фильтрации происходит уже при давлениях (10÷20) Па, что соответствует наиболее характерным значениям скорости ветра (4,0÷5,0) м/с.

Интенсивность снижения сопротивления фильтрации при наличии незамкнутой прослойки особенно велика в пакетах, имеющих покровную оболочку с большой воздухопроницаемостью. Так, например, при увеличении перепада давления до 50 Па сопротивление фильтрации второго пакета асимптотически приближается к оси абсцисс и эквивалентно сопротивлению одиночных тканей сетчатой структуры.

Методика оценки такого влияния непосредственно на приборе FF-12/A заключается в следующем. Вначале оценивали фильтрационные свойства пакетов без прослоек, затем в каждом опыте увеличивали толщину незамкнутой прослойки. Расход воздуха при этом оставался прежним, а перепад давления, обеспечивающий этот расход, уменьшался вследствие снижения гидравлического сопротивления пакета.

Аналогичная ситуация наблюдалась в опытах и с другими пакетами, имеющими разные значения воздухопроницаемости. Различие состояло в том, что для разных пакетов в зависимости от сопротивления фильтрации снижение перепада давления происходит при разных значениях толщины незамкнутой прослойки. Характер такого изменения для опытных пакетов одежды приведен на рис. 3.

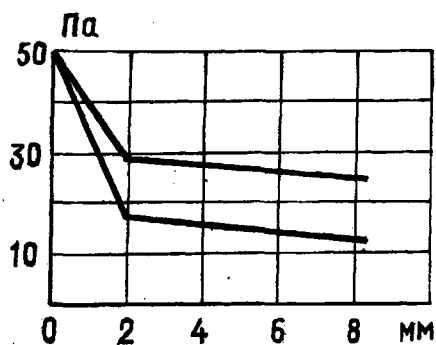


Рис.3

Данная методика позволяет экспериментально устанавливать границы, в пределах которых можно выбирать толщину незамкнутой прослойки в пакетах одежды с различной воздухопроницаемостью, и на этой основе рассчитывать величины силуэтных прибавок по основным конструктивным поясам одежды.

Можно считать, что толщина незамкнутой прослойки, способствующая снижению перепада давления ниже 10 Па, является предельной.

Предлагаемая методика внедрена и используется при проведении учебных занятий по курсу "Гигиена одежды" в Ивановской государственной текстильной академии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гущина К.Г., Беляева С.А., Юрченко Н.Н. и др. Ассортимент, свойства и технические требования к материалам одежды.—М.: Легкая индустрия, 1978.
2. Колесников П.А. Теплозащитные свойства одежды.—М.: Легкая индустрия, 1965.

Рекомендована кафедрой конструирования и художественного оформления швейных изделий. Поступила 26.02.02.