

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПОВІТРОПРОНИКНОСТІ ПЛОСКОЇ ПОРИСТОЇ ПОВЕРХНІ

В статті розглянуто варіант математичної моделі процесу проходження повітря через плоску пористу поверхню. Автори пропонують використовувати зазначену модель при дослідженні впливу пористої полімерної плівки на проникність пакетів матеріалів для одягу різного призначення.

In the article the variant of mathematical model of process of passing of air is considered through a flat porous surface. Authors suggest to use the noted model for research of influence of porous polymeric tape on permeability of packages of materials for the clothes of the different setting.

Беручи до уваги стрімку і практично не передбачувану всесвітню зміну кліматичних умов, а також враховуючи стійку тенденцію щодо появи на світовому ринку нових текстильних матеріалів, процес створення сучасних технологій проектування одягу перебуває у постійному розвитку, і тому не втрачає своєї актуальності [1, 2]. У зв'язку з цим, останнім часом активізувалася робота фахівців швейної і текстильної промисловості у напрямку розробки швейних виробів, які б були спроможні ефективно захищати людину від шкідливих погодних умов (вітер, мряка, опади) під час її тривалого перебування в умовах відкритого повітря, тобто за межами приміщень. У відповідності до результатів сучасних досліджень найбільш ефективним методом вітро- і водозахисту багат шарового одягу є використання в його складі прокладки (шару) з пористої плівки, що дозволяє регулювати проникність води і повітря у необхідних межах, і ти самим надавати швейному виробу необхідний захист [3, 4].

Визначення впливу зазначеного захисного шару з пористої плівки на повітропроникність пакетів матеріалів, виконано за допомогою багат шарових пакетів з різних за призначенням складових. У відповідності до розробленої авторами статті методики проведення досліджень, визначення повітропроникності зазначених пакетів виконано шляхом додавання до їхнього складу захисного шару з різною величиною пористості, яка регулювалась кількістю пор та величиною їх діаметру (рис. 1).

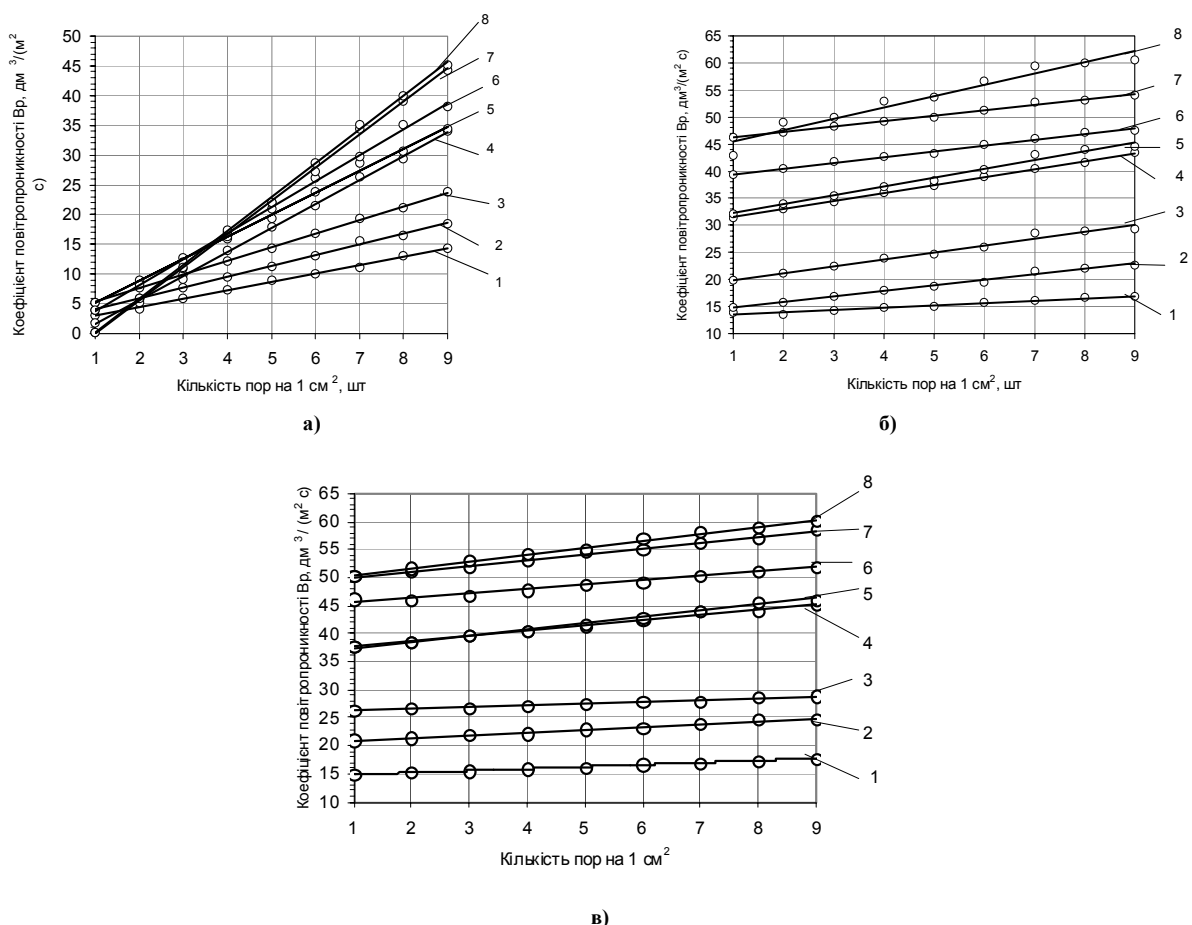


Рис. 1. Залежність коефіцієнта повітропроникності пакету матеріалів (верх + пориста плівка + сорбційний шар + підкладка) від величини пористості вітрозахисної плівки при діаметрі пор: а) 1 мм; б) 2 мм; в) 3 мм; 1 – арт. 52135; 2 – арт. 72040; 3 – арт. 52119; 4 – арт. 44033; 5 – арт. 62082; 6 – арт. 6338; 7 – арт. 72471; 8 – арт. 63034

Статистичний аналіз експериментально отриманих результатів виявив залежність між величиною пористості захисного шару і об'єктом дослідження, який описується адекватним рівнянням виду:

$$Vp = a_{p0} + a_{p1} n, \quad (1)$$

де Vp – коефіцієнт повітропроникності пакету, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; n – кількість пор на 1 см^2 поверхні захисного шару, шт; a_{p0}, a_{p1} – коефіцієнти рівняння регресії.

Наявність вище зазначених залежностей дозволило формалізувати процес дослідження впливу пористості захисного шару на проникність пакетів матеріалів. Таким чином, було розроблено відповідну математичну модель, кінцевим результатом якої є виведення формули, яка дозволяє розрахунковим способом визначати коефіцієнт повітропроникності пористої плівки з врахуванням діаметра і величини пор на одиницю площі її поверхні.

При розробці математичної моделі шар з пористої плівки розглядається як плоска пориста поверхня, по відношенню до якої і моделюється процес проникнення повітря. Вихідною точкою моделювання стала класична формула з визначення коефіцієнту повітропроникності, яка традиційно використовується в легкій промисловості при дослідженні пористих матеріалів. У відповідності з цим, коефіцієнт повітропроникності k для елемента $\Delta \tau$ тонкої пористої поверхні τ визначають як [5]:

$$k = \frac{\Delta V}{\Delta t \cdot \Delta S}, \quad (2)$$

де ΔV – об'єм повітря, дм^3 , що проходить через елемент $\Delta \tau$ за час Δt ;

ΔS – площа елемента $\Delta \tau$, мм^2 .

З формули (1) випливає, що коефіцієнт повітропроникності чисельно дорівнює об'єму повітря, що проходить через одиницю площі поверхні за одиницю часу. Знаючи коефіцієнт повітропроникності як функцію координат точки на поверхні τ , можна обрахувати сумарний об'єм повітря, яке проходить через цю поверхню за час t :

$$V(t) = \int_0^t \left(\iint_{\tau} k(x, y, z, t) \cdot \partial S \right) \cdot \partial t, \quad (3)$$

де у великих дужках знаходиться поверхневий інтеграл по поверхні τ .

Залежність коефіцієнта повітропроникності від часу обумовлена зміною зовнішніх умов, які призводять до переміщення повітря через поверхню. Якщо вважати ці умови сталими, то k буде незалежним від часу і може бути характеристикою повітропроникності поверхні, що розглядається. У випадку однорідної поверхні і сталих умов, маємо, що $k(x, y, z, t) \equiv k = \text{const}$, і з формули (3) отримуємо:

$$V = k \cdot S \cdot t, \quad (4)$$

де S – площа поверхні;

t – час проникання, с.

Розглянемо тепер плоску, повітронепроникну перегородку, в якій є отвір діаметром d . Площу всієї перегородки, разом з отвором, будемо вважати $= 1$. За одиницю часу через перегородку переміститься об'єм повітря V , який чисельно дорівнює коефіцієнту повітропроникності системи. Дійсно, підставивши у формулу (4) умови, що $t = 1$, $S = 1$, отримуємо $V = k$.

Оскільки переміщення повітря через перегородку є можливим лише при наявності хоча би одного отвору, то можна говорити щодо коефіцієнта повітропроникності отвору k_0 :

$$k_0 = \frac{V}{S_0} = \frac{V}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4V}{\pi d^2} = \frac{4k}{\pi d^2}, \quad (5)$$

де S_0 – площа отвору, мм ; d – діаметр отвору, мм ; $\pi - \text{const} = 3,14$.

Таким чином, з формули (5) отримуємо:

$$k = \frac{\pi d^2}{4} \cdot k_0. \quad (6)$$

Наявність декількох отворів (припустимо, що вони не призводять до зміни фіксованих умов), спричинить зростання потоку повітря через перегородку, причому адитивним чином:

$$k = V = V_1 + V_2 + \dots + V_n \quad (7)$$

де V_i – об'єм повітря, що проходить через i -й отвір за одиницю часу.

Звідси:

$$k = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot k_1 + \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot k_2 + \dots + \frac{\pi d_n^2}{4} \cdot k_n = \sum_{i=1}^n \frac{\pi d_i^2}{4} \cdot k_i = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n k_i d_i^2, \quad (8)$$

де d_i – діаметр i -го отвору;

k_i – коефіцієнт повітропроникності i -го отвору.

Якщо всі отвори мають однакові діаметри ($d_i = d$), а відповідно і мають однаковий коефіцієнт повітропроникності ($k_i = k$), то з формули (2.7) отримаємо:

$$k = \frac{\pi}{4} \cdot k_0 \cdot d^2 \cdot n, \quad (9)$$

де n – кількість пор; d – діаметр отвору (пори), мм; k_0 – коефіцієнт повітропроникності одного отвору (пори), $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Зазначена формула для коефіцієнта повітропроникності пояснює характер одержаних експериментальних залежностей $k(n)$ і $k(d)$. Дійсно, як слідує з формули (9), коефіцієнт повітропроникності є пропорційним кількості отворів і квадрату діаметра.

Беручи до уваги, що діаметр пор, які розглядаються є значним (1-3 мм), то і проникнення води через них необхідно розглядати не як процес дифундування, а як фільтрацію. В такому випадку розглянуту математичну модель можна використовувати для описання процесу проникності через пористу перегородку не тільки повітря, а й води.

Література

1. Березненко М.П., Савчук Н.Г., Палій І.П. Системний підхід до забезпечення якості швейних виробів // Вісник ДАЛПУ- 1999. – № 2. – С.11-13.
2. Березненко С.Н. Эффективные свойства многослойных пакетов одёжных материалов // Проблемы лёгкой и текстильной промышленности Украины. – 2000. – № 3. – С. 34-39.
3. Привала В.О., Мичко А.А. Класифікація методів надання водозахисту одягу // Тези доповідей наукової конференції молодих вчених та студентів. – К., КНУТД, 2003. – Т.1. – С. 19.
4. Привала В.О., Мичко А.А., Олешко Н.О. Класифікація методів забезпечення захисту швейних виробів від вітру // Вісник ХНУ. – 2006. – № 5. – С. 190-192.
5. Склянный В.П., Афанасьева Р.Ф., Машкова Е.Н. Гигиеническая оценка материалов для одежды (Теоретические основы разработки). – М: Легпромбытиздат, 1985. – 144 с.

Надійшла 8.2.2009 р.

УДК 004.075

В.Е. ШАДХИН, Д.М. ИЩЕНКО, А.Н. ВЕСЕЛОВ
Черкасский государственный технологический университет

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВУХКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

У статті вирішена задача моделювання розподілу обчислювальних процесів в розподілених серверних системах, з використанням теорії масового обслуговування отримані формули, що дають граничний закон розподілу числа зайнятих каналів залежно від характеристик потоку заявок і продуктивності системи обслуговування, для випадку з нескінченним числом неоднакових приладів і чергою.

Введение. Решение задачи моделирования двухканальной системы передачи данных является важной научно-технической задачей, так как позволяет разделить поток заявок на обслуживание между двумя параллельными каналами, что в свою очередь повышает быстродействие всей системы передачи данных и уменьшает вероятность возникновения коллизий. В рамках решения поставленной задачи предложена функция управления информационными потоками данных в сети массового обслуживания с ожиданием – сеть территориально распределенных серверов. В качестве критериев оценки производительности использован ряд характеристик работы системы:

- коэффициент загрузки системы – ρ ;
- среднее количество заявок в системе – \bar{k} ;