

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІГІЄНИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАКЕТІВ ЕКОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ

Комфортність виробу визначається мікрокліматом підодягового простору. Чим швидше волога видаляється з підодягового простору в навколишнє середовище, тим більш сприятливі умови експлуатації виробу. Оцінка вологопровідності є актуальною проблемою для передбачення властивостей та складу матеріалів пакетів для виробу.

Метою статті було вивчення ізотермічного переносу вологої пари або транспортування рідини при випаровуванні через двошарові пакети у виробі, в яких верхній шар зроблений з щільної тканини з невеликою проникністю. В роботі було використано досить просту схему визначення ізотермічного транспорту вологого повітря та рідин через такі пакети, що дозволяє розрахувати динамічні характеристики вологопровідності, щільність потоку вологого пару j_{mv} [г/год·дм²] та обрати кращий пакет з позиції забезпечення комфортності.

Ключові слова: вологовіддача, абсорбція, вологість, мікроклімат.

N.P. SUPRUN, V.M. VASYLENKO

Kiev National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

INVESTIGATION OF HYGIENIC PROPERTIES ENVELOPES ECOLOGICAL MATERIALS FOR CLOTHING

Abstract – Wearer comfort is determined by the microclimate of underwear space. The faster moisture removed from the underwear to an environment, the more favorable are conditions of clothes exploitation. The evaluation of water vapour transport ability is an actual problem in prediction of properties and a choice of composition of materials in packets of clothes.

The aim of the study was to investigate the process of isothermal moisture vapour or liquid transport during the process of evaporation through the packets of two – layer complete set, in which the upper layer made from dense textile fabric with small permeability. In the work was used rather simple scheme of determination of isothermal transport of damp air and liquids through such packets of clothes, which allow calculating the dynamic characteristic of moisture output ability – the density of a stream of damp vapor j_{mv} [g/h·dm²] and to choose the most comprehensible preferable, from the point of view of their comfortability.

Keywords: humidity return, absorption, moisture, microclimate

Вступ

В останні роки все більшу увагу в світі приділяють вирішенню питань, пов'язаних з охороною життя і здоров'я людей, покращення їх працездатності. Погана екологічна обстановка, велика скупченість людей в містах, наявність шкідливих сполук як у продуктах харчування, так і в виробках широкого вжитку є причинами масової алергізації і зниження імунного статусу населення. Так, згідно даних Всесвітньої організації охорони здоров'я, захворюваність на шкіряні інфекції займає 4 місце в загальній структурі після грипу, респіраторних та серцево-судинних захворювань. При послабленні захисних властивостей організму, ряді захворювань або при недотриманні гігієнічних правил, «мікробний фон» шкіри може суттєво змінитися – її можуть колонізувати патогенні і умовно патогенні мікроорганізми.

Широке використання для верху одягу синтетичних матеріалів погіршує комфортність виробів. Сучасні тканини з бар'єрними властивостями, які мають напівпроникні покриття (Gore-tex, Sympa-tex), забезпечують високі гігієнічні властивості, але на вітчизняному ринку вони ще мають доволі високу вартість і не завжди доступні споживачу з середнім рівнем доходів. Особливо актуальним є питання створення нормального підодягового мікроклімату для спортивного одягу, який часто використовується не тільки за своїм прямим призначенням, але й як прогулянковий, і тому час його щоденної експлуатації значно збільшується. Закрита конструкція такого одягу, як правило, призводить до збільшення відносної вологості у підодяговому просторі практично до 100%, що сприяє створенню у підодяговому просторі умов для прискореного розвитку шкідливих мікроорганізмів.

Одним із варіантів вирішення питання оптимального сполучення ціни та задовільних гігієнічних властивостей такого одягу може стати використання підкладкових текстильних матеріалів, які мали б, крім відповідних гігієнічних, також біоцидні властивості.

Постановка завдання

Як відомо, одним із основних параметрів, що характеризують ступінь комфортного стану людини при експлуатації одягу, є значення відносної вологості повітря у підодяговому просторі. Саме тому при виборі матеріалів вологообмінні властивості вважаються одними з найбільш вагомих. Гідрофільні матеріали характеризуються наявністю в структурі мікропор з розвиненою питомою поверхнею. В такій системі вологоперенос може здійснюватися різними способами: дифузією в газовій фазі, переносом в адсорбційному шарі (поверхнева дифузія, плівкова течія), в'язкою течією сконденсованої вологи під дією градієнту капілярного тиску.

Вологоємність як здатність накопичувати вологу при поверхневому контакті з мокрою (за рахунок виділення поту) поверхнею шкіри можна віднести до основних гігієнічних характеристик матеріалів. Відомо, що за добу організм людини може виділяти на шкіряну поверхню тіла від 0,5 до 1 літру поту, при важкій фізичній праці – до 3-х літрів. У виробках закритої конструкції виведення цієї вологи є основною

функцією матеріалів, які входять до пакету одягу.

Умовна схема процесу переносу вологи через пакет одягу, верх якого складається із плащової тканини із синтетичних ниток з невисокими значеннями наскрізної пористості, представлена на рис. 1. Оцінка вологопровідності такої системи є актуальним завданням у прогнозуванні властивостей і виборі матеріалів.

Шар матеріалу, який використовується для підкладки, є найбільш близьким до поверхні тіла, його властивості безпосередньо впливають на параметри внутрішнього мікроклімату у повітряному прошарку і фактично визначають рівень відчуття комфортності при експлуатації.

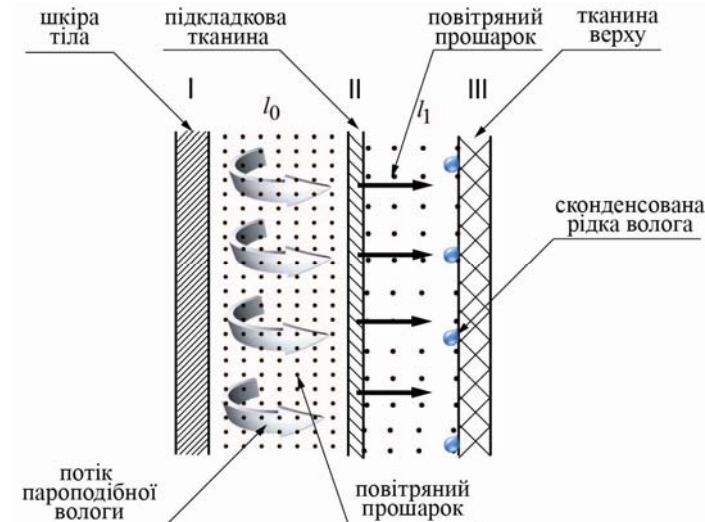


Рис. 1. Умовна схема вологообміну у пакеті одягу

Комплексне визначення процесів вологопереносу в пакетах матеріалів одягу, з урахуванням накопичення вологи в першому, білизняному шарі, є складним завданням. В даному дослідженні моделюється і розглядається ситуація найменшого комфорту – коли зволожена білизна прилипає до спiтнiлої поверхні тіла.

Об'єкти та методи досліджень

Для вивчення і моделювання процесів переносу вологи в пакетах швейних виробів, нами запропонована схема ізотермічного переносу вологи через пакети одягу в процесі їх висушування (рис. 2) при нормальних умовах оточуючого середовища.

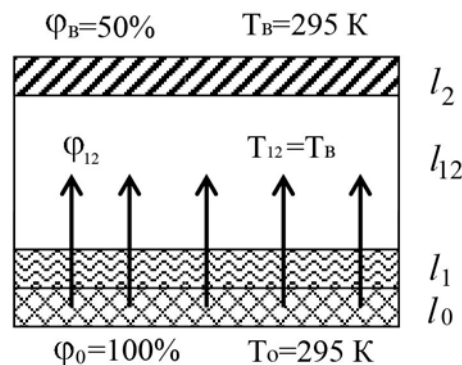


Рис. 2. Схема експерименту по визначенню вологопереносу через пакет швейного виробу

l_0 - шар підложки, зволоженою розчином «поту», l_1 - шар білизняного трикотажу, l_{12} - повітряний прошарок, l_2 - шар тканини верху

Результати та їх обговорення

За допомогою розглянутої схеми визначався процес ізотермічного сушіння за рахунок випарування вологи («поту») з поверхні зволоженої підложки ($l_0 + l_1 + l_2$), тобто вільну конвекцію. На нашу думку, такий метод має помітні переваги в порівнянні з численними спробами розглянути відразу весь складний комплекс взаємозалежних задач тепло- і вологопровідності у цілому, за допомогою одного експерименту. Найчастіше такі спроби приводять авторів до достатньо суб'єктивних висновків, що базуються на специфічних особливостях як самих установок, так і прийнятих умов вимірів. Основна перевага дослідження, що описується, складається в можливості зазначити для кожного шару точний фізичний механізм вологопровідності.

Маса модельного розчину «поту», якою змочувалися шари «поверхні шкіри» (l_0) і рівнялася:

$M_6 = 2,5z(V_u = M_6 / \rho_6 = 2,5 \cdot 10^{-3} / 1 \cdot 10^{-3} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-3} = 2,5 \text{ см}^3)$ – це найменша кількість води, яку може поглинути (при змочуванні без стікання) шар l_0 .

Очевидно, що абсорбція вологи білизняним шаром l_1 буде здійснюватися, в основному, за рахунок капілярного підняття (де істотною є відкрита пористість) і часткового проникнення усередину ниток і волокон (де істотною є повна пористість). Відповідно, десорбція вологи в повітряний прошарок l_2 визначається поверхневими характеристиками шару l_2 . В міру збіднення вологою (тобто, поступового висихання) зволоженої підложки ($l_0 + l_1$), інтенсивність зазначених механізмів вологопровідності буде сповільнюватися. Це, на наш погляд, може служити наближеною моделлю поступового уповільнення процесу насичення шарів тканин вологою при їх зволоженні.

Важливим моментом при використаному моделюванні можна вважати поступовий ріст парціального тиску вологого пару при збільшенні відносної вологості. Цей процес і його динаміку можна було спостерігати візуально, оскільки тканина верхнього шару l_2 із часом починала поступово спучуватися за рахунок виникаючого під нею надлишкового (у порівнянні з атмосферним) тиску. У принципі, швидкість зміни кривизни поверхні шару l_2 можна було б зв'язати з динамікою росту тиску $P(t)$ і, відповідно, – з динамікою росту відносної вологості $\varphi_{12}(t)$. У роботі цього не було зроблено, оскільки прямого впливу даної характеристики на мікроклімат підодягового простору немає і, у добавок, одержувані оцінки могли бути досить грубими в реалізованій методиці дослідів.

Методика дослідів полягала у наступному. На дно чашки Петрі поміщався зразок бавовняного трикотажного полотна l_0 («підложка», яка моделює зволожену шкіру тіла), піпеткою з точністю $\pm 0,02$ мл на нього наносилося рівномірно по всій площині 2,5 мл стандартизованого «розчину поту». Цей зразок покривався зразком білизняного (l_1) шару матеріалу, який представляє собою бавовняне трикотажне полотно, пофарбоване екстрактом лушпиння цибулі. Як показано у наших попередніх дослідженнях [1, 2], такий матеріал має виражені бактерицидні властивості. Шар трохи ущільнювалися біля стінок чашки. Поверх чашка Петрі покривалася зразком тканини верху (l_2) із повітряним прошарком $l_{12} \approx 13$ мм. Ця тканина також щільно закріплювалася, за допомогою фіксувальної накладки, на поверхні чашки Петрі.

Зібраний у такий спосіб об'єкт зважувався на аналітичних вагах із точністю $\pm 0,2$ мг і потім поміщався в сушильну шафу з термостатом з температурою $T_0 = T_B = 295$ К. Послідуочі зважування проводилися через кожні півгодини на протязі трьох годин. Різниця мас для кожного кроку вимірів дозволяла оцінити динамічну характеристику вологовіддачі досліджуваного пакета: j_{M_0} [г/год·дм²].

Аналіз результатів вимірів проводився за наступними міркуваннями.

При $T = 295$ К густина насиченого водяного пару має значення $\rho_{g_{H_2O}} = 0,019$ кг/м³, а густина повітря при атмосферному тиску (якщо вважати повітря ідеальним газом):

$$\rho^{нов}_{295} = \frac{1,01325 \cdot 10^5 \cdot 0,029}{8,3144 \cdot 295} = 1,182 \text{ [кг/м}^3\text{]}. \text{ При відносній вологості повітря } \varphi = 50\% \text{ одержуємо оцінку}$$

$$\text{парціальної густини вологи: } \rho_{295}^{вод.нов.} = 0,019 \cdot 0,5 = 0,0095 \text{ [кг/м}^3\text{]}.$$

Чим швидше виділяється волога в навколишнє середовище, тим більше сприятливими є умови експлуатації одягу. Для аналізу застосовувалася формула (1), яка використовується для описання різних транспортних процесів, у диференціальному виді:

$$\frac{dM}{dt} = j_M(t) = \frac{M_0}{\tau_M} e^{-t/\tau_M} \equiv j_{M_0} e^{-t/\tau_M} \text{ [г/дм}^2\text{ ч]}, \quad (1)$$

що визначає щільність потоку вологи, яка відводиться через пакет матеріалів у оточуюче середовище при ізотермічних умовах (табл. 1).

Таблиця 1

Вологовіддача (щільність потоку маси вологого пару: j_M [г/год·дм²]) пакету матеріалів при $T = 295$ К

№	Час, год	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	$M_{3год}$, г
	Матеріал верху							
1	Плащова тканина	0,402	0,298	0,244	0,197	0,188	0,178	0,673
2	Без матеріалу	0,595	0,386	0,313	0,253	0,247	0,242	0,881

Дані, які отримані при розрахунку із застосуванням значень маси системи, що зважувалася через визначений проміжок часу, наведені в табл.1. Для порівняння, крім значень вологовіддачі через пакет матеріалів, наведені дані для відкритої системи, тобто такої, де відсутній зовнішній, щільний шар плащової тканини. Отримані результати наочно характеризують відчутну бар'єрну функцію верхнього, щільного шару

паketу одягу, що, в свою чергу, визначає високі величини відносної вологості у повітряному підодяговому прошарку і низьку комфортність виробу та свідчить про необхідність використання в таких системах конструктивних вентиляційних отворів.

Оцінка стійкості забарвлення виконана нами після завершення експерименту та висушування матеріалів білизняного шару (пофарбованого) та підложки (білого), дала значення 5/5-4.

Висновки

Методика, яка запропонована в роботі, дозволяє провести визначення динаміки вологовіддачі в пакетах матеріалів для одягу. На нашу думку, такий метод має помітні переваги в порівнянні з численними спробами розглянути відразу весь складний комплекс взаємозалежних задач тепло- і вологопровідності у цілому, за допомогою експерименту.

Література

1. Супрун Н.П. Визначення та покращення показників комфортності текстильних матеріалів підкладки для взуття / Н.П. Супрун, О.В. Смачило, Г.В. Тарасенко // Вісник ХНУ, – 2012. – № 2. – С. 119–122.

2. Супрун Н.П. Визначення антибактеріальних властивостей текстильних матеріалів підкладки для взуття / Супрун Н.П., Тарасенко Г.В., Щуцька Г.В. // Вісник КНУТД, – 2012. – № 1. – С. 109–112.

References

1. Suprun N.P., Smachilo O.V., Tarasenko G.V. Vznachennja ta pokrashhennja pokaznikov komfortnosti tekstil'nih materialiv pidkladki dlja vzuttja. // Visnik HNU, – 2012. – №2, s. 119–122.

2. Suprun N.P., Tarasenko G.V., Shhuc'ka G.V., Jakubovs'ka T.O. Vznachennja antibakterial'nih vlastivostej tekstil'nih materialiv pidkladki dlja vzuttja. // Visnik KNUVD, – 2012. – №1, s. 109–112.

Рецензія/Peer review : 15.3.2013 р.

Надрукована/Printed :18.6.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Завідувач кафедри технологій та конструювання швейних виробів Київського національного університету технологій та дизайну, д.т.н. професор Березненко С.М.