

Л.В. ПЕЛИК, О.В. ОСТАПЧУК

Львівський торговельно-економічний університет, ПРАТ «Едельвіка»

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВІТРОПРОНИКНОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЛУБ'ЯНИХ ВОЛОКОН

В статті досліджено показники повітропроникності платтяно-костюмних тканин, різних за волокнистим складом. Проаналізовано їх вплив на гігієнічні властивості швейного одягу. Встановлено, що кількість пилу, яка затримується платтяно-костюмними текстильними матеріалами без погіршення їх гігієнічних властивостей, залежить від пористості тканини, а також від товщини матеріалу. Виявлено, що повітропроникність залежить також від структури текстильного матеріалу, яка визначається наявністю наскрізних пор та їх площею.

**Ключові слова:** повітропроникність, поверхнева пористість, поверхнєве заповнення, загальна пористість.

L.V. PELYK, O.V. OSTAPCHUK

Lviv University of Trade and Economics, Edelvika PJSC

### RESEARCH OF BREATHABILITY OF TEXTILE MATERIALS WITH USE OF BABY FIBERS

The article investigates the air permeability indices of dress fabrics of different fiber composition. Their influence on the hygienic properties of garment is analyzed. The breathability of textile materials maintains the thermal balance of the body with the environment and helps to remove carbon dioxide from the clothing layer. It depends on the parameters of the structure of the textile materials, their method of weaving, the type of fibrous composition, the number and size of pores and the nature of the fabric processing. It is established that the amount of dust, which is retained by textile garments without deterioration of their hygienic properties, depends on the porosity of the fabric and the number and size of the through pores, as well as on the thickness of the material. The air passes through the pores of the textile material, so its structural permeability is affected by its structural characteristics (filament thickness, density, type of weave), which determine the porosity of the structure and the number and dimensions of the through pores. It is established that the higher the surface porosity, the smaller the surface filling, the greater the breathability. Dress fabrics made of thin, highly twisted threads have a larger cross-sectional pore area and a correspondingly higher breathability compared to thick thread materials. It is found that with increasing volume of material and its thickness, the air permeability decreases as the size of the through pores decreases. During the passage of air through the pores of the textile material, some of the energy is spent on the friction of the air against the fabric, and part on overcoming the inertial forces of the environment, which is reflected in the speed of the passage of air through the material. Therefore, the permeability is influenced not only by the porosity of the material, the number of through pores in its structure, but also the size of the through pores. The larger the pores, the less energy is spent on overcoming the friction of the air against the material, the higher the air flow rate.

**Keywords:** breathability, superficial porosity, superficial filling, general porosity.

### Вступ

Швейний одяг повинен захищати людину від шкідливих впливів зовнішнього середовища, в т. ч. атмосферних впливів, створювати комфортні умови для життєдіяльності, бути нешкідливими (вид волокна і вид оздоблення не повинні виділяти шкідливих домішок) і створювати максимальні зручності при носінні. Створення комфорту під час експлуатації швейних виробів залежить від здатності текстильних матеріалів регулювати підодяговий клімат – газовий склад, вологість і температуру, знімати електростатичні заряди та ін. Основними вимогами, які ставляться до платтяно-костюмних текстильних матеріалів, є висока зносостійкість і формостійкість, високі гігієнічні властивості, в т.ч. повітропроникність.

Повітропроникність текстильних матеріалів забезпечує підтримку теплового балансу організму з навколишнім середовищем і сприяє видаленню вуглекислого газу з одягового прошарку. Вона залежить від параметрів будови текстильних матеріалів, їх способу переплетення, виду волокнистого складу, кількості й розміру пор та характеру оброблення тканини. Низькою повітропроникністю характеризуються щільні текстильні матеріали, вкриті водовідштовхувальним обробленням, а також прогумована тканина, яка повністю виключає повітрообмін. Водночас такий швейний одяг добре захищає від вітру й дощу і повинен використовуватися для виготовлення курток (різновид анорак), плащів-макінтошів, спеціального одягу та ін.

**Постановка завдання.** Метою статті було дослідження повітропроникності платтяно-костюмних текстильних матеріалів різних за волокнистим складом.

### Результати досліджень

Об'єктами досліджень слугували платтяно-костюмні тканини, які виготовлялися на ткацьких верстатах СТБ-4-180 та Picanoli-8-190 у виробничих умовах ПРАТ «Едельвіка» (м. Луцьк). За базові зразки було взято льоно-поліестерово-бавовняні тканини (вар. 1 та 3). Платтяно-костюмні тканини були виготовлені у виробничих умовах на Луцькому ПРАТ «Едельвіка». Досліджувані платтяно-костюмні тканини відрізнялися за такими ознаками: за волокнистим складом: льоно-бавовняні (вар. 4), льоно-поліестерово-бавовняні (вар. 1–3, 5, 6), бавовняно-конопляна (вар. 7), рамі-бавовняна (вар. 8) та конопляно-бавовняно-льоно-поліестерова тканини (вар. 9); за поверхневою густиною та товщиною; за видами оздоблення: відварені (вар. 2, 5, 7) та відбілені (вар. 1, 3, 4, 6, 8, 9). Повітропроникність досліджуваних платтяно-костюмних тканин визначалась за стандартною методикою. Результати дослідження повітропроникності платтяно-костюмних тканин наведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Повітропроникність досліджуваних платтяно-костюмних тканин**

Вар. зразка	Товщина, мм	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Об'ємна маса, мг/мм <sup>3</sup>	Заповнення за масою, E <sub>g</sub> , %	Загальна пористість, R <sub>g</sub> , %	Коефіцієнт повітропроникності, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с
1	0,42	140	0,333	30,0	70,0	870
2	0,40	140	0,350	30,2	69,8	695
3	0,38	114	0,300	27,0	73,0	1185
4	0,34	140	0,412	47,9	52,1	575
5	0,42	150	0,357	35,5	64,5	1070
6	0,44	165	0,375	37,7	62,3	595
7	0,85	301	0,354	42,7	57,3	238
8	0,36	135	0,375	44,6	55,4	340
9	0,41	166	0,405	40,3	59,7	525

Аналізуючи отримані дані табл. 1, можна відмітити, що значення показника повітропроникності при стандартних умовах (p=5 мм.вод.ст.) для платтяно-костюмних тканин вар. 2–9 знаходилося у межах від 238 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с до 1185 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с, для бавовняно-конопляної вар. 7 воно складає 238 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с, рамі-бавовняної вар. 8 – 340 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с та у конопляно-бавовняно-льоно-поліестерової вар. 9 – 525 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с, а у зразка-еталона – 870 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с). Досліджувані зразки платтяно-костюмних тканин відповідають вимогам ТУ У 13.2-20134458-002:2019 «Тканини побутові. Технічні умови», згідно з яким коефіцієнт повітропроникності побутових тканин повинен становити не менше 100 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с.

Залежно від призначення текстильних матеріалів лінійне заповнення може становити від 25 % до 150 %. Аналізуючи отримані дані таблиці 2 видно, що лінійне заповнення котоніновмісних тканин (вар. 1–3 та вар. 5) за основою знаходиться в межах 31,32 % – 33,76 %, лінійне заповнення за утком – 31,17 %, – 38,40 % і поверхнєве заповнення відповідно 54,41 % – 59,20 %. Ці показники лінійного і поверхневого заповнення відповідають призначенню тканин для пошиття блузкового, сорочкового та літнього платтяного асортименту. У досліджуваній конопляній тканині з вмістом котоніновмісної пряжі за основою вар. 9 лінійне заповнення становить 34,02 %, проте лінійне заповнення за утком – 58,54 % та поверхнєве заповнення тканини – 72,64 %. Призначення досліджуваного зразка вар.9 для пошиття тільки платтяного асортименту. Досліджувані тканини бавовняно-лляна вар. 4 та бавовняно-конопляна вар. 7 характеризуються лінійним заповненням за основою 46,98 % та 45,76 %, лінійним заповненням за утком 42,56 % та 55,84 %, поверхнєве заповнення відповідно 69,55 % та 76,05 %, отже такі тканини призначені для пошиття платтяного та платтяно-костюмного асортименту.

Кількість пилу, яка затримується платтяно-костюмними текстильними матеріалами без погіршення їх гігієнічних властивостей, залежить від пористості тканини та кількості і величини наскрізних пор, а також від товщини матеріалу.

Таблиця 2

**Характеристика параметрів будови досліджуваних платтяно-костюмних тканин**

Вар. зразка	Лінійне заповнення тканини за основою, E <sub>o</sub> , %	Лінійне заповнення тканини за утком, E <sub>y</sub> , %	Площа пори, S <sub>1</sub> , мм <sup>2</sup>	Кількість пор на 1 см <sup>2</sup>	Розмір наскрізних пор, мм		Поверхнєве заповнення тканини, E <sub>s</sub> , %	Поверхнева пористість тканини, R <sub>s</sub> , %
					основа	уток		
1	33,76	31,17	0,293	156,0	0,51	0,57	54,41	45,59
2	31,63	35,09	0,195	228,0	0,45	0,43	55,62	44,38
3	31,32	33,06	0,168	273,6	0,45	0,37	54,03	45,97
4	46,98	42,56	0,088	347,2	0,24	0,36	69,55	30,45
5	33,76	38,40	0,251	162,5	0,51	0,49	59,20	40,80
6	34,09	39,54	0,227	175,5	0,50	0,45	60,15	39,85
7	45,76	55,84	0,165	145,0	0,50	0,33	76,05	23,95
8	42,04	39,67	0,087	404,0	0,35	0,30	65,03	34,97
9	34,02	58,54	0,102	267,2	0,50	0,17	72,64	27,36

Встановлено, що чим більша поверхнева пористість, тобто чим менше поверхнєве заповнення, тим більша повітропроникність (рис. 1). Так, найвищим показником повітропроникності характеризується поліестеро-бавовняно-лляна тканина вар. 3 – 1185 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с при найбільшій поверхневій пористості 45,97 % і при найменшому поверхневому заповненні – 54,03 %. Найменший показник коефіцієнта повітропроникності має бавовняно-конопляна тканина вар. 7 – 238 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с з найменшим показником поверхневої пористості 23,95% та найбільшим поверхневим заповненням 76,05 %. При однаковій поверхневій пористості повітропроникність тканин із тонких ниток із дрібними порами менша, ніж у тканин

з товстими нитками із великими порами. У досліджуваних зразках вар.1 (29,4текс×2) та вар. 3 (18,5текс×2) поверхнева пористість становить 45,59% і 45,97% відповідно, а розмір наскрізних пор у вар.3 менший( за основою – 0,45 мм, за утком – 0,37 мм), ніж у вар.1( за основою – 0,51 мм, за утком – 0,57 мм). Тому показник повітропроникності у вар. 3 вищий і становить 1185  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ .

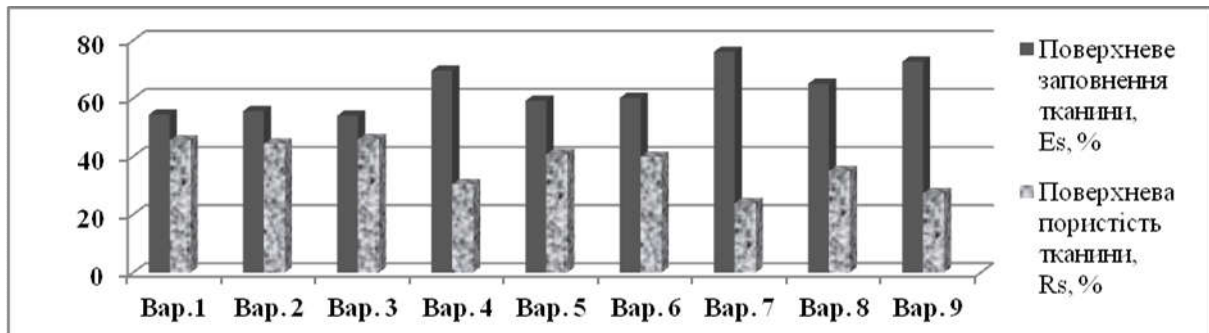


Рис. 1. Залежність поверхневої пористості від поверхневого заповнення тканини

Повітря проходить через пори текстильного матеріалу, тому на його повітропроникність впливають структурні характеристики (товщина ниток, щільність, вид переплетення), які визначають пористість структури та кількість і розміри наскрізних пор. Платтяно-костюмні тканини із тонких сильно скручених ниток мають більшу площу наскрізної пори і відповідно вищу повітропроникність порівняно із матеріалами із товстих ниток. Так, у вар. 3 лінійна густина поліефірної пряжі за основою становить 18,5текс×2 і за утком – 29,4текс×2 із площею однієї пори – 0,168  $\text{мм}^2$ . Досліджуваний зразок вар. 7 характеризується лінійною густиною поліефірної пряжі за основою і за утком – 57,4текс×2 із площею однієї пори – 0,165  $\text{мм}^2$ . Тому повітропроникність вар. 3 є вищою і становить 1185  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ , ніж у вар. 7 – 238  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ .

Повітропроникність залежить також від структури текстильного матеріалу, яка визначається наявністю наскрізних пор та їх площею. Кількість, форма і розміри пор впливають на опір, який чинить текстильний матеріал потоку запиленого повітря. Аналіз отриманих даних показав, що вплив на повітропроникність має площа пори. Чим більша площа пори, тим менша кількість наскрізних пор на 1  $\text{см}^2$ , тим більша повітропроникність. Найбільша площа однієї пори знаходиться у вар.5 і становить 0,251  $\text{мм}^2$  при найменшій їх кількості – 162,5 на 1  $\text{см}^2$  при високій повітропроникності – 1070  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ . Найменша площа однієї пори знаходиться у вар.8 і становить 0,087  $\text{мм}^2$  при найбільшій їх кількості – 404 на 1  $\text{см}^2$  при низькій повітропроникності – 340  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ .

Досліджувана лляна тканина вар. 5 характеризується високим коефіцієнтом повітропроникності і становить 1070  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$  з поверхневою пористістю 40,80 % у порівнянні з показниками поліестеро-бавовняно-лляної тканини вар. 1, у якій коефіцієнт повітропроникності становить 870  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$  та поверхнева пористість 45,59 %. Площа пори лляної тканини вар. 5 становить 0,251  $\text{мм}^2$ , в порівнянні з площею пори поліестеро-бавовняно-лляної тканини вар. 1 – 0,293  $\text{мм}^2$ , а розмір наскрізних пор однаковий для досліджуваних зразків за основою і становить 0,51 мм, а за утком – 0,49 мм та 0,57 мм відповідно. Досліджуваний зразок вар. 5 відрізняється від зразка-еталона вар. 1 видом оздоблення: лляна тканини вар. 5 пройшла операцію відварювання, поліестеро-бавовняно-лляна тканина вар. 1 – операцію відбілювання. Під час операції відбілювання волокна бавовни та льону стали більш об'ємними та розпушеними, що стало причиною виникнення більшого опору потоку повітря і тому коефіцієнт повітропроникності зразка-еталона вар. 1 є нижчим і становить 870  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ .

При проходженні повітря через пори текстильного матеріалу частина енергії тратиться на тертя повітря об тканину, а частина – на подолання інерційних сил зовнішнього середовища, що відображається на швидкості проходження повітря через матеріал. Тому на показники повітропроникності впливає не тільки пористість матеріалу, кількість наскрізних пор у його структурі, але і розміри наскрізних пор. Чим більші пори, тим менше енергії тратиться на подолання тертя повітря об матеріал, тим вища швидкість проходження повітря.

Аналіз отриманих даних показав, що у досліджуваних зразках зі збільшенням розміру наскрізних пор збільшується повітропроникність. Так, найбільший розмір наскрізних пор знаходиться у платтяно-костюмній тканині вар. 5 і становить 0,51 мм за основою і 0,49 мм за утком при високій повітропроникності – 1070  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$ .

Досліджувана тканина бавовняно-рамі вар. 8 характеризується коефіцієнтом повітропроникності 340  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$  із поверхневою пористістю 34,97 % у порівнянні із тканиною бавовняно-лляною вар. 4, у якій повітропроникність становить 570  $\text{дм}^3/(\text{м}^2\cdot\text{с})$  із поверхневою пористістю 30,45 %. Площа пори досліджуваних зразків становить 0,087  $\text{мм}^2$  та 0,088  $\text{мм}^2$  відповідно, а кількість пор на 1  $\text{см}^2$  у вар. 8 становить 404, а у вар. 4 – 347,2. Причиною меншого коефіцієнта повітропроникності у тканині бавовняно-рамі вар. 8 є застосування в основі крученої бавовняної пряжі 20текс×2, а у бавовняно-лляної тканини вар. 4 в основі закладена бавовняна пряжа однопниткова 29,4 текс. Число скручень однопниткової бавовняної пряжі 29,4 текс становить 680 скручень/м, цей показник вищий за число скручень двопниткової скрученої

бавовняної пряжі 20текс×2 – 520 скручень/м. Таким чином, за рахунок більшого числа скручення пряжі збільшуються розміри наскрізних пор та зростає коефіцієнт повітропроникності.

Найбільш ефективно можна варіювати повітропроникність зміною будови і оброблення текстильних матеріалів. Визначними для повітропроникності факторами будови тканин є щільність ниток основи і утоку на 10 см, їх співвідношення між собою, характер переплетення ниток, лінійна щільність і величина скручування. Із збільшенням щільності повітропроникність матеріалу знижується. Найбільшою щільністю ниток основи і утоку на 10 см із досліджуваних зразків характеризується бавовняно-рамі тканина вар. 8 (за основою – 320, за утком – 168) та вар. 2 (за основою – 202, за утком – 200) при низькій повітропроникності – 340 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Виявлено, що зі збільшенням об'ємної маси матеріалу і його товщини повітропроникність зменшується, так як зменшується розмір наскрізних пор. Так, об'ємна маса у досліджуваному зразку вар. 7 становить 0,354 мг/мм<sup>3</sup>, який характеризується найбільшою товщиною матеріалу 0,85 мм, і найнижчим коефіцієнтом повітропроникності – 238 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що зі збільшенням площі пори коефіцієнт повітропроникності збільшується. Так, досліджувана поліестеро-бавовняно-ляна тканина вар. 3 характеризується найбільшим показником коефіцієнта повітропроникності і становить 1185 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с) при площі пори 0,165 мм<sup>2</sup>. У даному випадку важливим чинником є об'ємна маса досліджуваного зразка вар. 3, яка має найменше значення серед досліджуваних зразків – 0,300 мг/мм<sup>3</sup>, найменше заповнення за масою – 27,0 % та найбільшу загальну пористість – 73,0 %. Тканина лляно-бавовняно-поліестерова вар. 6 характеризується високим показником площі пори, який становить 0,227 мм<sup>2</sup> та нижчим показником коефіцієнта повітропроникності – 595 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с), причиною тому є висока об'ємна маса зразка – 0,375 мг/мм<sup>3</sup>.

### Висновки

Особливе значення повітропроникності має для текстильних полотен, з яких виготовляють швейний одяг, зокрема – для платтяно-костюмних тканин. Висока повітропроникність забезпечує створення повітряного прошарку під одягом і забезпечує необхідну вентиляцію, що в цілому зумовлює підвищення гігієнічних властивостей та комфортності одягу.

Досліджено, що на повітропроникність текстильних матеріалів впливають різні чинники, зокрема: щільність тканини, характер розподілу волокон у тканині, вид переплетення тканини, скрученість ниток, геометричні характеристики волокон та ін. Вплив сукупності таких чинників зумовлює загальну пористість матеріалу, кількість і розміри наскрізних пор. Встановлено, що найбільший розмір наскрізних пор знаходиться у платтяно-костюмній тканині вар. 5 і становить 0,51 мм за основою і 0,49 мм за утком при високій повітропроникності – 1070 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с).

Проведені дослідження показали, що зі збільшенням числа шарів матеріалу знижується загальна повітропроникність пакету одягу, а чим менше поверхнєве заповнення, зростає повітропроникність. Встановлено, що найвищим показником повітропроникності характеризується поліестеро-бавовняно-ляна тканина вар. 3 – 1185 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с) при найбільшій поверхневій пористості 45,97 % і при найменшому поверхневому заповненні – 54,03 %.

### Література

1. Бучківська У. Б. Дослідження повітропроникності платтяно-костюмних тканин / У. Б. Бучківська, Л. В. Пелик // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 1. – С. 216–218.
2. Пелик Л.В. Матеріалознавство та основи технологій виробництва товарів : [навчально-наочний посібник] / Л.В. Пелик, І.С. Полікарпов, Р.В. Кирильчук та ін. – Львів : Вид-во Львівської комерційної академії, 2015. – 108 с.
3. Кобишан А. Д. Дослідження впливу нових методів вибілювання та пом'якшення лляних тканин на їх повітропроникність / А. Д. Кобишан // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. – Полтава : ПУЕТ, 2016. – № 1(46). – С. 28–32.
4. Захаренко В.О. Матеріалознавство та основи технології виробництва товарів : навч. посіб. / В.О. Захаренко. – Харків : ХДУХТ, 2016. – 195 с.

### References

1. Buchkivska V.B. Investigation of the breathability of dress fabrics / V.B. Buchkivska, L.V. Pelyk // Herald of Khmelnytskyi National University. Engineering sciences. – 2014. – № 1. – P. 216–218.
2. Pelyk L.V. Material science and fundamentals of commodity production technologies. Tutorial manual / L.V. Pelyk, I.S. Polikarpov, R.V. Kyrilchuk et al. – Lviv: Publisher of the Lviv Commercial Academy, 2015. – 108 p.
3. Kobyschan A.D. Investigation of the influence of new methods of bleaching and softening of linen fabrics on their breathability / A.D. Kobyschan // Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade. – Poltava: PUET, 2016. – No.1 (46). – P. 28–32.
4. Zakharenko V.O. Material Science and Fundamentals of Product Manufacturing Technology: Tutorial. tool. / V.O. Zakharenko. – Kharkiv: KhDUKT, 2016. – 195 p.

Рецензія/Peer review : 16.4.2020 р.

Надрукована/Printed : 16.6.2020 р.

Стаття рецензована редакційною колегією