

Остапенко Н.В., д-р техн. наук, професор  
Колосніченко М.В. д-р техн. наук, професор  
Рубанка А.І., канд. техн. наук, ст. викладач  
Токар Г.М., аспірант, асистент

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕРГОНОМІЧНОСТІ ТЕРМОСТІЙКИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ШЛЯХОМ

**Анотація.** У статті приведено результати експериментальних досліджень з визначення показників ергономічності термостійких текстильних матеріалів, а саме поверхневої густини та повітропроникності. Встановлено, що у обраних матеріалів спостерігається збільшення поверхневої густини та зменшення повітропроникності. Найбільш стабільним в процесі експлуатації є матеріал Nomex BV-120.

**Ключові слова:** термостійкі матеріали, показники ергономічності, захисний одяг, поверхнева густина, повітропроникність

**Аннотация.** В статье приведены результаты экспериментальных исследований с определения показателей эргономичности термостойких текстильных материалов, а именно поверхностной плотности и воздухопроницаемости. Установлено, что у выбранных материалов наблюдается увеличение поверхностной плотности и уменьшение воздухопроницаемости. Самым стабильным в процессе эксплуатации является материал Nomex BV-120.

**Ключевые слова:** термостойкие материалы, показатели эргономичности, защитная одежда, поверхностная плотность, воздухопроницаемость

**Abstract.** The article presents the results of experimental studies with the determination of ergonomics indices of heat-resistant textile materials, namely surface density and air permeability. It is established that in the selected materials exhibit an increase in surface density and a decrease in air permeability. The most stable in the process of operation is the Nomex BV-120 material.

**Key words:** heat resistant materials, ergonomics, protective clothing, surface density, air permeability.

Матеріали, з яких виготовлений захисний одяг, повинні бути легкими у догляді. Встановлено, що по догляду за термостійкими матеріалами виробниками рекомендується прання. Також дозволяється хімічне чищення, але без використання відбілювачів. Враховуючи матеріальну складову вартості догляду, споживачі надають перевагу пранню перед хімічним чищенням. За результатами теоретичних досліджень виявлено, що серед експлуатаційних навантажень на матеріал найбільш руйнівним є вологе чищення, зокрема прання. Тому методологією експериментальних досліджень передбачено визначення зміни характеристик матеріалів протягом визначеного терміну з метою прогнозування поведінки термостійких матеріалів.

Саме тому дослідження проводились без та після впливу на матеріал багаторазових циклів прання. Текстильні матеріали повинні витримувати режими промислового прання при температурі не менше  $(60\pm 5)^\circ\text{C}$ , різні режими сушіння при високих температурах, тому

що в інших випадках даний одяг буде накопичувати забруднення, які можуть знижувати захисні і гігієнічні властивості і навіть спалахувати при дії високих температур та полум'я.

Аналітичні дослідження асортименту існуючих в Україні термостійких текстильних матеріалів дали підстави виокремити для подальших експериментальних досліджень закордонні матеріали з різними способами надання їм термостійкості, а саме Nomex BV-120 (сировинний склад – 99% Nomex, 1% antistatic; поверхнева густина 265 г/м<sup>2</sup>; виробник – Ten Cate Protect, Нідерланди), ХВ 9340 (сировинний склад 74% бавовна, 25% Kevlar, 1% antistatic, просочування Proban; поверхнева густина – 340 г/м<sup>2</sup>; виробник – Ten Cate Protect, Нідерланди), FlameStat Lite (сировинний склад 99% бавовна, 1% antistatic, просочування Proban; поверхнева густина – 250 г/м<sup>2</sup>; виробник – Carrington, Великобританія) та RigChief (сировинний склад 99% бавовна, 1% antistatic, просочування Pyrovatex; поверхнева густина – 370 г/м<sup>2</sup>; виробник – Daletec, Норвегія ) як такі, що відповідають всім висунутим вимогам.

Зазначимо, що визначення показників ергономічності, особливо прогнозування їх поведінки в процесі експлуатації є дуже важливим, так як від цього залежить вибір конструктивно-технологічного рішення при проектуванні захисного одягу. У випадку низької повітропроникності матеріалу необхідно проектувати додаткові вентиляційні отвори для виведення надлишкового тепла та вологи з підодягового простору. При високій поверхневій густині матеріалу потрібно мінімізувати кількість конструктивно-декоративних елементів та зменшити кількість шарів матеріалу (особливо у швах) з метою зниження ваги виробу.

Проведено ряд експериментальних досліджень по визначенню зміни показників ергономічності обраних матеріалів, а саме поверхневої густини та повітропроникності. Матеріали піддавали 12 циклам прання з використанням стандартних пральних засобів при температурі (60±5)°С.

Випробування по визначенню поверхневої густини проведено за стандартизованою методикою у відповідності до чинних нормативних документів [4]. Результати експериментальних досліджень надано в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати експериментальних досліджень по визначенню поверхневої густини

Кількість циклів прання, n	Фактичне значення поверхневої густини для матеріалів (кодоване позначення) ρ, г/м <sup>2</sup>			
	Nomex BV-120 (T <sub>1</sub> )	ХВ 9340 (T <sub>2</sub> )	FlameStat Lite (T <sub>3</sub> )	RigChief (T <sub>4</sub> )
0	280	336	272	320
4	279	342	272	318
8	287	357	282	329
12	286	358	289	334

На рисунку 1 приведена графічна інтерпретація отриманих результатів.

За результатами статистичної обробки отримано наступні рівняння регресії для різних матеріалів із кодованим позначенням:

$$T_1: \rho = 0,65n + 0,279, 1, \text{ при } R^2 = 0,976;$$

$$T_2: \rho = -0,0727n^2 + 2,870n + 335,1825, \text{ при } R^2 = 0,9226;$$

$$T_3: \rho = 0,1094n^2 + 0,2125n + 271,35, \text{ при } R^2 = 0,9591;$$

$$T_4: \rho = 0,1094n^2 + 0,0125n + 319,05, \text{ при } R^2 = 0,8943.$$

Встановлено, що характерним є збільшення поверхневої густини обраних термостійких текстильних матеріалів. Це обумовлено зсіданням матеріалу та ущільненням його волокон. Засвідчено доцільність використання матеріалу Nomex BV-120 на основі метаарамідних волокон як такого, що залишається найбільш стабільним після вологого

оброблення і механічних навантажень.

Експериментальні дослідження по визначенню коефіцієнта повітропроникності проводять за стандартизованими методиками у відповідності до [5] (табл. 2).

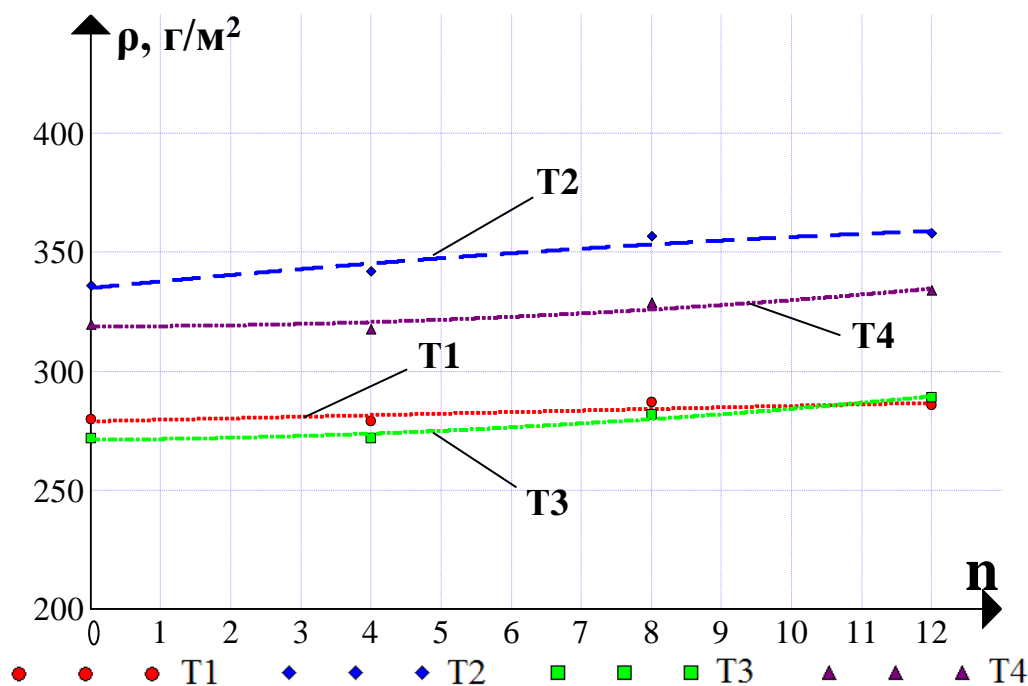


Рис. 1. Графічна інтерпретація залежності поверхневої густини  $\rho$  матеріалів від кількості циклів прання  $n$

Таблиця 2

Результати експериментальних досліджень по визначенню коефіцієнта повітропроникності

Кількість циклів прання, $n$	Фактичне значення коефіцієнту повітропроникності для матеріалів (кодоване позначення) $Q$ , $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$			
	Nomex BV-120 ( $T_1$ )	XB 9340 ( $T_2$ )	FlameStat Lite ( $T_3$ )	RigChief ( $T_4$ )
0	30	11	63	24
4	28	13	56	25
8	26	11	46	23
12	27	9	43	22

За результатами статистичної обробки отримано наступні рівняння регресії для різних матеріалів із кодованим позначенням:

$$T_1: Q = 0,0469n^2 - 0,8375n + 30,15, \text{ при } R^2 = 0,9486;$$

$$T_2: Q = -0,0625n^2 - 0,55n + 11,2, \text{ при } R^2 = 0,9;$$

$$T_3: Q = 0,0625n^2 - 2,5n + 63,5, \text{ при } R^2 = 0,9803;$$

$$T_4: Q = -0,0312n^2 - 0,175n + 24,2, \text{ при } R^2 = 0,84.$$

Зменшення повітропроникності матеріалів пов'язане з зсіданням матеріалів після прання та ущільненням їх переплетення. Особливо суттєве зниження повітропроникності спостерігається у матеріалі FlameStat Lite ( $T_3$ ).

Методологія експериментальних досліджень базується на проведенні випробувань по визначенню вагомих показників якості, зокрема поверхневої густини та повітропроникності. Досліджено вплив експлуатаційних характеристик, а саме кількості

циклів прання на показники ергономічності термостійких текстильних матеріалів. Обґрунтовано вибір асортименту текстильних матеріалів для виготовлення термостійкого захисного одягу. На основі аналізу асортименту існуючих термостійких матеріалів на ринку України для досліджень обрано закордонні зразки тканин Nomex BV–120, XB 9340, FlameStat Lite і RigChief як такі, що відповідають найбільш повно всім висунутим вимогам.

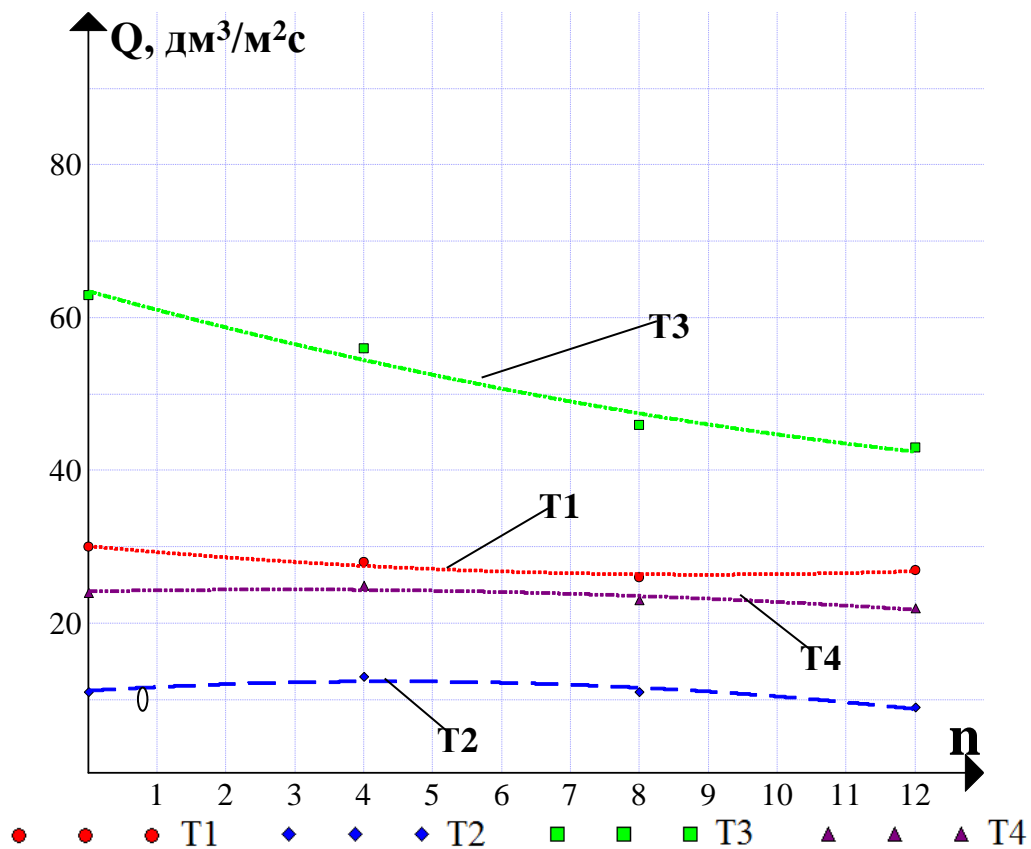


Рис. 2. Графічна інтерпретація залежності коефіцієнта повітропроникності  $Q$  матеріалів від кількості циклів прання  $n$

Проведені експериментальні дослідження дають змогу стверджувати, що обрані термостійкі текстильні матеріали можуть бути використані для виготовлення термостійкого захисного одягу, однак найкращі показники у матеріалу Nomex BV–120.

### Література

1. Experimental researches on determination of reliability of heat-protective of heat-protective materials / A.I. Rubanka, N.V. Ostapenko, M.M. Rubanka, O.V. Kolosnichenko, K.L. Pashkevich // *Vlakna a textile*. – 2017. — P. 22-29.
2. Литвиненко Г.Є. Засоби індивідуального захисту: виготовлення та застосування / Г. Є. Литвиненко, Л. Д. Третякова. – К. : Лібра, 2008. – 317 с.
3. Колосніченко М.В. Розробка підходів до оцінки якості термозахисного спецодягу // *Легка промисловість*. – 2000. – № 1. – С. 40-41.
4. Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей: ГОСТ 3811-72. – [Введ. 1973-01-01]. – М. : Издательство стандартов, 1973. – 15 с. – (Межгосударственный стандарт).
5. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости : ГОСТ 12088-77. – [Введ. 1979-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с. – (Межгосударственный стандарт).



