

МАРТИРОСЯН І.А.

Одеська національна академія харчових технологій

ORCID ID: 0000-0003-3733-3004

e-mail: miaviva@ukr.net

ПАХОЛЮК О.В.

Луцький національний технічний університет

ORCID ID: 0000-0002-3484-0468

e-mail: o.pakholiuk@lntu.edu.ua

НИКОЛАЙЧУК Л.Г.

Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного, м. Львів

ORCID ID: 0000-0003-2693-6635

e-mail: lnikolayhuk74@gmail.com

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАВОВНЯНО-ПОЛІЕСТЕРОВИХ ТКАНИН З БІОЦИДНОЮ ОБРОБКОЮ

У даній роботі розглянуто можливості застосування для антимікробного оброблення одягових целюлозовмісних текстильних матеріалів, нових біоцидних препаратів тіосульфатної структури та оцінка змін деяких їх механічних властивостей. Досліджено вплив біоцидної обробки на розривальні характеристики тканин різного волокнистого складу. Для біоцидної обробки застосовані нові біоцидні препарати тіосульфатної структури – етилтіосульфанілат (ЕТС), метилтіосульфанілат (МТС) та алілтіосульфанілат (АТС). Показано ефективність та доцільність застосування названих біоцидів. У результаті аналізу отриманих експериментальних даних встановлено, що ЕТС, АТС, МТС не тільки захищають тканини від небажаних мікробіологічних руйнувань, але й не призводять до погіршення фізико-механічних властивостей досліджуваних тканин. Доведено, що після обробки тканин не відбувається значного зменшення розривального навантаження.

Ключові слова: біоцидні препарати, антимікробна обробка, бавовняно-поліестерові тканини, механічні властивості, екологічна безпека.

MARTYROSIAN I.A.

Odesa National Academy of Food Technologies

PAKHOLIUK O.V.

Lutsk National Technical University

NIKOLAYCHUK L.G.

Hetman Petro Sahaidachnyi National Ground Forces Academy, Lviv

## INVESTIGATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF COTTON-POLYESTER FABRICS WITH BIOCIDAL TREATMENT

This article is devoted to the study of some aspects of increasing the biostability of cellulose-containing textile materials with new ecological biocidal products. This paper considers the study of the possibility of application for antimicrobial treatment of clothing cellulose-containing textile materials, new biocidal products of thiosulfonate structure and evaluation of changes in some of their mechanical properties. The influence of biocidal treatment on the rupture characteristics of tissues of different fibrous composition has been studied. New biocidal preparations of thiosulfonate structure of domestic production are used for biocidal treatment, which are synthetic analogues of natural phytoncides - garlic, onion and certain types of cabbage - ethylthiosulfanilate (ETS), methylthiosulfanilate (MTS) and allylthiosulfanilate (ATS). The aim of the article is to study the effect of new biocidal drugs of thiosulfonate structure on the change of the main mechanical properties that determine wear resistance.

The efficiency and expediency of the use of these biocides are shown. As a result of the analysis of the received experimental data it is established that new biocidal drugs ETS, ATS, MTS not only protect fabrics from undesirable microbiological destructions, but also do not lead to deterioration of physical and mechanical properties of investigated fabrics. As a result of treatment with biocidal products of thiosulfonate structure of pure cotton and cotton-polyester fabrics for special purpose clothing, there is no significant reduction in the breaking load. This is due to the fact that when treated with the studied biocidal products as a result of modification there is no increase in the mutual mobility of cellulose macromolecules, so the possibility of load redistribution within the fiber and tensile strength fall on more structural elements.

Keywords: biocidal products, antimicrobial treatment, cotton-polyester fabrics, mechanical properties, ecological safety.

**Постановка.** Для надання необхідної біостійкості текстильним целюлозовмісним матеріалам та виробам можуть використовуватись як традиційні біоцидні препарати, так і поліфункціональні кремнійорганічні, фторорганічні, формальдегідні препарати, а також деякі марки синтетичних і деякі види рослинних барвників, лікарських та інших препаратів [1, 2]. Вибір рецептурно-технологічних режимів поверхневої модифікації текстильних матеріалів біоцидними препаратами залежить від багатьох чинників, а саме [3]:

- видового та родового складу наявних на текстильних матеріалах мікроорганізмів;
- цільового призначення та волокнистого складу текстильного матеріалу, а також реальних умов його експлуатації;
- особливостей хімічної будови та властивостей самих біоцидних препаратів;

– способів оброблення текстильних матеріалів біоцидними препаратами (просочування, набивання та інші).

Крім значного впливу на зовнішній вигляд тканин (зміни стійкості забарвлення і білизни), підвищення їх зносостійкості (надання антимікробних властивостей, зниження водовбиральності та набуття водотривкості), антимікробне оброблення бавовняно-поліестерових тканин може здійснювати суттєвий вплив на зміну механічних властивостей текстильних матеріалів, змінювати їх стійкість до дії різноманітних зношувальних факторів, таких як тертя, дія сонячного опромінення, мокрі обробки, вплив мікроорганізмів тощо.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженню причин зміни механічних властивостей одягових текстильних матеріалів, в результаті біоцидних обробок присвячено обмежена кількість робіт. Аналіз літературних джерел [3–6] дозволяє зробити висновок про те, що у фахових наукових виданнях немає систематизованих узагальнених даних про вплив різних типів біоцидних препаратів на зміну механічних властивостей різних за волокнистим складом, будовою і видом обробки одягових текстильних матеріалів. Більше того, наведені результати досліджень стосуються лише зміни розривних характеристик тканин.

Враховуючи умови експлуатації текстильних матеріалів спеціального призначення, нами розглянуто вплив нових біоцидних препаратів тіосульфатної структури, які є синтетичними аналогами природних фітонцидів (часнику, цибулі, морської капусти): етилтіосульфанілат (ЕТС), метилтіосульфанілат (МТС), алілтіосульфанілат (АТС) на зміну основних механічних властивостей, визначаючих зносостійкість.

**Формулювання цілей.** Використовуючи для антимікробного оброблення досліджуваних тканин нові типи біоцидних препаратів тіосульфатної структури, авторами ставились наступні завдання:

- загальмувати розвиток патогенних та волокно-руйнуючих мікроорганізмів шкідливих для людини на досліджуваних тканинах і спеціальному одязі з них;
- створити ефективний захист названих тканин і одягу з них, від мікробіологічної деструкції в процесі їх експлуатації;
- мінімізувати негативний вплив антимікробного оброблення досліджуваних тканин препаратами тіосульфатної структури на погіршення їх механічних, фізичних і естетичних властивостей.

#### Виклад основного матеріалу

З метою обґрунтування необхідності використання нових типів біоцидних препаратів тіосульфатної структури у вітчизняному текстильному виробництві, представлялось доцільність, окрім оцінки біостійкості тканин, яка висвітлена у наших попередніх роботах, оцінити вплив названих препаратів на можливу зміну (погіршення) механічних властивостей цих тканин.

Вітчизняний ринок текстильних матеріалів для виготовлення спецодягу представлений, в основному, целюлозовмісними тканинами – бавовна+поліестер. Тому для нашого дослідження обрано 4 варіанти текстильних матеріалів: варіант 1 – «Tocals Fabrics» (Голландія); варіант 2, 4 – ВАТ «Тернопільське об'єднання «Текстерно» (Україна); варіант 3 – ПрАТ «Черкаський шовковий комбінат», характеристика яких наведена у наших попередніх роботах [7, 8].

Для захисту целюлозовмісних текстильних матеріалів і виробів одягового призначення від негативної дії волокно-руйнуючих і патогенних мікроорганізмів нами були обрані нові біоцидні препарати, які успішно застосовуються для антимікробного захисту в інших галузях промисловості, а саме: етилтіосульфанілат (ЕТС) – етиловий біоцид; алілтіосульфанілат (АТС) – аліловий біоцид; метилтіосульфанілат (МТС) – метиловий біоцид.

Ці біоцидні препарати з багатовекторними фармакодинамічними проявами для захисту промислових товарів та лікування дерматомікозів, зокрема синтетичні аналоги природних фітонцидів, синтезовані на кафедрі технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національного університету «Львівська політехніка», д.х.н. професором Лубенець В.І.

Характеристики міцності на розрив (розривальне навантаження (Рр, кгс) зразків тканин із робочими розмірами елементарної проби 25×50 мм вимірювалися на розривальній машині РТ-250М-2 за стандартною методикою. Для досліджень відбиралось не менше 5 проб кожного матеріалу стандартних розмірів. Гарантійна похибка коефіцієнта варіації (мс) знаходилась у межах 0,5 – 1,5 %. Показники розривальних характеристик досліджуваних бавовняних та бавовняно-поліестерових тканин представлено в табл. 1.

Таблиця 1

**Характеристика механічних властивостей бавовняно-поліестерових тканин без оброблення**

Назва зразка	Розривальне навантаження, Н		Видовження на момент розірвання, %	
	основа	уток	основа	уток
Бавовняна тканина без обробки (100%)	754	429	26,0	30,5
Бавовняно-поліестерова (50/50) без обробки	906	501	22	30,0
Бавовняно-поліестерова (35/65) без обробки	915	485	17,3	26
Бавовняно-поліестерова (20/80) без обробки	630	336	19,2	31,5

Аналіз даних табл. 1 показує, що розривальне навантаження одягових бавовняно-поліестерових тканин залежить від їх структурних показників і перш за все, від міцності волокон, що входять у структуру текстильного матеріалу, а також від лінійної густини пряжі або ниток. Вплив типу обробки на зміну механічних властивостей бавовняно-поліестерових і бавовняних тканин представлено в табл. 2. В результаті біоцидної обробки чисто бавовняної та бавовняно-поліестерових одягових тканин спеціального призначення препаратами тіосульфатної структури, не відбувається помітного зниження розривального навантаження.

Таблиця 2

**Характеристика механічних властивостей  
оброблених бавовняно-поліестерових тканин**

Назва зразка	Розривальне навантаження, Н		Видовження на момент розірвання, %	
	основа	уток	основа	уток
Бавовняна тканина оброблена ЕТС	767	432	26,0	14,6
Те ж, МТС	763	430	17,1	15,5
Те ж, АТС	763	429	17,9	15,1
Бавовняно-поліестерова (50/50) оброблена ЕТС	908	499	12,5	18,4
Те ж, МТС	908	500	9,7	21,0
Те ж, АТС	905	501	11,5	21,0
Бавовняно-поліестерова (35/65) оброблена ЕТС	918	485	10,7	20,2
Те ж, МТС	919	484	11,0	26,6
Те ж, АТС	918	487	8,9	20,7
Бавовняно-поліестерова (20/80) оброблена ЕТС	630	337	13,8	20,7
Те ж, МТС	631	335	14,7	20,8
Те ж, АТС	630	338	13,7	23,4

Варіанти 2, 3 та 4 одягових тканин виготовлені зі змішаної пряжі із вмістом поліестерових волокон. Поліестерові волокна у структурі текстильного матеріалу покращують його зносостійкість, незмінальність, розривні характеристики. Застосування змішаної крученої пряжі в основі, дозволяє знизити вартість виготовлення текстильного матеріалу за рахунок вилучення із технологічного процесу виготовлення тканин операцій шліхтування та розшліхтовування.

Бавовняно-поліестерова тканина з вмістом 80% поліестеру у своєму складі, характеризується дещо нижчим розривальним навантаженням у порівнянні з чисто бавовняною тканиною. Це пояснюється тим, що при розтягненні, окремі компоненти пряжі фактично окремо приймають участь у розриванні тканини. У таких тканинах, спочатку рвуться бавовняні волокна, які мають менше подовження, а потім – поліестерові, які володіють більш високим подовженням при розриві.

Вид біоцидного тіосульфатного препарату здійснює помітний вплив на зміну показників видовження на момент розірвання досліджуваних текстильних матеріалів. При цьому встановлено, що у випадку застосування для оброблення етилового, алілового та метилового біоциду, відбувається деяке підвищення розривального видовження за основою і незначне зниження за утком для бавовняно-поліестерових тканинах, з переважальним вмістом поліестеру. Величина подовження тканини, особливо на початку її розтягування, знаходиться у прямій залежності від щільності ниток. У свою чергу, кількість згинів визначається переплетенням тканини, тому тканини полотняного переплетення, для якого характерна велика кількість згинів ниток, будуть мати найбільше подовження.

Виявлено також, що визначальний вплив на розривальне навантаження досліджуваних матеріалів має щільність тканини. Це підтверджує зіставлення щільності ниток за основою і утком до розривального навантаження. Збільшення щільності ниток за основою призводить до збільшення розривального навантаження за основою [9, 10]. Із збільшенням щільності ниток в текстильному матеріалі збільшуються кути обхвату ниток, і відповідно, площа тертя, зв'язаність елементів тканини збільшується, збільшується сила взаємного тиску між нитками основи і утку та ступінь зчеплення волокон у пряжі, внаслідок чого зростає міцність тканини.

### Висновки

В результаті біоцидної обробки біоцидними препаратами тіосульфатної структури чисто бавовняної та бавовняно-поліестерових одягових тканин спеціального призначення не відбувається помітного зниження розривального навантаження. Це пояснюється тим, що при обробленні досліджуваними біоцидними препаратами в результаті модифікації не відбувається підвищення взаємної рухомості макромолекул целюлози, тому можливість перерозподілу навантаження всередині волокна і розривне зусилля припадає на більшу кількість структурних елементів. Винятком є четвертий зразок – бавовняно-поліестерова тканина, з вмістом волокон 20/80, в якій розривальне навантаження за утком, знаходиться на межі стандартного значення. Такий низький показник розривального навантаження за утком, пояснюється волокнистим складом текстильного матеріалу, який має більш рихлу структуру і менший ступінь скручування.

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні узагальнюючі висновки:

- найбільш виправдано використовувати біоцидні препарати тіосульфатної структури для антимікробного оброблення чисто бавовняної та бавовняно-поліестерових одягових тканин спеціального призначення, оскільки при такому обробленні гарантується збереження механічних властивостей бавовняно-поліестерових тканин;
- встановлено, що основним резервом підвищення довговічності тканин є їх біоцидна обробка тіосульфатними препаратами, які гарантують найбільш повне і ефективне використання потенційного ресурсу волокнистої основи цих тканин.

### Література

1. Пахолюк О.В. Використання деяких поліфункціональних обробних препаратів для захисту текстильних целюлозовмісних матеріалів від мікробіологічних пошкоджень / О.В. Пахолюк, Г.О. Пушкар та ін. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. – № 1. – С. 100–104.
2. Пахолюк О.В. Проблеми формування та оцінювання біостійкості текстильних целюлозовмісних матеріалів / О.В. Пахолюк, Г.О. Пушкар, І.С. Галик, Б.Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. – № 5. – С. 109–113.
3. Галик І. С. Проблеми формування та оцінювання екологічної безпечності текстилю : монографія / І. С. Галик, Б. Д. Семак. – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2014. – 488 с.
4. Martirosyan I. Investigation on stability of textile materials for overalls processed by new biocidal preparation / I. Martirosyan, V. Lubenets, O. Peredriy // Technological Complexes. Scientific journal. – 2018. – № 1(15). – P. 53–59.
5. Демкович О.В. Ресурсозберігаюча технологія вибілювання лляних платтяно-сорочкових тканин / О.В. Демкович, С.О. Поліщук // Вісник Київського національного університету технології і дизайну. – 2009. – № 2. – С. 104–108.
6. Демкович О. Шляхи розширення асортименту льонівмісних товарів / О. Демкович, Б. Семак // Товари і ринки : міжнародний науково-практичний журнал. – 2007. – № 1. – С. 31–36.
7. Martirosyan I., Pakholiuk O., Semak B., Lubenets V., Peredriy O. (2020). Investigation of Wear Resistance of Cotton-Polyester Fabric with Antimicrobial Treatment. In: Tonkonogiy V. et al. (eds) Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. pp 433–441. DOI: 10.1007/978-3-030-40724-7\_44.
8. Пахолюк О.В. Нові технології ефективного захисту текстилю від мікробіологічних пошкоджень / І.А. Мартирисян, Б.Д. Семак, О.З. Комаровська-Порохнявець, В.І. Лубенець, С.А. Памбук // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2019. – Т. 17. – № 4. – С. 621–636.
9. Peredriy Oksana, Pakholiuk Olena, Martirosyan Irina. Thermal properties of coatings based on full aluminosiloxane polymer. Materials Research Express. 2020. Volume. 7. Number 1. 015342. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab6c97>.
10. Мартирисян І.А. Вплив біоцидного оброблення целюлозовмісних текстильних матеріалів на зміну їх властивостей / І.А. Мартирисян, О.В. Пахолюк, В.І. Лубенець // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. – № 6. – С. 94–99.

### References

1. Pakholiuk O.V. Vykorystannia deiakykh polifunktionalnykh obrobnykh preparativ dlia zakhystu tekstylnykh tselulozovmisnykh materialiv vid mikrobiolohichnykh poskodzen / O.V. Pakholiuk, H.O. Pushkar ta in. // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. – 2019. – № 1. – S. 100–104.
2. Pakholiuk O.V. Problemy formuvannia ta otsiniuvannia biostiikosti tekstylnykh tselulozovmisnykh materialiv / O.V. Pakholiuk, H.O. Pushkar, I.S. Halyk, B.D. Semak // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. – 2019. – № 5. – S. 109–113.
3. Halyk I. S. Problemy formuvannia ta otsiniuvannia ekolohichnoi bezpechnosti tekstyliu : monohrafiia / I. S. Halyk, B. D. Semak. – Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi komertsii noi akademii, 2014. – 488 s.
4. Martirosyan I. Investigation on stability of textile materials for overalls processed by new biocidal preparation / I. Martirosyan, V. Lubenets, O. Peredriy // Technological Complexes. Scientific journal. – 2018. – № 1(15). – R. 53–59.
5. Demkovych O.V. Resursozberihaiucha tekhnolohiia vybiliuvannia llianykh plattiano-sorochkovykh tkanyn / O.V. Demkovych, S.O. Polishchuk // Visnyk Kyivskoho natsionalnogo universytetu tekhnolohii i dyzainu. – 2009. – № 2. – С. 104–108.
6. Demkovych O. Shliakhy rozshyrennia asortymentu lonovmisnykh tovariv / O. Demkovych, B. Semak // Tovary i rynky : mizhnarodnyi naukovo-praktychnyi zhurnal. – 2007. – № 1. – S. 31–36.
7. Martirosyan I., Pakholiuk O., Semak B., Lubenets V., Peredriy O. (2020). Investigation of Wear Resistance of Cotton-Polyester Fabric with Antimicrobial Treatment. In: Tonkonogiy V. et al. (eds) Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. pp 433–441. DOI: 10.1007/978-3-030-40724-7\_44.
8. Pakholiuk O.V. Novi tekhnolohii efektyvnoho zakhystu tekstyliu vid mikrobiolohichnykh poskodzen / I.A. Martirosian, B.D. Semak, O.Z. Komarovska-Porokhniavets, V.I. Lubenets, S.A. Pambuk // Nanosystemy, nanomaterialy, nanotekhnolohii. – 2019. – T. 17. – № 4. – S. 621–636.
9. Peredriy Oksana, Pakholiuk Olena, Martirosyan Irina. Thermal properties of coatings based on full aluminosiloxane polymer. Materials Research Express. 2020. Volume. 7. Number 1. 015342. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab6c97>.
10. Martirosian I.A. Vplyv biotsydnoho obrobлення tselulozovmisnykh tekstylnykh materialiv na zminu yikh vlastyvostei / I.A. Martirosian, O.V. Pakholiuk, V.I. Lubenets // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. – 2018. – № 6. – S. 94–99.