

ПЕЛИК Леся

Львівський торговельно-економічний університет

ORCID ID: [0000-0002-3365-0312](https://orcid.org/0000-0002-3365-0312)e-mail: [lpelyk@gmail.com](mailto:lpelyk@gmail.com)

ОСТАПЧУК Ольга

ПРАТ «Едельвіка», м. Луцьк

e-mail: [olga.ostapchuk@edelvika.com](mailto:olga.ostapchuk@edelvika.com)

ПЕЛЕХ Юлія

Хмельницький кооперативний торговельно-економічний інститут

ORCID ID: [0000-0002-2818-9381](https://orcid.org/0000-0002-2818-9381)e-mail: [annasofiya12@gmail.com](mailto:annasofiya12@gmail.com)

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗМІШАНИХ ТКАНИН ДЛЯ СПЕЦОДЯГУ ТИПУ «RIPSTOP»

*В статті досліджено показники структурних та механічних властивостей тканин для спецодягу типу «Ripstop» зі змішаним волокнистим складом. Проаналізовано їх вплив на зносостійкість спецодягу. Встановлено, що розривальні характеристики тканини залежать від виду волокнистого складу, міцності ниток, структури тканини і способів її оброблення. Виявлено, що при розтягуванні в напрямку основи або утку міцність тканин залежить від міцності і кількості поздовжніх ниток у структурі тканини, які безпосередньо приймають навантаження. Досліджено, що в міру збільшення щільності і заповнення тканини збільшується взаємний зв'язок її елементів, тобто волокон і ниток, що призводить до збільшення міцності текстильного матеріалу. У текстильному матеріалі нитки, маючи взаємне переплетення, зв'язані тертям в єдину систему.*

*Ключові слова: розривальне навантаження, видовження на момент розірвання, поверхневе заповнення, поверхнева густина.*

PELYK Lesia

Lviv University of Trade and Economics,

OSTAPCHUK Olga

PJSC "Edelvika", Lutsk

PELEH Yulia

Khmelnytskyi Cooperative Trade and Economic Institute

## STUDY OF STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MIXED FABRICS FOR SPECIAL CLOTHING TYPE «RIPSTOP»

*The article examines the indicators of the structural and mechanical properties of fabrics for special clothing of the "Ripstop" type with a mixed fiber composition. Their influence on the wear resistance of workwear was analyzed. The fiber composition of mixed fabrics for sewing military clothing includes polyester fibers and cotton fibers. At the same time, cotton fibers provide hygienic properties, and the synthetic component provides good wear and weather resistance. Mixed fabrics are easy to care for and practically do not wrinkle. The fiber composition of the textile material "Greta" of Ukrainian production includes 53% cotton fiber and 47% polyester fiber. A distinctive feature is the special interweaving of fibers, due to which the cotton fibers are on the wrong side, which improves hygienic properties. Due to the polyester fibers, the fabric is durable, resistant to pollution, and is the least prone to change in linear dimensions. It was established that the tearing characteristics of the fabric depend on the type of fibrous composition, the strength of the threads, the structure of the fabric and the methods of its processing. It was found that when stretched in the direction of the warp or weft, the strength of fabrics depends on the strength and number of longitudinal threads in the structure of the fabric, which directly accept the load. It has been studied that as the density and filling of the fabric increases, the mutual connection of its elements, that is, fibers and threads, increases, which leads to an increase in the strength of the textile material. It was established that with an increase in the thickness of the threads and the surface density of the fabric, the strength of the fabric increases. In a textile material, the threads, having mutual interweaving, are bound by friction into a single system. The use of weaves with short overlaps also contributes to the growth of fabric strength, therefore, all things being equal, the reinforced canvas weave provides fabrics with high strength. Conducted studies have shown that elongation indicators during tearing are related, first of all, to the elongation of textile fibers, which is most fully manifested in the structure of the fabric, with the twisting of yarn or threads, with interweaving.*

*Keywords: breaking load, elongation at break, surface filling, surface density.*

### Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Головними функціями спецодягу є захисні та ергономічні властивості, які б забезпечували міцність, зносостійкість, довговічність, зручність і комфорт. Щоб забезпечити все це, необхідно, підібрати відповідні текстильні матеріали потрібного переплетення і правильного поєднання різних типів волокнистого складу (натуральні, змішані, синтетичні волокна), утеплювач і необхідну фурнітуру. Безумовно, і від якості пошиття, і від способу кріплення швів, і навіть від якості обраної фурнітури та ниток буде залежати подальша експлуатація спецодягу.

В даний час військовий одяг стрімко став популярним серед людей, які живуть мирним життям. Відмінним параметром мілітарі-одягу є універсальність його використання, оскільки він ефективно виконує всі призначені функції. Військовий одяг повинен забезпечувати наступні вимоги: комфорт при використанні при температурі повітря від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ , захист від вітру, стійкість до вологи, повітропроникність; захищати

від відкритого полум'я щонайменше 4 секунди, зберігати міцність після контакту з нагрітими твердими поверхнями; хорошу стійкість до зносу; маскувати особовий склад від виявлення у видимому, інфрачервоному та радіолокаційному діапазонах; теплоізоляцію та виведення поту; комфорт та функціональність при тривалій експлуатації; форма має бути безшумною при носінні; можливість комбінувати предмети польового одягу, виходячи з кліматичних умов та поставлених завдань. Незаперечні переваги військової форми роблять її зручною для занять спортом та туризмом. Військова форма в Україні тепер заборонена, як повсякденний одяг для цивільних осіб. Верховна Рада прийняла відповідний законопроект № 9217, яким пропонується встановити штраф за незаконне носіння військової форми або будь-якої іншої форми чи одягу, які нагадують військову та можуть вводити в оману під час війни.

Для виготовлення форменого (спеціального) одягу для військовослужбовців, інших військових формувань та правоохоронних органів України застосовуються бавовняні та змішані текстильні матеріали, які відповідають вимогам ДСТУ 21790:2008 «Тканини бавовняні і змішані для одягу. Загальні технічні умови». Як правило, до волокнистого складу змішаних тканин для пошиття мілітарі-одягу входять волокна поліестеру та бавовняні волокна. При цьому волокна бавовни забезпечують гігієнічні властивості, а синтетична складова – хорошу зносо- та атмосферостійкість. Змішані тканини легкі у догляді і практично не мнуться. Військова форма української армії зразка 2014 року виготовляється з тканини «Грета» українського виробництва. До волокнистого складу текстильного матеріалу входить 53% бавовняного волокна та 47% волокна поліестеру. Відмінною рисою є особливе переплетення волокон, через що волокна бавовни знаходяться з виворітного боку, що покращує гігієнічні властивості. Через волокна поліестеру тканина відрізняється міцністю, стійкістю до забруднень, найменше піддається зміні лінійних розмірів [1]. Текстильний матеріал стійкий до зовнішніх дій і буває різної щільності, проте найбільш вживаною, з якої шиться одяг мілітарі, є щільність 220 г/м<sup>2</sup>. За тактико-технічними вимогами тканина може захистити від відкритого полум'я близько 4 секунд, вона не плавиться і не горить, добре гріє, вбирає піт і не продавається.

### Формулювання цілей статті

Метою статті було дослідження структурних та механічних властивостей змішаних тканин для спецодягу типу «Ripstop».

### Виклад основного матеріалу

Об'єктами досліджень слугували змішані тканини, які виготовлялися на ткацьких верстатах СТБ-4-180 у виробничих умовах ПРАТ «Едельвіка» (м. Луцьк). Досліджувані змішані тканини відрізнялися за такими ознаками: за лінійною густиною пряжі або ниток; за поверхневою густиною, щільністю та товщиною. Механічні властивості досліджуваних змішаних тканин визначалась за стандартною методикою, а саме двомірними випробуваннями: за основою та за утком. В даній роботі розглянуті напівциклічні розривальні характеристики зразків одягових тканин побутового призначення, а саме розривальне навантаження (Н), видовження на момент розірвання (%), відносне розривальне навантаження (Н/м·г) та розрахункове розривальне навантаження (Н/нитку). Результати дослідження розривальних характеристик бавовняно-поліестерових тканин наведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Характеристика досліджуваних змішаних тканин для спецодягу типу «Ripstop»**

Вар. зр.	Вміст складників сировинного складу пряжі/ вид і лінійна густина пряжі, %		Вид переплетення	Товщина, мм	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Розривальне навантаження, Н	
	основа	уток				основа	уток
1	65 % Бавовна 35 % Поліестер 20,0 текс×2	65 % Бавовна 35 % Поліестер 20,0 текс×2	підсилене полотняне	0,49	232	950	710
2	65 % Бавовна 35 % Поліестер 14,7 текс×2	65 % Поліестер 35 % Бавовна 20,0 текс×2	підсилене полотняне	0,43	231	1150	980
3	100 % Бавовна 20,0 текс×2	65 % Поліестер 35 % Бавовна 20,0 текс×2	підсилене полотняне	0,50	230	930	1040

Аналіз табл. 1 показує, що розривальне навантаження тканин для спецодягу 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. Так, найбільше розривальне навантаження знаходиться у вар.2 і становить за основою – 1150 Н та за утком – 980 Н при лінійній густині пряжі (за основою – 14,7 текс×2 текс, за утком – 20,0 текс×2). Висока міцність тканини із бавовняно-поліестерового волокна забезпечує довготривалий термін придатності при використанні цієї тканини у швейному виробі, що являється перевагою порівняно з іншими тканинами для спецодягу. Найбільше розривальне навантаження за утком знаходиться у вар. 3 і становить – 1040 Н при лінійній густині пряжі за утком –

20,0 текс×2. У досліджуваному зразку вар.1 розривальне навантаження є найменшим і становить: за основою – 950 Н і за утком – 710 Н при лінійній густині пряжі за основою та за утком – 20 текс×2. Таким чином, 65% бавовняного волокна за основою та 65 % волокна поліестеру за утком забезпечують високу зносостійкість текстильного матеріалу.

Міцність тканин для спецодягу із бавовняно-поліестерових волокон сильно змінюється залежно від поверхневої густини, тому важко порівнювати між собою величини розривальних навантажень із різною поверхневою густиною та товщиною. З даних табл. 1 випливає, що розривальне навантаження збільшується зі збільшенням товщини матеріалу. Так, при найвищій товщині тканин 0,50 мм найбільше розривальне навантаження за утком знаходиться у бавовняно-поліестеровій тканині вар. 3 і становить – 1040 Н при поверхневій густині 230 г/м<sup>2</sup>. Найбільше розривальне навантаження за основою знаходиться у вар. 2 і становить 1150 Н при поверхневій густині – 231 г/м<sup>2</sup>.

Виявлено також, що визначальний вплив на розривальне навантаження має щільність тканини. Це підтверджує зіставлення щільності ниток за основою й утком до розривального навантаження, збільшення щільності ниток за основою призводить до збільшення розривального навантаження за основою [2]. Так, у вар. 2 найвища щільність за основою і становить 429 відповідно при високому розривальному навантаженні за основою – 1150 Н. Із збільшенням щільності ниток у тканині збільшуються кути обхвату ниток, і відповідно, площа тертя, зв'язаність елементів тканини збільшується, збільшується сила взаємного тиску між нитками основи та утку і ступінь зчеплення волокон у пряжі, внаслідок чого зростає міцність тканини. Так, із досліджувальних бавовняно-поліестерових зразків найбільшою щільністю ниток на 10 см за утком характеризується вар.3 і становить 205 при найбільшому розривальному навантаженні за утком – 1040 Н.

Результати дослідження механічних властивостей тканин для спецодягу наведені у табл. 2.

Таблиця 2

**Дослідження розривальних характеристик змішаних тканин для спецодягу типу «Ripstop»**

Вар. зразка	Поверхнєве заповнення тканини, E <sub>s</sub> , %	Щільність, кількість ниток на 10 см		Відносне розривальне навантаження, Н/мг		Розрахункове розривальне навантаження, Н/нитку		Видовження на момент розірвання, %	
		основа	уток	основа	уток	основа	уток	основа	уток
1	73,9	334	200	2,73	2,04	5,7	7,1	19,5	14,0
2	77,8	429	200	3,30	2,81	5,4	9,8	22,0	20,2
3	74,3	334	205	2,70	3,01	5,6	10,1	19,4	22,0

З аналізу отриманих даних видно, що на міцність тканин для спецодягу впливають показники заповнення. Досліджувана тканина вар.1 має найменше поверхнєве заповнення – 73,9 %, що і призвело до зниження міцності (за основою – 950 Н, за утком – 710 Н). При розтягуванні в напрямку основи або утку міцність тканин залежить від міцності і кількості поздовжніх ниток у досліджуваному зразку, які безпосередньо приймають навантаження [3]. У досліджуваній тканині нитки, маючи взаємне переплетення посилене полотняне, зв'язані тертям в єдину систему. Тому середня міцність на одну нитку смужки тканини, яка розташована у напрямку діючої сили, більша від міцності тієї ж нитки у вільному стані, незважаючи на те, що в процесі ткання основні нитки втрачають приблизно 5 – 20% своєї початкової міцності.

Розривальне навантаження базового зразка вар. 2 становить за основою – 1150 Н та за утком - 980 Н, відносне розривальне навантаження 3,30 Н/мг та 2,81 Н/мг відповідно. Показники розривальних характеристик вар. 2 за основою більші за значення утку в зв'язку з більшим числом ниток на 10 см – 429 та 200 відповідно. Проте ми можемо спостерігати зменшення розрахункового розривального навантаження ниток основи 5,4 Н/нитку в порівнянні з розрахунковим розривальним навантаження ниток утку 9,8 Н/нитку, що свідчить про вплив механічних дій тертя та розтягнення на нитки основи під час процесів снування та ткання.

У досліджуваних зразках тканин в утку використано пряжу бавовняно-поліестерову пряжу лінійною густиною 20,0 текс ×2, число ниток в утку становить 200, 200, та 205 відповідно. Незважаючи на практично однакову кількість ниток в утку спостерігаємо збільшення показника розривального навантаження за утком 3 вар. - 1040 Н, а також збільшення відносного розривального навантаження – 3,01 Н/мг. Встановлено, що зі збільшенням поверхневого заповнення досліджуваних зразків тканин (вар. 2), яке становить – 77,8 %, збільшується відносне розривальне навантаження тканини для спецодягу і становить 3,30 Н/мг. Також спостерігаємо збільшення розрахункового розривального навантаження зразків тканин за утком, яке становить - 7,1 Н/нитку, 9,8 Н/нитку та 10,1 Н/нитку відповідно. У зв'язку із дії зчеплення ниток утку з нитками основи в результаті процесів оздоблення тканини (відварювання та вибивання), показник розрахункового розривального навантаження за утком збільшується.

У досліджуваному зразку вар. 2 розривальне навантаження за основою становить 1150 Н, розрахункове розривальне навантаження – 5,4 Н/нитку, що є найменшим показником, який характеризує нитки основи досліджуваного зразка. Тканина для спецодягу вар. 2 виготовлена в основі з бавовняно-поліестерової пряжі лінійною густиною 14,7 текс ×2, що є найменшою лінійною густиною пряжі серед досліджуваних тканин. Розривальне навантаження тканини вар. 3 є більшим за вар. 1 і становить 930 Н за

основою та 1040 Н за утком. Досліджувана тканина вар. 3 виготовлена в основі з бавовняної крученої пряжі і в утку з поліестерово-бавовняної пряжі лінійною густиною 20,0 текс ×2, має більше поверхнєве заповнення – 74,3 % в порівнянні з поверхневим заповненням вар. 1 – 73,9 %, тому характеризується більшим розрахунковим розривальним навантаженням 10,1 Н/нитку за утком. Встановлено, що тканина вар. 1 має найменші відносне розривальне навантаження за основою – 2,73 Н/м-г та за утком – 2,04 Н/м-г, при найменшому поверхневому заповненні тканини 73,9 %. Досліджуваний зразок вар. 1 виготовлений в основі та утку з бавовняно-поліестерової пряжі лінійною густиною 20,0 текс ×2.

Варіанти тканин для спецодягу типу «Ripstop» виготовлені в основі зі змішаної пряжі із вмістом поліестерових волокон, а саме бавовняно-поліестерової (вар. 1 та 2) та поліестерово-бавовняної (вар. 3). Поліестерові волокна в структурі тканини покращують її зносостійкість, незминальність, розривні характеристики. Застосування змішаної крученої пряжі в основі дозволяє знизити вартість виготовлення тканини за рахунок вилучення з технологічного процесу виготовлення тканин операцій шліхтування та розшліхтування.

У досліджуваних тканинах для спецодягу виготовлених в основі з бавовняно-поліестерової пряжі показник видовження на момент розірвання є найбільший і становить 19,5 %, 22 % та 19,4 %. Також у вар. 3 виготовленому в утку з поліестерово-бавовняної пряжі цей показник становить 22 %. Показники видовження на момент розірвання тканини, особливо на початку її розтягування, знаходяться у прямій залежності від щільності ниток. Досліджувані тканини виготовлені переплетенням посилене полотняне, для яких характерна велика кількість згинів ниток, тому вони характеризуються найбільшим подовженням. Тканини для спецодягу вар. 2 та вар. 3 виготовлені в утку зі змішаної пряжі мають показник видовження на момент розірвання 20,2 % та 22 % відповідно з високими показниками поверхневого заповнення 77,8 % та 74,3 % відповідно. Аналізуючи результати дослідження доведено, що додавання у склад тканини для спецодягу поліестерової пряжі призводить до збільшення видовження на момент розірвання.

### **Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі**

У процесі експлуатації зменшення зносостійкості спецодягу відбувається внаслідок багаторазової дії розтягуючого навантаження, стиснення, згину, тертя. Тому велике значення для збереження вигляду і форми одягу і збільшення терміну його носіння має здатність тканини протистояти різним механічним впливам. Показники міцності використовуються як критерій оцінювання зносостійкості текстильних матеріалів під дією різних факторів зношування. Вони характеризують якість волокон, пряжі та ниток, наявність або відсутність пошкодження тканин в процесі виробництва.

Досліджено, що міцність тканини при розтягненні залежить від її волокнистого складу, товщини пряжі або нитки, поверхневої густини, виду переплетення, характеру оброблення. Встановлено, що із збільшенням товщини ниток і поверхневої густини тканини збільшується міцність тканини. Застосування переплетень з короткими перекриттями також сприяє зростанню міцності тканини, тому при всіх рівних умовах посилене полотняне переплетення забезпечує тканинам високу міцність. Проведені дослідження показали, що показники видовження під час розірвання пов'язані, перш за все, з подовженням текстильних волокон, яке найповніше проявляється у структурі тканини, з крутою пряжі або ниток, з переплетенням.

### **Література**

1. Пелик Л.В. Матеріалознавство та основи технологій виробництва товарів : навчально-наочний посібник / Л.В. Пелик. – Львів : Видавництво Львівської торговельно-економічного університету, 2022. – 108 с.
2. Пелик Л.В. Дослідження зносостійкості льономісних текстильних матеріалів / Л.В. Пелик, Д.Ю. Шелька, А.А. Сокальська // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. – 2020. – Випуск 23. – С. 5-10.
3. Захаренко В.О. Матеріалознавство та основи технології виробництва товарів : навч. посіб. / В.О. Захаренко. – Харків : ХДУХТ, 2016. – 195 с.

### **References**

1. Pelyk L.V., Polikarpov I.S., Kyrlychuk R.V. et al. Material science and fundamentals of commodity production technologies. Tutorial-manual. Lviv: Publisher of the Lviv University of Trade and Economics, 2022. 108 p.
2. Pelyk L.V., Shelka D.Y., Sokalska A.A. Research of wear resistance of flax-containing textile materials. Bulletin of Lviv University of Trade and Economics, 2020. Issue 23, P. 5-10.
3. Zakharenko V.O. Material Science and Fundamentals of Product Manufacturing Technology: Tutorial. tool. Kharkiv: KhDUKT, 2016. 195 p.

Надійшла/Paper received : 26.09.2022 p. Надрукована/Printed : 01.11.2022 p.