

РІПКА Г. А.

<https://orcid.org/0000-0003-0172-867X>e-mail: [ripka@snu.edu.ua](mailto:ripka@snu.edu.ua)

МАЗНЕВ Є. О.

<https://orcid.org/0000-0001-7952-8980>e-mail: [maznev@snu.edu.ua](mailto:maznev@snu.edu.ua)

ТЕЛУШКІНА О. А.

<https://orcid.org/0000-0002-3374-0852>e-mail: [telushkina@snu.edu.ua](mailto:telushkina@snu.edu.ua)

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ЗАСОРНОВА І. О.

<https://orcid.org/0000-0001-6655-5023>e-mail: [izasornova@gmail.com](mailto:izasornova@gmail.com)

Хмельницький національний університет

## СПОСІБ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПРАННЯ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТКАНИНИ

В статті розглянуто удосконалений спосіб комплексної оцінки впливу прання в домашніх умовах на фізико-механічні показники текстильних матеріалів, призначених для виготовлення дитячого повсякденного одягу. Встановлено гранично допустимі норми таких показників, як розривальні характеристики до (-15%); коефіцієнт повітропроникності до (-15%); стійкість до стирання по площині до (-30%); товщина до (+20%).

Оцінка зміни фізико-механічних характеристик проб від впливу багаторазового процесу обробки в пральній ванні нової рецептури, наближеної до домашньої, проводилась після кожного циклу прання за допомогою таких інформативних показників, як розривальне зусилля по основі  $P_0$ , (Н) коефіцієнти повітропроникності  $K_p$  ( $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ) стійкість проб до стирання по площині  $C_s$  (цикли) та його товщина  $L$  (мм). Отримані результати свідчать про залежність усіх без винятку показників від кількості циклів прання в мильно-содовому розчині, при чому такі, як розривальні навантаження проб, їх стійкість до стирання по площині та коефіцієнт повітропроникності зменшуються, а товщина збільшується в порівнянні із початковими характеристиками.

Тканину слід вважати стійкою до такої кількості циклів прання в мильно-содовому розчині, яка зумовила зміну хоча б одного з чотирьох критеріїв до указаних гранично допустимих значень.

Ключові слова: прання в домашніх умовах, спосіб, фізико-механічні показники, текстильний матеріал, мильно-содовий розчин.

GALYNA RIPKA, IEVGEN MAZNEV, OLHA TIELUSHKINA,

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Severodonetsk, Ukraine

IRYNA ZASORNOVA,

Khmelnytskyi National University, Ukraine

## METHOD OF ASSESSING THE INFLUENCE OF WASHING ON PHYSICO-MECHANICAL INDICATORS OF FABRIC

The article considers an improved method of comprehensive assessment of the impact of washing at home on the physical and mechanical properties of textile materials intended for the manufacture of children's casual wear.

In developing the methodological basis for assessing the change in the properties of fabrics from washing, we used the results of our own observations, which allowed us to analyze the operating conditions of preschool children's clothing, activities and characteristic movements of children on playgrounds, identify key factors of destruction of products. features, topography of wear, frequency of cleaning from dirt, method of drying, etc. Thus, it can be argued that the shrinkage of fibrous systems depends on a sufficient number of factors that can affect simultaneously and comprehensively, and therefore this process should be classified as multifactorial and difficult to study, as the evaluation method used today is insufficiently informative.

The maximum allowable norms of such indicators as breaking characteristics up to (-15%) have been established; air permeability coefficient up to (-15%); abrasion resistance on the plane up to (-30%); thickness up to (+20%).

The recommended method has been tested experimentally. Evaluation of changes in physical and mechanical characteristics of samples from the impact of repeated processing in the washing bath of a new recipe, close to home, was performed after each wash cycle using informative indicators such as breaking force based on  $P_0$ , (N) air permeability coefficients  $K_p$  ( $\text{dm}^3/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ) resistance of samples to abrasion in the plane  $C_s$  (cycles) and its thickness  $L$  (mm). The obtained results show the dependence of all indicators without exception on the number of washing cycles in soap and soda solution, with such as bursting loads of samples, their resistance to abrasion on the plane and air permeability decreases, and thickness increases compared to initial characteristics.

The textile material should be considered resistant to the number of washing cycles in the soap and soda solution, which led to a change in at least one of the four criteria to the specified maximum allowable values.

Keywords: washing at home, method, physical and mechanical properties, textile material, soap and soda solution.

### Постановка проблеми у загальному вигляді

#### та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Фізико-механічні характеристики сучасних текстильних матеріалів, призначених для виготовлення дитячого одягу свідчать про те, що до їх волокнистого складу входять бавовняні, віскозні, капронові і лавсанові волокна. Оскільки бавовняні волокна – це представники природної целюлози, віскозні волокна виготовляють із гідратцелюлози, капронові (поліамідні) – це полімер капролактаму, а лавсанові (поліефірні)

– сополімер терефталевої кислоти і етиленгліколю, то очевидно, що при такому різному хімічному складі їх відношення до дії мильно-содового водного розчину буде не однаковим і, насамперед, до води. Так, незважаючи на досить значну кількість гідроксильних груп (ОН), які по своїй природі гідрофільні, бавовняні волокна не розчиняються у воді завдяки наявності в целюлозі водневих та Ван-дер-Ваальсових міжмолекулярних зв'язків, а тому здатні тільки до обмеженого набухання. Якщо волокно занурити у воду, то його поперечний переріз збільшується на 45-50%, а довжина всього на 1-2%. Але при високій вологості (вище 80%) та при нагріванні від 60 до 110°C набухання волокна різко зростає, а його довжина зменшується, що призводить до зсідання [1].

Проведений аналіз свідчить про те, що відношення текстильних матеріалів до впливу води відзначається певними особливостями і залежить від природи волоконотворюючого полімеру. Так, бавовняні і віскозні тканини при обробці гарячою водою різко зменшують міцність, стійкість до стирання, пружну і еластичну деформації, лінійні розміри, що свідчить про зсідання, збільшують набухання тощо. Указані перетворення більш характерні для гідратцелюлози завдяки незначному ступеню полімеризації і послабленню міжмолекулярних сил у макромолекулах.

Синтетичні матеріали, виготовлені із капрону і лавсану, практично стійкі до впливу гарячої води. Але багатократна обробка, яка обумовлює зменшення або повне зникнення їх стабілізації, отриманої в процесі виробництва, приводить до появи залишкових деформацій, змінюючи такі показники тканин, як, наприклад, лінійні розміри, товщину, пористість, набухання тощо.

Згідно класичного поняття, зсідання волокнистих систем – це зміна розмірів швейного виробу або тканин в процесі їх виробництва, збереження, замочування, прання, впливу світла, інсоляції, вологотеплових обробок та інше. Приведений перелік факторів, в основному, відзначається не тільки комплексною, але й одночасною дією, а тому потенціальне зсідання матеріалів не можна передбачити на різних стадіях технологічного процесу і експлуатації. Так, спеціалісти стверджують, що найбільше значення зсідання тканина отримує при її виготовленні та опоряджуванні, оскільки основні та утокові нитки, розтягуючись, отримують внутрішні напруження (деформації), що перешкоджає проходженню їх повної релаксації і створюються додаткові умови для подальшого його збільшення. При цьому, як було відмічено раніше, пружна деформація після зняття навантаження миттєво зникає, а пластична залишається в тканині. А що стосується еластичної деформації, яка вважається повільно зворотною, зникає частково і, при створенні сприятливих умов, знову проявляється, що приводить до зсідання текстильних матеріалів.

Таким чином можна стверджувати, що зсідання волокнистих систем залежить від достатньої кількості факторів, які спроможні впливати одночасно і комплексно, а тому даний процес слід віднести до багатофакторного та такого, який обумовлює труднощі при його дослідженні, оскільки метод оцінки, яким користуються на сьогодні, недостатньо інформативний.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Дослідженням впливу прання на фізико-механічні характеристики тканин займалися Бузов Б.А., Супрун Н.П., Дейнека І.Г., Мичко А.А. [1, 4, 8]. Відомий спосіб [2] визначення стійкості текстильних матеріалів до впливу прання, до недоліків якого слід віднести відсутність нормативних (або допустимих) границь зміни розривального навантаження проб після обробки мильно-содовим розчином, їх примусове висушування в сушильній шафі з наступним прасуванням, а також необгрунтована необхідна кількість циклів прання, що призводить до отримання некоректних результатів дослідження. Окрім цього слід зазначити, що в процесі прання текстильний матеріал підпадає під дію механічних (50%), фізико-хімічних (30%), хімічних (10%) і температурних (10%) факторів, що впливають одночасно комплексно [3]. Наявність указаних факторів зумовлена тертям виробів між собою та стінками барабану, мильно-содовим розчином, його концентрацією, температурним режимом прання, окислювальними реакціями поверхнево-активних речовин, набуханням і зсіданням матеріалів, повторним пранням тощо, які визивають суттєві зміни їх фізико-механічних властивостей. Отже очевидно, що оцінити стійкість текстильних матеріалів до прання, враховуючи охарактеризовані фактори, за допомогою тільки розривальних навантажень недостатньо, що також є недоліком.

#### **Виклад основного матеріалу**

При розробці методологічних основ оцінки зміни властивостей тканин від прання нами були використані й результати власних спостережень, які дали змогу провести аналіз умов експлуатації дитячого одягу дошкільної вікової групи, видів діяльності та характерні рухи дітей на ігрових майданчиках, виявити основні чинники руйнування виробів, охарактеризувати їх конструктивні особливості, топографію зношування, частоту очищення від забруднень, спосіб висушування тощо. Отримані результати свідчать, що для виготовлення даного одягу використовують ткани і трикотажні полотна, що відрізняються за волокнистим складом (природні, штучні, синтетичні), переплетенням тощо. В зв'язку з цим, вивчення впливу багаторазового прання (П) на експлуатаційні властивості було проведено для указаних матеріалів без виключення, а кількість циклів, за рекомендаціями і узгодженням експертів, становила 28. Заміри зміни розривальних навантажень, як критерію оцінки, проводили після першого циклу прання та трьох наступних.

Метою роботи було удосконалення способу оцінки стійкості текстильного матеріалу до прання в мильно-содовому розчині. Поставлена мета була досягнута завдяки тому, що окрім розривальних

навантажень ( $P_p$ , Н), одночасно контролюють зміну стійкості проб до стирання по площині ( $C_c$ , цикли), коефіцієнта повітропроникності ( $K_p$ ,  $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ) і товщини ( $L$ , мм) в порівнянні з їх вихідними значеннями. Обчислення указаних показників у відсотках проводять за наступною узагальненою формулою:  $Z = (R - R_1 / R) \cdot 100$ , де  $R$  – значення показника до прання;  $R_1$  – значення показника після прання. Приведені критерії оцінки стійкості проб текстильних матеріалів до прання в мильно-содовому розчині незалежно від кількості циклів обробки можуть змінюватись від вихідних значень тільки до наступних гранично допустимих норм:

- а) розривальні характеристики до (-15%);
- б) коефіцієнти повітропроникності до (-15%);
- в) стійкість до стирання по площині до (-30%);
- г) товщина до (+20%).

Пробу текстильного матеріалу слід вважати стійкою до прання в мильно-содовому розчині тільки при такій кількості циклів процесу обробки, яка зумовила допустимі зміни одного з контролюючих критеріїв оцінок на указану величину в порівнянні з вихідним значенням.

Для реалізації запропонованого способу, незалежно від волокнистого складу, асортименту текстильних матеріалів побутового призначення, необхідно постійно дотримуватись однакових умов технологічного процесу і режиму прання. В зв'язку з цим нами була розроблена нова рецептура миючої ванни об'ємом 12 літрів води при кімнатній температурі, в одному літрі якої, підігрітої до 70...80 °С, розчиняють 60 грам господарського 60-72% мила і 15 грам кальцинованої соди. Температура миючого мильно-содового розчину повинна постійно знаходитись в межах 38...40°С, а один цикл прання – 30 хв. Після цього зразок матеріалу два рази (по 3...5 хв кожний) промивають у чистій воді кімнатної температури, віджимають за допомогою центрифуги і висушують до сухого стану звичайним способом в умовах лабораторії без використання електротеплових агрегатів (сушильні шафи, праски тощо).

Підготовлений таким чином зразок матеріалу розміром, наприклад, 1,0...1,5 м<sup>2</sup> використовують, насамперед, для оцінки зміни показників, що не потребують руйнування тканини, а саме товщини і коефіцієнта повітропроникності, а потім – розривальне навантаження (по основі і утку) та стійкість до стирання по площині. Указані дослідження згідно умов, зазначених в стандартах [2, 3]. Кількість циклів прання одного і того ж зразка в оновленому мильно-содовому розчині може бути багаторазовою, але з обов'язковим контролем значень фізико-механічних характеристик проб після кожної обробки.

Якщо один із чотирьох приведених критеріїв змінить при цьому своє значення на указану величину, то кількість циклів процесу, що його зумовив і є оцінкою стійкості текстильного матеріалу до прання в мильно-содовому розчині.

Рекомендований спосіб перевірено експериментально. Для проведення досліджень нами була обрана тканина із 100% бавовняних волокон по основі і утку, яка використовується при виготовленні дитячого одягу повсякденного призначення, а відтак підлягає частому пранню в домашніх умовах мильно-содовим розчином без поверхнево-активних речовин. Оцінка зміни фізико-механічних характеристик проб від впливу багаторазового процесу обробки в пральній ванні нової рецептури, наближеної до домашньої, проводилась після кожного циклу прання за допомогою таких інформативних показників, як розривальне зусилля по основі  $P_o$ , (Н) коефіцієнти повітропроникності  $K_p$  ( $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ ) стійкість проб до стирання по площині  $C_c$  (цикли) та його товщина  $L$  (мм).

Отримані результати свідчать про залежність усіх без винятку показників від кількості циклів прання в мильно-содовому розчині, при чому такі, як розривальні навантаження проб, їх стійкість до стирання по площині та коефіцієнт повітропроникності зменшуються, а товщина збільшується в порівнянні із початковими характеристиками (табл. 1).

Так, наприклад, на четвертому циклі прання розривальне зусилля зменшилось від 1325 Н до 1225 Н (-7,5%), коефіцієнт повітропроникності від 10,5 до 9,7  $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$  (-7,6%), стійкість до стирання по площині від 1001 циклу до 840 циклів (-16%), а товщина матеріалу збільшилась від 0,87 мм до 1,0 мм (+14,9%). Якщо кількість повторного прання збільшувати, то контролюючі показники суттєво змінюються, особливо товщина (+20,7%), стійкість до стирання по площині (-31,9%) і коефіцієнт повітропроникності (-14,3%), які досягають гранично допустимої величини відповідно на шостому, восьмому та дев'ятому циклах обробки в мильно-содовому розчині.

Що ж стосується розривального навантаження, як критерія оцінки рекомендованого [2], то зміна його гранично допустимого значення (-15,1%) відбулося на 16-му циклі прання. Але при цьому коефіцієнт повітропроникності проб і їх стійкість до стирання по площині зменшились на 31,4 і 42,7% відповідно, а товщина збільшилась до 26,4% в порівнянні з вихідними характеристиками, що не відповідає указаним нормам.

Отже, на основі отриманих результатів можна стверджувати, що для оцінки стійкості текстильних матеріалів до прання в мильно-содовому розчині необхідно використовувати комплекс показників по одному з яких, при досягненні гранично допустимого значення в порівнянні з вихідним, обґрунтовують достатню кількість циклів указанного процесу. Тому, в даному випадку, згідно зазначених умов, текстильний матеріал, що досліджували, слід вважати стійким до прання в мильно-содовому розчині після шести циклів обробки, оскільки такий контролюючий показник із чотирьох запропонованих, як його товщина, змінилась, збільшилась до гранично допустимого значення, а саме на (+20,7%).

**Зміна фізико-механічних характеристик бавовняної тканини впливу багаторазового прання в мильно-содовому розчині**

Кількість циклів прання в мильно-содовому розчині	Значення контролюючих показників проб в залежності від кількості циклів			
	Розривальне навантаження по основі $P_0$ , Н; (%)	Коефіцієнт повітропроникності $K_p$ ( $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ); (%)	Стійкість до стирання по площині $S_s$ , цикли; (%)	Товщина $L$ , мм; (%)
Без прання (вихідне значення)	1325	10,5	1001	0,87
Перший цикл	1260 (-4,9)	9,7 (-7,6)	865 (-13,6)	0,90 (+3,4)
Другий цикл	1250 (-5,7)	9,7 (-7,6)	855 (-14,7)	0,95 (+9,2)
Третій цикл	1240 (-6,4)	9,7 (-7,6)	845 (-15,6)	0,98 (+12,6)
Четвертий цикл	1225 (-7,5)	9,7 (-7,6)	840 (-16,0)	1,0 (+14,9)
П'ятий цикл	1218 (-8,1)	9,7 (-7,6)	790 (-21,1)	1,04 (+19,5)
Шостий цикл	1207 (-8,9)	9,4 (-10,5)	745 (-25,6)	1,05 (+20,7)
Сьомий цикл	1195 (-9,8)	9,4 (-10,5)	715 (-28,6)	1,07 (+23,0)
Восьмий цикл	1191 (10,1)	9,1 (-13,3)	681 (-31,9)	1,08 (+24,1)
Дев'ятий цикл	1191 (10,1)	9,0 (-14,3)	659 (-34,2)	1,09 (+25,3)
Десятий цикл	1191 (10,1)	8,7 (-17,1)	647,5 (-35,3)	1,1 (+26,4)
Тринадцятий цикл	1145 (-13,6)	7,8 (-25,7)	600 (-40,0)	1,1 (+26,4)
Шістнадцятий цикл	1125 (-15,1)	7,2 (-31,4)	573,8 (-42,7)	1,1 (+26,4)

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

- 2) Удосконалено режим прання текстильних матеріалів та розроблена рецептура мильно-содового розчину, які максимально наближені до проведення процесу прання в домашніх умовах.
- 3) Стійкість проб текстильних матеріалів до прання в мильно-содовому розчині оцінюється такими критеріями, як розривальні характеристики, коефіцієнт повітропроникності, стійкість до стирання по площині і товщина.
- 4) Встановлено залежність між кількістю циклів прання та зміною значень указаних показників в порівнянні з їх вихідними величинами.
- 5) Встановлено гранично допустимі зміни значень зазначених критеріїв оцінки, при яких текстильний матеріал слід вважати стійким до прання в мильно-содовому розчині.
- 6) Тканину слід вважати стійкою до такої кількості циклів прання в мильно-содовому розчині, яка зумовила зміну хоча б одного з чотирьох критеріїв до указаних гранично допустимих значень.

**Література**

1. Deyneka I. Identification of vegetable origin fibers for children's clothes / I. Deyneka, A. Mychko // Commission of motorization and power industry in agriculture. Teka / Lublin university of technology. – Lublin, 2012. Vol. 12. № 3. – P. 15-18. – ISSN 1641-7739.
2. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения : ГОСТ 30157.0-95 (ИСО 3759-94, ИСО 7771-85). – [Действующий с 2002-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1995. – 8 с. (Межгосударственный стандарт).
3. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении: ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82). – [Действующий с 1973-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 20 с. (Межгосударственный стандарт).
4. Супрун Н.П. Основні аспекти розробки сучасного шпитального одягу / Н. Супрун // Вісник КНУТД. – 2017. – № 4(112). – С. 124-129. – ISSN 1813-6796.
5. Патент 119786 України, МПК (2006.01) G01N 33/36. Спосіб оцінки стійкості текстильних матеріалів до прання в мильно-содовому розчині / Ріпка Г.А., Хрипко Є.А., Резнік К.М.; заявник і патентовласник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № u2017 03360 ; заявл. 07.04.2017 ; опубл. 10.10.2017. бюл. № 19, 4 с.
6. Ripka G. Analysis of everyday clothes usage conditions // Commission of motorization and energetics in agriculture. Teka / Lublin university of technology. – Lublin, 2017. Vol. 17. № 1. – P. 21-26. ISSN 1641-7739.
7. Kolosnichenko O. Study of dominant quality indicators of materials and designs of railroad conductors' uniforms / Olena Kolosnichenko, Mykola Yakovlev, Irina Prykhodko-Kononenko, Larysa Tretyakova, Natalia Ostapenko, Kalina Pashkevich, Galyna Ripka // Fibres and textiles, Bratislava, 3 (2020), Volume 27, September 2020., p. 90-96. ISSN 2585-8890.

8. Fu M., Weng W.G., Yuan H.Y. Quantitative assessment of the relationship between radiant heat exposure and protective performance of multilayer thermal protective clothing during dry and wet conditions, *Journal of Hazardous Materials* 276, 2014, pp. 383-392, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.05.056>.

#### References

1. Deyneka I. Identification of vegetable origin fibers for children's clothes / I. Deyneka, A. Mychko // Commission of motorization and power industry in agriculture. *Teka / Lublin university of technology*. – Lublin, 2012. Vol. 12. № 3. – P. 15-18. ISSN 1641-7739.
2. Polotna tekstil'nyye. Metody opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokrykh obrabotok ili khimicheskoy chistki. Obshchiye polozheniya: GOST 30157.0-95 (ISO 3759-94, ISO 7771-85). – [Deystvuyushchiy s 2002-01-01]. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 1995. – 8 s. (Mezhgosudarstvennyy standart).
3. Materialy tekstil'nyye. Tkani i shtuchnyye izdeliya. Metody opredeleniya razryvnykh kharakteristik pri rastyazhenii: GOST 3813-72 (ISO 5081-77, ISO 5082-82). – [Deystvuyushchiy s 1973-01-01]. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2002. – 20 s. (Mezhgosudarstvennyy standart).
4. Suprun N.P. Osnovni aspekty rozrobky suchasnoho shpytal'noho odyahu / N. Suprun // *Visnyk KNUTD*, 2017, № 4(112). S. 124-129. ISSN 1813-6796.
5. Patent 119786 Ukrainy, MPK (2006.01) G01N 33/36. Sposib otsinky stiykosti tekstyl'nykh materialiv do prannya v myl'no-sodovomu rozchyni / Ripka H.A., Khrypko YE.A., Ryznyk K.M.; zayavnyk i patentovlasnyk Skhidnoukrayins'kyy natsional'nyy universytet imeni Volodymyra Dalya № u2017 03360; zayavl. 07.04.2017; opubl. 10.10.2017. byul. № 19, 4 s.
6. Ripka G. Analysis of everyday clothes usage conditions // Commission of motorization and energetics in agriculture. *Teka / Lublin university of technology*. – Lublin, 2017. Vol. 17. № 1. – P. 21-26. ISSN 1641-7739.
7. Kolosnichenko O. Study of dominant quality indicators of materials and designs of railroad conductors' uniforms / Olena Kolosnichenko, Mykola Yakovlev, Irina Prykhodko-Kononenko, Larysa Tretyakova, Natalia Ostapenko, Kalina Pashkevich, Galyna Ripka // *Fibres and textiles*, Bratislava, 3 (2020), Volume 27, September 2020, P. 90-96. ISSN 2585-8890.
8. Fu M., Weng W.G., Yuan H.Y.: Quantitative assessment of the relationship between radiant heat exposure and protective performance of multilayer thermal protective clothing during dry and wet conditions, *Journal of Hazardous Materials* 276, 2014, pp. 383-392, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.05.056>.

Рецензія/Peer review : 19.01.2022 р.

Надрукована/Printed : 28.02.2022 р.