

УДК 620.22:677(075.8)

Коваль М. Н.,

к.т.н., доц., доцент кафедри митного та технічного регулювання, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

Сапожник Д. І.,

к.т.н., доц., доцент кафедри митного та технічного регулювання, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

Ніколайчук Л. Г.,

к.т.н., доц., доцент кафедри товарознавства та технології непродовольчих товарів, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ М'ЯКОСТІ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

***Анотація.** В статті розглянуті та проаналізовані питання сучасних підходів до оцінювання м'якості текстильних матеріалів. Визначено, що основним чинником споживацької переваги часто є саме сенсорне сприйняття матеріалу. Досліджено сучасні підходи до застосування інструментальних методів оцінювання параметра м'якості текстильних матеріалів як важливого чинника формування споживчих властивостей цієї групи товарів. Запропоновано, практично досліджено й апробовано метод та прилад. Сформульований висновок про можливість вимірювання м'якості текстильних матеріалів через роботу опору зразка стисканню із зусиллям в межах середнього діапазону значень чутливості людини до подразнення тиском шкіри на кінчиках пальців руки.*

Ключові слова: м'якість, текстильний матеріал, трикотажне полотно, тактильні відчуття, інструментальний метод.

Koval M. N.,

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Customs and Technical Regulation, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Sapozhnik D. I.,

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Customs and Technical Regulation, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

Nikolaychuk L. G.,

Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Commodity Research and Technology of Non-Food Products, Lviv University of Trade and Economics, Lviv

MODERN APPROACHES TO THE EVALUATION OF SOFTNESS OF TEXTILE MATERIALS

***Abstract.** The article considers and analyzes the issues of modern approaches to the evaluation of the softness of textile materials. It is determined that the main factor of consumer preferences often is the sensory perception of the material. Modern approaches to the application of instrumental methods for evaluating the softness parameter of textile materials, as an important factor in the formation of consumer properties of this product group, are investigated. Proposed, practically researched and tested the method and the device. The conclusion is made on the possibility of measuring the softness of textile materials through the resistance action of the sample to the compression with the effort within the middle range of values of sensitivity of a person to the irritation by the skin pressure at the fingertips.*

Key words: softness, textile material, knitted fabric, tactile sensations, instrumental method.

Постановка проблеми. Під час оцінювання властивостей текстильних матеріалів органолептичними методами потрібна якомога точніша конкретизація у формулюванні всіх можливих тактильних відчуттів, особливостей зовнішнього вигляду, форми, кольору та інших показників, характерних для текстильного матеріалу. Відомо, що певна кількість застосовуваних нами у побуті загальноприйнятих та зрозумілих понять і характеристик можуть набувати різного значення залежно від галузі використання. Таким на сьогодні є визначення м'якості текстильного матеріалу. Текстильні об'єкти (зокрема, тканини та трикотажні полотна, виготовлені з текстильних матеріалів) у широких межах сприйняття можуть бути класифіковані на дві групи за тактильними відчуттями – приємні та неприємні. Основним чинником споживацької переваги часто є сенсорне сприйняття матеріалу. Переваги також базуються на ергономічності об'єктів, на тривалості їхніх властивостей і на поєднанні різних окремих характеристик. Поняття “туше” (гриф) може бути поділене на декілька підпонять – м'якість, гладкість, зминальність, теплоємність, об'ємність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спроба обґрунтування можливості визначення розмірних характеристик фізичних властивостей для тактильного оцінювання текстильних матеріалів була розглянута у роботах Н. М. Защепкіна, В. Л. Кретович, Р. Мередит та ін. [1, 2]. Також була запропонована принципово нова система об'єктивного оцінювання тактильних відчуттів (KES-F (Kawabata evaluation system – Fabrics)), яка характеризується достатньою комплексністю, але є економічно недостатньо ефективною [3]. Вона складається з кількох різних інструментів оцінювання: розтяжності та розривності (KES-F1), жорсткості (KES-F2), пружності (KES-F3), показників поверхні (KES-F4) тощо. На думку авторів, оцінювані параметри та їх значення нормалізовані і корелюють із суб'єктивною тактильною оцінкою.

Опубліковані дані про відносно простий метод для визначення м'якості, що дозволяє оцінити пружність властивості текстильного матеріалу із застосуванням приладу “софтометр” [4]. Принцип його дії базується на визначенні сили, яка передається досліджуваним зразком на сенсор реєстраційного елемента приладу під час згинання.

Компанія Emtec (Німеччина) [5] використовує для оцінювання споживчих властивостей матеріалів, а також їх динамічного розтягування, м'якості та інших дотичних параметрів TSA (Tissue Softness Analyzer) – аналізатор м'якості тканини, який, зокрема, дає можливість оцінити характеристики “туше” матеріалів. Визначення м'якості, еластичності та здатності до стискання тканини відбувається так само, як і визначення опору під час продавлювання матеріалів кулькою. Розробники вважають, що м'якість є основним якісним показником для тканин і нетканих матеріалів разом з міцністю. Водночас її можна характеризувати за допомогою показників гладкості, жорсткості та змінання текстильних

матеріалів, а також під час виробництва та переробки тканин та нетканих матеріалів, паперу, оскільки здатність всмоктувати вологу, м'якість та “пухкість” формують властивості паперу санітарно-технічного призначення.

Аналізатор м'якості тканини одночасно враховує вплив всіх показників на м'якість. На думку виробника, прилад показує дуже щільний взаємозв'язок між отриманими результатами та тактильним сприйняттям матеріалу під час органолептичного оцінювання із високою відтворюваністю результатів. Принцип дії приладу ґрунтується на вимірюванні вібрації досліджуваного зразка і подальшої побудови частотного спектра шумів. Водночас змінні фактори, від яких залежать кількісні значення отриманих показників, поділяють на дві групи [6]:

1) ті, що визначають якість вихідного волокнистого матеріалу;

2) ті, що визначаються технологічним процесом виготовлення матеріалу (для паперу санітарно-технічного призначення – ступінь помелу, режим пресування, процес відливання, сушіння та подальшого оброблення).

В окремих випадках для оцінювання властивостей санітарно-гігієнічних видів паперу також визначають опір продавлюванню. Цей метод випробувань описаний у ISO/FDIS 12625:9-2001 [7]. Перевага цього методу полягає в отриманні кращої кореляції результатів під час використання для визначення характеристик санітарно-гігієнічного паперу, оскільки він має механічну міцність, яка є нижчою за звичайний папір. Проте цей метод не має нічого спільного з традиційним методом визначення опору продавлюванню за ГОСТ 113525.8-1986.

Стандарт ISO 17235:2011 (IULTCS/IUP 36) “Кожа. Физические и механические испытания. Определение мягкости” [8] встановлює умови та вимоги до визначення параметрів та характеристик м'якості шкір, які через технологічні причини та технічні обмеження методики практично неможливо застосувати для проведення випробувань аналогічних характеристик текстильних матеріалів.

Постановка завдання. У стандартах здебільшого не вказується перелік груп показників, що характеризують конкретні властивості текстильних матеріалів чітко визначеного призначення, а у сучасних міжнародних стандартах значна увага приділяється чіткій конкретизації показників якості, які описують споживчі властивості готових виробів з текстильних матеріалів.

Поняття “властивості м'якості текстильних матеріалів” об'єднує комплекс властивостей органолептичних та пружнопластичних. М'якість характеризують пружнодеформаційні показники: пружність, пластичність, розтяжність, гнучкість, а також пухкість і стан поверхні матеріалу, шорсткість, коефіцієнт тертя тощо.

Невід'ємною умовою під час визначення роботи тактильної системи дотику до матеріалу є оцінювання його м'якості. Опір дії зовнішніх чинників недостатній для оцінювання властивостей поверхні

досліджуваних матеріалів, оскільки тактильна чутливість – це вид поверхневої рецепції, яка відповідає за сприйняття цієї властивості.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Аналіз патентно-правових документів за темою дослідження вказує на те, що основна увага під час дослідів приділяється вивченню зміни таких характеристик текстильних матеріалів, як деформація, формоутворення, усадка. Лише у декількох патентах описуються вимірювання жорсткості матеріалів, а такий показник, як м'якість текстильного матеріалу, на сьогодні практично не описаний і не конкретизований.

Розглядаються також застосування методів інтерпретації в'язкопружної поведінки текстильних та інших матеріалів, обумовлених підходами до визначення співвідношень між напруженнями і деформаціями, що вимагає кількісного зіставлення отриманих під час досліджень результатів. Один з них [9] полягає у використанні функції повзучості $I(t)$ і релаксації $E(t)$, співвідношень між напруженнями і деформаціями у вигляді інтегралів Стілтєса [10].

Подібний варіант вимірювальних пристроїв запропонований і авторами [11–13]. Однак основний акцент під час вимірювань робиться на параметрах значень показника жорсткості текстильного матеріалу. Оцінюється “пасивна” жорсткість матеріалу без визначення впливу інших чинників на показники жорсткості. З цією метою пристрій використовується тільки для матеріалів, яким властива стріла прогину не менше 10 мм, та має значну відносну похибку вимірів (до 41 %).

Зважаючи на цілі та завдання роботи був проведений патентний пошук у галузі сучасного стану матеріального забезпечення дослідницьких робіт стосовно визначення параметрів м'якості матеріалів та чинників, які можуть впливати на неї.

У корисній моделі [14] запропонований пристрій для визначення ергономічних властивостей матеріалів, що складається з основи у вигляді кільця для фіксації тканини та штовхача, який відрізняється тим, що всередині основи по колу встановлені реєстраційні елементи для визначення основних ортотропних властивостей матеріалу під час розтягування зразка за контуром у всіх напрямках. Однак розподіл деформацій і зусиль для цього виду випробувань є неоднорідним.

Запропоновано також спосіб вимірювання із високою точністю деформації розтягнення і стискання одягу безпосередньо з поверхні дослідного текстильного матеріалу [15], на який попередньо нанесений трафарет для встановлення інтенсивності деформації, за допомогою фотоелектричних індикаторів, які реєструють зміну світлового потоку. Перевагою запропонованого способу є висока точність вимірювання деформації розтягнення чи стискання одягу, яка забезпечується тим, що вимірювання відбувається саме з поверхні матеріалів без використання тензометрів, адже в результатах вимірювань немає похибки, викликані способом з'єднання тензометра із матеріалом та його висотою.

Спосіб, запропонований у патенті [16], передбачає навантаження і відпочинок випробовуваного зразка, визначення в процесі навантаження жорсткості, пружності, роботи вигину, зусилля під час зняття навантаження і зменшення зусилля в зразку за різницею між зусиллям у момент вимірювання жорсткості та зусиллям під час зняття навантаження, визначення у процесі відпочинку роботи, що витрачається на відновлення зразка, за залежністю зусилля, що вигинає, від величини відновлення зразка після вигину, а також визначення різниці робіт, витрачених на вигин і відновлення зразка. Водночас досягається підвищення об'єктивності й оцінювання здатності текстильних матеріалів чинити опір дії, що вигинає взірєць.

Технічним результатом заявлених способів є підвищення об'єктивності оцінювання здатності текстильних матеріалів чинити опір дії, що їх вигинає, шляхом вивчення зміни зусилля під дією навантаження і відновлення зразка в процесі відпочинку та підвищення інформативності вимірювань шляхом введення нових характеристик (показників релаксаційних властивостей). Спосіб дозволяє оцінити кінетику опору текстильних матеріалів деформуючій дії під час вигину і здатність матеріалів до відновлення первинної форми після вигину.

Якщо колір текстильного матеріалу, вид переплетення, його щільність можна визначити та охарактеризувати за зовнішнім виглядом (або у іншій додатковій описовій формі), то такий показник, як м'якість текстильного матеріалу, на сьогодні практично не описаний і не конкретизований. Тобто виникає необхідність у кількісному позначенні описових характеристик властивості м'якості [17].

Для визначення м'якості текстильних матеріалів за принципом, задекларованим у [5], використаний дещо удосконалений авторами прилад, який складається з опорної площини, де розміщується досліджуваний зразок, індикатора для вимірювання і навантажувального елемента. Запропонований прилад, схематично зображений на рис. 1, створений на базі магнітного товщиноміра МТ-41НЦ, використання якого дозволяє здійснювати заміри товщини немагнітних матеріалів у діапазоні від 0,004 до 2 мм.

Проведені лабораторні дослідження показників властивостей матеріалів, дотичних або таких, що опосередковано характеризують властивість м'якості досліджуваних текстильних матеріалів (жорсткість, драпірувальність, розривні характеристики тощо), показують наявність кореляційного зв'язку із показниками, отриманими з використанням запропонованого методу оцінювання м'якості текстильних матеріалів.

Тобто підтверджена практична доцільність вимірювання м'якості текстильних матеріалів із використанням даних про роботу опору зразка стискання, яка залежить від величини деформації зразка, що змінюється зі зміною м'якості досліджуваних матеріалів.

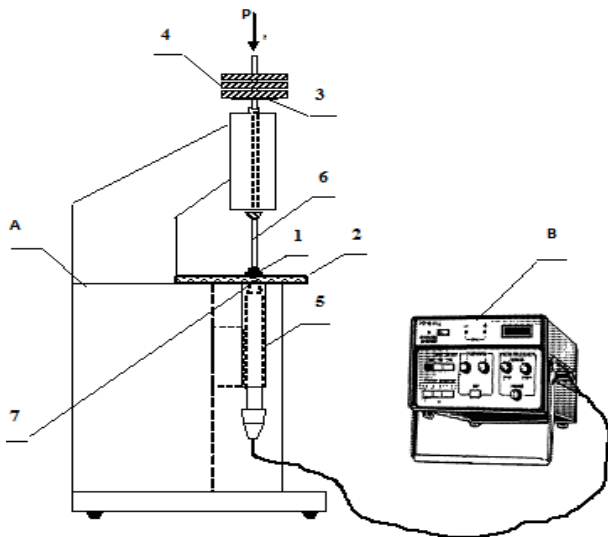


Рис. 1. Схематичне зображення приладу для визначення м'якості текстильних матеріалів [18]: А – блок навантаження; В – електронний блок індикації магнітного товщиноміра; 1 – верхня вимірювальна площина; 2 – нижня вимірювальна площина; 3 – навантажувальний елемент; 4 – набір різноважок; 5 – магнітний сенсор; 6 – рейка; 7 – вимірювальний щуп магнітного сенсора

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Таким чином, успішне вирішення проблеми об'єктивного оцінювання значень показника м'якості текстильних матеріалів дасть не лише можливості для забезпечення якості під час виробництва, але також зможе дати відповіді на питання споживачів щодо якості та комфортності обраних матеріалів (наприклад, м'якість подушок, комфортність білизни) [18].

Тобто підтверджується думка, що м'якість текстильних матеріалів не є результатом чітко визначеного одиничного сенсорного відчуття, і тому для її вимірювання та обчислення потрібне використання більш деталізованого опису та розділення чинників формування м'якості, наприклад, на м'якість тіла текстильного матеріалу та м'якість його поверхні. Водночас вважають, що її не можна охарактеризувати однозначно, і в загальному випадку поняття м'якості матеріалу об'єднує комплекс властивостей органолептичних та пружнопластичних. М'якість визначають пружнодеформаційні показники, такі як пружність, пластичність, розтяжність, гнучкість, а також пухкість і стан поверхні матеріалу, тобто його рельєф, коефіцієнт тертя тощо. Певне співвідношення цих параметрів, надумку авторів, характеризує показник найвищої м'якості. Більшість текстильних матеріалів повинна володіти і певними значеннями пружності, тобто здатністю повертатися в первинний стан (недеформований) після зняття зовнішнього навантаження.

Авторами обґрунтовано необхідність та можливість проведення оцінювання показника м'якості текстильних матеріалів і визначення його критеріїв

об'єктивними методами із застосуванням запропонованого та практично апробованого інструментального вимірювального обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Защепкіна Н. М. Ультразвуковий пристрій для технологічного контролю якості текстильних матеріалів / Н. М. Защепкіна, В. Г. Здоренко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2007. – № 5. – С. 40.

2. Мередит Р. Физические методы исследования текстильных материалов / Р. Мередит, Дж. В. С. Хирл. – М. : Гизлегпром, 1963. – 388 с.

3. Laney T. J. Modelling Hysteresis in the Bending of Fabrics [Electronic resource] / T. J. Laney. – Waterloo, Ontario, Canada, 2002. – 122 p. – Accessed mode: <http://ru.scribd.com/doc/23115833/12/Kawabata-Evaluation-System>.

4. Mackenzie J. K. The elastic Constants of Solid Containing Spherical Holes / J. K. Mackenzie // Proc. Phys. Soc. (B). – 1950. – Vol. 63. – № 1. – P. 2–11.

5. Сигма микрон. Приборы контроля качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sigma-micron.ru/production.p.html?brand=6&id=29>.

6. Азгальдов Г. Г. Общие сведения о методологии кваліметрії / Г. Г. Азгальдов // Стандарти и качество. – 1994. – № 11. – С. 24–27.

7. Lab Master® Ball Burst Tester. The TMI Group of Companies [Electronic resource]. – Accessed mode: <http://www.atomikatechnik.com/pdf/lab%20master%20ball%20burst%20tester.pdf>.

8. ISO 17235:2011 (IULTCS/IUP 36). Leather. Physical and mechanical tests. Determination of softness (Кожа. Физические и механические испытания. Определение мягкости) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?Csnumber=53734.

9. Методи інтерпретації в'язкопружних властивостей полімерних, шкіряних та текстильних матеріалів / С. А. Демішонкова, В. В. Кострицький, Л. Ф. Артеменко, М. Є. Скиба // Вісник КНУТД. – 2008. – № 4. – Т. 1. – С. 5–18.

10. Дерр В. Я. Теория функций действительной переменной. Лекции и упражнения / В. Я. Дерр. – М. : Высшая школа, 2008. – 384 с.

11. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 2 // Г. М. Фихтенгольц. – М. : Книга по требованию, 2012. – 388 с.

12. Попов Е. П. Теория и расчет гибких упругих стержней / Е. П. Попов. – М. : Наука, 1986. – 296 с.

13. Пат. 12052 Україна, МПК G 01 N 33/36. Пристрій для вимірювання жорсткості матеріалів / О. С. Лебідь, А. Т. Арабулі, М. П. Березненко, С. М. Березненко, А. А. Гришко, В. В. Беленкін; Київський національний університет технологій та дизайну. – № U200507438; заявл. 26.07.2005; опубл. 16.01.2006, Бюл. № 1. – 6 с.

14. Пат. 10891 Україна, МПК G 01 N 33/36. Пристрій для визначення ортотропних властивостей матеріалів / М. Э. Скиба, Ю. Б. Михайловський, Е. О. Філіпченко, Г. С. Головка; Хмельницький

державний університет. – № 20040806450; заявл. 02.08.2004; опубл. 15.12.2005, Бюл. № 12. – 2 с.

15. Пат. 28841 Україна, МПК (2006) G 01 L 1/00. Спосіб вимірювання деформації текстильних матеріалів одягу / Ю. Б. Михайловський, В. В. Мица, Е. О. Золотенко, О. П. Стрижова; Хмельницький національний університет. – № U200708755; заявл. 30.07.2007; опубл. 25.12.2007. – 4 с.

16. Пат. 2422822 Российская Федерация, МПК G 01 N 33/36 (2006.01). Способ определения релаксационных свойств материалов при изгибе / В. В. Замышляева, Н. А. Смирнова, В. В. Лапшин, Д. А. Козловский, Е. Е. Хохлова; Костромской государственной технологической университет. – № 2009127130/15; заявл. 14.07.2009; опубл. 27.06.2011, Бюл. № 2. – 8 с.

17. Shnidler W. D. Chemical finishing of textile / W. D. Shnidler, P. J. Hauser // Woodhead publishing in textiles. – 2004. – P. 38–39.

18. Озимок Г. В. Про можливість інструментального оцінювання м'якості текстильних матеріалів / Г. В. Озимок, А. П. Закусілов, М. Н. Коваль // Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – № 18.8. – С. 147–150.

REFERENCES

1. Zaschepkyna, N.M. and Zdorenko, V.G. (2007), "The ultrasonic device for manufacturing quality control of textile materials", *Vysnik Kiyivskogo natsionalnogo universitetu tehnologyi ta dizaynu*, vol. 5, p. 40.

2. Meredit, R. And Hirl, Dzh.V.S. (1963), *Fizicheskie metody issledovaniya tekstilnykh materialov*, [Physical methods of research of textile materials], Gizlegprom, Moscow.

3. Laney, T.J. (2002), "Modelling Hysteresis in the Bending of Fabrics", Waterloo, Ontario, Canada, available at: <http://www.ru.scribd.com/doc/23115833/12/Kawabata-Evaluation-System>

4. Mackenzie, J.K. (1950), "The elastic Constants of Solid Containing Spherical Holes", *Proc. Phys. Soc. (B)*, vol. 63, pp. 2–11.

5. Sigma mikron. Pribory kontrolya kachestva (2003), available at: <http://www.sigma-micron.ru/production.phtml?brand=6&id=29>.

6. Azgaldov, G.G. (1994), "General information on qualimetry methodologies", *Standartyi i kachestvo*, vol. 11, pp. 24–27.

7. Lab Master® Ball Burst Tester. The TMI Group of Companies (2005), available at: <http://www.atomikatek-nik.com/pdf/lab%20master%20ball%20burst%20tester.pdf>.

8. ISO 17235:2011 (IULTCS/IUP 36), "Leather. Physical and mechanical tests. Determination of softness", available at: http://www.iso.org/iso/ru/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?Cnumber=53734.

9. Demishonkova, S.A. Kostritskiy, V.V. Artemenko, L.F. and Skiba, M.E. (2008), "The method of interpretation viscoelastic properties of polymers, textiles and leather", *Visnik KNUVD*, vol. 11, pp. 5–18.

10. Derr, V.Ya. (2008), *Teoriya funktsiy deystvitel'noy peremennoy. Lektsii i upravleniya* [Theory of the function of a real variable. Lecture and management], Vysshaya shkola, Moscow.

11. Fihngolts, G.M. (2012), *Kurs differentsial'nogo i integral'nogo ischisleniya* [Course of differential and integral calculus], Kniga po trebovaniyu, Moscow.

12. Popov, E.P. (1986), *Teoriya i raschet gibkikh uprugih sterzhney* [Theory and calculation of flexible elastic materials], Nauka, Moscow.

13. Lebid, O.S. Arabuli, A.T. Bereznenko, M.P. Bereznenko, S.M. and Grishko, A.A. (2006), *Pristriy dlya vimiryuvannya zhorstkosti materialiv* [A device for measuring the roughness of materials], Pat. 12052 Ukraine, MPK G 01 N 33/36, Kyivskiy natsional'nyj universytet tekhnolohii ta dizajnu, № U200507438, decl. 26.07.2005, publ. 16.01.2006, Bull. № 1, p. 6.

14. Skiba, M.E. Mihaylovskiy, Yu.B. Filipchenko, E.O. and Golovko, G.S. (2004), *Prystriy dlia vyznachennia ortotropnykh kharakterystyk materialiv* [The device for determining the characteristics of orthotropic materials], Pat. 10891 Ukraine, MPK G 01 N 33/36, Khmel'nyts'kyj derzhavnyj universytet, № 20040806450, decl. 02.08.2004, publ. 15.12.2005, Bull. № 12, p. 2.

15. Mihaylovskiy, Yu.B. Mitsa, V.V. Zolotenko, E.O. and Pat, O.P. (2006), *Sposib vymiryuvannya deformatsii tekstyl'nykh materialiv odiahu* [The method of measuring the deformation of textile garments materials], Pat. 28841 Ukraine, MPK G 01 N 33/36, Khmel'nyts'kyj natsional'nyj universytet, № U200708755, decl. 30.07.2007, publ. 25.12.2007, p. 4.

16. Zamyshlyayeva, V.V. Smirnova, N.A. Lapshin, V.V. Kozlovskiy, D.A. and Hohlova, E.E. (2011), *Sposob opredeleniya relksatsyonnykh svoystv materialov pri izghybe* [Method for determining the relaxation properties of materials in bending], Pat. 2422822 Russia, MPK G 01 N 33/36, Kostromskoy hosudarstvennyy tekhnolohicheskyy universitet, № 2009127130/15, decl. 14.07.2009, publ. 27.06.2011, Bull. № 2, p. 8.

17. Shnidler, W.D. Hauser, P.J. and Shnidler, W.D. (2004), "Chemical finishing of textile", *Woodhead publishing in textiles*, pp. 38–39.

18. Ozimok, G.V. Zakusilov, A.P. and Koval, M.N. (2008), "On the possibility of instrumental assessment softness textile materials", *Naukovyy visnik NLTU Ukrainy*, vol. 18.8, pp. 147–150.