

СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВКЛАДНИХ УСТІЛОК: ЕРГОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

Проведені дослідження фізико-механічних та гігієнічних показників, здійснено біотестування різних видів устілкових матеріалів.

Conducted researches of physicomachanical and hygienic of indicators made biotesting of different kinds of material for insoles

Ключові слова: вкладна устілка, фізико-механічні та гігієнічні властивості, комфортність, екологічна безпека

Постановка проблеми

Основною функцією вкладних устілок є поліпшення внутрішнього вигляду взуття та гігієнічних властивостей. Оскільки вкладна устілка знаходиться в безпосередньому контакті зі стопою, то вона виконує ще ряд важливих функцій, зокрема, створює комфортне відчуття у внутрішньовзуттєвому просторі.

Вкладні устілки виготовляють із натуральних шкір, а також з нетканних матеріалів з покриттям, тканин та інших шкіроподібних матеріалів [1]. Ці деталі повинні захищати стопу від натирання швами, цвяхами та ін., а їх матеріал – забезпечувати паропроникність, особливо в напрямку від підшви до устілки [2].

При розробці та виготовленні вкладних устілок робиться акцент на дослідженні ергономічних та гігієнічних властивостей устілкових матеріалів, але не приділяється увага їх екологічній безпеці.

Останнім часом науковці все більше уваги приділяють вирішенню проблеми заміни натуральних шкір їх штучними аналогами. Надзвичайно широке використання у виготовленні взуття модифікованих природних та штучних і синтетичних речовин, матеріалів, напівфабрикатів тощо поряд із цілою низкою безсумнівних переваг часто має значну кількість недоліків. Серед них одним із найсуттєвіших є екологічна безпека взуття – проблема, яка уже поширилась за межі внутрішніх проблем індустриально високорозвинених держав і набула статусу глобальної [3].

Екологічність взуття як виробу повинна бути забезпечена при його виготовленні за рахунок моніторингу екологічності кожної операції виготовлення і усіх складників, що беруть участь у цьому процесі (устілки, підкладкові і проміжні матеріали, нитки, клеї, декоративні елементи та фурнітура, опоряджувальні, маркувальні та пакувальні матеріали). Створення екологічно безпечного взуття не повинно погіршувати екологічний стан довкілля і виробничого підприємства.

Попередніми дослідженнями встановлено, що одним із обраних найвагоміших показників для споживачів є природність матеріалу [4]. Але натуральний матеріал, наприклад, натуральна шкіра не завжди є екологічно безпечним. Тому в якості об'єкта для дослідження для оцінки фізико-механічних та екологічних властивостей обрано різні устілкові матеріали, що пропонуються як виробникам взуття, так і споживачам у вигляді готових деталей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Одними з основних показників при оцінці комфортного та якісного взуття є фізико-механічні властивості матеріалів. Необхідно, щоб матеріали, з яких виготовляється взуття, захищали стопу від зовнішніх впливів, забезпечували зручність і гігієнічність взуття, були б зносостійкими, зберігали початкову форму взуття і дозволяли надійно скріплювати деталі. При цьому взуття повинно мати красивий вигляд і бути доступним, що також значною мірою залежить від матеріалів, з яких воно виготовляється [5].

До взуттєвих матеріалів ставляться як виробничі, так і споживчі вимоги. Виробничі (технологічні) вимоги – це вимоги до їх міцності на розрив, термостійкості, рівномірної товщини за площею, ізотропності фізико-механічних властивостей тощо. Споживчі вимоги до взуттєвих матеріалів – це вимоги до їх міцності, гігієнічності, еластичності, надійності, довговічності, ремонтпридатності, безпечності та інше [6].

Створення загального мікроклімату всередині взуття, тобто середовища з визначною температурою і вологістю біля поверхні стопи, необхідно для нормального функціонування стопи і всього організму людини. Такий мікроклімат створюється шляхом підбору відповідних матеріалів і конструкції взуття.

До найвагоміших показників гігієнічності при оцінці комфортності взуття відносяться: вологоємність, теплозахисні властивості, жорсткість і маса взуття. Застосування при виготовленні вкладних устілок високоеластичних матеріалів пористих структур знижує масу і жорсткість при згині вкладних устілок, збільшує площу контакту стопи з опорною поверхнею. Проте, багатократна дія зовнішньої сили, поту і температури призводить до безповоротних змін початкових властивостей, що негативно впливає на властивості цих виробів.

При виготовленні вкладних устілок застосовують традиційні для виробів легкої промисловості матеріали: м'яку шкіру, м'яку штучну шкіру, текстильні полотна, високомолекулярні полімерні матеріали монолітних і пористих структур, пробку та інші. З появою і застосуванням для виготовлення взуття замінників шкіри гостро постало питання забезпечення нормальних умов для функціонування стопи, оскільки синтетичні та штучні шкіри мають посередні гігієнічні властивості. Крім того ці матеріали повинні

бути хімічно стабільними.

Формулювання цілі статті

Огляд літературних джерел за темою дозволяє конкретизувати мету роботи, яка полягає у дослідженні фізико-механічних та гігієнічних показників матеріалів вкладних устілок та оцінці біологічної безпеки їх застосування споживачами у повсякденному взутті.

Виклад основного матеріалу

Для проведення дослідження були відібрані готові вкладні устілки та матеріали для них різних виробників, доступні для продажу широкому колу споживачів:

- 1 – із шкіри підкладкової свинячої (ТОВ “ЕМІ-Україна ЛТД”, Україна);
- 2 – із шкіри підкладкової перфорованої (ЗАТ “Чинбар”, Україна);
- 3 – устілка, складовими частинами матеріалу якої є мікрофібра, активоване вугілля, латекс (“Salton”, Іспанія);
- 4 – устілка Caps ACTIFRESH, основою якої є латексна піна з антибактеріальним просочуванням, м’яка поглинаюча латексна піна та віскозне покриття (Польща);
- 5 – устілка з бамбукової соломки (“JUNSHUANG”, Китай);
- 6 – із шкіри підкладкової натуральної (“Finzu”, Китай);
- 7 – тришаровий синтетичний матеріал для вкладної устілки (Китай).

Дослідження фізико-механічних властивостей устілкових матеріалів проводились за наступними показниками: товщина матеріалу, щільність, межа міцності при розтязі, абсолютне видовження при розриві, відносне видовження при розриві. Результати дослідження представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості матеріалів для вкладної устілки

Найменування показників, одиниці виміру	Матеріал (країна-виробник)						
	Шкіра підкладкова свиняча (Україна)	Шкіра підкладкова перфорована (Україна)	Вкладна устілка мікрофібра (Іспанія)	Устілка Caps ACTIFRESH (Польща)	Вкладна устілка з бамбукової соломки (Китай)	Шкіра підкладкова натуральна (Китай)	Тришаровий синтетичний матеріал для вкладної устілки (Китай)
Варіант матеріалу	1	2	3	4	5	6	7
Товщина матеріалу, мм, не більше	0,54	1,49	3,29	3,2	2,63	0,91	2,59
Щільність г/см ³ , не більше	1,11	0,53	0,34	0,30	0,42	0,86	0,16
Межа міцності при розтязі, МПа, не менше	13,4	5,4	3,2	2,7	–	18,5	0,75
Абсолютне видовження при розриві, мм	15,5	33	30,5	14,5	–	14	20,5
Відносне видовження при розриві, %	30	66	29	30	–	29	41

Наведена характеристика фізико-механічних показників свідчить про великі розбіжності в отриманих значеннях, оскільки відібрані устілки виготовлені з дуже різних за походженням, способом виробництва та походженням матеріалів.

Натуральні матеріали вкладних устілок, такі як свиняча підкладкова шкіра, перфорована підкладкова шкіра та натуральна шкіра китайського виробництва мають показники межі міцності при розриві значно вищі, ніж інші матеріали. Дещо нижчим є значення показника межа міцності при розриві для перфорованої підкладкової шкіри, що цілком зрозуміло, оскільки отвори в даному випадку виступають концентраторами напружень.

З даних таблиці 1 видно, що синтетичні матеріали значно поступаються натуральним за показником межа міцності. Навіть за розривним навантаженням, тобто без врахування значної товщини цих матеріалів, вони виявились менш міцними. Сучасні матеріали, основу яких склали латекс та мікрофібра, мають приблизно однакові значення по усіх показниках. Такий результат пов’язаний із тим, що обидва матеріали спінені, мають велику товщину, але як показали дослідження, низьку стійкість до механічних випробовувань.

Найнижчі показники фізико-механічних властивостей має синтетичний тришаровий матеріал. В процесі експлуатації взуття він не забезпечить необхідні вимоги, пред’явлені до нього.

Матеріал вкладної устілки під номером 5 (бамбукова соломка), натуральний, природний матеріал, механічним дослідженням не піддавався, оскільки завдяки своїй структурі та походженню він виконує

основне призначення – забезпечення комфортності мікроклімату внутрішньовоздухового простору та екологічної безпеки.

Досліди з біотестування матеріалів для вкладних устілок проводили з використанням як тест-об'єктів різних видів ряски, що зустрічаються на території України: ряска трійчаста (*Lemna trisulca*) та Вольфія безкоренева (*Wolffia arhiza*). Критеріями оцінки вибрали зміну забарвлення пластинок ряски: пожовтіння, побуріння, втрата інтенсивності забарвлення.

Водні витяжки із взуттєвих матеріалів готували за методикою [7]. Розчини різної концентрації отримали шляхом послідовного розбавлення вихідних витяжок. На основі експериментальних даних встановили середню летальну концентрацію токсичності речовин ЛК 50-96, що містяться у водних витяжках за 96 годин. Для розрахунку середньої летальної концентрації відсоток загиблої ряски виразили в умовних одиницях пробітах, а концентрацію водних витяжок з досліджуваних матеріалів – у десяткових логарифмах.

Результати досліджень з біотестування наводяться в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати біотестування водних витяжок на тест-об'єкті ряска

Вид матеріалу	Концентрація, мг/дм ³	Кількість загиблої ряски, %, за			
		24 години	48 годин	72 години	96 годин
1	2	3	4	5	6
Шкіра підкладкова свиняча (Україна)	0,008·10 ³	0	0	0	10±0,9
	0,08·10 ³	0	0	10±0,2	20±0,6
	0,8·10 ³	10±0,4	20±0,3	25±0,7	30±1,2
	2·10 ³	15±0,3	25±0,6	30±0,5	35±1,1
Шкіра підкладкова перфорована (Україна)	4·10 ³	15±0,6	35±0,4	45±0,5	50±0,3
	0,006·10 ³	0	0	10±0,4	10±0,6
	0,06·10 ³	0	5±0,2	15±0,2	20±1,3
	0,6·10 ³	5±0,7	10±0,3	20±0,2	30±0,8
Вкладна устілка мікрофібра (Іспанія)	1,5·10 ³	15±0,6	20±0,5	25±0,4	40±0,6
	3·10 ³	20±0,4	20±0,2	50±0,8	60±1,2
	0,01·10 ³	0	10±1,1	20±0,8	40±0,9
	0,1·10 ³	10±0,2	10±0,2	20±1,3	50±0,9
Устілка Карс АСТIFRESH (Польща)	1·10 ³	20±0,2	35±0,9	50±0,8	60±1,2
	2,5·10 ³	40±0,6	50±1,2	100±0	100±0
	5·10 ³	40±0,8	50±0,2	100±0	100±0
	0,004·10 ³	0	0	10±0,5	10±0,4
Устілка Карс АСТIFRESH (Польща)	0,04·10 ³	5±0,5	10±0,3	15±0,2	20±0,6
	0,4·10 ³	10±0,4	15±0,4	30±0,7	50±1,1
	1·10 ³	25±0,7	25±0,7	50±1,6	70±1,2
	2·10 ³	30±0,4	35±0,4	50±0,6	75±0,8
Вкладна устілка з бамбукової соломки (Китай)	0,008·10 ³	0	0	0	0
	0,08·10 ³	0	0	0	5±0,9
	0,8·10 ³	0	0	5±0,2	10±0,4
	2·10 ³	0	5±0,8	10±0,5	20±0,2
Шкіра підкладкова натуральна (Китай)	4·10 ³	5±0,2	10±0,4	20±0,5	40±0,7
	0,01·10 ³	0	0	10±0,4	10±0,8
	0,1·10 ³	0	10±0,6	15±0,3	20±1,2
	1·10 ³	5±0,2	10±0,2	15±0,8	25±0,7
Тришаровий синтетичний матеріал для вкладної устілки (Китай)	2,5·10 ³	10±0,2	15±0,4	25±0,2	35±0,9
	5·10 ³	10±0,4	25±0,2	40±0,7	50±1,1
	0,0056·10 ³	0	0	0	5±0,8
	0,056·10 ³	0	0	10±0,4	20±0,2
Тришаровий синтетичний матеріал для вкладної устілки (Китай)	0,56·10 ³	0	10±0,3	15±0,2	30±0,9
	1,4·10 ³	10±0,3	25±0,8	35±0,4	40±0,5
	2,8·10 ³	10±0,4	25±0,6	40±0,5	45±1,1

Аналіз результатів досліджень показав, що ряска дійсно є дуже чутливим тест-об'єктом, оскільки при високих концентраціях вона реагувала вже протягом перших 24 годин. При найнижчій концентрації протягом перших 24 годин цей тест-об'єкт не дав реакції в жодному випадку.

Для порівняння токсичності усіх досліджуваних матеріалів розглянемо залежність кількості загиблої ряски (%) при найвищій концентрації їх водних витяжок після 96 годин спостереження.

З наведених даних тестування видно, що найбільш токсичним матеріалом для вкладної устілки є синтетичний матеріал з мікрофібровою структурою (Іспанія). Водна витяжка з цього матеріалу виявляє гостру токсичність вже на другу добу досліджень. Летальна концентрація ЛК50-96 водної витяжки

становить $0,047 \cdot 10^3$ мг/дм³, а через 48 годин тестування спостерігався некроз усіх тест-об'єктів.

Наступним матеріалом за рівнем токсичності є латексний матеріал Kaps ACTIFRESH з групи синтетичних матеріалів. Кількість загиблих тест-об'єктів за 96 год перевищила 70 %.

При найнижчій концентрації водної витяжки з шкіри підкладкової свинячої (Україна) та шкіри підкладкової натуральної (Китай), окремі пластинки ряски локально знебарвились та пожовтіли лише на четверту добу тестування. При найвищій концентрації, відсоток загиблої ряски за 96 год досягнув рівня майже 50 %.

Перфорована натуральна шкіра (Україна) є більш токсичним матеріалом, ніж підкладкова свиняча шкіра, оскільки за 96 годин тестування загинуло майже 60 % тест-об'єктів.

Найменш токсичним є матеріал для вкладної устілки з бамбукової соломки (Китай). Тест-реакція на водну витяжку із бамбукової соломки для вкладної устілки не виявив гострої токсичності. Для цього матеріалу ЛК50–96 не встановлена, в зв'язку з тим, що при найвищій концентрації за весь термін тестування загибель тест-об'єкту дафнія не досягла 50 %. Це пов'язано з тим, що матеріал є природного походження і компонентом, на який прореагувала ряска вочевидь є або фарба, або волокниста основа для скріплення матеріалу.

Також одним з найменш токсичних виявився тришаровий синтетичний матеріал для вкладної устілки (Китай). У водній витяжці при найвищій концентрації $2,8 \cdot 10^3$ мг/дм³ через 96 годин спостерігалось лише часткове знебарвлення ряски.

Таким чином, здійснені дослідження з біотестування матеріалів для вкладних устілок наглядно продемонстрували, що найбільшою токсичністю характеризуються водні витяжки із матеріалу мікрофібра, а найменшою – матеріали для вкладної устілки з бамбукової соломки та тришаровий синтетичний матеріал для вкладної устілки (Китай). Це дозволяє успішно і безпечно використовувати їх при виготовленні взуття.

Висновки

В результаті проведених досліджень фізико-механічних показників матеріалів для вкладних устілок, встановлено, що натуральні шкіри різних виробників за показниками міцності перевершують нормативні значення для підкладкових шкір, а синтетичні матеріали, незалежно від особливостей структури та виготовлення, їм поступаються.

Проведене біотестування різних видів устілкових матеріалів природного та синтетичного походження виявило ступінь їх токсичності. Отримані результати дозволяють обґрунтовано зробити висновки, які матеріали не варто застосовувати виробникам та споживачам взуття з метою збереження здоров'я людини та забезпечення екологічної безпеки довкілля.

Література

1. Устілки взуттєві вкладні. Загальні технічні умови: РСТ УССР 1515-84. – К.: Госплан УССР, 1984. – 8 с. – Республіканські стандарти.
2. Ченцова К.И. Стопа и рациональная обувь / Ченцова К.И. – М.: «Легкая индустрия», 1974. – 216 С.
3. Шкарупа В.Ф. Основи екології та безпеки товарів народного споживання: [навчальний посібник для вузів] / Шкарупа В.Ф. – К.: КНТЕУ, 2002. – 315 с.
4. Лобанова Г.Є. Дослідження впливу конструкторсько-технологічних особливостей взуття на психологічну оцінку його комфортності / Г.Є. Лобанова В.М. Цимбалюк, Ю.В. Пухальська // Вісник ХНУ, № 3, 2012. – С.249-254.
5. Зурабян К.М. Материаловедение изделий из кожи / Зурабян К.М., Краснов Б.Я., Бернштейн М.М. – М.: Легпромбытиздат. – 1988. – 416 с.
6. Савина З.Г. Товароведение обуви / Савина З.Г. – М.: Экономика, 1984. – 248 с.
7. Мандзюк І. А. Лобанова Г.Є. Дослідження з біотестування взуттєвих матеріалів / І.А. Мандзюк, Г.Є. Лобанова // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2005. – № 6. – Т. 2. – С. 212–217.

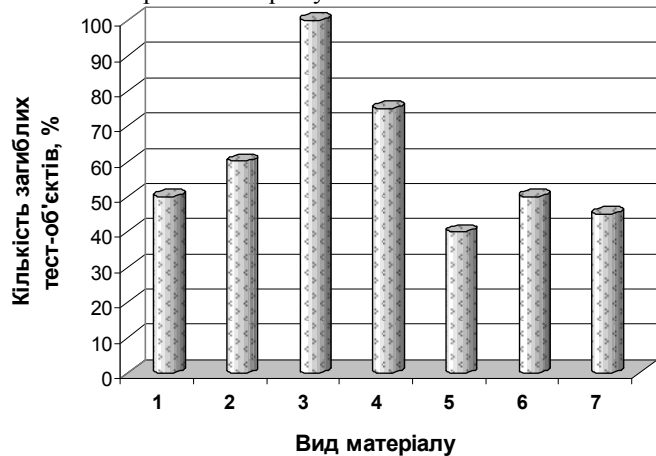


Рис. Кількість загиблої ряски (%) при найвищій концентрації водної витяжки матеріалів за 96 год тестування: 1 – шкіра підкладкова свиняча (Україна); 2 – шкіра підкладкова перфорована (Україна); 3 – вкладна устілка мікрофібра (Іспанія); 4 – устілка Kaps ACTIFRESH (Польща); 5 – вкладна устілка з бамбукової соломки (Китай); 6 – шкіра підкладкова натуральна (Китай); 7 – тришаровий синтетичний матеріал для вкладної устілки (Китай)

Надійшла 6.9.2012 р.
Рецензент: д.т.н. Параска Г.Б.