

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІЦНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ

*Стаття відноситься до області взуттєвого виробництва, точніше до характеристик міцності, довговічності та зносостійкості. Розглянуто матеріали верха та низу взуття – штучні та натуральні шкіри, резины. На основі відомих літературних даних проаналізовано наступні їх характеристики: межа міцності на розтяг, опір багаторазовому згину, показники зносостійкості та жорсткості. Враховуючи те, що ці характеристики пов'язані між собою та з іншими, наведено рекомендації щодо параметрів жорсткості деяких матеріалів. Виконаний аналіз дозволить здійснювати цілеспрямований вибір матеріалів взуття, які забезпечать його міцність та зносостійкість. Наведені рекомендації базуються на результатах експериментальних даних та досвіду використання взуття.*

*Ключові слова: характеристики міцності, довговічності та зносостійкості взуття, межа міцності на розтяг, опір багаторазовому згину, показники зносостійкості та жорсткості.*

V.L. MARCHENKO

Khmelnytsky National University

## COMPARATIVE ANALYSIS OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF SHOES

*The article relates to shoe production, precisely the characteristics of strength, durability and wear resistance. Considered Material top and bottom of shoes - artificial and natural leather, rubber. Based on the known literature data analysis of the following characteristics: tensile strength, resistance to repeated bending performance durability and rigidity. Given that these characteristics are interrelated and other parameters are recommendations for the rigidity of some materials. The analysis will allow for targeted choice of materials shoe that will ensure its strength and durability. The recommendations are based on experimental data and experience with shoes.*

*Keywords: characteristics of strength, durability and wear resistance of footwear, tensile strength, resistance to repeated bending performance durability and rigidity.*

### Вступ

Зниження матеріальних можливостей населення останнім часом призводить до того, що питання довговічності взуття набувають особливої актуальності і дещо можуть бути вирішені вибором відповідних матеріалів. В літературі важко знайти джерела, в яких були б сконцентровані відомості про їх характеристики міцності та зносостійкості. Звісно, ці питання не обділені увагою дослідників, але для зведення цих відомостей в одному документі, що і дає можливість здійснити обґрунтований їх вибір, необхідно витратити певний час. Виконання цих функцій і є задачею, поставленою в даній роботі.

### Основна частина

Деталі взуття працюють в різних умовах і, тому, піддаються різним силовим впливам і мають відмінні критерії руйнування. Деталі верху взуття схильні до багаторазового вигину, розтягування і, в деякій мірі, зносу. Внаслідок розтягуючих зусиль, що виникають при носінні взуття, спрямованих то вздовж, то впоперек стопи в матеріалі на тканинній або волокнистій основі можуть спостерігатися зрушення нитки в структурі тканини, порушення зв'язку основи з лицьовим покриттям, дефекти лицьового покриття. При експлуатації взуття на матеріалі верху утворюються складки в поперечному напрямку. Залежно від властивостей матеріалів і від конструкції взуття величина складок різна і характеризується величиною радіуса їх кривизни: для тонких і еластичних матеріалів радіус кривизни становить 0,5-1 мм, для більш жорстких і товстих – до 5-10 мм. Напруження розтягу виникають в місцях з'єднання верху взуття з підшвою. Суттєвого зносу зазнають деталі верху і низу взуття. Все це призводить до необхідності аналізу відповідних механічних характеристик: межі міцності на розтяг, опору багаторазовому згину, показників зносостійкості.

Широке застосування в взуттєвій промисловості знаходять штучні матеріали. Однак великим недоліком штучних матеріалів є їх мала стійкість до багаторазових вигинів і тертя, особливо при низьких і підвищених температурах. За даними, отриманими на приладі для випробування на багаторазовий вигин з розтягуванням [1], натуральна хромово шкіра витримує не менше 2-2,5 млн циклів і річну інтенсивну носку. Штучні шкіри для верху хромового взуття за результатами цих досліджень давали значно гірші показники (300–500 тис.) і практично в закритому взутті не витримували більше 3-4 міс. інтенсивної носки без руйнування покриттів. Наведені значення свідчать про відсутність точної кореляції між дослідними даними та результатами носки. В дослідах натуральна шкіра дозволяє здійснювати в п'ять разів більше вигинів але тривалість носки більша лише в три рази.

Нанесення на шкіру відносно жорстких покриттів і підклейка шкіри тканиною зменшують стійкість шкіри до багаторазового вигину, при цьому на лицьовій поверхні шкіри при вигині утворюються грубі складки. Попередня витяжка шкіри як в поздовжньому, так і в поперечному напрямках також призводить до зменшення стійкості шкіри до багаторазового вигину.

Є можливість збільшити опір багаторазовому вигину шляхом введення в лицьове покриття армуючих сіток, при цьому кількість циклів на приладі до руйнування лицьового покриття досягає 2-3 млн. циклів. Однак носкість цих матеріалів в союзці ще не дорівнює несучості натуральної хромової шкіри.

Підвищення опору багаторазовому вигину істотно впливає на тривалість ношення штучних шкір. В роботі [2] наведені результати випробувань на багаторазовий вигин «гармошкою» ворситу з даними дослідної носки, які представлені на рис. 1. Як видно з графіка підвищення міцності на багаторазовий вигин в степеневій залежності призводить до підвищення довговічності взуття. При цьому контрольна хромово

шкіра витримувала в цих же умовах понад мільйон циклів без руйнування.

Величина межі міцності на розрив натуральних шкір залежить від цілого ряду чинників: виду і стану шкіряної сировини, характеру технологічних процесів (підготовчих операцій, дублення, оздоблення) [3]. Так, величина цього показника для шеврету 1-1,5 кгс/мм<sup>2</sup>; шевро 1,3-2,0, свинячих хромових шкір, шкір, вироблених зі шкур великої рогатої худоби хромовим і хром-рослинним дубленням 1,5-3,5 кгс/мм<sup>2</sup>. Так як у виробках з шкір з німецьким лицьовим шаром виникають тріщини як в процесі їх виготовлення, так і при експлуатації, міцність лицьового шару при розтягуванні для хромових шкір і юхти не менше 2 кг/мм<sup>2</sup>, шевро - 1,3, свинячих шкір - 1,6, шеврету - 1, юхти взуттєвої яловичої і конської - 1,5 кг/мм<sup>2</sup>. У табл. 1 наводяться дані про величини сили, що вимагається для розриву смужки шириною 10 мм і прориву кулькою з діаметром 10 мм різних видів шкір III класу [4].

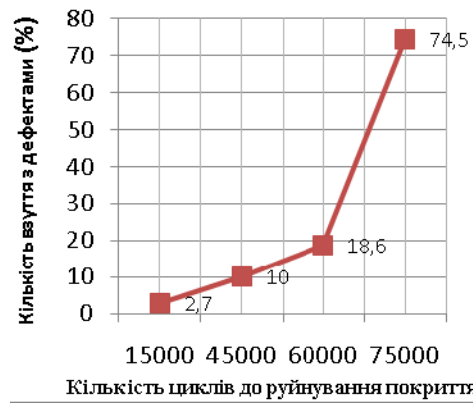


Рис. 1. Результати випробувань на багаторазовий вигин ворситу з даними дослідного ношення

Таблиця 1

**Порівняльні дані про характеристики міцності шкір III класу**

Шкіра хромова	Сила при розриві, кгс		Сила при трісканні, кгс	
	при розтягуванні	при продавлюванні	при розтягуванні	при продавлюванні
опойок	29,2	83,6	23,9	60,1
виросток	32,9	98,2	24,6	60,0
Полушкірник	29,7	100,7	24,4	60,7
Кінська	23,8	63,8	19,1	46,5
Шеврет	25,5	74,0	15,4	43,7
Юхта	43,0	124,7	41,2	107,1

У таблиці 2 наведені результати випробувань на знос різних штучних матеріалів верху взуття [1].

Таблиця 2

**Опір стиранню різних матеріалів для верху взуття**

Матеріал	Втрата у вазі лицьового покриття, г / кВт · год	Ослаблення міцності після стирання, %
Лак штучний(ПВХ)	53	0,0
Опойок хромовий	37	0,6
Павинол на вельветоні	120-156	0,8
Шарголін	149-198	16,8
Ворсит	524-700	32,3

Стійкість матеріалів для верху хромового і юхтового взуття має велике значення. Спеціальними роботами виявлена пряма залежність між показником стійкості матеріалу для халяв взуття і їх зносом при ношенні, так як стійкість матеріалу визначає величину і кількість складок, від яких залежить швидкість появи і розмір потертості халяв. При підвищеній стійкості утворюються грубі складки, які зумовлюють швидку появу потертості на великій площі на гребенях складок. При занадто низькій стійкості халяви чобіт можуть «осідати». У ношенні під впливом багаторазових деформацій показник стійкості знижується на 50–70%. З огляду на цю обставину, рекомендується оптимальна стійкість матеріалів для халяв в межах 80-40 г. Фактична стійкість кирзи СК знаходиться в межах 80–100 г, шарголіна 70–90 г [1].

Для підшовної шкіри межа міцності при розтягуванні дорівнює 15 ... 50 МПа, а межа міцності при стисненні - 150 ... 350 МПа. Спостерігається сильне зменшення міцності при стисненні при зволоженому зразку, тоді як при розтягуванні межа міцності при зволоженні різко зростає.

У табл. 3 наводяться дані, отримані при випробуванні шкір різного дублення при сухому і мокрому піску на приладі А. І. Позняка [5].

З цих даних виходить, що шкіри в сухому стані зношуються значно повільніше, ніж у вологому стані. Крім того, під час випробування в сухому стані шкіри рослинного дублення виявилися за якістю вище, ніж хромового дублення. Шкіри по шарам мають різну швидкість стирання. Лицьовий шар і бахтармянний зношуються швидше, ніж середній. Так, в підшовних шкурах хромрослинного дублення товщиною 4,7 мм лицьовий шар в межах 1,3 мм і шар з бахтармяного боку в межах 1 мм зношується на 1 мм приблизно за 14 днів, а середній – на стільки ж за 45 днів і на окремих ділянках шкіри за 68 днів. Останній (бахтармянний) шар товщиною в 0,8 мм на знос не працює.

Таблиця 3

**Зносостійкість підошовної шкіри на приладі А. І. Позняка (ч/мм)**

Вид дублення шкіри	Сухий пісок при тиску, кгс			Мокрий пісок при тиску, кгс		
	7,5	15	30	7,5	15	30
Хромове	236	33,7	29,6	49,0	17,1	7,45
Хромрослинне	132	67,3	50,5	37,6	12,6	5,20
Рослинне	196	56,6	60,6	22,5	12,2	6,30

Гумові підошви відрізняються високою зносостійкістю, достатньою стійкістю до багаторазового вигину, подовженню. Так, якщо для зносу 1 мм товщини підошви з натуральної шкіри потрібно 25-30 днів, то для зносу 1 мм товщини кольорової гумової підошви – 50, чорної – 90 днів і більше. Однак гумові підошви поступаються шкіряним за межою міцності на розтяг, морозостійкістю, швидкістю старіння в процесі зберігання, викришуванню країв, міцністю тримання гвинта, теплопровідністю (непориста гума). Чисельні значення опору стирання різних підошовних гум з урахуванням їх типів нормуються в межах 700–1200 см<sup>3</sup>/кВт год [6]. Показник опору стирання гуми краще пов'язаний з носкістю, ніж у підошовної жорсткої шкіри, так як гума не змінює своїх властивостей під впливом вологи.

Мінімальний опір багаторазового вигину для всіх видів пластини і підошов непористих встановлено 15 000, для пористих – 25 000, для кожволону – 20 000.

Показник опору стирання гуми краще пов'язаний з несучістю, ніж у підошовної жорсткої шкіри, так як гума не змінює своїх властивостей під впливом вологи. Але все ж прямо він не може характеризувати порівняну носкість різних гум, які різко відрізняються за властивостями, так як на знос впливає їх розтяжність, твердість і здатність до амортизації. З табл. 4 видно, що при рівному опорі стиранню носкість вище у гум з меншою твердістю.

Таблиця 4

**Зіставлення стиранням зі 100-відсотковим зносом чорних гумових**

Опір стиранню, см <sup>3</sup> /кВт·ч	Твердість за ТМ-2	Число днів до появи 100-відсоткового зносу каблук
1515	87	79
1014	77	82
1128	71	86
950	88	92
917	77	96

Зносостійкість гуми по окремим її шарам на відміну від шкіри практично однакова, отже, знос йде з однієї і тієї ж швидкістю. Час зносу 1 мм товщини підошви для різних гум коливається в межах від 35 до 80 днів. Встановлено, що після зносу до певної товщини (1,25-1,50 мм) гума підошва внаслідок стирання при ходьбі розривається (неробочий шар), що пояснюється її меншою міцністю, ніж шкіряною. Цю обставину слід враховувати при встановленні норми товщини для різних видів взуття.

Шкіроподібні гуми володіють високою зносостійкістю, що перевищує в 2-3 рази зносостійкість звичайної гуми [2]. Кожволон – новий вид гумової підошви з волокнистим наповнювачем добре імітує шкіру і перевершує її по зносостійкості в 2 рази.

**Висновки.** Зібрані числові характеристики механічних показників взуттєвих матеріалів дозволяють здійснити їх вибір для підвищення довговічності взуття. Розглянуті матеріали низу та верха дають можливість застосувати їх доцільну композицію, яка забезпечить необхідний термін використання. Наведені дані можуть бути корисні виробникам і користувачам взуття.

**Література**

1. Механические свойства искусственных мягких кож. Часть 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/footweartextile/10.html>
2. Механические свойства искусственных мягких кож. Часть 1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/footweartextile/9.html>
3. Кожи натуральные. Прочность кожи [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/leathernatural/25.html>
4. Физические и механические свойства кожи. Испытание кож III класса на продавливание шариком [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/leatherproperties/17.html>
5. Сопротивление кож истиранию [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/leatherproperties/22.html>
6. Механические и физические свойства обувной резины. Сопротивление резины истиранию [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.otkani.ru/footwearmaterials/rubberproperties/5.html>

Рецензія/Peer review : 16.3.2017 р.

Надрукована/Printed : 19.4.2017 р.

Стаття прорецензована редакційною колегією