

УДК: 685.34.035.53  
: 685.34.036

**ПЕРВАЯ Н.В., АНДРЕЄВА О.А, МАЙСТРЕНКО Л.А**

Київський національний університет технологій та дизайну

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ ШКІР ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЗУТТЯ**

*Мета. Провести порівняльне оцінювання властивостей штучних шкір для верху взуття з метою визначення доцільності їх використання у сучасному взуттєвому виробництві. Методика. В роботі застосовані два незалежні методи – багатокритеріальної компромісної оптимізації у вигляді узагальненої цільової функції та комплексної оцінки у вигляді графічно-числового методу «багатокутника». Результати. Розглянуто сучасні полімерні матеріали – штучні шкіри, призначені для виготовлення деталей верху взуття. З урахуванням функціонально-споживчих та виробничо-економічних вимог до взуття різного призначення виокремлено низку показників властивостей цих матеріалів, які дозволяють об'єктивно обґрунтувати технологічні рішення, спрямовані на зниження ресурсо- та енерговитрат при виготовленні виробів необхідної якості. Наукова новизна. Встановлено доцільність використання тих полімерних матеріалів – штучних шкір, що найбільш здатні забезпечити високу якість та ергономічність взуття. Практична значимість. Проведено порівняльний аналіз властивостей штучних шкір для верху взуття з метою визначення доцільності їх використання у сучасному взуттєвому виробництві.*

**Ключові слова:** взуття, штучні шкіри, порівняльна оцінка.

### **RATIONALE OF THE NEED FOR USE OF ARTIFICIAL LEATHER FOR THE MANUFACTURE OF FOOTWEAR**

PERVAIA N., ANDREYEVA O., MAISTRENKO L.

Kyiv National University of Technology and Design

*Purpose. Analysis of existing methods and instruments for measuring the thermophysical properties of shoe materials and its indicators to determine the appropriateness of using one or another technique depending on the research objectives. Methodology. The paper used the two independent methods of multicriterial compromise optimization in the form of generalized target function and complex evaluation in the form of a graphical-numerical method of the «polygon» Results. Modern polymer materials – artificial leather, intended for the manufacture of details of the top of the footwear was considered. Taking into account functional-consumer and production-economic requirements for shoes of various purposes, a number of indices of the properties of these materials are identified which allow to objectively substantiate technological decisions aimed at reducing resource and energy consumption in the manufacture of products of the required quality. Scientific novelty. The feasibility of using those polymeric materials that are most capable of providing high quality and ergonomics of shoes was found. Practical value. A comparative analysis of the properties of artificial leather for the upper shoe has been carried out to determine the expediency of using them in modern footwear production.*

**Keywords:** footwear, artificial leather, comparative evaluation.

**Вступ.** Найкращим матеріалом деталей верху взуття традиційно вважається добре вичинена натуральна шкіра, яка забезпечує комфортність та високу надійність виробу під час експлуатації. Проте, дефіцит та висока вартість вихідної сировини природного походження породжують відповідний дефіцит і значну собівартість одержаних шкіряних товарів. Сьогодні у світовій практиці для виготовлення верху взуття поряд з натуральною шкірою широко використовуються штучні шкіри. Відповідно до звіту бізнес консалтингової фірми Grand View Research (GVR), світовий ринок штучної шкіри буде коштувати 85 мільярдів доларів наступні десятиліття, а взуттєвий сектор є ключовим фактором зростаючої тенденції – в комбінації з більш низькою собівартістю виробництва товарів

без використання натуральної шкіри [1]. Зростання інтересу до застосування штучних шкір підкріплюється й тим, що такі шкіри не лише на 50-75 % дешевші, ніж натуральні, їх можна створювати із заданими властивостями, рівномірною товщиною та більш однорідними властивостями по всій площі, крім того, вони мають порівнянні функціональні властивості [2-5]. У той же час, це типовий продукт на базі полімерних матеріалів – гум, поліуретанів, латексів тощо.

Склад штучної шкіри визначається глибиною проникнення полімерних та покривних композицій в основу, безперервністю їх зв'язків, загальною товщиною і структурою зовнішнього покриття, хімічним складом полімерної композиції. Майже 80 % верху спеціального взуття в Україні

виготовляється з вінілштучшкіри-Т (совінол) – штучної шкіри на тканій основі з полівінілхлоридним (ПВХ) покриттям, що має структуру із замкненими незв'язаними порами, через що паро- і повітропроникність цього матеріалу дуже низька. Вінілштучшкіра-Т (совінол) складається із тканини (АСТ-28, бавовнолавсанової, віскозної) та однічного пористо-монолітного покриття із суміші ПВХ і нітрильного каучуку СКН-26, отриманого каландровим методом [3].

Аналогічні за структурою та властивостями штучні шкіри виготовляються за кордоном під назвами віністар, вінібан (Японія), арнавон (США) тощо. Розробкою та виготовленням штучних шкір займається ряд європейських фірм, але інформація про особливості технологічного процесу, полімерні та інші матеріали, що використовуються при цьому, недоступна [3,6,7]. Від матеріалів для верху взуття вимагається поєднання суперечливих показників властивостей – паропроникності, гігроскопічності, вологовіддачі з вологозахисною здатністю, а також забезпечення теплозахисних властивостей утепленого взуття тощо. На даний час для деталей верху взуття пропонується використовувати великий асортимент штучних шкір, які повинні забезпечувати високі показники міцності, стійкості до роздирання, стирання, згинання, дії понижених температур. Крім того, для створення нормального мікроклімату всередині взуття вони повинні мати належну гігроскопічність, вологопоглинання, паро- і повітропроникність [6-11]. Одним з видів штучної шкіри, що використовується при виготовленні взуття, є так звана екошкіра, яку отримують шляхом нанесення мікропористої поліуретанової плівки на тканину основу з поліефіру або бавовни. Поліуретан (ПУ) належить до матеріалів з високою зносостійкістю. Сучасні марки ПУ містять у своєму складі безліч функціональних груп (карбамідних, гидроксильних тощо), які притаманні й натуральній шкірі. Екологічно чистими вважають шкіри такого складу: поліуретанове покриття (ПУ) – 26 %, бавовняна основа – 74 %. Оскільки екошкіра не містить токсичних речовин, що здатні викликати алергію, саме тому цю штучну шкіру з ПУ покриттям називають екошкірою [12]. Останнім часом при виробництві взуття знаходять застосування і так звана композиційна шкіра, яку виготовляють з подрібнених шкіряних волокон, спресованих при високому тиску з додаванням в'язучого агента або без нього [13]. Також композиційну шкіру виготовляють з термоактивної смоли і твердого композиту з біомаси (рослинні олії, тканини з натурального волокна, волокна курячого пір'я) [14], що забезпечує водостійкість та повітропроникність.

**Постановка задачі.** Одним із напрямів заповнення нестачі натуральних шкір для верху взуття є використання небіогенних полімерних матеріалів у вигляді штучних шкір. Це пояснюється високою економічністю їх виробництва, наявністю надійних сировинних джерел, можливістю покращувати якість взуття. Разом з тим, велике значення для формування функціонально-споживчих та ергономічних властивостей взуття має правильний вибір матеріалів для його виготовлення. З урахуванням викладеного, поставлено завдання провести порівняльне оцінювання властивостей штучних шкір для верху взуття з метою визначення доцільності їх використання у сучасному взуттєвому виробництві.

**Результати досліджень.** У якості досліджуваних матеріалів у роботі задіяли такі штучні шкіри, які знайшли поширення при виготовленні верху взуття:

– композиційна шкіра – матеріал з подрібнених шкіряних волокон, спресованих при високому тиску з додаванням або без сполучного агента [13];

– екошкіра – матеріал на тканій основі з поліефіру або бавовни з нанесеною мікропористою поліуретановою плівкою [12,15];

– кирза взуттєва – (ГОСТ 9333) – тришарова бавовняна тканина-кирза, просочена розчином синтетичного каучуку; має тиснену чорну поверхню; призначена для виготовлення халяв чобіт, деталей виробничого взуття [16,17];

– шарголін (ГОСТ 9277) – тришарова бавовняно-поліефірна кирза, шпредирувана з одного боку ПВХ-пластикатом, із тисненням під натуральну юхту, товщиною 1,2 мм; використовується для виготовлення халяв юхтових чобіт [16,18];

– вінілштучна шкіра – Т взуттєва – пориста і пористо-монолітна (ТУ 17-21-384) технічна тканина товщиною 0,6-1,8 мм з одностороннім або пористо-монолітним ПВХ-покриттям; має різне пофарбування, малюнок тиснення або друку, оздоблена під золото, перламутр і т.і; використовується для виготовлення літнього, весняно-осіннього та зимового асортименту взуття [16,19].

Доцільність використання певного матеріалу визначали за допомогою методу багатокритеріальної компромісної оптимізації [20]. Під час пошуку оптимального значення технологічних параметрів або показників у тому випадку, коли кількість критеріїв якості, за якими проводять компромісну оптимізацію, перевищує два, застосовують метод багатокритеріальної компромісної оптимізації у вигляді узагальненої

цільової функції:

$$Y_{заг,r} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (1 - D_{jr})^2 * W_j^2}, \quad (1)$$

де  $Y_{заг,r}$  – значення узагальненої цільової функції для  $r$ -го показника, яка у випадку пошуку оптимуму прагне до ( $Y_{заг,r} \rightarrow 0$ ) і дозволяє оцінити близькість цієї точки до гіпотетичного оптимального значення у кодованій формі, що дорівнює 1;  $D_{jr}$  – зведене до інтервалу 0-1 значення  $j$ -го відгуку (критерію якості) у  $r$ -му досліді експерименту, залежно від обраної для певного критерію якості мети це значення обчислюють за різними формулами;  $W_j$  – значимість  $j$ -го критерію якості (відгуку) практично дорівнює  $1/\sum j$ ;  $m$  – кількість критеріїв якості відгуків.

Окрім того, для комплексної оцінки властивостей штучних шкір для верху взуття додатково застосували графічно-числовий метод (метод «багатокутника»), що базується на поєднанні графічного та кількісного способів. Особливістю методу є вибір матеріалу-еталону, який серед порівнюваних матеріалів має найкращі або досить високі показники. Об'єктивність оцінки якості досліджуваного матеріалу забезпечується порівняльним аналізом низки (у нашому випадку шести) показників, які характеризують його найбільш важливі властивості. Для цього у багатокутнику виділяють центр, поділяючи фігуру трикутниками на рівні частини. Кожному катету трикутника відповідає найбільша величина показника якості матеріалу-еталону. Рейтинг порівнюваних об'єктів встановлюють за співвідношенням площі фігури для певного об'єкту та площі фігури для об'єкту-еталону [21]. Для обґрунтування доцільності використання штучних шкір для верху взуття спочатку сформувавши номенклатуру показників їх якості. При цьому врахували вимоги стандартів щодо відповідності матеріалу певним нормативним документам чи установленим вимогам, а також відповідність матеріалу вимогам споживача. Вибір показників для формування номенклатури показників якості проводили у такій послідовності: визначення стандартизованих обов'язкових і рекомендованих показників для конкретного виробу та матеріалів для його виготовлення → аналіз того, чи достатньою мірою стандартизовані показники характеризують відповідність властивостей матеріалу споживчим та виробничим вимогам → доповнення номенклатури стандартизованих показників додатковими показниками, які сприяють забезпеченню вірогідного оцінювання відповідності конкретного матеріалу вимогам споживача. Вибір показників

якості проводили з урахуванням призначення та умов використання виробу, аналізу вимог споживача, задач управління якістю та встановлених вимог до показників якості продукції. Враховуючи функціонально-споживчі та виробничо-економічні вимоги до взуття, було виокремлено ряд показників властивостей штучних шкір для верху взуття, які дозволяють об'єктивно обґрунтувати технологічні рішення, спрямовані на зниження ресурсо- та енерговитрат при виготовленні виробів необхідної якості. До таких показників, на нашу думку, можна віднести наступні показники надійності та довговічності: межу міцності при розтягненні, відносне подовження при розриві та жорсткість. Ергономічні вимоги до матеріалів верху взуття, які забезпечують зручність та комфорт споживача під час експлуатації виробу, реалізуються через показники паропроникності (ГОСТ 22900-78. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения), вологовіддачі (ГОСТ 20830-75. Кожа искусственная. Методы определения односторонних влагопоглощения и влагоотдачи) та гігроскопічності (ГОСТ 8971-78. Кожа искусственная, пленочные материалы и обувной картон. Методы определения гигроскопичности и влагоотдачи).

При порівнянні показників властивостей штучних шкір для верху взуття (табл. 1), які були взяті з доступних джерел інформації [12,13,15-19], за методом багатокритеріальної компромісної оптимізації встановлено найменшу величину узагальненої цільової функції ( $U_{заг,r} = 0,033$ ), тобто перше місце у рейтингу, для композитної шкіри, найбільшу величину цього показника ( $U_{заг,r} = 0,060$ ), тобто останнє місце у рейтингу – для кирзи взуттєвої (табл. 2). Для оцінювання якості вибраних матеріалів для верху взуття застосували ще один незалежний метод – графічно-числовий, за яким площа утвореної фігури визначає рівень якості певного матеріалу ( $P_i$ ), а співвідношення площі фігури для цього матеріалу  $S_i$  та площі фігури для матеріалу-еталону  $S_e$  відповідає комплексній оцінці якості досліджуваного матеріалу ( $K_i = S_i : S_e$ ) (табл. 3, рис. 1). За результатами багатокритеріальної компромісної оптимізації за матеріал-еталон вибрали композиційну шкіру з найкращим показником узагальненої цільової функції ( $U_{заг} = 0,033$ ), що обумовлено її високими показниками надійності-довговічності. Незначний відрив від еталонного показника  $U_{заг}$  виявлено для екошкіри (0,042) й більш суттєвий, майже в два рази, для інших видів шкір (кирзи взуттєвої, шарголіну, вінілштучної шкіри – Т взуттєвої) (табл. 2).

Таблиця 1

**Показники штучних шкір для верху взуття**

Позиція	Вид шкіри	Межа міцності при розтягненні, 10 МПа <b>ММ</b>	Відносне подовження при розриві, % <b>ВР</b>	Жорсткість, сН <b>Ж</b>	Паропроникність, мг/см <sup>2</sup> -год <b>ПП</b>	Вологовіддача, % <b>ВВ</b>	Гігроскопічність, % <b>Г</b>
<b>1</b>	Композиційна шкіра	2,3	6,8	240,4	2,2	10,9	11,2
<b>2</b>	Екошкіра	3,0	5,3	421,1	2,5	2,3	8,1
<b>3</b>	Кирза взуттєва	1,9	13,0	60,0	1,0	3,9	4,9
<b>4</b>	Шарголін	2,0	13,0	45,0	1,2	3,9	4,9
<b>5</b>	Вінілштучна шкіра – Т взуттєва	1,8	20,0	70,0	1,1	4,0	5,0

Таблиця 2

**Результати рейтингу досліджуваних шкір методом багатокритеріальної компромісної оптимізації**

Позиція	Y <sub>j</sub>						Σ(1-D <sub>jr</sub> ) <sup>2</sup>	U <sub>заг</sub>
	<b>ММ</b>	<b>ВР</b>	<b>Ж</b>	<b>ПП</b>	<b>ВВ</b>	<b>Г</b>		
<b>1</b>	2,3	6,8	240,4	2,2	10,9	11,2	1,380	0,033
<b>2</b>	3,0	5,3	421,1	2,5	2,3	8,1	2,242	0,042
<b>3</b>	1,9	13,0	60,0	1,0	3,9	4,9	4,651	0,060
<b>4</b>	2,0	13,0	45,0	1,2	3,9	4,9	4,335	0,058
<b>5</b>	1,8	20,0	70,0	1,1	4,0	5,0	4,355	0,058

За допомогою графічно-числового методу визначили площу фігур для кожного виду досліджуваних шкір (табл. 3, рис. 1), завдяки чому встановили співвідношення площі фігури для всіх штучних шкір та площі фігури для шкіри-еталону

(композиційна шкіра): шкіра синтетична взуттєва «екошкіра» – 93,8 %, кирза взуттєва – 66,5 %, шарголін – 46,6 %, вінілштучна шкіра – Т взуттєва – 45,5 %.

Таблиця 3

**Комплексна оцінка якості досліджуваних шкір**

Показник	Позиція									
	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>5</b>	
	P <sub>i</sub> =P <sub>e</sub>	K <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>
ММ, МПа	<b>2,3</b>	1,00	3,0	1,28	1,9	0,81	2,0	0,85	1,8	0,77
ВР, %	<b>6,8</b>	1,00	5,3	0,78	13,0	1,91	13,0	1,91	20,0	2,94
Ж, сН	<b>240,4</b>	1,00	421,1	1,75	60,0	0,25	45,0	0,19	70,0	0,29
ПП, мг/см <sup>2</sup> -год	<b>2,2</b>	1,00	2,5	1,14	1,0	0,45	1,2	0,55	1,1	0,50
ВВ, %	<b>10,9</b>	1,00	2,3	0,21	3,9	0,36	3,9	0,36	4,0	0,37
Г, %	<b>11,2</b>	1,00	8,1	0,72	4,9	0,44	4,9	0,44	5,0	0,45
S <sub>i</sub> , см <sup>2</sup>	17,6		16,5		11,7		8,2		8,0	

Слід зазначити, що між показниками узагальненої цільової функції та площею багатокутника встановлено лінійну залежність, коректність якої підтверджена величиною

достовірності апроксимації R<sup>2</sup> = 0,8880, що > 0,7500 (рис. 2).

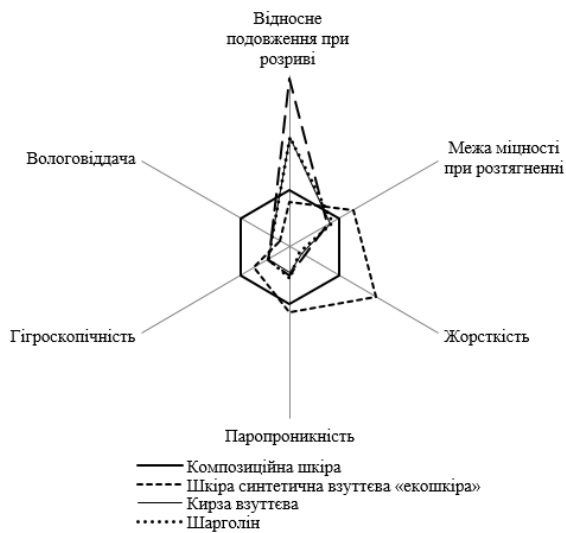


Рис. 1. Визначення комплексної оцінки штучних шкір

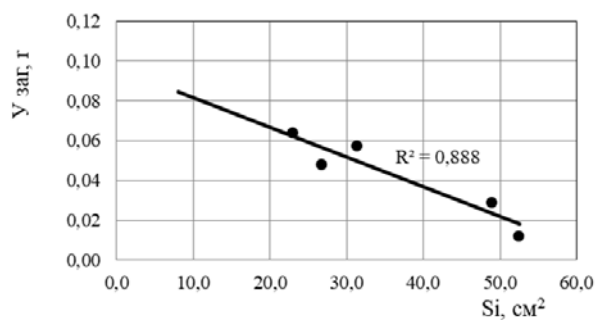


Рис. 2. Взаємозв'язок показників загальної цільової функції та площі багатокутника

**Висновки.** Аналіз літератури виявив тенденцію використання штучних шкір для виготовлення верху взуття як важливого джерела заповнення нестачі натуральних шкір. Широке використання штучних шкір у якості основного компонента зовнішніх деталей верху обумовило нагальну потребу в обґрунтованому підході до вибору цих матеріалів. Враховуючи функціонально-споживчі та виробничо-економічні вимоги до взуття, важливо було визначити такі показники властивостей шкір для верху взуття, які дозволяють об'єктивно обґрунтувати технологічні рішення, спрямовані на зниження ресурсо- та енерговитрат при виготовленні виробів необхідної якості. Виходячи з наявної інформації і практичного досвіду, до показників надійності та довговічності можна віднести межу міцності при розтягненні, відносне подовження при розриві, жорсткість, а до показників ергономічності – паропроникність, вологовіддачу та гігроскопічність.

З метою обґрунтованого вибору матеріалу небіогенного походження для верху взуття досліджено п'ять штучних шкір: композиційну шкіру

з подрібнених шкіряних волокон, спресованих при високому тиску з додаванням або без додавання сполучного агента; екошкіру на тканий основі з полієфіру або бавовни з нанесеною мікропористою поліуретановою плівкою; тришарову бавовняну тканину-кирзу, просочену розчином синтетичного каучуку (кирза взуттєва); тришарову бавовняно-полієфірну кирзу, шпредировану з одного боку ПВХ-пластиком, із тисненням під натуральну юхту (шарголін); вінілштучну шкіру – Т взуттєву. Порівняльне оцінювання властивостей шкір двома незалежними методами – багатокритеріальної компромісної оптимізації та графічно-числовим дало змогу виявити, що найкращі показники надійності-довговічності (межа міцності при розтягненні 2,3 МПа, відносне подовження при розриві 6,8 %, жорсткість 240,4 сН) та ергономічні та гігієнічні властивості (паропроникність 2,2 мг/см<sup>2</sup>-год, вологовіддача 10,9 %, гігроскопічність 11,2 %) має композиційна шкіра, яка набуває все більшої популярності серед світових виробників взуття. Дещо поступається їй екошкіра. Одержані результати будуть використані при розробці сучасних конструкцій та технологій виготовлення взуттєвих виробів різного призначення.

#### Список використаних джерел

1. <https://www.mobihealthnews.com/tag/grand-view-research>
2. Штучна шкіра для взуття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: iskoz.com.ua
3. Тихонова Н.В. Натуральные и синтетические полимеры в современном производстве обуви / Н.В. Тихонова, Т.В. Жуковская, Л.Ю. Махоткина. // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 9. – С. 369–372.
4. Karkalića R. M. Characteristics of polyurethane and elastomer parts for shoe industry produced by liquid injection molding technology / R.M. Karkalića, J.R. Radulović, D. B. Jovanović // Vojnotehnički glasnik. Military technical courier. – 2017. – Vol. 65, Issue 4. – pp. 948–967.
5. Никитина Л.Л. Перспективные полимерные материалы в производстве обуви / Л.Л. Никитина, О.Е. Гаврилова // Вестник технологического университета. – 2012. – № 5. – С. 190–194.
6. Половников І.І. Дослідницькі технології у виробництві спеціального взуття / І.І. Половников, В.І. Андрущак, М.С. Беднарчук. – Львів : Львівська комерційна академія, 2014. – 53 с.
7. Борозна В.Д. Комплексная оценка свойств искусственных кож / В.Д. Борозна, А.Н. Радюк // Дизайн и технологии. – 2015. – № 50 (92). – С. 47–51.
8. Обрізан В. А. Розробка конструкції і технології виготовлення спеціального взуття литтєвого методу кріплення із застосуванням нових матеріалів: дис. канд. наук: спец. 05.19.06 / В. А. Обрізан. – КНУТД. – К, 2007.

9. Черепакхіна Р. З. Розробка спеціального взуття для шахтарів: автореф. дис. канд. техн. наук: . 05.19.06 / Р. З. Черепакхіна. – КНУТД. – К., 2005. – 20 с.

10. Лобанова Г. Є. Розробка технології виготовлення деталей із нових композиційних матеріалів для спеціального взуття: дис. канд. техн. наук: . 05.19.06 / Г. Є. Лобанова. – ХНУ. – Хмельницький, 2009. – 21 с.

11. Ковальчук М. І. Огляд ринку матеріалів, які використовують у виробництві спеціального взуття / М. І. Ковальчук // Товарознавчий вісник : Збірник наукових праць. – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – С. 119–123.

12. Бекашева А. С. Характеристики и свойства экокожи – материала, имитирующего натуральную кожу / А. С. Бекашева // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 16. – С. 134–136.

13. Бекк Н.В. Изучение свойств композиционной кожи / Н.В. Бекк, О.Э. Кошелева, В.А. Володин, Л.Ю. Махоткина. // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 6. – С. 106–108.

14. Cao H. Development and evaluation of apparel and footwear made from renewable bio-based materials / H. Cao, R. P. Wool, P. Bonanno, Q. Dan, J. Kramer, S. Lipschitz // International journal of Fashion Design, Technology and Education. – 2014. – Vol. 7, No. 1. – pp. 21-30.

15. Штучна шкіра для взуття [Електронний ресурс]. – Режим доступу: iskozh.com.ua

16. Зурабян К.М. Материаловедение изделий из кожи / К.М. Зурабян, Б.Я. Краснов, М.М. Бернштейн. – М. : Легпромбытиздат, 1988. – 416 с.

17. ГОСТ 9333-70. Кирза обувная. Технические условия.

18. ГОСТ 9277-79. Шарголин. Технические условия.

19. ТУ 17-21-384-84. Винилискожа-Т обувная монолитная, пористая, пористо-монолитная.

20. Основи створення сучасних технологій виробництва шкіри та хутра : монографія / А.А. Горбачов, С. М. Кернер, О.А. Андреева, О.Д. Орлова. – К. : КНУТД, 2007. – 190 с.

21. Y. Fordzyun, O. Andreyeva, L. Maistrenko. Level of comfort: artificial and natural shoe materials. A comprehensive assessment // Key Engineering Materials. – 2013. – V. 559. – pp. 25–30.

## References

1. <https://www.mobihealthnews.com/tag/grand-view-research>

2. Artificial leather for shoes [Electronic resource]. – Mode of access: iskozh.com.ua

3. Tikhonova N.V. Natural and synthetic polymers in modern footwear production / N.V. Tikhonova, T.V. Zhukovskaya, L.Yu. Makhotkina. // Bulletin of Kazan Technological University. - 2010. - No. 9. - P. 369-372.

4. Karkalića R.M. Characteristics of polyurethane and elastomer parts for shoe industry produced by liquid injection molding technology / R.M. Karkalića, J.R. Radulović, D.B. Jovanović // Vojnotehnički glasnik. Military technical courier. – 2017. – Vol. 65, Issue 4. – pp. 948–967.  
 Каркалича Р. М. Характеристики деталей из полиуретана и эластомера для обувной промышленности, полученных методом литьевого формования жидкостей / R.M.

Karkalića, J.R. Radulović, D. B. Jovanović // Vojnotehnički glasnik. Military technical courier. – 2017. – Том 65, выпуск 4. – pp. 948–967.

5. Nikitina L.L. Perspective polymeric materials in the production of footwear / L.L. Nikitina, O.E. Gavrilova // Bulletin of the Technological University. - 2012. - № 5. - P. 190-194.

6. Polovnikov I.I. Research technologies in the production of special footwear / I.I. Polovnikov, V.I. Andrushchak, M.S. Bednarchuk. - Lviv: Lviv Commercial Academy, 2014 - 53 p.

7. Borozna V.D. Complex evaluation of the properties of artificial leather / V.D. Borozna, A.N. Radyuk // Design and technology. - 2015. - No. 50 (92). - P. 47-51.

8. Obrizan VA Development of the design and technology of production of special footwear of the injection molding method with the use of new materials: diss. PhD. Sciences: special 05.19.06 / V.A. Obrizan. - 2007

9. Cherepakhina R.S. Development of special footwear for miners: author's abstract. dis PhD Technical sciences: 05/19/62 / R. Z. Cherepakhina. - KNUITD. - K., 2005. - 20 s.

10. Lobanova G.Ye. Development of technology for manufacturing parts from new composite materials for special footwear: diss. PhD. Technical sciences: 05.19.06 / G.Ye. Lobanova. - KhNU. - Khmelnytsky, 2009. - 21 p.

11. Kovalchuk M.I. Review of the market of materials used in the production of special footwear / M.I. Kovalchuk // Commodity study journal: Collection of scientific works. - Lutsk: LNTU, 2011. - P. 119-123.

12. Bekasheva A.S. Characteristics and properties of eco-skin - a material that imitates natural skin / A.S. Bekasheva // Bulletin of Kazan Technological University. - 2015. - Т. 18. - No. 16. - P. 134-136.

13. Beck N.V. Study of composite skin properties / N.V. Beck, O.E. Kosheleva, V.A. Volodin, L.Yu. Makhotkina. // Bulletin of Kazan Technological University. - 2013. - No. 6. - P. 106-108.

14. Cao H. Development and evaluation of apparel and footwear made from renewable bio-based materials / H. Cao, R. P. Wool, P. Bonanno, Q. Dan, J. Kramer, S. Lipschitz // International journal of Fashion Design, Technology and Education. – 2014. – Vol. 7, No. 1. – pp. 21-30.

15. Artificial leather for shoes [Electronic resource]. - Mode of access: iskozh.com.ua

16. Zurabyan K.M. Material Science of Leather Products / K.M. Zurabyan, B.Ya. Krasnov, M.M. Bernstein. - M.: Legprombytizdat, 1988. - 416 p.

17. GOST 9333-70. Shoe kerzah. Technical conditions.

18. GOST 9277-79. Shargolin. Technical conditions.

19. ТУ 17-21-384-84. Винилискожа-Т shoe monolithic, porous, porous-monolithic.

20. Fundamentals of creation of modern technologies of leather and fur production: monograph / A. Gorbachev, S. M. Kerner, A. A. Andreeva, O. D. Orlova. - K.: KNUITD, 2007. - 190 p.

21. Y. Fordzyun, O. Andreyeva, L. Maistrenko. Level of comfort: artificial and natural shoe materials. A comprehensive assessment // Key Engineering Materials. – 2013. – V. 559. – pp. 25–30.