

**ПЕРСПЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ
ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ:
БІОТЕХНОЛОГІЯ, ПРИКЛАДНА
ХІМІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ**

Колективна монографія

Київ
«Світ Успіху»
2020

УДК 60+54+675.6.01](02)

П27

*Рекомендовано до видання
Вченою радою Київського національного університету
технологій та дизайну МОН України
Протокол № 7 від 29.05.2020 р.*

Рецензенти:

Чумак Віталій Лукич — доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри хімії і хімічної технології Національного авіаційного університету.

Кузьмінський Євген Васильович — доктор хімічних наук, професор, завідувач кафедри екобіотехнології та біоенергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігора Сікорського».

П27 Перспективні матеріали та інноваційні технології: біотехнологія, прикладна хімія та екологія : колективна монографія / за заг. ред. О. Р. Мокроусової. Київ : Світ Успіху, 2020. 492 с.

ISBN 978-617-7324-38-5

Колективна монографія відображає результати актуальних наукових досліджень, розроблень, апробацій та практичного застосування у галузі біотехнології, хімічної технології шкіри та хутра, екології та товарознавства шкіряно-хутрової продукції.

Розглянуто питання розроблення та створення нових речовин та матеріалів для хімічних і біотехнологій, удосконалення процесів перероблення сировини біогенного походження, започаткування принципів раціонального природокористування та ресурсозбереження у технологіях виробництва шкіри та хутра, екологічних аспектів виробництва різнофункціональних матеріалів, удосконалення методів очищення промислових стоків, розширення асортименту та підвищення якості натуральних і синтетичних шкір.

Колективна монографія рекомендується для студентів, аспірантів, дослідників, науковців та експертів, що спеціалізуються у галузі біотехнології, хімічної технології та екології.

ISBN 978-617-7324-38-5

© КНУТД, 2020

© Світ Успіху, 2020

*Recommended for publication
by the Academic Council of Kyiv National University
of Technologies and Design of Ministry
of Education and Science of Ukraine
Protocol № 7 dated May 29 2020.*

Reviewers:

Chumak Vitaly Lukich — Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Chemistry and Chemical Technology of National Aviation University

Kuzminskiy Yevgeniy Vasylyovych — Doctor of Chemistry, Professor, Head of the Department of Ecobiotechnology and Bioenergy of National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Advanced materials and innovative technologies: Biotechnology, Applied Chemistry and Ecology : collective monograph / edited by Olena Mokrousova. Kyiv : Svit Uspichu, 2020. 492 p.

ISBN 978-617-7324-38-5

The collective monograph summarizes the results of current scientific research, development, testing and application in the fields of biotechnology, chemical technology of leather and fur, ecology and commodity science of leather and fur products. It is discussed the issues of development of new substances and materials for chemical and biotechnologies as well as improvement of biogenic raw materials processing along with the principles of rational environmental management and resource conservation in leather and fur technologies. Moreover, the ecological aspects of production of various functional materials, improvement of industrial wastewater treatment methods, expansion range and increasing the quality of natural and synthetic leathers were also considered.

Collective monograph is recommended for undergraduates and graduated students, researchers, scientists and experts in biotechnology, chemical technology and ecology.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. БІОТЕХНОЛОГІЯ.....	21
1.1 Розробка біотехнологічних продуктів на основі відходів колагенвмісної сировини.....	22
Ціла О. О., Ракша Н. Г., Галенова Т. І., Вовк Т. Б., Савчук О. М., Мокроусова О. Р., Остапченко Л. І.	
1.2 Alkaline and enzymatic keratin hydrolysates obtained from sheep wool.....	37
Mariana Daniela Berechet, Carmen Gaidau, Maria Stanca, Demetra Simion, Cosmin Alexe, Dana Gurau, Maria Râpă, Marius Becheritu	
1.3 The influence of surfactants in the context of novel biotechnologies, for elastin membrane preparation	54
Demetra Simion, Carmen Gaidau, Gabriela Paun, Daniela Berechet, Olga Niculescu, Maria Stanca	
1.4 К вопросу о возможности использования краевой обрезки лап северного оленя для получения белкового гидролизата...63	
Шалбуев Дм. В., Раднаева В. Д., Советкин Н. В.	
1.5 Отримання продуцента рекомбінантного фактора росту ендотелію судин.....	74
Окунев О. В., Горбатюк О. Б., Похолоenko Я. О., Іродов Д. М., Кордюм В. А.	
1.6 Біоактивні пептиди молозива як складові компоненти потенційного поліфункціонального парафармацевтика	80
Лич І. В., Моцар А., Волошина І. М.	
1.7 Регуляція клітинного циклу GC-1 spg I GC-2 spd	105
Шемедюк Н. П.	

1.8 Тіосульфонати: шляхи їх синтезу та перспективи застосування.....	116
Монька Н. Я., Василюк С. В., Баранович Д. Б., Стадницька Н. Є., Паращин Ж. Д., Хоміцька Г. М., Шиян Г. Б., Комаровська-Порохнявець О. З., Гавриляк В. В., Швед О. В., Мартирисян І. А., Бочарова О. В., Новіков В. П., Лубенець В. І.	
1.9 Біотехнологія калусної біомаси як метод збереження біорізноманіття лікарських рослин.....	137
Петріна Р. О., Загородня Д. С., Ільків Б.-В. В., Суберляк С. А., Князева К. С., Гавриляк В. В.	
1.10 Нанокосметика: плюси та мінуси	146
Гавриляк В. В., Федорова О. В., Петріна Р. О.	
1.11 Бактериоцини, синтезируемые <i>Lactobacillus</i>	158
Волошина І. Н., Красинько В. О., Бойко Т. О., Льч І. В., Шкотова Л. В.	
1.12 Основні ресурси хітину і хітозану грибного походження...178	
Нікітіна О. О., Нікіфорова Д. О.	
1.13 Біолюмінесцентне тестування та особливості тест-систем на основі люмінесцентних бактерій	188
Кондратюк О. О., Сидоренко Д. В., Грецький І. О.	
1.14 Сучасні біотехнологічні методи отримання колагену... 198	
Шидловська О. А.	
1.15 Особливості виділення колагену біомедичного призначення зі шкір ссавців	212
Майстренко Л. А.	
1.16 Особливості функціонування колагену в процесі загоєння ран	224
Юнгін О. С.	
1.17 Біотехнологічні аспекти розробки вірусних вакцинних препаратів	232
Жолобак Н. М.	

РОЗДІЛ 2. ПРИКЛАДНА ХІМІЯ	243
2.1 Articles made of sheep fur with therapeutic properties	244
Olga Niculescu, Carmen Gaidau, Demetra Simion, Mariana Daniela Berechet, Dana Gurau	
2.2 Бесхромовое дубление в присутствии солей цинка	254
Чурсин В. И.	
2.3 О возможности укрепления кожной ткани пушно-мехового сырья соединениями олигомерного характера	264
Островская А. В., Латфуллин И. И., Шагивалиева Р. Р., Щелокова В. С.	
2.4 Исследование влияния анионного ПАВ на подготовительные процессы обработки шкур кролика	275
Лутфуллина Г. Г., Петрова С. А., Хайрутдинова Р. И.	
2.5 Обработка меха высокочастотной плазмой пониженного давления	282
Баллыев С. Б., Шарифуллин Ф. С., Вознесенский Э. Ф.	
2.6 Оценка смачивающей способности композиций ПАВ	289
Лутфуллина Г. Г., Хайрутдинова Р. И., Петрова С. А.	
2.7 Исследование влияния плазменной модификации на гигиенические свойства кожи из шкур камбалы	296
Шорохов А. А., Тихонова В. П., Рахматуллина Г. Р., Туканова С. Х., Осетрова И. А.	
2.8 Підвищення ефективності рідинного оздоблення велюру шляхом застосування модифікованих дисперсій монтмориленіту	305
Охмат О. А., Бондарева А. О., Мокроусова О. Р.	
2.9 Застосування модифікованих дисперсій монтмориленіту у хромзбережному дубленні шкір	314
Жалдак М. П., Мокроусова О. Р.	

2.10 Екологічно орієнтована технологія виготовлення гідрофобізованого хутрового велюру	334
Данилкович А. Г., Романюк О. О., Ліщук В. І.	
2.11 Вплив старіння на властивості шкір, виготовлених із використанням полімерних матеріалів на основі ненасичених карбонових кислот під час рідинного оздоблення	352
Майстренко Л. А., Андреева О. А., Мережко Н. В.	
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЯ ТА ТОВАРОЗНАВСТВО ШКІРИ І ХУТРА ..	371
3.1 Технологія очищення стічних вод фармацевтичних підприємств від антибіотиків	372
Саблій Л. А., Жукова В. С.	
3.2 Біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод шкіряного виробництва	384
Ребрикова П. А., Мокроусова О. Р.	
3.3 Вдосконалення методів очищення стічних вод від іонів хрому	393
Сакалова Г. В., Василінич Т. М., Петрук Г. Д.	
3.4 Товарознавча експертиза півпальто з хутряного велюру, що перебувало в експлуатації	407
Омельченко Н. В., Браїлко А. С., Лисенко Н. В.	
3.5 Модифіковані волокнисто-сітчасті матеріали типу «шкіркартон» на основі колагену та целюлози	422
Фордзюн Ю. І., Андреева О. А.	
3.6 Дослідження пластичності та формостійкості шкір, виготовлених за різних умов рідинного оздоблення	432
Первая Н. В., Андреева О. А.	
3.7 Стан ринку дитячого взуття та натуральних шкір для його виготовлення	441
Жалдак М. П., Мокроусова О. Р.	
3.8 Екошкіра: фейки та реальність	459
Касьян Е. Є.	

3.8 ЕКОШКІРА: ФЕЙКИ ТА РЕАЛЬНІСТЬ

Касьян Е. Є.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна
kee2@ukr.net

У статті наведено технологічну та споживчу ідентифікацію екошкіри, розглянуто її хімічну природу та сукупність властивостей, що забезпечують необхідні експлуатаційні, гігієнічні й екологічні вимоги до виробів з неї. Показано позитивні сторони та недоліки синтетичного матеріалу екошкіра порівняно з натуральною шкірою.

Ключові слова: екошкіра, синтетичні поромерні матеріали, гігієнічність, експлуатаційна придатність, екологічність матеріалу

Останнім часом за допомогою шаленої реклами та значних маркетингових ходів активно просувається на ринок матеріал під назвою «екошкіра». Він з'явився на ринку порівняно недавно як сучасна альтернатива натуральній шкірі для створення виробів різноманітного призначення.

Екошкіру позиціонують як новий, сучасний, високотехнологічний, екологічний матеріал з відмінними властивостями, максимально наближеними до природнього аналога — натуральної шкіри, а за деякими показниками — навіть кращими за аналог і значно дешевший за натуральну шкіру. Екошкіра, як наголошують у рекламних публікаціях, отримала таку назву завдяки своїй головній перевазі — нешкідливості та безпечності для людського організму і навколишнього середовища [1–6].

Дійсно, інформація на виробі про те, що він виготовлений з екошкіри, привертає увагу. Але значення цього терміну дуже узагальнене і не завжди зрозуміле для пересічного споживача. Якщо екошкіру позиціонують як сучасний замітник натуральної шкіри, то слід зважати на те, що властивості шкір для виробів різного призначення (взуття, одягу, шкіргалантереї тощо) дуже різняться. Тому й матеріал екошкіра, призначений для виготовлення різних виробів, повинен мати певні особливості.

Однак така інформація споживачам здебільшого не надається, а покупців лише наполегливо переконують у неймовірно позитивних властивостях екошкіри та її популярності.

Метою даної роботи є технологічна та споживча ідентифікація екошкіри, тобто визначення хімічної природи, структурних особливостей та сукупності властивостей матеріалу, що забезпечують необхідні експлуатаційні, гігієнічні та екологічні вимоги до виробів з нього.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є процес ідентифікації та оцінювання якості екошкіри. Предметом дослідження є синтетичний матеріал екошкіра, процес його виробництва та споживчі властивості порівняно з натуральною шкірою.

Результати дослідження. Деякі зарубіжні публікації прямо наголошують, що «...у строгому розумінні цього поняття термін «екошкіра» безглуздий. Однак роздрібні торговці хочуть додатково виграти, акцентуючи увагу на покращенні екологічних показників» [7].

«Екошкіра» — це не визначений, не загальноприйнятий і не стандартизований термін. По суті, екошкіра (*eco leather*) означає екологічну шкіру, виготовлену з екологічно чистих матеріалів і з екологічно чистим підходом у виробництві шкіри [8].

Але «...термін «екошкіра» все частіше використовують для маркування виробів ярмаркової торгівлі (сумки тощо), а також для штучної шкіри для чохлав автомобільних сидінь та інших предметів. Однак, твердження, що «екологічна шкіра — це високоякісна штучна шкіра», є оманливим і неправдивим. Коли екошкіру описують складом: «Верх: 100 % поліуретан, низ: 50 % поліестер, 50 % бавовна», таке маркування є невірним, оскільки шкіра тварин тут взагалі не вказана» [8].

З огляду на зростання інтересу до запобігання використання певних хімічних речовин і промислових продуктів, особливо шкідливих для навколишнього середовища не дивно, що виробники виявляють геніальну винахідливість, вказуючи на атрибути, які за таких умов є популярними. Це стосується також і «екологічно чистої шкіри» [7, 8].

Оскільки в технічній літературі термін «екошкіра» майже не фігурує, тож знову звертаємось до рекламно-маркетингових описів.

Із численних рекламних та популярних джерел дізнаємося, що «екошкіра — матеріал, що отримується синтетично, шляхом нанесення мікропористої («дихаючої») плівки з поліуретану на тканину основу з бавовни або поліестеру. При спресовуванні цих двох шарів виробники створюють малюнок, схожий на натуральну шкіру» [1, 9, 10]. «Матеріал штучного аналога шкіри виготовляється у спеціальних закритих установках на сучасних підприємствах хімічної промисловості» [1, 12].

«Екошкіра — сучасний матеріал, створений з метою забезпечення максимального комфорту. Екошкіра — високотехнологічний матеріал, «дихаюча» штучна шкіра без ПВХ. Повітропроникності вдалося досягти завдяки утворенню мікропор, що пронизують плівку, тому вона пропускає повітря і водяні пари, але не пропускає воду [11, 18, 17, 14]. Добре вентильюється, не має запаху, не розтягується, не тріскається» [9, 10, 16].

«Якість екошкіри безпосередньо залежить від товщини поліуретанової плівки: чим вона товща, тим вище якісні та експлуатаційні характеристики вихідного матеріалу, але через це готовий виріб стає більш жорстким. Оптимальна товщина вибирається залежно від того, як буде використовуватися вихідний матеріал» [3, 12, 15].

«Якість екошкіри значно вище звичайних замінників, це штучна шкіра останнього покоління, але говорити про серйозні переваги, як показують відгуки, ще рано» [13].

Отже, після узагальнення всіх наведених даних стає зрозумілим, що насправді *екошкіра* або *екологічна шкіра* — це синтетичний поромерний матеріал, давно відомий як синтетична поліуретанова шкіра, особливості створення, структурну будову та основні характеристики якої наведено нижче.

Синтетичні шкіри або поромери. *Синтетичними шкірами*, а також — *поромерними матеріалами (poromeric materials), поромериками, або поромерами*, називають мікропористі штучні матеріали, що нагадують за будовою натуральну шкіру

і найбільш схожі з нею за комплексом показників гігієнічних властивостей і ступеня комфорту при їх використанні як взуттєві і одягові матеріали [19, 20].

Поромерні матеріали виготовляють на основі поліефіруретанів (ПЕУ), т.зв. істинних поліуретанів, що отримують взаємодією ізоціанатів зі складними олігоефірами і які містять у своєму складі прості ефірні і складноефірні функціональні групи. В Японії та інших країнах Південно-Східної Азії лише до такого роду матеріалів застосовують термін «штучна шкіра» на противагу іншим штучним матеріалам на тканинній основі, які називають «дешевими пластиками» [19].

Термін «*poromeric*» був уведений фірмою DuPont (США) як похідне від термінів пористий (*porous*) і полімерний (*polymeric*) [19].

Першим подібним матеріалом був «Корфам», розроблений тією ж фірмою DuPont ще у 1962 р. і запущений у виробництво у 1964 р. «Корфам» за зовнішнім виглядом і органолептикою був схожим на натуральну шкіру і першим з усіх відомих штучних шкір мав найбільш близьке до натуральної шкіри значення паропроникності — 1,5 мг/(см² год). За тривалий проміжок часу, що минув від створення «Корфаму», на ринку сучасних синтетичних матеріалів з'явилася велика кількість нових видів, зокрема «Азтрен», «Танера», «Джентра», «Емпор» (США), «Кларино», «Патора», «Эйкас», «Кордлей» (Японія), «Ксиле», «Скайлен» (Німеччина), «Ортик», «Порвайр» (Англія), «Барекс», «Кюлатен» (Чехія), «Фанікс», «Кларум» (Румунія), «Поль-Корфам» (Польща), «Амарета» (Китай), СК-2, СК-8, СК-5, МСК (Росія) [19].

Синтетичні шкіри, або поромери, отримують шляхом формування лицьового мікропористого покриття з розчинів поліефіруретанів на просоченій цими ж розчинами волокнистий нетканій основі. За здатністю до формування і формостійкістю, шкіроподібністю (за зовнішнім виглядом і на дотик) і зносостійкістю, гігієнічними показниками і комфортністю поромерні матеріали значно перевершують всі інші види штучних шкір [19, 20].

Незважаючи на певні відмінності у складі та структурі більшості відомих на сьогодні синтетичних шкір, майже всі вони являють собою складні багатошарові композити. Ці матеріали, як правило, складаються з волокнисто-пористої нетканої основи, просоченої полімерним зв'язуючим, поліефіруретанового лицьового покриття, що має розвинену наскрізну систему мікропор, і фінішного (заклучного) полімерного покриття для надання готовому матеріалу естетичних властивостей і шкіроподібності [19].

Технологія виробництва пористих синтетичних шкір на основі розчинів ПЕУ досить складна і охоплює наступні основні операції: виготовлення нетканої волокнистої основи, приготування розчинів ПЕУ, просочення основи розчином ПЕУ, структуроутворення просочувального шару методом фазового поділу розчину в середовищі нерозчинника, промивку просоченої основи, сушку, шпальтування (розділення) просоченої основи на необхідну товщину та її шліфування, нанесення розчину ПЕУ ракелем на шліфовану поверхню нетканої основи, структуроутворення лицьового шару ПЕУ методом фазового розділення розчину, промивку, сушку напівфабрикату синтетичної шкіри, приготування оздоблювальних композицій та оздоблення [20].

Характер структури нетканої основи і її властивості, звісно, істотно впливають на низку фізико-механічних і гігієнічних показників синтетичних шкір, проте технологія виробництва сучасних видів синтетичних матеріалів у більшості випадків передбачає просочення основи полімерним зв'язуючим з подальшим нанесенням лицьового покриття. Отже, макро- і мікроструктура такого матеріалу в цілому залежить від характеру плівкоутворення полімеру в кожному із його елементів.

При виробництві різних видів синтетичних шкір для просочення і формування особових покриттів в основному використовують розчини ПЕУ в органічних розчинниках, що пов'язано з переважним отриманням цих полімерів методом полімеризації в розчині. ПЕУ на основі ароматичних діізоціанатів синтезують через стадію передполімеру (форполімеру) при співвідношенні груп -NCO/OH- від 2:1 до 6:1, при цьому як подовжувач ланцюга

використовують коротколанцюгові діоли. У разі застосування для синтезу ПЕУ аліфатичних і циклоаліфатичних діізоціанатів співвідношення груп $-NCO/OH-$ становить від 2:1 до 3:1, а подовжувачами ланцюга слугують діаміни [21].

Процес синтезування ПЕУ зводиться до попереднього отримання розчину передполімеру з кінцевими ізоціанатними групами в диметилформаміді, в який поступово вводять подовжувач ланцюга. Унаслідок взаємодії діізоціанатів з діолами або діамінами відбувається подовження ланцюга макромолекул синтезованого ПЕУ, що супроводжується зростанням динамічної в'язкості розчину. Процес синтезу обривають введенням у розчин моноамінів.

Вибір того чи іншого типу ПЕУ залежить від призначення й умов експлуатації готового матеріалу. Так, наприклад, при синтезуванні ПЕУ для одягової синтетичної шкіри рекомендується як олігоефір використовувати олігоетиленгліколядипінат молекулярної маси 2000; оптимальне співвідношення груп $-NCO/OH-$ становить 2:1. Подовжувачами ланцюга при цьому можуть бути гліколі. Для виробництва синтетичної шкіри для верху взуття потрібні високоміцні ПЕУ. У цьому випадку синтезування проводять з використанням складних олігоефірів з відносно низькою молекулярною масою і при більш високому співвідношенні груп $-NCO/OH-$ реагуючих компонентів [21].

Серед великої кількості різних видів м'яких штучних і синтетичних шкір найбільш важливе значення мають матеріали, що використовують для виготовлення одягу і верху взуття. До них висувають жорсткіші і завищені вимоги, що пов'язано з особливостями їх експлуатації у безпосередньому контакті з людським організмом. Ці вимоги стосуються як їх фізико-механічних властивостей, від яких залежать легкість і зручність у носінні та тривалість експлуатації виробів, так і високих показників їх гігієнічних властивостей для забезпечення комфорту при використанні одягу і взуття, що вимагає створення певного мікроклімату у внутрішньовзуттєвому і внутрішньоодяговому просторі та своєчасного видалення вологи і надлишкового тепла, що виділяються організмом людини [22–24].

Схожі вимоги висувають і до групи оббивних матеріалів, що використовують у виробництві різних меблів, крісел, сидінь авто та ін. Однак найбільш жорсткими і важливими є вимоги щодо забезпечення комфортності взуття.

Забезпечення водного балансу взуття шляхом систематичного випаровування вологи, що виділяється стопою, є однією з основних умов гігієнічності взуттєвих матеріалів. Тому для штучних і синтетичних матеріалів для верху взуття потрібно поєднання суперечливих показників гігієнічних властивостей — паропроникності, гігроскопічності і вологовіддачі з вологозахисною здатністю.

З метою надання синтетичним шкірам для верху взуття оптимальних гігієнічних і фізико-механічних властивостей дослідники намагаються моделювати їх структуру, використовуючи як прототип натуральну шкіру.

Як відомо, для пористої структури натуральної шкіри характерна наявність декількох переважаючих груп пір: великих, радіусом 10–20 мкм, утворених переплетенням пучків волокон, що займають 40–45 % усього обсягу пір; більш дрібних, до 0,6 мкм, що знаходяться між первинними волокнами і займають близько 40 %; а також ще більш дрібних пір, до 0,06 мкм, розташованих між окремими фібрилами. При цьому, як свідчать дослідження, основна питома поверхня шкіри (до 30 м²/г) припадає на пори радіусом менше 0,1 мкм, а близько 5,3 м²/г — на пори великих розмірів [22].

Однак для більшості видів пористих синтетичних шкір, як показують аналогічні дослідження таких матеріалів, характерна крупнопориста структура з порами радіусом 2–5 мкм, що сполучаються одна з одною більш вузькими каналами, розміром від 0,3 до 1,0 мкм. Питома поверхня синтетичних шкір, розрахована сорбційним методом та за даними ртутної порометрії, становить 1,5–2 м²/г, що свідчить про відсутність у таких матеріалах мікропор розміром менше 0,1 мкм [19].

Така будова синтетичних шкір у поєднанні з низькою гідрофільністю ПЕУ обумовлює їх невисоку гігроскопічність (0,9 %), сорбційну ємність (0,5 мг/г) і паропроникність по відношенню

до парів води (1,5 мг / (см² год)) порівняно з натуральною шкірою (гігроскопічність 6,5 %, паропроникність 5,3 мг / (см² год), сорбційна ємність 9 мг / г) [19].

Незважаючи на те, що на сьогодні більша частина поромерних матеріалів пропускає значну кількість водяної пари завдяки великим наскрізним капілярам, усі вони характеризуються незадовільною сорбцією, а також незначним збільшенням площі під впливом вологи. Зазначені матеріали повинні мати здатність накопичувати ту частину вологи, що виділяється стопою, яку вони не в змозі вивести із взуття. Сорбційна здатність матеріалу пов'язана з його внутрішньою поверхнею, а також з полярними властивостями наявних функціональних груп [21].

Результатом недостатньої сорбційної здатності штучних матеріалів є відчуття вологості стопою вже при вмісті 3–6 % води, тобто майже у 10 разів меншій кількості вологи, ніж у взутті зі шкіри (30–40 %). Взуття зі шкіряним верхом і шкіряною устілкою здатне поглинати надлишок вологи протягом близько 10 год, тоді як синтетичні матеріали повністю насичуються вологою вже через 4 год [22, 25].

Здебільшого штучні матеріали для верху взуття втрачають сорбційні властивості вже через 20–30 хв, а паропроникність їх обмежена конденсацією пари у просторі великих пір (макрокапілярів). Це викликає відчуття вологості і холоду внаслідок збільшеної теплопровідності, викликані заповненням значного простору пір сконденсованою вологою [25–27].

Також істотними для споживачів є пластичні властивості матеріалів. За аналогічних умов експлуатації виробу протягом 10–12 год натуральна шкіра збільшує свою площу на 8–12 % на противагу синтетичним матеріалам, площа яких збільшується лише приблизно на 2 %. Взуття зі шкіри через декілька днів носіння при незначному напруженні для носія набуває форми, близької до форми його стопи. Взуття ж, виготовлене зі штучних шкір, приформовується до стопи за значно більший період і меншою мірою. На поверхні шкіри під час експлуатації взуття виникає багато дрібних поверхневих зморшок, що повторюють лінії вигину стопи ноги. Водночас

на штучних шкірах за таких умов утворюється небагато, але досить глибоких складок, що болісно тиснуть на стопу, особливо в області пальців [22, 23].

Значним недоліком штучних матеріалів є їх недостатня стійкість до багаторазових вигинів, особливо при знижених і підвищених температурах [26, 27].

За зовнішнім виглядом кращі зразки штучних матеріалів не тільки не поступаються, але і багато в чому перевершують натуральну шкіру, завдяки створенню різноманітних зовнішніх ефектів. Однак при носінні такого взуття зовнішній вигляд штучних матеріалів порівняно швидко погіршується [20, 28–30].

Як зазначають розробники такої продукції: «Світовий досвід розробки, виробництва і застосування у взутті багатьох видів синтетичної шкіри свідчить про великі труднощі і складності реалізації вимог до м'яких штучних матеріалів, про наявність ще значної різниці між якістю цих матеріалів та якістю натуральної шкіри» [21, 25].

Технологічна і споживча ідентифікація екошкіри. Екошкіра — це багатошаровий композиційний полімерний матеріал, отриманий унаслідок нанесення полімерного зв'язуючого на заздалегідь сформовану несучу основу. І якщо екошкіра — це звичайна синтетична шкіра, тобто поромерний матеріал, то їй притаманні усі розглянуті вище особливості стосовно хімічної природи, структурної будови, властивостей, асортименту і цілового використання.

Тому, користуючись наявною науково-технічною літературою про м'які штучні шкіри і синтетичні поромерні матеріали та виробу з них [19–21, 25–36], спробуємо надати більш достовірну інформацію про екошкіру, по можливості спростовуючи численні неточності, перебільшення або відверті фальсифікації, що трапляються у численних рекламних і популярних публікаціях, розрахованих на пересічного споживача.

Спектр застосування екошкіри досить широкий. З неї виготовляють одяг (куртки, пальто, жакети і модні нині спідниці, шорти, штани), літнє і зимове взуття, шкіргалантерейні виробу

(сумки, рукавички, ремені, гаманці, портмоне, чохли, дорожні речі), аксесуари, декорування різних елементів інтер'єру, оббивку для меблів і салонів автомобілів тощо [10, 12, 13].

Дійсно, екошкіра, як і більшість сучасних синтетичних м'яких шкір, характеризується хорошою еластичністю, достатньою міцністю і стійкістю до тертя, достатньою морозостійкістю, хорошими естетичними (тактильними і візуальними) властивостями та простотою догляду.

Оскільки поліуретани добре змішуються з синтетичними барвниками і пігментами, то екошкіру можна виготовляти різноманітних кольорів і відтінків, з нанесенням на поверхню різноманітних текстур — від імітації природної мереживки шкіри з різних тварин і рептилій до всіляких нестандартних оздоблень і аплікацій з урахуванням сучасних напрямів моди і уподобань споживачів.

Екошкіру виготовляють рулонами різних розмірів, що створює широкі можливості для виробництва оббивки великих меблів та ін. виробів. Із цим матеріалом легко працювати, він гарно ріжеться, багато дизайнерів обирають його для пошиття своїх колекцій. Поєднання презентабельного зовнішнього вигляду, бюджетної вартості і простоти в обслуговуванні, безсумнівно, є плюсами багатьох виробів з екошкіри.

На цьому позитивні сторони, однак не переваги, даного синтетичного матеріалу закінчуються. Екошкіра не є ідеальним і універсальним продуктом, здатним повноцінно замінити натуральну шкіру, хоч як усіх нас у цьому намагаються переконати маркетологи і продавці даної продукції.

Екошкіра, на жаль, не позбавлена *численних недоліків*, притаманних усім синтетичним матеріалам порівняно з натуральними, зокрема з натуральною шкірою.

По-перше, слід акцентувати увагу на комплексі *гігієнічних властивостей*, особливо важливих для взуття, одягу та оббивних матеріалів для меблів, сидінь автомобілів та ін. виробів, що безпосередньо контактують з тілом людини та забезпечують комфортність і тривале використання виробів у процесі їх експлуатації.

Екошкіра як поромерний матеріал характеризується певною пористістю, що відповідно забезпечує їй хорошу повітропроникність. Тому й говорять, що екошкіра — це «дихаюча» штучна шкіра, що добре пропускає повітря. Однак у процесі дихання людина видихає не сухе, а вологе повітря, тобто водяну пару. Так само і тіло людини, навіть у стані спокою, а тим більше при певних навантаженнях, буде виділяти піт, тобто вологу. У цьому разі для забезпечення систематичного безперервного відведення від тіла людини через взуттєвий чи одяговий матеріал саме вологи найбільш важливими показниками такого матеріалу є його пароемність і, головним чином, паропроникність, і вже меншою мірою повітропроникність.

Однак унаслідок низької гігроскопічності і сорбційної ємності усіх синтетичних матеріалів, як зазначалось, екошкіра має вкрай незадовільний показник паропроникності. А сконденсована у полімерному шарі волога остаточно закупорює пори, внаслідок чого різко погіршується й повітропроникність матеріалу. Намагання різними способами збільшити проникність екошкіри (наприклад, мікроперфоруванням та ін.) призводить до більшої її водопроникності — вироби, взуття і одяг, будуть промокати ззовні.

Звичайно, екошкіру як синтетичний замітник натуральної шкіри цілком логічно і доцільно використовувати у багатьох напрямках для створення різноманітних виробів, з точки зору доступності, низької вартості та естетичних уподобань споживачів, як було зазначено вище. Зокрема, це прекрасний матеріал для сумок та інших шкіргалантерейних виробів, численних аксесуарів, різноманітних декорів і оздоблень, оббивки салонів автомобілів та ін. Напевне, саме до цієї групи виробів з екошкіри висувається найменше претензій завдяки її міцності й еластичності, гарному зовнішньому вигляду, різноплановому дизайну, доступності й простоті оброблення, дешевизні та ін.

Однак ці матеріали є небажаними у виробництві взуття та одягу, а іноді — й небезпечними для здоров'я людини. При використанні таких виробів через незадовільні пароемність і, насамперед, паропроникність екошкіри, спричинені її низькою гігроскопічністю і сорбційною здатністю, тіло людини відчуває

дискомфорт, викликаний підвищеною вологістю всередині виробу внаслідок потовиділення. У вологих умовах збільшується теплопровідність матеріалу, внаслідок чого відбувається переохолодження тіла, стопи ноги, її промокання, що зумовлює додаткову небезпеку застудних та інфекційних захворювань.

Також вологі зсередини взуття і одяг потребують додаткового догляду і профілактичних оброблень, оскільки в такому середовищі краще розвиваються різноманітні мікроорганізми і бактерії (цвіль, пліснява, грибок стопи та ін.), що може стати причиною різноманітних подразнень та захворювань.

Аналогічно, належні гігієнічні властивості дуже важливі й для меблевих екошкір, які використовують для оббивки крісел, сидінь та ін. виробів. При тривалому сидінні на поверхнях із синтетичної шкіри відчуття дискомфорту (потовиділення, тепловиділення) настає швидше, ніж на виробих із справжньої шкіри, через низьку сорбційну здатність екошкіри та швидкого накопичення вологи у верхньому (лицьовому) шарі матеріалу, що контактує з тілом людини.

По-друге, екошкіра порівняно з натуральною шкірою має гірші формувальні властивості, тобто меншу здатність до формування.

Те, що екошкіра *«добре тримає форму і не розтягується»* позиціонує як її позитивну сторону [4, 10, 37]. Це може бути перевагою, наприклад, для шкіргалантерейних виробів, коли матеріал не розтягується у *«слабких»* місцях і не відстовбурчується при тривалому використанні.

При виготовленні взуття, затягуванні заготовки на колодці матеріал повинен мати не лише високоеластичну деформацію, вкрай важливу для тримання форми виробу (щоб взуття не розношувалось і не *«розтоптувалось»*), але й певну пластичну, залишкову, деформацію, необхідну для набуття заданої форми виробу, а також для *«адаптування»*, приформовування виробу до стопи ноги у процесі експлуатації.

Синтетична шкіра набагато гірше адаптується до колодки чи стопи, гірше набуває і тримає форму виробу, надану при формуванні, тобто має більшу еластичність і меншу пластичність,

ніж натуральна шкіра. Якщо взуття, виготовлене з натуральної шкіри, є зручним протягом цілого дня, то взуття з верхом зі штучної шкіри ще зручне вранці стає тісним до вечора. Натуральна шкіра, збільшуючи свою площу на 8–12 %, не здавлює стомлену стопу на противагу синтетичним матеріалам, площа яких збільшується за аналогічних умов лише приблизно на 2 %, створюючи дискомфорт, і як наслідок — мозолі і травми.

Хороші формувальні властивості натуральної шкіри зумовлені її оригінальною волокнистою структурою, що не є монолітною, а лише частково скріпленою і зафіксованою у процесі дублення. Колагенові волокна можуть вільно вигинатися й випрямлятися та певною мірою зміщуватися відносно одне одного, забезпечуючи потрібну розтяжність шкіри [38].

Структура синтетичного полімеру є більш монолітною, і його макромолекули міцно зв'язані між собою внутрішньо-молекулярними та міжланцюговими (когезійними) взаємодіями, а їх рухливість забезпечується лише конформаційними перетвореннями і кінетичною гнучкістю макромолекул. Послаблення таких взаємодій у структурі полімеру з метою збільшення рухливості макромолекул і зменшення його модуля високоеластичності неодмінно призведе до погіршення фізико-механічних властивостей, насамперед міцності, а також стійкості до механічних навантажень [39].

Іншими словами, рухливість полімерної структури синтетичних шкір забезпечується на мікрорівні, а колагенової структури шкіри — на макрорівні.

Також на формувальну здатність екошкіри помітно впливають властивості волокнистої основи, яка значно збільшує жорсткість полімерних шарів і одночасно сприяє уповільненню в них релаксаційних процесів. Так, матеріали на нетканих основах краще деформуються і мають кращі релаксаційні властивості порівняно з матеріалами на тканинній основі.

По-третє, хоча синтетична шкіра міцна й еластична, вона не стійка до проколів і розривів, оскільки товщина поліуретанової плівки невелика, а тканинна підкладка сама по собі не має такої здатності.

У ПУ-покриттів монолітних штучних шкір товщина полімерного шару становить близько 0,2–0,35 мм, що значно менше товщини шкір для одягу та взуття навіть тонкої категорії (0,6–0,9 мм і 0,8–1,2 мм відповідно), і тим більше, середньої (0,9–1,2 мм і 1,2–1,6 мм) [20,28, 40–42]. Тонка поліуретанова плівка не забезпечує необхідної міцності лицьового шару штучної шкіри від подряпин, проколів, грубого інтенсивного тертя під час чищення, механічних впливів у процесі експлуатації (особливо для сидінь авто, крісел та ін. поверхонь).

Товщина поромерних матеріалів залежить від їх призначення, і з урахуванням товщини волокнистої основи одягових і взуттєвих синтетичних шкір (0,8–0,9 мм і 1,0–1,2 мм відповідно) загальна товщина таких матеріалів порівнянна з натуральними шкірами, однак щільність пористої структури та адгезійна міцність шарів синтетичних матеріалів і їх волокнистої основи значно поступаються щільності і міцності переплетень колагенових волокон і пучків волокнистої структури натуральних шкір.

Незважаючи на хорошу еластичність, екошкіра може тріскатися на згинах, а при використанні абразивних засобів чищення — дряпатися. У лицьовому покритті з'являються невеликі щілини, через які видно тканинну основу [16, 43].

По-четверте, слід сказати декілька слів про недостатню зносостійкість і довговічність екологічної шкіри, тобто значно менший термін експлуатації виробів з неї.

У більшості рекламних публікацій численні синтетичні матеріали, що пропонують під назвою «екошкіра», наділяють хорошими показниками довговічності та зносостійкості, а іноді й бездоказово, не вдаючись до суті цих термінів, переконують споживачів, що дані властивості екошкір є кращими, ніж у натуральних шкір [3, 9, 10, 16]. Хоча насправді факти свідчать про інше.

Як відомо, *довговічність* матеріалу — це здатність зберігати початковий (працездатний) стан протягом усього терміну експлуатації виробу, а *зносостійкість* — здатність матеріалу довгий час протистояти дії комплексу руйнівальних факторів

у процесах носіння, прання, волого-теплого оброблення, хімічного чищення та зберігання [24, 35].

Особливо важливими у даному разі є механічні чинники (стирання матеріалу та його утомленість від багаторазових деформацій згинання, розтягування, стискання, тертя), низка фізико-хімічних (дія світла, вологи, температури, поту, миючих засобів, хімічного чищення, що зумовлюють поступове старіння матеріалів) та меншою мірою біологічні, викликані розвитком мікроорганізмів.

Відомо, що недоліком штучних і синтетичних матеріалів є їх низька і недостатня для взуттєвих виробів стійкість до багаторазових вигинів і тертя, особливо при зниженій і підвищеній температурах [20].

Також за недолік екошкіри цілком справедливо вважають незадовільну стійкість до механічних пошкоджень (подряпин, проколів, механічних впливів у процесі експлуатації, інтенсивного тертя під час чищення), до дії багатьох хімічних реагентів (масел, миючих і очисних засобів, особливо тих, які містять органічні розчинники та агресивні хімічні сполуки). Екошкіра внаслідок сильного нагрівання на сонці тьмяніє, може виділяти неприємні запахи, тобто піддається старінню і змінює свої властивості через механічну деструкцію, термо-, фото- і хемодеструкції [10, 13, 16, 43]. То про яку ж тоді довговічність та зносостійкість іде мова? Це просто звична фальсифікація і черговий маркетинговий обман споживачів.

Навіть найякісніша екошкіра не зможе зрівнятися за зносостійкістю з натуральною шкірою. Безумовно, виріб з «екологічної шкіри» може прослужити досить довго, але з часом його зовнішній вигляд перестав радувати споживача. Синтетична шкіра не набуває такого ж блиску і патини з часом, як натуральна шкіра. І коли синтетична шкіра починає зношуватися, вона не зношується так привабливо, як натуральна шкіра.

При появі дефектів, складок і подряпин натуральна шкіра може бути заґрунтована, підфарбована і відновлена. Зі штучним матеріалом це неможливо. Екошкіру не можна шліфувати і підфарбувати, вона практично не піддається реставрації.

Синтетичну шкіру здебільшого продають як більш дешеву альтернативу натуральній шкірі. Оскільки цей матеріал обслуговує переважно нижчий ціновий сегмент, то споживачам часто пропонують штучну шкіру нижчої якості, ніж навіть якість низькосортної натуральної шкіри.

При цьому вдаються як до відверто низькопробних дешевих підробок даного матеріалу, так і до заміни дорогих складових синтезу полімерів дешевшими компонентами, іноді менш якісними, що безперечно відображається на властивостях кінцевого продукту.

Якість поліуретану, зокрема його міцність та ін. показники, залежить від властивостей компонентів синтезу, насамперед поліефірних складових та подовжувачів. Заміна дорогих складних поліефірів дешевшими простими поліефірами не забезпечує отримання матеріалу з необхідними експлуатаційними показниками, такими як міцність, м'якість, еластичність, термо- і морозостійкість тощо [39].

Також на властивості полімерного матеріалу суттєво впливають параметри синтезу та особливості способів промислового отримання полімерів, що забезпечуються як чистотою використуваних реагентів, так і необхідним дорогим сучасним обладнанням, зокрема хімічними реакторами, оснащеними точними контрольно-вимірювальними пристроями. Від цього залежать структурна будова полімеру, його молекулярно-масовий розподіл, регулярність макромолекул, однорідність за хімічним складом і молекулярною масою та чистота кінцевого продукту [39].

Будь-яке недотримання необхідних умов синтезу призводить до погіршення якості кінцевого продукту. А оскільки органолептично практично неможливо визначити певні характеристики полімеру (зокрема, його термо- і морозостійкість, стійкість до механічних впливів, циклічних навантажень тощо), то немає впевненості і ніякої гарантії того, що для синтезу даного матеріалу використано якісні і саме потрібні з точки зору технології компоненти [39].

Тобто зовні матеріал може виглядати, як говорять, «на всі 100», але невідомо, як він буде себе поводити через певний проміжок часу в процесі експлуатації виробу.

Для повної ідентифікації полімерного (поліуретанового) шару синтетичної шкіри необхідно провести його комплексний аналіз з метою визначення фізико-хімічних і фізико-механічних показників полімеру, з використанням сучасних методів дослідження, таких як термічний, калориметричний, рентгеноскопічний, для визначення його структури, термо- і морозостійкості, хімічної стабільності, тобто стійкості до дії органічних розчинників, масел та ін. агресивних речовин. І лише після цього можна з певною вірогідністю стверджувати, що даний матеріал буде забезпечувати необхідні споживчі властивості, матиме необхідні надійність, довговічність і комфортність.

Термін «екошкіра», що використовують при маркуванні виробів, є узагальнюючим, неконкретним, що не відображає характеристик матеріалу, оскільки синтетичних поліуретанових шкір є дуже багато, і розрізняються вони як за хімічною природою компонентів синтезу поліуретанів, так і за їх властивостями. Тому використання терміну «екошкіра» можна порівняти з використанням терміну «тканина» чи «деревина» без уточнення природи матеріалу, виду сировини для цього матеріалу тощо. Отже, сама назва матеріалу «екошкіра» без детальної характеристики матеріалу не говорить ні про що, зокрема його якість. Слід хоча б при маркуванні виробу вказувати назву синтетичної шкіри, її вид, тип основи, як наприклад:

Clarino (Clarino-Sofrina) — мікропористий нетканий волокнистий штучний матеріал.

Ейкас — двошаровий матеріал, що складається з пористого полімерного покриття і нетканої прошивної основи, що містить поліефірні і нейлонові волокна.

Поролукс — двошаровий матеріал, що складається з пористого ПВХ покриття і нетканої чи тканинної основи, що містить нейлонові волокна.

Скайлен — багатошаровий матеріал, що складається з пористого лицьового і проміжного шарів і волокнистої основи [19, 20, 32].

По-п'яте, синтетична шкіра не гіпоалергенна, тобто вона не має здатності знижувати ймовірність прояву алергії, як про

це заявляють у рекламі [18], оскільки виготовлена з різних хімічних речовин і сама може бути алергеном [55, 56].

Насправді, поліуретани і поліефіруретани є екологічно безпечними матеріалами за умови їх виготовлення з чітким дотриманням технологічного регламенту і використання якісних реагентів у процесі синтезу.

Однак виробництво екошкір передбачає обов'язкове використання органічних розчинників, зокрема особливо токсичних диметилформаміду, метилетилкетону та ін., які повністю не видаляються з полімерного матеріалу навіть при його сушінні в процесі виробництва, а також обов'язкових компонентів — барвників, пігментів, наповнювачів та різних стабілізаторів, що теж можуть бути алергенами [20, 28].

Наприклад, ДМФА — токсична речовина, з високою проникаючою здатністю, спричиняє подразнюючу дію на слизові оболонки; канцероген, що згубно впливає на організм людини і сприяє утворенню злоякісних пухлин; має високу розчинюючу здатність, не леткий, температура кипіння +153 °С, дуже добре змішується з водою і більшістю розчинників.

Вироблені синтетичні шкіри зберігають у рулонах тривалий час, аж до виготовлення з них різноманітних виробів. Увесь цей час у матеріалах присутні різні алергенні сполуки (ті ж самі барвники, залишки мономерів, розчинників та ін. речовин, що не вступили в реакцію полімеризації), стабілізатори та ін. компоненти, що входять до її складу.

У процесі виготовлення та експлуатації виробів ДМФА та ін. алергени можуть мігрувати з полімерних шарів екошкіри і контактувати з тілом людини, спричиняючи різноманітні подразнення, алергію та ускладнення. Цим, до речі, можна пояснити можливі неприємні запахи при роботі з синтетичними шкірами, особливо при їх нагріванні.

По-шосте, важливою проблемою екошкіри з точки зору екології, як і більшості штучних і синтетичних шкір, є утилізація цих матеріалів як відходів виробництва та готових виробів після завершення їх експлуатаційного терміну [44, 45].

Не заглиблюючись у подробиці екологічної безпеки утилізації штучних шкір та відпрацьованих виробів з них, розглянемо лише екошкіру.

У більшості країн головним шляхом вирішення проблеми полімерних відходів до цього часу залишається захоронення на звалищах. Це не екологічно та спричиняє безповоротну втрату цінних матеріалів і енергії. Хоча поліуретани і є досить інертними полімерами, вони також поступово руйнуються, виділяючи небезпечні для живих організмів речовини, в т. ч. токсичні сполуки (діоксини і фурані). Враховуючи накопичення таких відходів, загроза для довкілля зростає [46, 47].

Композиційний матеріал екошкіра, що складається переважно з поліуретану разом із синтетичними барвниками та ін. допоміжними речовинами, так само як і поліетилен, різні види пластику та ін. полімерна продукція, розкладатимуться сотні років. За припущеннями вчених і різними дослідженнями, термін повного природного розпаду (розкладання) екошкір становить близько 300–500 р. [45].

Одним із можливих способів утилізації полімерних відходів є спалювання полімерів та використання одержуваної теплової енергії. Однак цей спосіб пов'язаний з необхідністю ефективного очищення димових газів від токсичних продуктів горіння. Так, при спалюванні поліуретанів утворюються високотоксичні гази: фосген, ціаністі сполуки, оксид вуглецю та ін., які потрібно уловлювати та очищати повітря. Процес цей дуже складний і дорогий [46, 48].

Найменш негативно на довкілля впливає матеріальне перероблення полімерних відходів механічним і хімічним способами [48, 49].

Механічний спосіб полягає у механічній переробці, зокрема подрібненні і перемелюванні фабричних полімерних відходів і обрізків, та їх повторному використанні як наповнювача у складі різних композиційних матеріалів. Для подрібнення відходів поліуретанової продукції потрібне спеціальне обладнання, що передбачає можливість регулювання розмірів одержуваної крихти в досить широкому діапазоні.

Найкраще застосовувати цей метод для перероблення виробничих полімерних відходів. Не підходить він для перероблення старих використаних виробів, після завершення терміну використання, або таких, що стали непридатними внаслідок різноманітних пошкоджень і старіння (деструкції) матеріалу, походження і хімічний склад яких здебільшого невідомий.

Хімічний спосіб, або хемоліз, являє собою деполімеризацію поліуретану на його мономерні складові з подальшим повторним використанням мономерів для виробництва нової поліуретанової продукції. Деполімеризація найбільш ефективна за умови, коли вихідні відходи поліуретану мають відомий і однорідний хімічний склад. Тому найчастіше складність полягає у правильному сортуванні та ретельному очищенні відходів, оскільки забруднення можуть дуже негативно вплинути на процес перероблення і якість отриманого матеріалу [46, 49].

Існують різні види хемолізу, найважливішими з яких є:

- гідроліз — полягає у розщепленні поліуретану воднокислотним розчином при високій температурі. Унаслідок чого отримують максимально очищений від токсичних речовин гранульований матеріал. Спосіб цей досить дорогий і тривалий;
- гліколіз — перероблення здійснюють із додаванням гліколю в процесі деполімеризації при температурі вище 200 °С у присутності каталізатора. У ході процесу поліуретанові макромолекули і їхні численні поперечні зшивки розщеплюються до поліолів невеликої молекулярної маси та ін. рідких продуктів. При гліколізі немає необхідності в ідеальному очищенні і сортуванні відходів. Цей процес є практично безвідходним, однак отриману сировину не можна використовувати для виготовлення предметів для харчової промисловості;
- метаноліз — відбувається розщеплення полімерних відходів за допомогою метанолу в реакторах під тиском і за високої температури. Для даного методу необхідно ретельно сортувати і очищати сировину. Недоліком метанолізу є великі енергоресурсні витрати;

- піроліз — заснований на методі термічної деструкції поліуретану на окремі мономерні частини без доступу кисню. Кінцевим продуктом процесу є різні гази і масла, які можна використовувати як паливо і хімічну сировину. Ретельно сортувати і очищувати відходи не потрібно відходів. Спосіб потребує значних енергетичних витрат [47, 48].

Отже, утилізація виробів з екошкіри, як і з усіх штучних і синтетичних шкір, є проблемним і складним процесом, що потребує значних матеріальних і енергетичних затрат. Це опосередковано впливає на собівартість продукції, виготовленої з таких матеріалів і не додає популярності виробам з екошкіри.

І останнє: усі означені вище позитивні якості екошкіри аж ніяк не є її перевагами над натуральною шкірою. Адже натуральним шкірам вони також притаманні, окрім розрекламованої нижчої ціни екошкіри. Це питання теж неоднозначне, оскільки якісний брендовий матеріал «екошкіра» за ціною зрівняний з натуральною повномережівковою шкірою.

Так, привабливий зовнішній вигляд та яскраве модне забарвлення, якими так хизуються реалізатори екошкіри, характерні також і для натуральних шкір, оскільки розмаїття барв і відтінків залежить від застосування оздоблювальних матеріалів і методів оздоблення, і аж ніяк від типу оздоблюваної основи.

Звичайно, дорогі і якісні вироби з лицьових шкір, призначені для тривалого використання, мають більш строге і класичне оздоблення, однак на ринку представлено широкий спектр різноманітних шкіряних виробів різних тонів і забарвлень, з усілякими рисунками і аплікаціями, відповідно до попиту споживачів і модних тенденцій.

Легкість і зручність розкroювання екошкіри завдяки однаковим розмірам полотен і рівномірності матеріалу за площею не можна вважати досить вагомою перевагою, оскільки при масовому потоковому виробництві розкroювання на деталі автоматизовано, і комп'ютерні програми дозволяють оптимізувати розкрій з матеріалів будь-якої конфігурації, навіть

з урахуванням топографічних особливостей натуральної шкіри. Тому ця особливість може бути важливою лише для індивідуальних виробників і малих підприємств.

Хороші органолептичні властивості, м'якість і еластичність матеріалу притаманна як натуральним, так і синтетичним шкірам і залежить від багатьох чинників, і регулюється залежно від асортименту готової продукції.

Простота і легкість догляду за виробами залежить від якості покривної плівки, її пористості, гідрофільності, стійкості до механічних, хімічних, атмосферних впливів і визначається походженням плівкоутворювачів та способом оздоблення, а не походженням самого матеріалу.

До речі, незадовільна стійкість екошкіри до механічних пошкоджень (подряпин, проколів і розривів та ін.), до дії багатьох хімічних реагентів тощо, потребує більш ретельного догляду і додаткової уваги до виробів порівняно з натуральною шкірою; тому це питання — дискусійне.

Отже, усі означені переваги є меншовартісними порівняно з ергономічними та експлуатаційними недоліками синтетичних матеріалів у виробництві одягу та взуття.

Фейки про натуральну шкіру. Щоб отримати більші прибутки, виробники і продавці штучних шкір подають неправдиву інформацію, свідомо погіршуючи та спотворюючи реальні відомості про шкіру, шкіряне виробництво, та навпаки завищуючи показники якості синтетичних матеріалів, зокрема екошкіри, приписуючи їм суперечливі, а іноді — неіснуючі, нереальні з технічної точки зору властивості та здатності.

Які ж фейкові переваги екошкіри декларують порівняно з натуральною шкірою?

1. Найпершою і найголовнішою перевагою виставляють те, що синтетична шкіра — це етична, веганська шкіра, що не завдає шкоди тваринам, для виробництва якої не потрібно вбивати тварин на протигагу натуральній шкірі, задля отримання якої навмисно вбивають тварин [3, 4, 9, 15].

Ця неправдива інформація робить шкіряників, виробників натуральних шкір такими собі жорстокими, безжалісними

і бездушними, які задля виробництва шкіри навмисне вбивають тварин.

Однак, шкіряне виробництво цілеспрямовано не вбиває тварин задля отримання шкіри, а лише використовує побічні продукти (т. зв. відходи) харчового (м'ясного) виробництва, здебільшого з ВРХ, свиней, овець і кіз, оскільки шкури тварин викидали б на смітник, тому що в їжу їх не використовують. Як зазначає проф. Гвендолін Хустведт з Техаського державного університету: «Жодна з корів не гине, щоб стати гаманцем або черевиком» [50].

2. Якість синтетичної екошкіри не поступається натуральній, а іноді — навіть краща при значно меншій вартості, ніж натуральна шкіра [9, 10, 17, 18].

Однак, видається досить сумнівним, непереконливим і підозрілим той факт, що у нинішніх умовах тотальної конкуренції і за бажання отримувати надприбутки хтось із виробників намагається продавати сучасний, ультрамодний, технологічний і екологічний, а також гіперпрогресивний суперматеріал за заниженими цінами собі у збиток, навіть якщо собівартість такого виробу буде мінімальною. При тому, що державного регулювання цін на товари із синтетичних матеріалів у жодній країні не існує.

Це не нафтопродукти, не військові, космічні чи інші сучасні технології та стратегічні товари, через які ведуться торгові війни і ціни на котрі можуть демпінгувати дуже жорстко... Це звичайні матеріали і товари побутового призначення, широкого вжитку, виробництвом яких на сьогодні займається багато країн, і не лише світових лідерів чи промислових гігантів.

І якщо до цього часу екошкіри, не дивлячись на їх дешевизну, доступність, гарний зовнішній вигляд і зручність у роботі, а також за допомогою реклами і несамовитих маркетингових зусиль, іноді з використанням неправдивої, викривленої інформації, не витіснили натуральну шкіру з ринку матеріалів і споживчих товарів, значить вони у чомусь натуральній шкірі поступаються!...

Отже, або цей синтетичний матеріал все ж таки гірший за якістю від натуральної шкіри, або не такий вже він технологічний і екологічний. Або ж на ринку виставлено фальсифікат, що не відповідає стандартам якості на синтетичну шкіру [51–54]. А натуральна шкіра цілком справедливо коштуватиме дорожче, тому що вона надійніша і довговічніша!

Тобто, у цьому разі маємо справу з черговими рекламно-маркетинговими фантазіями, спрямованими на наївних і легковірних споживачів, для яких у черговий раз намагаються виставити у вигідному світлі небезпечний для здоров'я виріб хімічної промисловості, беручи до уваги те, що не всі мають якісну вищу хімічну освіту.

3. Шкіряне виробництво є екологічно шкідливим на відміну від виробництва екошкіри.

В одній з багатьох т. зв. «публікацій» зазначається: «З натуральною шкірою все зрозуміло. По-перше, страждають тварини. По-друге — люди. Справа в тому, що виробництво натуральної шкіри — токсичний процес. При її обробці часто використовують шкідливі дубильні речовини і синтетичні барвники. Мало того, що пари від цих сполук вдихають люди. Потім все це вбирається в ґрунт і потрапляє до ґрунтових вод. Концентрація шкідливих речовин там настільки велика, що навіть може викликати мутації» [44].

В інших зазначається: «Екошкіра отримала таку назву за рахунок своєї головної властивості — нешкідливості для людського організму і навколишнього середовища. Створюється вона, дійсно, штучним шляхом, проте без застосування небезпечних хімікатів» [4, 14, 18].

Мушу наголосити, що це відверте стовідсоткове спотворення реального стану речей. Видно, що автори або зовсім не обізнані з виробництвом ні натуральних, ні штучних шкір, або все це навмисно і свідомо сфальсифіковане у розрахунку на легковірного споживача.

Власне будь-яке виробництво, що містить хімічні процеси у технологічному циклі, має певні екологічні проблеми, пов'язані зі шкідливими викидами в атмосферу, стічними водами та

сухими відходами. Однак екологічність кожного підприємства залежить від його технічного рівня і низки заходів, спрямованих на дотримання усіх екологічних норм.

Це стосується як суто хімічних підприємств на кшталт виробництва мінеральних добрив, органічного синтезу, нафтопереробки, що створюють реальні значні екологічні загрози для довкілля, так і навіть нешкідливих на перший погляд виробництв, як-то косметологічне, парфумерне, харчове та ін.

Не виключення і виробництво синтетичних шкір, яке також справедливо вважають екологічно небезпечним, враховуючи використання вихідних сполук — компонентів синтезу поліефіруретанів та особливості технологічного циклу отримання готового полімерного матеріалу.

Складові синтезу поліуретанів, ізоціанати і полііоли, отримують із продуктів переробки нафти, що вже є екологічно небезпечним виробництвом. Ізоціанати, агресивні й токсичні речовини, отримують шляхом фосгенування амінів, тобто за допомогою реакції амінів з фосгеном у середовищі інертного розчинника через проміжне утворення карбамоїлхлоридів. Фосген (дихлорангідрид карбонової кислоти) — хімічна речовина з формулою COCl_2 , за нормальних умов — безбарвний надзвичайно токсичний і задушливий газ.

У процесі самого створення синтетичних шкір, окрім токсичних ізоціанатів, широко використовують токсичні органічні розчинники, найчастіше диметилформамід і метилетилкетон, про що вже раніше зазначалось. Так, *наприклад*, формування пористої структури екошкіри відбувається в осаджувальній ванні у 30 % -му водяному розчині ДМФА. Після цього система підлягає складному обробленню — рекуперації, ректифікації та регенерації. Вода, що залишається після ректифікації осаджувальної суміші, містить 0,1–0,2 % ДМФА і потребує хімічного та біологічного очищення. Також, потребує ретельного очищення і вода після численних (10–15 разів) промивань полімерного матеріалу. Виробництво кожного виду синтетичних шкір має свої технологічні особливості [20, 28].

Зрозуміло, що такі реагенти і саме виробництво не можна назвати нешкідливими і екологічно безпечними.

У шкіряному виробництві, що налічує більше десяти хімічних і фізико-хімічних процесів, також присутня екологічна складова, пов'язана з утворенням і необхідністю очищення відпрацьованих робочих рідин (стічних вод).

Сучасні шкіряні підприємства є ресурсощадними, екологічно орієнтованими виробництвами, що забезпечують не лише отримання якісної основної продукції, але й повне очищення стічних вод та унеможливають утворення небезпечних шкідливих викидів в атмосферу [57].

Складовими виробництва шкіри є екологічно безпечний натуральний білок та набір основних хімічних реагентів, переважно екологічно безпечних і біологічно розкладних (ПАР, ферменти, жирові матеріали тощо). Нові екобезпечні технології виробництва шкір повністю виключають використання органічних розчинників та інших агресивних і токсичних речовин, а використання окремих (зокрема, сульфідів чи сполук хрому) зведено до мінімуму [57, 58].

Синтетичні ж барвники використовують усі сучасні виробництва — текстильне, трикотажне, полімерне і, звичайно, шкіряне, і хутрове. Проблема полягає не у використанні, а у здатності технологів у процесі оброблення хімічно зафіксувати ці реагенти у структурі матеріалу або на волокні задля запобігання наступної їх міграції з матеріалу і впливу на організм людини та довкілля.

Звичайно, сучасні підприємства з виробництва синтетичних і штучних шкір теж, вірогідно, намагаються забезпечувати дотримання екологічних норм, пов'язаних з уловлюванням шкідливих викидів, рекуперацією органічних розчинників, очищенням відпрацьованих після промивання робочих рідин, сильно насичених токсичними речовинами, а також з відповідними заходами з охорони праці.

Однак, навіть не проводячи ретельного аналізу, зрозуміло, що для реалізації екологічної безпеки при виробництві та експлуатації виробів із синтетичних матеріалів (екошкіри) необхідно

набагато більше складніших і дорожчих зусиль і заходів у порівнянні з виробництвом і використанням натуральної шкіри.

4. Загалом, оцінюючи екологічність матеріалу чи виробу, слід звертати увагу не лише на те натуральний він чи синтетичний, а й прослідковувати весь шлях від створення цього матеріалу до його утилізації, тобто будувати систему замкнутого циклу: від оцінювання екологічності сировини, хімічних реагентів і технологій виробництва — аж до технологій перероблення відпрацьованого непридатного виробу. Тобто, слід визначити, з чого і як виготовлено даний продукт, як ним користуватися, як довго він буде придатний для використання, коли потрібно буде його замінити, і що з ним станеться після утилізації?

«Завдяки шкірі природа створила власну систему замкнутого циклу», — каже професор Г. Хустведт. «Туша тварини може загнивати в землі та жити рослини, які їдять наступні покоління тварин. З іншого боку, штучна шкіра не гниє, і її неможливо перетворити на інший предмет зі штучної шкіри. Для цього необхідна «повна переробка», тобто повний молекулярний розпад, щоб потім повторно щось виготовити. У кращому випадку, якщо штучна шкіра взагалі переробляється, її зазвичай переробляють на меншовартісні вироби» [50].

Дійсно, натуральна шкіра, отримана зі шкур тварин, тобто структурований і оброблений білок, після використання виробів може загнивати і руйнуватись, поступово розкладаючись на прості органічні і мінеральні сполуки: воду, аміак, вуглекислий газ, мінерали тощо. Ці речовини поглинаються рослинами і сприяють їх розвитку.

А чи може «похвалитися» екошкіра чи будь-який інший синтетичний полімер, що у результаті його тривалого природного розпаду будуть утворюватися сполуки, корисні або хоча б не шкідливі для довкілля? Питання, звичайно, риторичне!

Висновки. Отже, на основі аналізу науково-технічної та популярної літератури визначено, що за допомогою терміну «екошкіра» популяризуються і просуваються на споживчий ринок сучасні синтетичні поромерні матеріали, відомі як синтетичні шкіри, та вироби з них.

Синтетичний матеріал екошкіра є сучасним заміником натуральної шкіри з низкою позитивних якостей, що за багатьма ознаками переважає існуючі застарілі штучні матеріали, тому екошкіру використовують у багатьох напрямках для створення різноманітних виробів.

Однак, екошкіра значно поступається натуральній шкірі у природності, гігієнічності, низці технологічних і експлуатаційних властивостей, що створює для споживача значний дискомфорт при використанні взуття, одягу та інших виробів з неї, які безпосередньо контактують з тілом людини.

Тому, якщо є бажання досить швидко придбати щось модне і є фінансова спроможність часто змінювати такі вироби, якщо є готовність задля цього поступитися частково надійністю, зручністю і комфортністю під час використання таких виробів, то можна віддати перевагу й екошкірі. Однак, якщо необхідно придбати якісний виріб, який надійний у використанні та довго буде зберігати первинний зовнішній вигляд, то єдиний правильний вибір — це натуральна шкіра.

Є сподівання, що чергова мода на екошкіру пройде так само, як пройшла мода на нейлон, капрон та інші синтетичні тканини і матеріали, залишивши по собі гірке розчарування, а термін «екошкіра» може набути такий же іронічний відтінок, як і його прапращур «*дерматин*».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Синицына А. Из чего сделана экокожа. Tkaner.com. Онлайн-журнал про ткани и одежду: вебсайт. URL: <https://tkaner.com/materialy/ekokozha/iz-chego-sdelana-ekokozha/> (дата звернення: 23.04.2020).
2. Гладкова С. Отличие экокожи от искусственной кожи и кожзама. Tkaner.com. Онлайн-журнал про ткани и одежду: вебсайт. URL: <https://tkaner.com/materialy/ekokozha/otlichie-ot-iskusstvennoj-kozhi/> (дата звернення: 23.04.2020).
3. Распространенные мифы об экокоже. URL: https://pikabu.ru/story/rasprostrannyye_mify_ob_yekokozhe_6544654 (дата звернення: 23.04.2020).
4. «Этичность» и высокие технологии: почему стоит выбрать экокожу. URL: <https://www.mariomuzi.com.ua/informacziya/stati/»etichnost»-i-vyisokie-texnologii-pochemu-stoit-vyibirat-ekokozhu.html> (дата звернення: 23.04.2020).

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

6. Бекашева А. С. Высокие технологии при создании экокожи. Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 19. С. 172–176.

7. What about chrome-free, or «eco» leather?. URL: <https://oecotextiles.wordpress.com/2012/05/29/what-about-chrome-free-or-eco-leather/> (дата звернення: 23.04.2020).

8. Eco leather. URL: https://www.leather-dictionary.com/index.php/Eco_leather (дата звернення: 23.04.2020).

9. Гладкова С. Что лучше натуральная кожа или экокожа. Tkaner.com. Онлайн-журнал про ткани и одежду: вебсайт. URL: <https://tkaner.com/materialy/ekokozha/chto-luchshe-naturalnaya-kozha-ili-ekokozha/> (дата звернення: 23.04.2020).

10. Экокожа: что это за материал, состав, свойства, достоинства и недостатки. URL: <https://textile.life/fabrics/artificial-fibres/ekokozha-chto-eto-za-material-sostav-svoystva-dostoinstva-i-nedostatki.html> (дата звернення: 23.04.2020).

11. Что такое экокожа или PU кожа? URL: <https://9-etazh.com.ua/a256526-chto-takoe-ekokozha.html> (дата звернення: 23.04.2020).

12. Материал экокожа — что это? URL: <https://vidy-tkanej.ru/material/40-ekokozha.html> (дата звернення: 23.04.2020).

13. Экокожа: свойства, отзывы и основы эксплуатации. URL: <http://lady-in-leather.net/ekokozha-otzyvy-i-osnovy-ekspluatatsii/> (дата звернення: 23.04.2020).

14. Гладкова С. Что лучше экокожа или искусственная кожа. Tkaner.com. Онлайн-журнал про ткани и одежду: вебсайт. URL: <https://tkaner.com/materialy/ekokozha/ili-iskusstvennaya-kozha/> (дата звернення: 23.04.2020).

15. Экокожа — что это за материал? URL: <https://textiletrend.ru/pro-tkani/iskusstvennyie/ekokozha-chto-eto-za-material.html> (дата звернення: 23.04.2020).

16. Где применяется ткань экокожа и ее преимущества. URL: <https://www.wday.ru/stil-zhizny/kor/gde-primenyaetsya-tkan-ekokozha-i-kakie-ee-preimuschestva/> (дата звернення: 23.04.2020).

17. Экокожа. URL: <https://www.ast-mebel.ru/m/poleznay-informacia/gid192/pg0/> (дата звернення: 23.04.2020).

18. Экокожа. Преимущества и недостатки. URL: <https://www.rechi.ua/info/ekokozha-preimuschestva-i-nedostatki/> (дата звернення: 23.04.2020).

19. Бокова Е. С., Андрианова Г. П. Полиуретаны в производстве искусственных и синтетических кож. Полиуретановые технологии. 2008. № 4 (17). С. 23–28.

20. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. Ч. 2.

Технологические процессы производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи; под ред. Г. П. Андриановой. Москва: КолосС, 2008. 447 с.

21. Технология переработки пластических масс и эластомеров в производстве полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. Ч. 1. Физико-химические основы и общие принципы производства полимерных пленочных материалов и искусственной кожи; под ред. Г. П. Андриановой. Москва: КолосС, 2008. 369 с.

22. Зурабян К. М., Байдакова Л. И. Отделка кож. Москва: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. 184 с.

23. Байдакова Л. И. Товароведение. Непродовольчі товари: взуттєві і хутряні вироби: підручник. Київ: Вища школа, 2007. 183 с.

24. Товароведение. Одежно-обувные товары. Дрозд М. И., Сыцко В. Е., Целикова Л. В., Локтева К. И.; под общ. ред. В. Е. Сыцко. Минск: Вышэйшая школа, 2016. 318 с.

25. Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. Ч. 1.; под общ. ред. Г. П. Андриановой. Москва: Легпромбытгиздат, 1990. 304 с.

26. Никитина Л. Л., Гаврилова О. Е. Современные полимерные материалы и эргономические свойства обуви. Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 19. С. 139–142.

27. Никитина Л. Л., Жуковская Т. В., Галялутдинова Р. М. Полимерные материалы в обуви с улучшенными эргономическими характеристиками. Вестник Казанского технологического университета. 2012, Т. 15, № 7. С. 121–124.

28. Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи. Ч. 2.; под общ. ред. Г. П. Андриановой. Москва: Легпромбытгиздат, 1990. 384 с.

29. Никитина Л. Л., Гаврилова О. Е. Обзор развития и состояния производства искусственных кож для изделий легкой промышленности. Вестник Казанского технологического университета. 2013. С. 184–186.

30. Катаева О. В. Перспективы развития технологии производства искусственных мягких кож. Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 8. С. 344–346.

31. Ал. Ал. Берлин. Современные полимерные композиционные материалы (ПМК). Соросовский Образовательный Журнал. 1995. № 1. С. 57–65.

32. Г. П. Андрианова. Искусственные кожи — что это такое. Искусственные кожи типы, строение, свойства и применение. Соросовский Образовательный Журнал. 1999. № 9. С. 53–58.

33. Тихонова Н. В., Жуковская Т. В., Махоткина Л. Ю. Натуральные и синтетические полимеры в современном производстве обуви. Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 6. С. 24–26.

34. Товароведение и экспертиза промышленных товаров: учебник / под ред. проф. А. Н. Неверова. Москва: МЦФЭР, 2006. 848 с.

35. Садовский В. В., Несмелов Н. М. Товароведение одежно-обувных товаров. Минск: Белорусский государственный экономический университет. 2005. 429 с.

36. Горюнова О. И. Долговечность синтетической кожи для верха обуви и способы ее повышения: автореф. дисс. ... канд. техн. наук по ВАК РФ 05.19.08, 1999. 23 с.

37. В чём практическое отличие натуральной и экокожи. URL: <https://www.drive2.ru/c/2733738/> (дата звернення: 23.04.2020).

38. Журавський В. А., Касьян Е. Є., Данилкович А. Г. Технологія шкіри та хутра: підручник. Київ: ВІПОЛ, 1996. 744 с.

39. Касьян Е. Є. Фізико-хімія полімерних плівкоутворювачів для оздоблення шкіри: навчальний посібник. Київ: КНУТД, 2019. 178 с.

40. ДСТУ 2726-94. Шкіра для верху взуття. Технічні умови. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 1995. 14 с. (Національний стандарт України).

41. ГОСТ Р ISO 14931-2017. Кожа для одежды. Технические условия. [Дата введения 2018-06-01]. Москва: Стандартиформ, 2017. 8 с.

42. ГОСТ 1875-83. Кожа для одежды и головных уборов. Технические условия [Дата введения 1985-01-01]. Москва: ИПК Издательство стандартов, 1998. 21 с.

43. Екошкіра: плюси і мінуси. URL: <https://feshmebel.com.ua/ua/articles/ekokozha-plusy-i-minusy/> (дата звернення: 23.04.2020).

44. Все сложно: действительно ли экокожа экологична. Л'Этуаль: жизнь / экология: вебсайт. URL: <https://www.lettoile.ru/article/vse-slozhno-deystvitelno-li-ekokozha-ekologichna/> (дата звернення: 23.04.2020).

45. Разумное потребление. Часть 1: как жить экологично. Л'Этуаль: жизнь / экология: вебсайт. URL: <https://www.lettoile.ru/article/razumnoe-potreblenie-chast-1-kak-zhit-ekologichno/> (дата звернення: 23.04.2020).

46. Берендт Г. Набер, Б. В. Вторичная переработка полиуретанов возможность и реальность. Полимерные материалы: изделия, оборудование, технологии. 2009. № 5. С. 16–21.

47. Леттовски, К. Мейер, Ф. Хаберстро, Э. Инновационные возможности переработки и применения полиуретанов. Полимерные материалы: изделия, оборудование, технологии. 2010. № 2/3. С. 34–38.

48. GordonGraff. PolyurethaneRecyclingGainsasRegulatoryandCostPressuresMount. SpecialChem. Sept. 20, 2006. URL: <https://omnexus.specialchem.com/> (дата звернення: 23.04.2020).

49. Переработка полиуретана: «замкнуть круг». Новые химические технологии. Аналитический портал химической промышленности. URL: http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=786 (дата звернення: 23.04.2020).

50. Scott Christian, EJ Fox, Kaitlyn Kelly. Vegan Leather Isn't As Ethical As You Think. Vocativ. 10 February 2016. URL: <https://www.vocativ.com/281599/vegan-leather-isnt-as-ethical-as-you-think/> (дата звернення: 23.04.2020).

51. DIN EN15618. Rubber- or plastic-coated fabrics — Upholstery fabrics — Classification and methods of test; German version EN15618:2009+A1:2012. STANDARD by DIN-adopted European Standard. Published: 08/01/2012. Number of Pages:11.

52. ГОСТ 4.116-84. Кожа искусственная и пленочные материалы технического назначения. Номенклатура показателей. [Срок действия от 1985-07-01. Ограничение срока действия снято]. Москва: Издательство стандартов, 1989. 12 с.

53. ГОСТ 28144-89. Кожа синтетическая на нетканой основе для верха обуви. Общие технические условия. [Срок действия от 1990-07-01. Ограничение срока действия снято]. Москва: Издательство стандартов, 1989. 18 с.

54. ГОСТ Р 56621-2015. Кожа искусственная одежная. Общие технические условия. [Дата введения 2016-09-01]. Москва: Стандартиформ, 2016. 16 с.

55. Ника Бажанова. Чем экокожа отличается от натуральной кожи? URL: https://burdastyle.ru/master-klassy/tkani/chem-ekokozha-otlichaetsya-ot-naturalnoy-kozhi_12292 (дата звернення: 23.04.2020).

56. Вред синтетической ткани и одежды. URL: <https://ecotkani.ru/stati/59-vred-sinteticheskoy-tkani> (дата звернення: 23.04.2020).

57. Екологічно орієнтовані технології виробництва шкіряних та хутрових матеріалів для створення конкурентоспроможних товарів: монографія: у 2 ч. Екологічно орієнтовані технології виробництва шкіряних та хутрових матеріалів / Данилкович А. Г. та ін.; за ред. А. Г. Данилковича. Київ: Фенікс, 2011. Ч. 1. 438 с.

58. Інноваційні технології виробництва шкіряних і хутрових матеріалів та виробів: монографія / Данилкович А. Г. та ін.; за ред. А. Г. Данилковича. Київ: Фенікс, 2012. 344 с.