

PRODUCTION OF HYDROPHOBIZED LEATHER AND FUR MATERIALS

A. Danylkovych

Kyiv National University of Technologies and Design

V. Lishchuk

PrAP "Chinbar"

Key words:

*Hydrophobized leather,
Fur velour,
Hydrophobization,
Alkenyl maleic anhydride
composition,
Physicochemical
properties*

Article history:

Received 10.09.2020

Received in revised form
25.09.2020

Accepted 08.10.2020

Corresponding author:

A. Danylkovych

E-mail:

ag101@ukr.net

ABSTRACT

An increase in the water resistance of leather and wool sheepskin fur can be achieved during preliminary filling-fat-liquoring treatment of a semi-finished product with reagents that actively interact with both dermal collagen and water repellents during physicochemical structuring of the material. The goal of the work was to develop environmentally safe technologies for the production of hydrophobized leather and fur velour materials using a composition based on an alkenyl maleic anhydride polymer.

For the production of hydrophobized leather materials, a chrome-tanned semi-finished leather product ("wet blue") was used after shaving to a thickness of 2.2 mm. Wet blue was obtained from green-salted bull hides by the current technology. To produce the hydrophobized fur velour, air-dried sheepskins of semi-coarse wool breed were used.

Fatliquoring-hydrophobizing of semi-finished product from bull hide skins was carried out in a spent filling solution. Fur velour was hydrophobized by moisturizing semi-finished product by spraying an emulsion of reagents onto the leather part of the sheepskin. Subsequent processes and operations for the production of final leather and fur velour were carried out according to the current technology.

The efficiency of the hydrophobizing process was evaluated using physicochemical characterization of the produced materials. Based on a set of properties, the produced materials were characterized by increased water resistance and improved mechanical properties compared to the materials obtained by current technologies.

Approbation and implementation of the developed technology for the production of hydrophobized leather was carried out at the private joint-stock company 'Chinbar'. The produced materials are suitable for the manufacture of elements for shoe uppers which can be used under extreme conditions. By approbation of the developed technology for the production of hydrophobic sheepskin fur velour in semi-industrial conditions, its increased water resistance and compliance with the requirements for military products were established.

DOI: 10.24263/2225-2924-2020-26-5-6

ФОРМУВАННЯ ГІДРОФОБІЗОВАНИХ ШКІРЯНИХ І ХУТРОВИХ МАТЕРІАЛІВ

А. Г. Данилкович

Київський національний університет технологій та дизайну

В. І. Ліщук

Приватне акціонерне підприємство «Чинбар»

Підвищена водостійкість шкіряних і велюрових овчинно-шубних матеріалів може бути досягнута за умов попереднього використання на стадії наповнювання-жирування структури матеріалу реагентів, які активно взаємодіють як з колагеном дерми, так і з гідрофобізаторами при фізико-хімічному його структуруванні. Зважаючи на це, розроблено екологічно ефективні технології формування гідрофобних шкір і хутрових велюрових матеріалів з використанням композиції на основі алкенмалеїнового полімеру.

Для формування гідрофобних шкір використано шкіряний напівфабрикат хромового дублення після стругання товщиною 2,2 мм, вироблений із мокросолених шкур великої рогатої худоби (бичка) за діючою технологією. Для отримання гідрофобізованого хутрового велюру використано шкури напівгрубошерстних овчин прісно-сухого консервування.

Жирування-гідрофобізацію напівфабрикату шкур бичка виконано у відпрацьованому наповнювальному розчині. Гідрофобізацію хутрового велюру проведено при зволоженні напівфабрикату шляхом розпилення емульсії реагентів на шкірну тканину овчин. Наступні процеси й операції виготовлення готової шкіри і хутрового велюру виконано за діючою технологією.

Ефективність процесу гідрофобізації отриманих матеріалів оцінювали методами фізико-хімічних досліджень. За комплексом властивостей отримані матеріали характеризуються підвищеними показниками водостійкості й деформаційних властивостей порівняно з матеріалами, отриманими за діючими технологіями.

Проведено апробацію і впровадження розробленої технології виготовлення гідрофобних шкір на приватному підприємстві АТ «Чинбар», які придатні для виготовлення елементів для верху взуття, що може експлуатуватись в екстремальних умовах. Апробацію розробленої технології виготовлення гідрофобізованого хутрового велюру овчини у напіввиробничих умовах встановлено підвищену його водостійкість і відповідність вимогам до виробів військового призначення.

Ключові слова: гідрофобна шкіра, хутровий велюр, гідрофобізація, алкенмалеїнова композиція, фізико-хімічні властивості.

Постановка проблеми. Ефективна експлуатація виробів із натуральних матеріалів, які використовуються в складних умовах зовнішнього середовища, вимагають розроблення інноваційних технологій їх виготовлення. Враховуючи значні обсяги виробництва шкіряних матеріалів із шкур великої рогатої худоби (ВРХ) і овчинно-шубних матеріалів із шкур овець та особливості їх структури,

підвищення водостійкості, теплозахисних властивостей пов'язано насамперед з пошуком і синтезом нових реагентів і хімічних матеріалів та їх застосуванням без суттєвих змін існуючих технологій. Підвищена водостійкість шкіряних і велюрових овчинно-шубних матеріалів може бути досягнута за умов попереднього використання на стадії наповнювання-жирування структури дерми реагентів, які активно взаємодіють як з колагеном дерми, так і з гідрофобізаторами при фізико-хімічному структуруванні напівфабрикату. Зважаючи на це, значний практичний інтерес мають продукти взаємодії α -алкенів з малеїновим ангідридом поліфункціональної природи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з необхідністю стабілізації гідрофільності колагенвмісної сировини в фізико-хімічних процесах формування шкіряних і хутрових матеріалів та підвищенням їх водостійкості на завершальних стадіях оброблення використовується широкий асортимент реагентів різної хімічної природи й типу радикалів. При цьому необхідно відзначити принципову відсутність суттєвих відмінностей у структурі та властивостях шкірної тканини хутра та дерми шкіри. Надання матеріалам водовідштовхувальних властивостей можливе шляхом формування покриттів з більш низькою енергією і, відповідно, утворенням на поверхні колагенової структури суцільної плівки [1; 2]. Зокрема, стійкі гідрофобні властивості матеріалу проявляються при зниженні поверхневого натягу до 40 мДж/м², а супергідрофобний ефект досягається при 10 мДж/м². Для підвищення водостійкості матеріалів легкої промисловості найбільше практичне застосування знаходять емульсії парафінів із солями алюмінію чи цирконію, четвертинні амонієві сполуки, похідні вищих жирних кислот (ВЖК), сполуки хрому з ВЖК, похідні мелаїну чи етиленсечовини із залишками ВЖК; кремнійорганічні гідрофобізатора; полімери на основі фторованих вуглеводів; жирувальні композиції на основі лецитину [1; 3].

З цієї ж метою у [4] рекомендується використовувати фторкремнієві та полімерні фторкарбоніві сполуки. Автори відзначають суттєве підвищення водостійкості й пластичності шкіряного матеріалу при використанні кополімеру на основі ефіру малеїнової кислоти і α -оксипропільдіметилсилоксану за співвідношення 2:1, акрилової кислоти і 1-октадекана [5; 6]. Рекомендується також сумісне використання силанових, карбонільних, карбоксильних і гідроксильних сполук [7]. При цьому на поверхні модифікованої структури матеріалу утворюються поверхневі захисні плівки. Позитивний вплив на підвищення водостійкості шкіри спостерігається при використанні полімерних систем на основі полівінілетинілдігідроксихлорсилану [8]. Зокрема, крайовий кут змочування досягає 110 град., який після 300 циклів стирання знижується тільки на 15%.

При використанні для оброблення шкіряного і хутрового напівфабрикату таких реагентів, як фторсилани і фторсилоксани досягається підвищення його водостійкості й міцності [9]. Шкірна тканина хутра набуває стійкого гідрофобного ефекту, що проявляється в зменшенні її вологостійкості та намокання в три рази. При цьому тривалість водопомокання підвищується в 34 рази зі збереженням гігієнічних властивостей. Значний гідрофобний ефект досягається при сумісному обробленні колагенвмісних матеріалів хімічними реагентами й низькотемпературною плазмою. Комплексне оброблення сполуками гексаметилдисилоксану і

тетраетилортосилікату разом з низькотемпературною плазмою [10] супроводжується суттєвим підвищенням водостійкості матеріалу. У [11; 12] досліджено фізико-хімічні й гігієнічні властивості колагенвмісного напівфабрикату під впливом умов його плазмового оброблення і витрат кремнійорганічного полімеру А-187. Отримані матеріали за гідрофобним ефектом характеризувались збільшенням тривалості всмоктування краплі води на 86% зі зменшенням гігроскопічності на 76–87% і підвищенням міцності на 23%.

Отже, незважаючи на широкий асортимент хімічних матеріалів, що використовуються при формуванні колагенвмісних шкіряних і хутрових матеріалів підвищеної водостійкості, практично відсутній науково обґрунтований підхід до ефективного використання таких реагентів з урахуванням особливостей структури і фізико-хімічних властивостей шкіряного та хутрового напівфабрикату.

Мета дослідження: розроблення екологічно ефективних технологій формування гідрофобних шкір і хутрових велюрових матеріалів з використанням композиції на основі алкенмалеїнового полімеру.

Викладення основних результатів дослідження. Для формування гідрофобних шкір використано шкіряний напівфабрикат хромового дублення після стругання товщиною 2,2 мм, вироблений із мокросолених шкур великої рогатої худоби (ВРХ) — бичка, за діючою технологією. Отриманий напівфабрикат промивали у барабані марки Dozemat DD-7,7 фірми Dose Maschinenbau GmbH (Німеччина) об'ємом 7,4 м³ за температури 32—36°C протягом 10—15 хв (табл. 1), нейтралізували розчином формиату натрію і бікарбонату натрію у співвідношенні 1:1, наповнювали рослинним екстрактом квебрахо з розрахунку на 100% активність. Значення рН розчину коригували сульфідом натрію до 5,8—6,0. Наповнювання напівфабрикату завершували після його наскрізного профарбування екстрактом квебрахо.

Таблиця 1. Параметри процесу гідрофобізації напівфабрикату хромового дублення

Процес	Реагент	Витрата, %	Тривалість, хв	Температура, °С
Промивання	Вода	200	10—15	32—36
Нейтралізація	Вода	120		32—36
	Форміат натрію Бікарбонат натрію	1 1	60	
Промивання	Вода	200	10—15	40—42
Наповнювання	Вода	70—80	60—80	40—42
	Натуральний екстракт квебрахо (розчин)	6—7		
	Сульфід натрію	0,6—0,7		
Жирування-гідрофобізація	Вода	100—110	40—60	55—60
	Алкенмалеїнатний полімер	4,0—4,5		
	Олеїнова кислота	1,2—1,3		
	Риб'ячий жир	6,0—7,0		
Фіксація	Алюмокалійовий галун	0,4—0,5	20—30	55—60
	Форміат натрію	0,3—0,4		
Промивання	Вода	200	10—15	22—25

Впроваджений у промислове виробництво процес жирування-гідрофобізації напівфабрикату виконували у відпрацьованому наповнювальному розчині після підвищення його температури до 55—60°C водою, що мала температуру 95—98°C. При цьому об'єм води у барабані підвищувався на 30%. Для фіксації дифундованих танідів та інгредієнтів жирувально-гідрофобізуючої композиції у напівфабрикаті в розчин дозували алюмокалієвий галун до рН 4,0—4,2 і форміат натрію. Через 20—30 хв відпрацьований розчин зливали і напівфабрикат промивали водою за температури 22—25°C. Подальші сушильно-зволожувальні процеси й операції виконували за діючою технологією.

Контрольні зразки шкіри відрізнялись від дослідних жируванням, у якому використано емульсію матеріалу Tgrol DL як суміш сульфатованих і сульфитованих синтетичних та натуральних жирів аніонного типу з вмістом активної речовини 70%, рН 10% емульсії 7,5, виробництва фірми Trumpler (Німеччина).

Для оцінювання експлуатаційних властивостей гідрофобізованої шкіри використаний комплекс фізико-хімічних методів досліджень після попереднього кондиціонування зразків за нормальних умов [15]. Вміст вологи в шкірі визначали за температури 128—133°C, сполук хрому — йодометричним титруванням як масову частку оксиду хрому (III). Жирові речовини екстраговані органічними розчинниками (РЕОР) в апараті Зайченка з використанням тетрахлорметану і подальшим висушуванням за температури 128—133°C до постійної маси жирового залишку. Для визначення динамічного водопомокання отриманого матеріалу використані прилади «ПВД-2» (РФ) і «IG/IUP 10» фірми Giuliani (Італія) в інтервалі швидкостей деформування зразків 24—120 подвійних ходів.

Напруження при розтягуванні та подовження зразків шкіри вимірювали за допомогою розривної машини РМ-250М (РФ) зі швидкістю деформування 90 мм/хв. Жорсткість вимірювали на приладі ПЖУ-12М (РФ).

Результати дослідження фізико-хімічних досліджень гідрофобізованої шкіри наведені в табл. 2 і рис. 1. Як видно з табл. 2, гідрофобізована шкіра відрізняється від негідрофобізованих зразків підвищеним вмістом на 15% речовин екстрагованих органічними розчинниками, а за комплексом деформаційних показників більшою еластичністю та міцністю.

Таблиця 2. Фізико-хімічні властивості гідрофобізованої шкіри

Показник	Шкіра	
	гідрофобна	негідрофобізована
Вміст ¹ , мас. %, вологи	11,58	13,37
– оксиду хрому	4,21	4,33
– золи	6,31	6,49
– РЕОР	9,98	8,67
– голинної речовини	61,26	62,86
Межа міцності, МПа	25,0	22,3
Подовження при 9,81 МПа, %	29,4	25,3
Жорсткість на ПЖУ-12М, сН	27,5	30,7

Примітка: ¹ вміст інгредієнтів наведено в перерахунку на абсолютно суху речовину.

Слід відзначити, що гідрофобізована шкіра характеризується високим опором дифузії води за умов динамічного деформування. При цьому за мінімальної швидкості деформування гідрофобізованої шкіри цей показник досягає 218 хв (рис. 1), тоді як негідрофобізований матеріал промокає за 1,5 хв. Водночас при збільшенні швидкості деформування зразків гідрофобізованої шкіри у 5 разів цей показник зменшується у 2,2 раза.

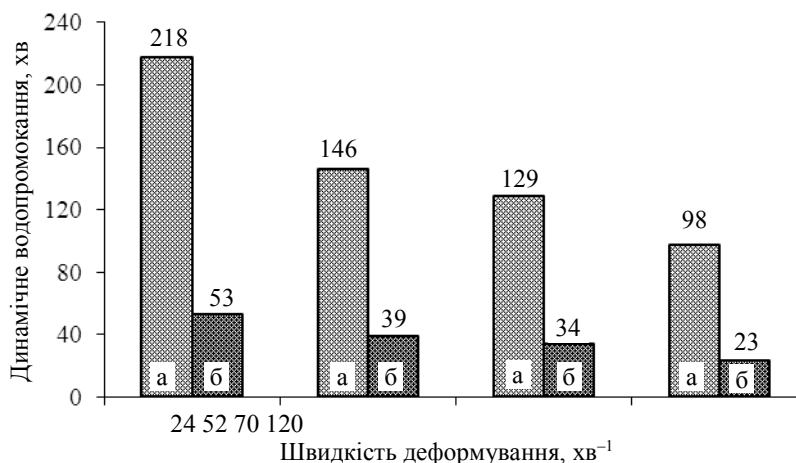


Рис. 1. Залежність динамічного водопомокання гідрофобізованої шкіри і хутрового велюру овчини від швидкості деформування: а — шкіра, б — велюр

Отже, за комплексом фізико-хімічних властивостей гідрофобізована шкіра при наповнюванні-жируванні з використанням композиції на основі алкенмалеїнового полімеру характеризується ефективним блокуванням гідрофільних ділянок колагену дерми і пластифікацією фібрилярної структури шкіри.

Для отримання гідрофобізованого хутрового велюру використані шкури напівгрубошерстних овчин прісно-сухого консервування. Всі відмочувально-дубильні процеси виконували в баркасі об'ємом 0,33 м³ за технологією [13]. Після 12 год витримування дубленого напівфабрикату і вологого шліфування на міздрильній машині з тупими ножами овчини додатково обробляли хромовим дубителем основністю 35—40% у перерахунку на оксид хрому (III) — 4 г/дм³ та алюмокалієвим галуном — 7 г/дм³, який додавали через 1 год від початку процесу. Додублювання овчин завершували після 6 год перемішування у баркасі за досягнення температури зварювання напівфабрикату 90°C. Наступні процеси й операції виконували за діючою технологією [13].

Жирування-гідрофобізацію хутрового велюру проводили при зволоженні напівфабрикату шляхом розпилення 10% водно-органічної дисперсії алкенмалеїнової композиції та алюмокалієвого галуну [14] 1% концентрації у перерахунку на Al₂O₃ з витратою відповідно 60 і 20 г/м² на шкірну тканину овчин. Отриманий напівфабрикат овчин після витримування у штабелі протягом 12—24 год і ряду фізико-механічних оброблень — відкатування, розбивання на машині РМ-2 та витягувально-м'якшильній машині «Mollisana» фірми Svit (Чехія), розчісування,

стриження, підсушування, знежирювання, шліфували абразивною шкуркою зернистістю № 4. Потім хутровий велюр знепилювали у протрушувальному барабані та укладали ворс жорсткою щіткою у напрямку від огузка до воротка. У контрольному варіанті технології як жирувальний матеріал використано емульсію Tgurol DL.

Ефективність процесу гідрофобізації хутрового велюру з використанням дисперсії алкенмалеїнової композиції оцінювали методами фізико-хімічних досліджень [15]. Хімічний склад, динамічне водопомокання і фізико-механічні показники шкірної тканини гідрофобізованого хутрового велюру визначали аналогічно шкіряному матеріалу. При оцінюванні фізико-механічні властивостей хутрового велюру використані цілі шкури овчин і спеціальні затискачі до розривної машини. Намокання шкірної тканини хутрового велюру визначали за приростом маси. Дифузію парів води через зразки хутра вимірювали ексікаторним методом з використанням сірчаної кислоти.

Фізико-хімічні властивості гідрофобізованого хутрового велюру наведені в табл. 3 (рис. 1 і 2). Гідрофобізований велюр порівняно з негідрофобізованим хутровим велюром, отриманим за діючою технологією, має більший на 16% вміст екстрагованих жирних речовин (табл. 3). При цьому водопоглинання у статичних умовах шкірної тканини велюру через 2 год зменшується у 2,3 раза (рис. 2) порівняно з негідрофобізованим матеріалом, а через 24 год маса зразків зростає, відповідно, на 24% і 4, 4%. Це свідчить про ефективну гідрофобізацію структури шкірної тканини хутрового велюру, отриманого за розробленою технологією. Водночас паропроникність отриманого хутрового велюру дещо зменшується, що може бути обумовлено складним механізмом адсорбції-десорбції молекул води при їх дифузії через матеріал, пов'язаним з гідрофобністю і пористістю гідрофобізованого хутрового велюру.

Таблиця 3. Фізико-хімічні властивості гідрофобізованого хутрового велюру

Показник	Велюр	
	гідрофобізований	за діючою технологією
Вміст ¹ , мас. %, вологи	11,35	13,12
– оксиду хрому	3,67	3,43
– золи	7,16	6,18
– РЕОР	13,69	14,31
– голинної речовини	64,30	65,18
Динамічне водопомокання, хв, за швидкості деформування, хв ⁻¹ , 70	27	0,4
Навантаження при розриванні цілої овчини площею понад 40 дм ² , Н	227	204
Подовження повне цілих овчин при напруженні 9,8 МПа, %	36	31
Паропроникність, 10 ⁻⁶ кг/(м ² ·с)	4,67	5,78
Пористість, %	59	56

Примітка: ¹ вміст інгредієнтів наведено в перерахунку на абсолютно суху речовину.

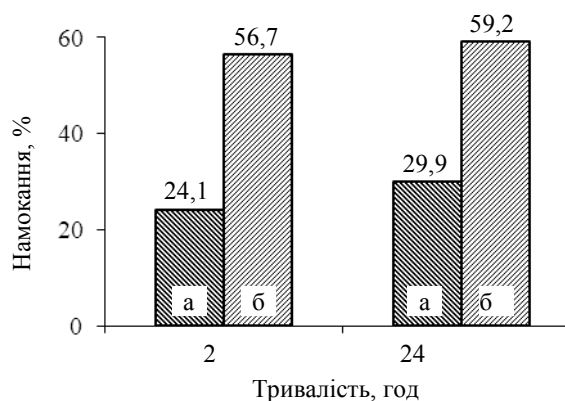


Рис. 2. Залежність намокання шкірної тканини хутрового велюру від тривалості його контакту з водою: а — гідрофобізованого; б — отриманого за діючою технологією

Зі збільшенням швидкості деформування тривалість промокання шкірної тканини гідрофобізованого велюру, як і шкіри, зменшується, але меншою мірою для шкіряного матеріалу (рис. 1). Це може бути обумовлено підвищеною мобільністю гідрофобізованих елементів шкірної тканини порівняно зі шкірою. За комплексом міцнісно-деформаційних властивостей гідрофобізований хутровий велюр характеризується підвищеними значеннями показників, відповідно, на 11 і 16 %. Слід відзначити, що отриманий гідрофобізований велюр овчини має вищу міцність на 27 Н порівняно з технічними вимогами до хутрового матеріалу для виготовлення зимових головних уборів військового призначення [16].

Апробація розробленої технології виготовлення гідрофобізованої шкіри для верху взуття проведена на приватному шкіряному підприємстві АТ «Чинбар» (м. Київ, Україна). Отримано три партії гідрофобізованої шкіри з напівфабрикату ВРХ загальною масою 2,5 т, виготовленого зі шкур бичка за діючою технологією товщиною 2,2 мм. Для гідрофобізації шкіряного напівфабрикату використана технологія за ліцензійним договором № 1-20 від 27 січня 2020 р., на яку отримано патент на корисну модель № 134919 з датою пріоритету від 29 грудня 2018 року. Наступні процеси й операції виготовлення готової шкіри виконуються за діючою технологією підприємства.

Висновки

Розроблені технології гідрофобізації шкіри для верху взуття і хутрового велюру овчини з використанням композиції на основі алкенмалеїнового полімеру при наповнюванні-жируванні шкіряного напівфабрикату та методом розпилення на стадії зволоження хутрового велюру овчин.

Досліджено фізико-хімічні властивості отриманих шкір і хутрового матеріалу. За комплексом властивостей отримані матеріали характеризуються підвищеними показникам водостійкості та деформаційних властивостей порівняно з матеріалами, отриманими за діючими технологіями. Отриманий гідрофобний ефект при використанні розробленої технології обумовлений блокуванням гідрофільних ділянок колагену дерми з підвищенням гідрофобності і мобільності елементів фібрилярної структури матеріалу.

Проведено апробацію і впровадження розробленої технології виготовлення гідрофобних шкір на приватному підприємстві АТ «Чинбар», які придатні для виготовлення виробів для верху взуття, що будуть експлуатуватись в екстремальних умовах. Отримані шкіри відповідають ДСТУ 2726-94 «Шкіра для верху взуття. Технічні умови» і міжнародному стандарту ISO 9001:2015.

Проведена апробація розробленої технології виготовлення гідрофобізованого хутрового велюру овчини у напіввиробничих умовах. Запропонована технологія забезпечує формування овчин з підвищеною водостійкістю, які відповідають вимогам до виробів військового призначення.

Література

1. Николаенко Г. Р., Минлебаева М. Н. Обзор существующих гидрофобизирующих материалов, используемых в лёгкой промышленности. *Вестник технологического университета*. 2015. Т. 18. № 17. С. 165—168.
2. Marmur A. The Lotus Effect: Superhydrophobicity and Metastability. *Langmuir*. 2004. V. 20. P. 3517—3519. URL: <https://doi.org/10.1021/la036369u>.
3. Товбин Ю. К., Тугазаков Р. Я., Комаров В. Н. Молекулярный транспорт в узких каналах. *Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева*. 2008. Т. 22. № 5. С. 120—127.
4. Оценка эффективности препаратов для поверхностной гидрофобизации спилка / З. К. Низамова, М. В. Калинин, Н. В. Евсюкова и др. *Кожевенно-обувная промышленность*. 2012. № 2. С. 18—19.
5. Dahmen K., Mertens R. Use of siloxane copolymers for treating leather and pelts. *Leather Sci. Abstr.* 1995. № 1. С. 9—10.
6. Kovacevic V., Babic R. Postizavanje otpornosti na vodu kože za specijalne namjene. *Koza i obuća*. 1993. 42. № 11—12. С. 127—128.
7. Джураев А. М., Кадиоров Т. Ж., Тошев А. Ю. Влияние гидрофобизации на эксплуатационные свойства кож для верха обуви. *Кожа и мех в XXI веке: технология, качество, экология, образование*. 2015. С. 48—54.
8. Полиэтилгидроксилосаноакрилатные полимеры для повышения эффекта гидрофобизации / В. Н. Ахмедов, А. М. Джураев, А. Ю. Тошев и др. *Химическая технология*. 2007. Т. 5. С. 145—146.
9. Гидрофобизация кожевенно-мехового полуфабриката фторсодержащими функциональными силанами и силоксанами / Н. В. Евсюкова, И. В. Воробьёва, Л. М. Полухина и др. *Дизайн и технологии*. 2009. № 11. С. 68—72.
10. Surface activation and coating on leather by dielectric barrier discharge (DBD) plasma at atmospheric pressure / М. Koizhaiganova, М. Meyer, F. Junghans, А. Aslan. *SLTC journal*. 2017. V. 101, 2. P. 86—93.
11. Шатаева Д. Р., Кулевцов Г. Н., Абдуллин И. Ш. Получение кожевенных материалов из шкур овчины и КРС с улучшенными гигиеническими свойствами при помощи обработки ННТП и кремнийорганическими соединениями. *Вестник Казанского технол. университета*. 2014. Т. 17. № 11. С. 86—88.
12. Шатаева Д. Р., Кулевцов Г. Н., Абдуллин И. Ш. Исследование влияния взаимодействия неравновесной низкотемпературной плазмы и кремний-органических соединений на физико-механические свойства кож из шкур КРС. *Вестник Казанского технол. университета*. 2014. Т. 17. № 11. С. 73—75.
13. Данилкович А. Г., Ліщук В. І., Стрембулевич Л. В. Сучасне виробництво хутра. Київ: Фенікс, 2016. 320 с.
14. Данилкович А. Г., Хлебнікова Н. Б. Модифікація колагенвмісних матеріалів для формування водостійких виробів. *Наукові праці НУХТ*. 2019. Т. 25, № 5. С. 7—14.
15. Данилкович А. Г., Чурсин В. И. Аналитический контроль в производстве кожи и меха. Лаб. пр-кум: учеб. пособие. Москва: Инфра-М, 2016. 176 с.
16. Технічні вимоги на виготовлення шапки зимової парадно-вихідної та шапки зимової повсякденної / Затв. Командувач національної гвардії України генерал-полковник Аллеров Ю. В. 31.01.2018. Київ. 17 с.