

УДК 675.017.63

ВОЛОГООБМІННІ ВЛАСТИВОСТІ НАТУРАЛЬНИХ ШКІР, ОДЕРЖАНІ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Романюк О. О.

MOISTURE EXCHANGE PROPERTIES OF LEATHER DETERMINED BY DIFFERENT METHODS

Romanyuk O. O.

У статті наведені результати порівняльних досліджень комплексу вологообмінних властивостей натуральних шкір. Показано, що одержані двома незалежними методами (термогравікалориметричним і адсорбційним) значення адсорбованої вологи моношару і полішару мають

незначні відхилення, тоді як значення гігроскопічної вологи значно різняться між собою. Встановлено за допомогою

адсорбційного методу розподіл мікропор по розмірах для шкір хромового методу дублення з різними покриттями, які були вироблені з різної сировини.

Ключові слова: термогравікалориметричний, адсорбційний метод, вологообмінні властивості, натуральна шкіра.

1. Постановка проблеми. Розширення асортименту та підвищення якості та шкіряних матеріалів є однією з основних умов розвитку сучасного виробництва і розширення економічних зв'язків на внутрішньому і зовнішньому ринках. Вимоги до шкіряних матеріалів і виробів визначаються потребами споживачів – соціальними, функціональними, надійністю при експлуатації, ергономічними, естетичними, екологічними. Тому якість шкіряних матеріалів визначається комплексом споживних властивостей, до яких відносяться гігієнічні, фізико-механічні, насамперед зносостійкість, естетичні, екологічні. Формування високоякісної шкіри зі шкур тварин – це отримання натурального матеріалу однорідної структури з рівномірною щільністю і товщиною у різних топографічних ділянках [1, 2]. Важливу роль при формуванні властивостей шкіряного напівфабрикату хромового методу дублення [3] відіграє процес наповнювання [4], який є одним із найважливіших фізико-хімічних процесів виробництва, фарбувально-жирувальні процеси та оздоблювальні операції. В результаті виконання процесів і

операцій, з огляду на особливості будови сировини формуються вологообмінні властивості натуральних шкір, а отже такі їх властивості як гігроскопічність, вологовіддача, водопроникність тощо.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах зниженню собівартості виготовлення шкіряних матеріалів сприяє інтенсифікація технологічних процесів, зменшення витрат на електроенергію, воду, хімічні реагенти, на очистку стічних вод. Тому ефективне використання в інноваційних розробках для технологій виробництва шкіри хімічних реагентів [5], наповнювальних композицій [6], біологічно-активних препаратів і активованих водних розчинів [7] дозволяє отримати натуральні матеріали з прогнозованими характеристиками, зокрема вологообмінними.

3. Мета роботи – це дослідження вологообмінних властивостей шкіряних матеріалів двома методами: термогравікалориметричним і адсорбційним. Це дозволить порівняти одержані дані та встановити складові диференційного вологовмісту, залежність їх значень від виду сировини, оздоблювальних операцій. Крім того, використання в дослідженнях адсорбційного методу дозволяє встановити розподіл мікропор по розмірах.

4. Результати досліджень. Для проведення термогравікалориметричних досліджень була використана експериментальна установка [8], модернізована електронними терезами. Дана експериментальна установка дозволяє в процесі ізотермічного сушіння зразка автоматично реєструвати потенціометром чотири криві; криву зменшення маси (криву сушіння), криву температури зразка (термограму) або криву струму (енергограми в режимі ЕГ) та контрольні криві температури і вологості середовища. Термостатування повітря у сушильній камері установки здійснюється з точністю $\pm 0,02$ °С.

Діапазон відносної вологості середовища, що регулюється, складає 5...80 %.

Для одержання термограм та енергограм сушіння використовувалися зразки матеріалу, який досліджується, розміром 40x40 мм.

Відповідна обробка експериментальних кривих, за розробленою методикою [8], дозволяє визначити ряд тепломасообмінних властивостей і термодинамічних характеристик матеріалів. Зокрема, визначити кількість води у зразку, що відповідає різним формам і видам зв'язку води з матеріалом (режим ТГ).

Для цього на термограмі сушіння виділяють критичні точки, які по часу сушіння і вологості зразка, відповідають границям періодів послідовного видалення при сушінні дисперсного тіла води, різної по формам і видам зв'язку і положенню її в порах. Проектуючи виділені критичні точки термограми на криву сушіння, визначається кількість води у зразку, які відповідають різним формам і видам зв'язку. Так, наприклад, визначається кількість адсорбованої води моношару U_5 , а розрахувати величину питомої поверхні зразка можна за формулою [8]:

$$S_{num} = \frac{dS}{dm} = \frac{N_A \cdot S_{ef}}{M} \cdot U_5, \quad (1)$$

ТГК метод у порівнянні з іншими методами має ряд переваг: комплектність і швидкість, завдяки чому за результатами одного-двох дослідів сушіння зразка, що досліджується, можна визначити ряд тепломасообмінних властивостей і термодинамічних характеристик матеріалу при порівняно незначних витратах часу. Крім того, розроблений метод дозволяє проводити дослідів в умовах максимально наближених до реальних технологічних процесів і з урахуванням особливостей матеріалів.

Найбільш повну характеристику мікропорової структури матеріалу можна одержати за допомогою адсорбційного методу по ізотермам сорбції та десорбції. Питому поверхню і криву розподілу пор за розмірами, зазвичай, одержують по ізотермі десорбції матеріалу, який досліджується.

Для експериментального визначення ізотерм сорбції та десорбції матеріалів застосовується адсорбційна вакуумна установка з пружинними кварцовими вагами. Схема такої установки і порядок роботи на ній подані в [9]. Установка досить проста і до того ж дозволяє виміряти величини адсорбції із задовільною точністю. В основу її покладено ваговий метод визначення адсорбції з використанням пружинних кварцових ваг Мак-Бена-Бахра.

Для дослідів по визначенню ізотерм сорбції – десорбції вибирали зразки масою 150...200 мг, які висушувалися до сталої ваги при температурі 50...60 °С під вакуумом, а вже потім поміщалися в сорбційні колонки.

Дослідів проводилися згідно відомої методики [9] при температурі 22...24 °С. Після проведення дослідів будувалися залежності вологості зразка W від відносної вологості повітря φ , як для сорбції парів води зразками, так і для десорбції.

Одна із важливих характеристик структури – величина питомої поверхні зразків, які досліджуються, розраховується, знаючи кількість адсорбованої води моношару U_m і ефективну площу молекули адсорбованої речовини S_{ef} (для

води $S_{num} = (10,5...11) \cdot 10^{-20}$ м² за формулою:

$$S_{num} = \frac{dS}{dm} = \frac{N_A \cdot S_{ef}}{M} \cdot U_m, \quad (2)$$

де M – молекулярна маса адсорбованої речовини; N_A – число Авогадро.

Існують різні методи визначення U_m . Так найпростіше визначити U_m можна по ТГК методу (як показано вище).

Найбільш поширений метод визначення U_m – метод полімолекулярної адсорбції парів Брунауера, Еметта і Теллера (БЕТ). По теорії БЕТ газ спочатку адорбується мономолекулярним шаром на межі розподілу твердої і газоподібної фази, а потім починається процес подальшого потовщення плівки. Допускається також, що кількість адсорбованого газу при будь-якому тиску пари пропорційна поверхні твердої фази [10]. Згідно теорії БЕТ рівняння ізотерми адсорбції має вид

$$\frac{\varphi}{U_p(1-\varphi)} = \frac{1}{CU_m} + \frac{C-1}{C \cdot U_m} \cdot \varphi, \quad (3)$$

де C – константа.

Рівняння (3) добре описує ізотерму в інтервалі φ від 0,1 до 0,3...0,5. При малих значеннях φ рівняння БЕТ переходить в рівняння Ленгмюра $U = \varphi / (C' + \varphi)$. Із формули (3) випливає, що якщо

побудувати ізотерму в координатах $\frac{\varphi}{U_p \cdot (1-\varphi)}$ і φ , то вона буде прямою, яка відтинає від вертикальної

вісі відрізок $b = \frac{1}{C \cdot U_m}$, а $\operatorname{tg} \alpha = k = \frac{C-1}{C \cdot U_m}$. Звідки

$$U_m = \frac{1}{k+b}, \quad C = \frac{k+b}{b}.$$

Використовуючи ємність моношару U_m по формулі (2) розраховується питома поверхня матеріалу, а знаючи константу C можна розрахувати відносний тиск φ_m , при якому відбувається мономолекулярне покриття водою поверхні матеріалу: $\varphi_m = (\sqrt{C}-1)(C-1)$.

Ізотерма адсорбції дозволяє визначити інтегральну і диференціальну криву розподілу пор за розмірами. Відповідно до відомого із теорії

капілярної конденсації рівняння Томсона-Кельвіна [9] залежність ефективного радіусу кривизни меніска r_{ef} від тиску парів води (відносної вологості φ) визначається формулою:

$$r_{ef} = \frac{2V\sigma}{RT \ln \frac{1}{\varphi}} = \frac{A}{\ln \frac{1}{\varphi}}, \quad (4)$$

де коефіцієнт $A = \frac{2V\sigma}{RT}$ – для кожної температури величина постійна.

Для розрахунку розподілу пор використовується десорбційна гілка ізотерми в інтервалі φ від 0,05 до 0,95. Формула (4) застосовується для характеристики пор від $r_{ef} = (15...150) \cdot 10^{-10}$ м до $r_{ef} = (4...5) \cdot 10^{-10}$ м.

Визначивши ізотерму десорбції у вигляді залежності $W(\varphi)$ по формулі (4), розраховуємо і знаходимо інтегральну криву розподілу пор за розмірами $W(r)$. Потім шляхом графічного диференціювання кривої $W(r)$ розраховуємо криву розподілу об'єму пор по величині їх ефективних

$$\frac{dW(r)}{dr}$$

радіусів dr .

Ефективний радіус, який визначається по формулі (4) менше радіуса пори r матеріалу на товщину адсорбційного шару h у порі, тобто $r = r_{ef} + h$. У загальному випадку h залежить від φ і визначається по спеціальній методиці, але з достатньою точністю приймають $h = (2...4) \cdot d_{ef}$, де d_{ef} – ефективний діаметр молекул адсорбента [9]. Тому оскільки для води $d_{ef} \approx 0,3$ нм, то $h_{H_2O} \approx 1$ нм і радіус пори дорівнює, нм:

$$r = r_{ef} + 1 \quad (5)$$

Використання формули Кельвіна-Томсона для розрахунку порової структури матеріалів допускає ряд припущень. Деякі з них (припущення про повне змочування стінок пор, циліндричну форму пор, ін.) майже очевидні, але одне з них – припущення про те, що тверда фаза зразка є «жорсткою» (не змінюється при капілярній конденсації рідини), варто розглянути докладно. Для більшості матеріалів легкої промисловості це заздалегідь неправильно, оскільки при сорбції вологи спостерігається набухання, а при десорбції – усадка цих колоїдних капілярно-пористих тіл. Тому розраховані по формулам (4) і (5) радіуси пор потрібно розглядати як орієнтовні [9].

Таким чином, адсорбційний метод дозволяє досить докладно проаналізувати мікропорову структуру матеріалів, які досліджуються.

У дослідженнях були використані натуральні шкіри для верху взуття, вироблені на шкіряних заводах України: «Возко» (м. Вознесенськ) і «Чинбар» (м. Київ) згідно ДСТУ 2726–94:

1. Шкіра хромового методу дублення з ялівки з натуральною нешліфованою гладенькою лицьовою поверхнею, барабанного фарбування, коричневого кольору.

2. Шкіра хромового методу дублення із бичка зі шліфованою гладенькою лицьовою поверхнею, барабанного і покривного фарбування (з нітроемulsionним покриттям), зеленого кольору.

3. Шкіра хромового методу дублення із півшкірника з натуральною нешліфованою гладенькою лицьовою поверхнею, барабанного фарбування, з емulsionним покриттям, чорного кольору.

Після дослідження зразків матеріалів адсорбційним методом будувалася залежність вологовмісту зразка W від відносної вологості повітря φ , як для сорбції водяної пари зразками, так і для десорбції. Криві сорбції – десорбції для натуральних шкір виготовлених із різної сировини представлені на рис. 1.

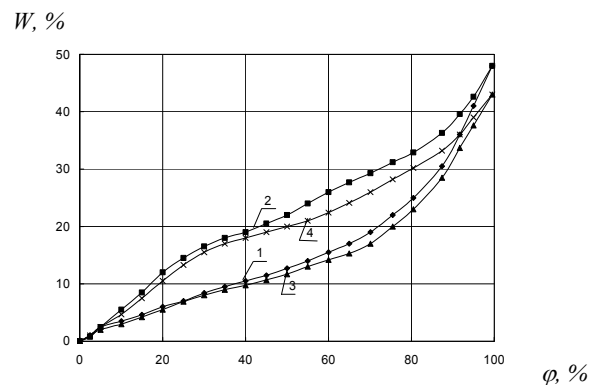


Рис. 1. Ізотерми сорбції-десорбції шкіри хромового методу дублення без покриття (криві 1, 2); шкіри хромового методу дублення з нітроемulsionним покриттям (3, 4): 1, 3 – ізотерма сорбції; 2, 4 – ізотерма десорбції

Форма кривих сорбції – десорбції має S-подібний вигляд, оскільки матеріал, який досліджується, належить до колоїдних капілярно-пористих тіл. Петля гістерезису спостерігається протягом усього діапазону відносної вологості середовища φ . Згідно [11] гістерезис при високих значеннях φ пояснюється явищем капілярної конденсації парів у мікропорах, а при низьких – зумовлений набуханням сорбенту, ширина петлі характеризує неоднорідність пор. Тобто для шкіри хромового методу дублення характерна неоднорідність пор, явище капілярної конденсації парів у мікрокапілярах та незначне набухання.

Згідно рис. 1 ізотерми 3, 4 лежать нижче, ніж 1, 2, тобто нітроемulsionне покриття шкіри знижує її сорбційні властивості.

Згідно теорії адсорбції [10] частина ізотерми (до $\varphi = 10\%$), яка обернена випуклістю до вісі вологості, відповідає мономолекулярній адсорбції. Ділянка ізотерми від $\varphi = 10\%$ до $\varphi \approx 65\text{...}70\%$ відповідає полімолекулярній адсорбції, а далі від $\varphi \approx 70\%$ до $\varphi = 100\%$ розміщена ділянка капілярної і осматично утриманої вологи. Величина вологовмісту при $\varphi \rightarrow 100\%$ відповідає максимальній кількості вологи гігроскопічного стану. Як зазначено [11], така методика поділу ізотерм сорбції – десорбції на ділянки, які відрізняються механізмом заповнення пор вологою, дозволяє провести аналіз диференційних вологообмінних властивостей матеріалів, а отже, може бути застосована і для аналізу диференційних вологообмінних властивостей шкіри хромового методу дублення.

Розрахувати питому поверхню зразка по формулі (1) можна, знаючи ємність моношару U_m , який визначається кількома способами. Перший найпростіший, коли значення U_m при $\varphi = 10\%$ визначається по ізотермі десорбції (рис. 1).

Другий спосіб – для визначення ємності моношару можна застосувати метод полімолекулярної адсорбції парів Брунауера, Еметта і Теллера (БЕТ). Для цього будується ізотерма сорбції для кожної шкіри окремо в координатах

$$\frac{\varphi}{U_p(1-\varphi)} \text{ і } \varphi \text{ (рис. 2).}$$

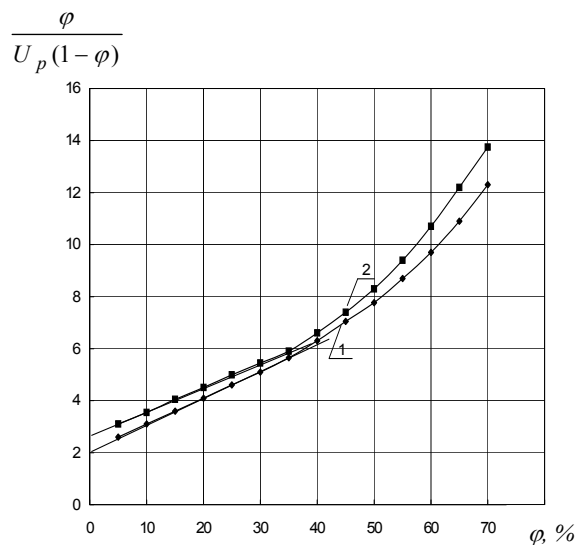


Рис. 2. Ізотерма сорбції в координатах БЕТ: 1 – для шкіри хромового методу дублення без покриття; 2 – для шкіри хромового методу дублення з нітроемulsionним покриттям

Побудована ізотерма є прямою з нахилом $tg\alpha = k = \frac{C-1}{C \cdot U_m}$ і відтинає від вертикальної вісі відрізок $b = \frac{1}{C \cdot U_m}$.

Розраховані ємність моношару U_m і стала C складають: для шкіри хромового методу дублення без покриття $U_m = 0,3832$, $C = 1,2430$; для шкіри хромового методу дублення з нітроемulsionним покриттям $U_m = 0,3261$, $C = 1,1793$.

Оскільки стала $C < 2$, то рівняння БЕТ відповідає III типу ізотерм.

Згідно [10] у системах, які дають ізотерми III типу, ще до завершення формування моношару на деяких ділянках поверхні починаються утворюватися полішари, тому для даного типу ізотерм метод БЕТ для визначення ємності моношару застосовувати не доцільно.

Тому для розрахунку питомої поверхні було використано перший спосіб визначення ємності моношару по ізотермі із рис. 1.

Крім того, розрахунок питомої поверхні проводився по формулі (1) згідно даних ТГК методу.

Одержані показники вологообмінних властивостей шкір хромового методу дублення, вироблених із різної сировини, згідно термограм сушіння (Т) та ізотерм сорбції (І) – десорбції наведені в табл. 1.

Представлені в табл. 1 складові диференційного вологовмісту, одержані двома незалежними методами свідчать про незначне відхилення для значень адсорбованої вологи моношару і полішару, тоді як значення гігроскопічної вологи значно різняться між собою. Більш високе значення кількості вологи гігроскопічного стану, одержаного по ізотермі пояснюється наявністю конденсації в капілярах під час проведення дослідів, що зумовлює складність одержання точного значення вологовмісту зразка при $\varphi \rightarrow 100\%$ в адсорбційному методі.

Вказані розбіжності відповідають встановленій похибці [11], довірчий інтервал якої зростає зі збільшенням відносного тиску φ . Так, якщо при $\varphi < 70\%$ відносна похибка середнього значення вимірювань складає 3...6%, то при $\varphi = 70\%$ вона зростає до 10...15%.

Порова структура і вологообмінні властивості натуральної шкіри залежать від ряду факторів: сировини, виду дублення, оздоблювальних операцій та ін. Вплив зазначених факторів досліджувався і був викладений у роботах [12, 13, 14].

Таблиця 1

Зразок	Повна вологоємність%	Диференційний вологовміст, %						Об'єм, 10^{-5} м ³ /кг		Питома поверхня пор $S_{\text{пит}}^{\text{пор}}$, м ² /г	
		Волога гігроскопічна		Адсорбована волога, %				Макропор	Мікропор	Т	І
		Т	І	Полішар		Моношар					
				Т	І	Т	І	Т	І		
без покриття (із ялівки)	86,0	30,6	48,0	12,4	17,0	3,6	5,0	55,4	18,2	127,7	177,3
з нітроемальсійним покриттям (із бичка)	70,1	32,4	43,0	13,5	15,0	4,7	5,0	37,7	18,9	166,7	177,3
з емальсійним покриттям (із півшкірника)	111,0	45,2	-	14,0	-	5,0	-	60,8	36,2	177,3	-

Згідно табл. 1 повна вологоємність і гігроскопічність шкір хромового методу дублення без покриття із ялівки і шкіри хромового методу дублення з нітроемальсійним покриттям із бичка мають близькі відповідні значення, але зазначені показники у наведених шкірах менші порівняно із відповідними показниками шкіри хромового методу дублення із півшкурка, що пояснюється особливостями будови сировини. За своєю гістологічною будовою шкіри півшкурка досить близькі до шкір дорослих особин великої рогатої худоби тієї ж статі. Однак, все-таки щільність тканин дерми їх не досягає того ступеня, яка спостерігається в шкірах ялівки і бичка [15].

Враховуючи те, що чим більша щільність шкіри, тим менша її повна вологоємність і гігроскопічність, спостерігаємо менші значення цих характеристик у ялівки і бичка, ніж у півшкурка. Відповідно, об'єм мікропор у ялівки і бичка буде менший, ніж у півшкурка.

Оздоблювальні операції зменшують кількість великих пор [13], тому у шкіри хромового дублення із нітроемальсійним покриттям спостерігається найменший об'єм макропор, тоді як у шкіри хромового дублення з емальсійним покриттям і шкіри хромового дублення без покриття об'єм макропор майже однаковий.

Згідно даним табл. 1 можна зробити висновок, що ні сировина, ні вид оздоблення не впливає особливим чином на питому поверхню пор.

Розподіл мікропор ($r < 10^{-7}$ м) по розмірах шкір хромового методу дублення з різними покриттями та вироблених із різної сировини досліджувалися за допомогою адсорбційного методу. По ізотермам десорбції за допомогою формули Томсона-Кельвіна (4) розраховувалися інтегральні та диференційні криві розподілу ультра- і мезомікропор по розмірах.

Такі криві для шкіри хромового методу дублення без покриття, виробленої із ялівки та для шкіри хромового методу дублення з

нітроемальсійним покриттям, виробленої із бичка представлені на рис. 3.

Аналіз диференційних кривих 2 і 4 із рис. 3 показав, що інтервал ультрамікропор шкіри хромового методу дублення без покриття знаходиться в діапазоні 0,2...2,5 нм, а для шкіри хромового методу дублення з нітроемальсійним покриттям – в діапазоні 0,2...1,6 нм.

Радіус найбільш ймовірних пор для шкіри хромового методу дублення без покриття дорівнює приблизно 0,6 нм, а для шкіри хромового методу дублення з нітроемальсійним покриттям – близько 0,7 нм.

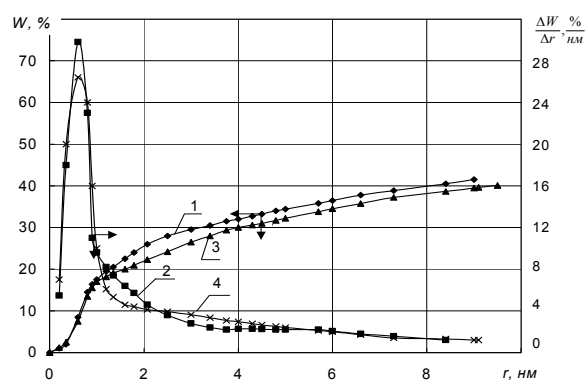


Рис. 3. Інтегральна і диференційна криві розподілу мікропор по розмірах:

1, 2 – інтегральна і диференційна криві для шкіри хромового методу дублення без покриття; 3, 4 – інтегральна і диференційна криві для шкіри хромового методу дублення з нітроемальсійним покриттям

5. Висновки. Використання адсорбційного методу для дослідження порової структури матеріалу і термогравікалометричного для дослідження вологообмінних властивостей дозволяє оцінити гігієнічні властивості, зокрема натуральної шкіри, та спрогнозувати споживчі властивості майбутнього виробу.

Складові диференційного вологовмісту натуральних шкір, одержані двома незалежними

методами свідчать про незначне відхилення для значень адсорбованої вологи моношару і полішару, тоді як значення гігроскопічної вологи значно різняться між собою. Це пояснюється наявністю конденсації в капілярах під час проведення досліду, що зумовлює складність одержання точного значення вологовмісту зразка при $\varphi \rightarrow 100\%$ в адсорбційному методі.

Вологообмінні властивості безпосередньо залежать від виду сировини. Так менші значення об'єму мікропор, повної вологості й гігроскопічності у шкір, вироблених із ялівки і бичка, пояснюються їх більшою щільністю, порівняно зі шкірами, виробленими із півшкурка.

Оздоблювальні операції зменшують кількість великих пор, що пояснює найменший об'єм макропор у шкірі хромового дублення із нітроемulsionним покриттям.

За допомогою адсорбційного методу встановлено, що інтервал ультрамікропор шкіри хромового методу дублення без покриття знаходиться в діапазоні 0,2...2,5 нм, а для шкіри хромового методу дублення з нітроемulsionним покриттям – у діапазоні 0,2...1,6 нм. Радіус найбільш ймовірних пор для шкіри хромового методу дублення без покриття дорівнює приблизно 0,6 нм, а для шкіри хромового методу дублення з нітроемulsionним покриттям – близько 0,7 нм.

Література

- Інноваційні технології виробництва шкіряних і хутрових матеріалів та виробів : монографія / А. Г. Данилкович, І. М. Грищенко, В. І. Ліщук [та ін.] ; за ред. А. Г. Данилковича. – К.: Фенікс, 2012. – 344 с.
- Екологічно орієнтовані технології виробництва шкіряних та хутрових матеріалів для створення конкурентоспроможних товарів [у 2 ч.] : монографія, Ч. I / А. Г. Данилкович, В. І. Ліщук, В. П. Плаван, Е. Є. Касьян, О. Г. Жиготський ; за ред. А. Г. Данилковича. – К.: Фенікс, 2011. – 437, [3] с.
- Slaats H. The tanning process / H. Slaats // World Leather. – 1999. – Vol. 12. – № 7. – P. 37.
- Данилкович А. Г. Технологія і матеріали виробництва шкіри : навч. посібник / Данилкович А. Г., Мокроусова О. Р., Охмат О. А. ; під ред. А. Г. Данилковича. – К.: Фенікс, 2009. – 578, [2] с.
- Глубіш П.А., Клекота О.С., Горофенко Л.С., Тарабанчук Г.К. Патент України № 2479, МПК⁶ C14C 9/00, C08H 1/00. Спосіб обробки шкір і спосіб одержання поліпептидів для наповнення шкір / заявка № 5004318/SU; заявл. 02.07.1991; опубл. 26.12.1994. Бюл. № 5.
- Цеменко І. Р. Дослідження процесу наповнювання хромового методу дублення шкіри кополімером ксантан-акриламід / І. Р. Цеменко, А. Г. Данилкович, Г. В. Цеменко // Вісник КНУТД. – 2006. – № 4. – С. 63-67.
- Стаценко Д.В. Вплив спільної дії ферментних препаратів і активованих розчинів на вологообмінні властивості натуральної шкіри / Д.В. Стаценко, О.О. Романюк, О.А. Матвієнко, О.В. Мацелюх, Л.Д. Варбанець // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 1. – С. 123-127.
- Луцык Р. В. Применение тепло- и массообменных методов для исследования пористой структуры и водных свойств кожматериалов // Кожевенно-обувная промышленность. – 1973. – № 2. – С. 48-51.
- Экспериментальные методы в адсорбции молекулярной хроматографии / Под ред. А. В. Киселева и В.П. Древинга. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 448 с.
- Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / Пер. с англ. А.П. Карнаухова. – 2-е изд. – М.: Мир, 1984. – 310 с.
- Луцык Р.В., Малкин Э.С., Абаржи И.И. Тепломассообмен при обработке текстильных материалов. – К.: Наукова думка, 1993. – 344 с.
- Кавказов Ю.Л. Тепло- и массообмен в технологии кожи и обуви. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 271 с.
- Кутын В.А., Зельдина А.Е., Набоков В.С. Исследование структурных изменений дермы сорбционными методами // КОП. – 1972. – №1. – С.37–41.
- Павлин А.В., Захаренко В.А. Микроструктура и соотношение макро- и микропор в коже // Изв. вузов, ТЛП. – 1979. – №5. – С.49–54.
- Кузнецов Б.А. Товароведение кожевенного сырья. – М.: Заготиздат, 1945. – 320 с.

References

- Innovatsiini tekhnolohii vyrobnytstva shkiryanykh i khutrovykh materialiv ta vyrobiv : monohrafiia / A. H. Danylkovich, I. M. Hryshchenko, V. I. Lishchuk [ta in.] ; za red. A. H. Danylkovycha. – K.: Feniks, 2012. – 344 s.
- Ekolohichno oriientovani tekhnolohii vyrobnytstva shkiryanykh ta khutrovykh materialiv dlia stvorennia konkurentospromozhnykh tovariv [u 2 ch.] : monohrafiia, Ch. I / A. H. Danylkovich, V. I. Lishchuk, V. P. Plavan, E. Ye. Kasian, O. H. Zhyhotskyi ; za red. A. H. Danylkovycha. – K.: Feniks, 2011. – 437, [3] s.
- Slaats H. The tanning process / H. Slaats // World Leather. – 1999. – Vol. 12. – № 7. – P. 37.
- Danylkovich A. H. Tekhnolohiia i materialy vyrobnytstva shkiry : navch. posibnyk / Danylkovich A. H., Mokrousova O. R., Okhmat O. A. ; pid red A. H. Danylkovycha. – K.: Feniks, 2009. – 578, [2] s.
- Hlubish P.A., Klekota O.S., Horofeniuk L.S., Tarabanchuk H.K. Patent Ukrainy № 2479, MPK⁶ C14C 9/00, C08H 1/00. Sposib obrobky shkir i sposib oderzhannia polipeptydiv dlia napovnennia shkir / zaiavka № 5004318/SU; zaiavl. 02.07.1991; opubl. 26.12.1994. Biul № 5.
- Tsamenko I. R. Doslidzhennia protsesu napovniuvannia khromovoho metodu dublennia shkiry kopolimerom ksantanakrylamidu / I. R. Tsamenko, A. H. Danylkovich, H. V. Tsamenko // Visnyk KNUITD. – 2006. – № 4. – S. 63-67.
- Statsenko D.V. Vplyv spilnoi dii fermentnykh preparativ i aktyvovanykh rozchyniv na volohobminni vlastyvoli naturalnoi shkiry / D.V. Statsenko, O.O. Romaniuk, O.A. Matviienko, O.V. Matseliukh, L.D. Varbanets // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dyzainu. – 2013. – № 1. – S. 123-127.
- Lutsyk R. V. Prymenenye teplo- y massoobmennnykh metodov dlia yssledovannia porystoi struktury y vodnykh svoistv kozhmateriyalov // Kozhevenno-obuvnaia promyshlennost. – 1973. – № 2. – S. 48-51.

9. Экспериментальные методы в адсорбции молекулярной хроматографии / Под ред. А. В. Кысева и В. П. Древынха. – М.: Изд-во МНУ, 1973. – 448 с.
10. Hreh S., Synh K. Adsorbtsiya, udelnaia poverkhnost, porystost / Per. s anhl. A.P. Karnaukhova. – 2-e yzd. – M.: Myr, 1984. – 310 s.
11. Lutsyk R.V., Malkyn Э.С., Abarzhy Y.Y. Teplomassoobmen pry obrabotke tekstylnykh materialov. – K.: Naukova dumka, 1993. – 344 s.
12. Kavkazov Yu.L. Teplo- y massoobmen v tekhnolohyy kozhy y obuvy. – M.: Lehkaia yndustryia, 1973. – 271 s.
13. Kutyn V.A., Zeldyna A.E., Nabokov V.S. Yssledovanye strukturykh yzmenenyi dermy sorbtsyonnyy metodamy // KOP. – 1972. – №1. – S.37–41.
14. Pavlyn A.V., Zakharenko V.A. Mykrostruktura y sootnoshenye makro- y mykropor v kozhe // Yzv. vuzov, TLP. – 1979. – № 5. – S.49–54.
15. Kuznetsov B.A. Tovarovedenye kozhevennoho сыria. – M.: Zahotydat, 1945. – 320 s.

Романюк О. А. Влагообменные свойства натуральных кож, полученные разными методами

В статье приведены результаты сравнительных исследований комплекса влагообменных свойств натуральных кож. Показано, что полученные двумя независимыми методами (термогравикалориметрическим и адсорбционным) значения адсорбционной влаги моношара и полишара имеют незначительные отклонения, тогда как значения гигроскопической влаги значительно отличаются между собой. Установлено с помощью адсорбционного метода распределение микропор по размерам для кож хромового метода дубления с различными покрытиями, которые были выработаны из различного сырья.

Ключевые слова: термогравикалориметрический, адсорбционный метод, влагообменные свойства, натуральная кожа.

Romanyuk O. O. Moisture exchange properties of leather determined by different methods

Moisture exchange characteristics of natural leather materials determine their consumer properties. Moisture exchange properties directly depend on the type of raw stock. So the smaller values of micropores volume and total moisture capacity and hygroscopicity of cow hide and bull-calf are explained by their higher skin density compared to heifer. Finishing operations reduce the number of large pores, and this explains the smallest volume of macropores in leather tanned by chrome with nitroemulsion coating.

The components of the differential moisture content determined by two independent methods indicate a slight deviation for the values of absorbed moisture by monolayer and multilayer, while the values of hygroscopic moisture are significantly different. This is due to the presence of condensation in capillaries during the experiment using the adsorption method.

According to the adsorption method the radius of the most likely size of pores for leather tanned with chrome and without coating is nearly 0,6 nm while for leather tanned with chrome and with nitroemulsion coating is about 0,7 nm.

Keywords: thermogravimetric, adsorption method, moisture exchange properties, leather.

Романюк Оксана Олександрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри техногенної безпеки та тепломасо-обмінних процесів, Київський національний університет технологій та дизайну (м. Київ). knutdromanuk@gmail.com

Рецензент: Суворін О.В. д.т.н., проф.

Стаття подана 15.11.2015