

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ВЕРХУ ВЗУТТЯ

З метою дослідження та оптимізації технологічного регламенту процесу формування взуттєвої заготовки на колодці вивчено вплив параметрів цього процесу на формостійкість взуття в умовах, наближених до умов реального виробництва. Для реалізації поставленої мети використано ряд методів: органолептичного оцінювання та фізико-механічного аналізу Крост, формування взуттєвої заготовки з цього натурального шкірматеріалу, математичного планування експерименту (рототабельний план Бокса для трифакторного експерименту) та статистичного оброблення експериментальних даних. Формування та формофіксацію заготовки виконували на сферичному куполі (півсфері) пластиметричного пристрою. Фактори, що впливають на формостійкість, та рівень їх варіювання, визначали на підставі відомих наукових підходів, а також технологічного регламенту формування заготовки верху взуття з натуральної шкіри в умовах сучасного взуттєвого виробництва. За результатами дослідження формостійкості шкіри за різних технологічних параметрів формування встановлено, що даний показник суттєво залежить від умов оброблення, оскільки його значення знаходяться у досить широкому (від 63 до 95 %) діапазоні. Отримано рівняння регресії у вигляді залежності формостійкості від умов оброблення під час формування заготовки верху взуття: відносна вологість матеріалу до формування (W), температури теплового впливу при фіксації форми (t), тривалості теплового впливу (τ), яке свідчить про те, що всі три фактори впливають на формостійкість. Крім того, між факторами існує певний взаємозв'язок, а високі значення параметрів не завжди забезпечують належну формостійкість. Встановлено покращення формостійкості у разі використання енергоощадного технологічного режиму формування, згідно з яким відносна вологість матеріалу заготовки до формування становить 16 %, температура повітря у сушарці – 60–65 °C, а тривалість теплового впливу – 4 хв.

Ключові слова: натуральний шкіряний матеріал для верху взуття, формування заготовки, формостійкість, технологічні параметри, оптимізація.

N.V. PERVAIA, O.A. ANDREYEVA, V.Y. Scherban

Kiev National University of Technology and Design

RESEARCH OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF FOOTWEAR MOULDING

In order to simulate the process of forming a shoe blank on a block in real production, the influence of the technological parameters of the shoe molding process on shape stability has been investigated. In order to achieve this purpose, the following methods had been used in the work: organoleptic assessment and physico-mechanical analysis of leather, the moulding of the upper, statistical processing of experimental data and mathematical planning experiment. The moulding and the keep of shape after moulding was performed on a spherical dome (hemisphere) of the plastimeter device. The choice of a range of factors affecting the shape stability was carried out taking into account the technological regime of processing the upper of leather shoes during its molding and shaping in production conditions. The results of determining the shape stability index of the skin at various technological parameters of the molding process showed that the value of this indicator is in a fairly wide range (from 63 to 95%) and significantly depends on the processing conditions. The obtained regression equation in the form of the dependence of the shape stability on the processing conditions when molding the upper of shoe: the relative humidity of the material before molding (W), the temperature of the heat exposure during the fixation of the form (t), the duration of the heat exposure (τ) indicates that: all three factors affect shape stability; there is a certain relationship between factors; high values of technological parameters do not always provide optimal values of the indicator of shape stability. According to the results of the study, it was found that when forming the shoe upper to achieve optimal shape stability, it is enough to adhere to a more rational, energy-saving technological mode, according to which the relative humidity of the material before moulding is 16%, the air temperature in the dryer is at the level of 60-65 °C, and the duration of the heat influence is 4 minutes.

Keywords: leather for the upper, the moulding, the shape stability, optimization of technological parameters.

Вступ. В умовах жорсткої конкурентної боротьби за споживача забезпечення функціонально-споживчих та виробничо-економічних вимог до взуття є надзвичайно актуальним. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми є докладне вивчення фізико-механічних характеристик матеріалів для верху взуття, технологічного режиму надання та збереження форми останнього.

У технологічному циклі виготовлення взуття процес формування верху складається з двох стадій:

- формоутворення заготовки верху взуття через змінювання фізико-механічних властивостей матеріалів верху під впливом вологи при зволоженні, тепла при сушінні, деформації при формуванні заготовки на колодці;

- формофіксації внаслідок стабілізації фізико-механічних властивостей матеріалів і форми взуття за рахунок теплового впливу та витримання сформованої заготовки на колодці.

Зволоження заготовки з натуральних шкіряних матеріалів на стадії формоутворення відіграє суттєву роль, оскільки впливає на ефективність оброблення, структуру та фізико-механічні властивості шкіри [1–9]. Наприклад, через збільшення відстані між головними поліпептидними ланцюгами під впливом вологи гідратації та розклинювальної дії шарів води під впливом вологи мікрокапілярів зростає об'єм дерми. Тобто наявність цих двох видів вологи в шкірі сприяє перебігу процесу надання матеріалу заготовки певної форми.

Під час обтягування та затягування заготовки верху взуття волога також виконує роль пластифікатора, забезпечуючи тим самим рухомість структурних елементів матеріалу через зменшення сил

взаємодії між ними. Вилучення частини води при подальшому сушінні призводить до наближення структурних елементів один до одного та утворення нових зв'язків. Крім того, при дії зовнішнього навантаження відбувається переорієнтування структурних елементів шкіри у напрямку прикладання сили, при цьому звивистість вторинних волокон колагену зменшується. Після припинення механічного впливу внутрішнє напруження, що виникло у структурі, прагнуть повернути структурні елементи у початкове положення. На думку Чернова М.В. [3], після усунення навантаження переважна частина пучків волокон не повертається до вихідного стану, тобто відбувається їх незворотне переміщення, що викликає залишкову деформацію шкіри. Незворотне орієнтування елементів мікроструктури дерми (а це вторинні та первинні волокна колагену) у свою чергу призводить до підвищення залишкової деформації. У разі надмірного розтягування шкіри відбувається орієнтування пучків волокон уздовж сили, що розтягує, структура дерми розпушується й виникає можливість руйнування шкіри.

Під час сушіння при виготовленні взуття відбувається видалення вологи та розчинників із заготовки, а також зменшення напружень у матеріалах верху. Вплив температури посилює тепловий рух структурних елементів колагену, що призводить до зменшення напружень. З видаленням вологи відбувається збільшення внутрішніх напружень і поведінка шкіри обумовлюється накладанням зазначених процесів [7,8]. Все це визначає характер фіксації форми, що надається виробу під час його виготовлення.

Питання деформації заготовки при формуванні, закономірності процесів формоутворення розглянуто у роботах Фукіна В.О., Каліти А.М., Цибізової Е.М., Зибіна Ю.П., Купріянова М.П., Анохіна Д.І., Коновала В.П., Горбачика В.Е., Козарь О.П., Тихонової Н.В. та ін. [10–19]. При дослідженні зносостійкості матеріалів для низу взуття у роботах Чернова М.В., Кутяніна Г.І., Цветкова В.М. та Нестерова В.П. [3, 6, 20, 21] встановлено взаємозв'язок між деформаційними та експлуатаційними властивостями шкіри під час виготовлення взуття, запропоновано ряд методів випробування.

Постановка завдання. Виходячи з викладеного, для забезпечення формостійкості взуття, яка є однією з головних вимог до якості готового виробу й суттєво залежить від властивостей використаних матеріалів і технологічного регламенту, виникає нагальна потреба у дослідженні процесу формування верху взуття.

Сьогодні в світі все більшої популярності у виробників та споживачів набуває натуральний шкіряний матеріал Краст, який одержують обробленням шкур тварин без заключного оздоблення. Це обумовлено тим, що виготовленим з Красту виробам можна надавати привабливого вигляду шляхом декорування за допомогою таких сучасних дизайнерських методів оздоблення як принтування, фарбування, тиснення, гравіювання, шпаклювання тощо.

За участю авторів розроблено уніфіковану технологію виробництва Краст з використанням екологічно безпечних полімерних сполук нового покоління – похідних малеїнової та акрилової кислот під час хромполімерного дублення та рідинного оздоблення, яка забезпечує більш раціональне використання дефіцитної шкіряної сировини та хімічних матеріалів, інтенсифікацію технологічного циклу та зменшення шкідливого навантаження на довкілля [22]. Тому інтерес уявляє дослідити та визначити раціональний режим оброблення заготовок взуття з цього матеріалу з метою надання йому необхідної формостійкості та формофіксації.

Результати дослідження. Для дослідження було обрано Краст, виготовлений зі шкур великої рогатої худоби (ВРХ) за уніфікованою ресурсоощадною технологією [22]. Зразки матеріалу піддавали формуванню та формофіксації за умов, що моделювали реальний технологічний процес складання взуття. Експеримент здійснювався з використанням методу математичного планування, який забезпечує пошук оптимальних параметрів технологічного режиму.

З теорії та практики взуттєвого виробництва відомо [6, 9, 12], що на процес формоутворення та формофіксації верху взуття з натуральної шкіри найбільшою мірою впливають такі керовані фактори, як відносна вологість матеріалу перед формуванням W (%), температура теплового впливу під час фіксації форми зразка t (°C), тривалість теплового впливу τ (хв). Таким чином, для обраного критерію оптимізації у вигляді формостійкості Φ правомірна залежність:

$$\Phi = f(W, t, \tau) \quad (1)$$

Вибір діапазону всіх факторів здійснювався з урахування технологічного режиму оброблення верху взуття з натуральної шкіри під час його формування та формофіксації у виробничих умовах.

Для визначення інтервалів варіювання відносної вологості матеріалу перед формуванням виходили з того, що $W = 35$ % тоді, коли заготовку занурюють у воду, а це викликає підвищення вологовмісту у заготовці, збільшуючи тим самим витрати на сушіння, а також тривалість виробничого циклу. На сучасних галузевих підприємствах цей спосіб зволоження використовують лише для юткових заготовок. Інші заготовки зволожують до вологовмісту 10–20 % залежно від виду застосованого матеріалу. При виборі інтервалу варіювання температури теплового впливу врахували технічні можливості обладнання для сушіння відформованої заготовки. При виборі інтервалу варіювання для відносної вологості матеріалу і температури теплового впливу застосували ресурсоощадний підхід, оскільки підвищення відносної вологості матеріалу спричиняє підвищення тривалості теплового впливу, що, у свою чергу, призводить до значних енерговитрат. З урахуванням викладеного, а також результатів пошукового експерименту для моделювання процесів формування та формофіксації обрано наступні рівні та інтервали варіювання факторів (табл. 1):

Рівні та інтервали варіювання факторів

Чинник	Код	Рівень варіювання					Інтервал варіювання
		-1,682	-1	0	+1	+1,682	
Відносна вологість шкірматеріалу W , %	X_1	8	11	16	21	24	5
Температура теплового впливу при фіксації форми зразка t , °C	X_2	26	40	60	80	93	20
Тривалість теплового впливу τ , хв	X_3	0,6	2	4	6	7,4	2

Слід зазначити, що умови експерименту імітували умови реального технологічного процесу виготовлення взуття. Зразки зволожували контактним способом до необхідного вологовмісту, формували на пластиметричному пристрої (ПМП) [23], забезпечуючи тим самим двовісне розтягування. Термофіксацію виконували конвекційним способом протягом часу, зазначеного у матриці планування експерименту. Після зняття з пластиметричного пристрою та семи діб відпочинку за допомогою електронно-цифрового штангенрейсмусу ($\pm 0,01$ мм) визначали висоту зразків, а зважуванням на лабораторних електронних вагах AD200 (фірми AXIS (Україна)) ($\pm 0,001$ г) – їх масу для розрахунку залишкової відносної вологості.

Послідовність проведення технологічних процесів оброблення Красту представлена на рис. 1.

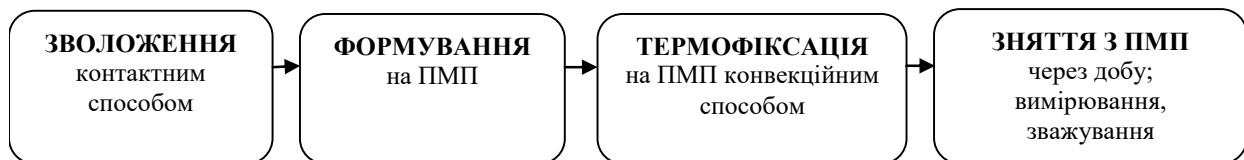


Рис. 1. Технологічна схема оброблення Красту

Формостійкість зразків визначали за формулою:

$$\Phi = \left(\frac{r_k}{r_0} \right)^3 \cdot 100, \quad (2)$$

де r_0 та r_k – початковий та кінцевий радіус відформованого зразка на півсфері пластиметричного пристрою, мм.

Результати визначення формостійкості шкіри за різних технологічних параметрів представлено на рис. 2, з якого випливає, що значення її показника знаходяться у досить широкому діапазоні (від 63 до 95 %) і суттєво залежать від умов оброблення.

Так, у випадку дії теплового впливу протягом 2 хв підвищення відносної вологості зразка до 21 % і температури теплового впливу до 80 °C на формостійкість суттєво не впливає, оскільки показник знаходиться на однаковому рівні (63–66 %). З підвищенням тривалості теплового впливу до 4 хв більшої значущості набувають чинники відносної вологості зразка і температури теплового впливу. Так, за умови $W = 21$ % і $t = 60$ °C формостійкість зразків підвищується до 80 %. Тенденція покращення показника формостійкості (до 95 %) спостерігається при $\tau = 6$ хв зі зростанням відносної вологості зразка до 21 % і температури теплового впливу до 60 °C. Тобто на формостійкість позитивно впливає підвищення всіх трьох чинників: відносної вологості, тривалості і температури теплового впливу. Разом з тим, підвищення відносної вологості зразка і тривалості теплового впливу при подальшому підвищенні температури до 80 °C призводить до деякого погіршення показника формостійкості. Так, у випадку підвищенні температури від 60 до 80 °C, відносної вологості від 16 до 21 %, а тривалості теплового впливу від 4 до 6 хв показник формостійкості зменшується на 6 %.

Аналіз експериментальних даних виявив потребу у подальшому дослідженні впливу умов оброблення на формостійкість Красту з метою оптимізації параметрів процесу формування, отже, й покращення формостійкості виробів з цього матеріалу.

Для встановлення залежності «умови оброблення – формостійкість» у роботі застосували метод планування експерименту з використанням рототабельного плану Бокса для трифакторного експерименту ($k_{1,2,3} = 3$), який рекомендується проводити за умови $k_{1,2,3} \leq 5$ [23]. Матриця планування експерименту представлена у табл. 2.

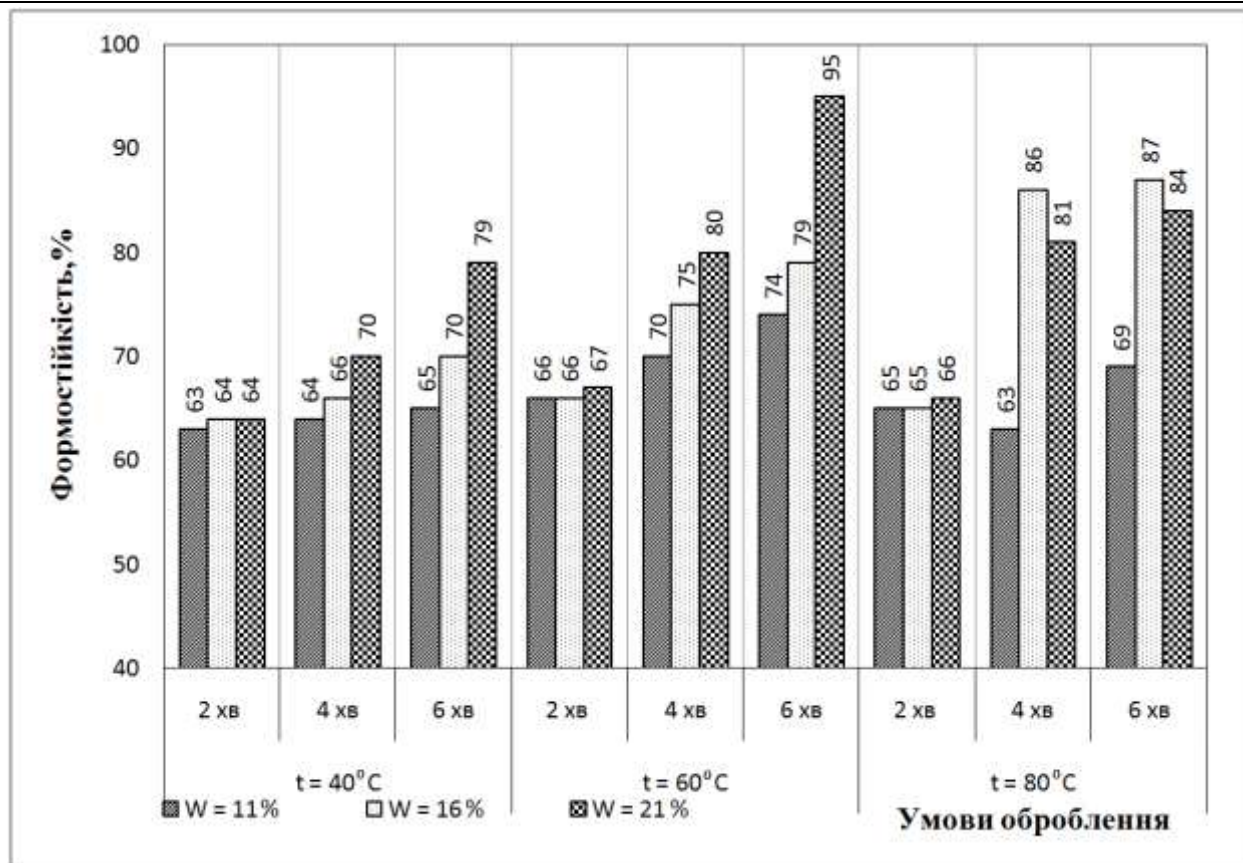


Рис. 2. Вплив умов оброблення на формостійкість Кресту

Таблиця 2

Матриця планування, робоча матриця та результати експерименту

Дослід	Матриця планування			Робоча матриця			Дані для розрахунку		
	X ₁	X ₂	X ₃	W, % (X ₁)	t, °C (X ₂)	τ, хв (X ₃)	y _{u1}	y _{u2}	\bar{y}_u
1	-1	-1	-1	11	40	2	64	63	63,5
2	+1	-1	-1	21	40	2	65	64	64,5
3	-1	+1	-1	11	80	2	66	65	65,5
4	+1	+1	-1	21	80	2	67	67	67
5	-1	-1	+1	11	40	6	65	64	64,5
6	+1	-1	+1	21	40	6	79	80	79,5
7	-1	+1	+1	11	80	6	74	74	74
8	+1	+1	+1	21	80	6	95	94	94,5
9	-1,682	0	0	8	60	4	66	66	66
10	+1,682	0	0	24	60	4	82	82	82
11	0	-1,682	0	16	26	4	60	61	60,5
12	0	+1,682	0	16	93	4	85	86	85,5
13	0	0	-1,682	16	60	0,6	63	63	63
14	0	0	+1,682	16	60	7,4	88	87	87,5
15	0	0	0	16	60	4	86	86	86
16	0	0	0	16	60	4	85	86	85,5
17	0	0	0	16	60	4	86	85	85,5
18	0	0	0	16	60	4	86	86	86
19	0	0	0	16	60	4	85	85	85
20	0	0	0	16	60	4	86	86	86

За допомогою комп'ютерного моделювання одержано адекватне рівняння регресії у кодованих значеннях перемінних:

$$y_u = 85,7 + 4,7 x_1 + 5,2 x_2 + 6,8 x_3 - 4,5 x_1^2 - 4,8 x_2^2 - 4,0 x_3^2 + 4,1 x_1 x_3 + 2,5 x_2 x_3 \quad (3)$$

Рівняння (3) описує вплив технологічних параметрів процесу формування – відносної вологості

матеріалу перед формуванням (x_1), температури теплового впливу під час фіксації форми зразка (x_2), а також тривалості теплового впливу (x_3) – на формостійкість. На рис. 3 наведено поверхні відгуку за цим рівнянням.

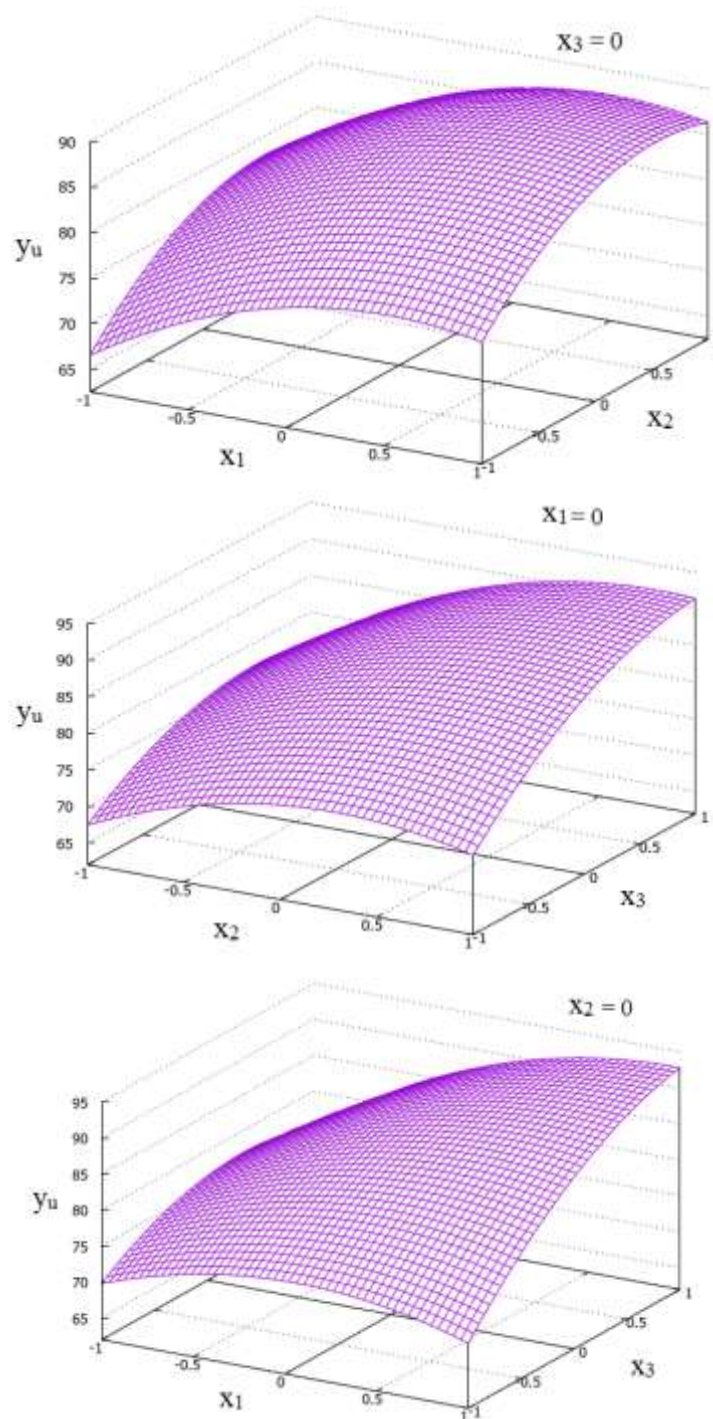


Рис. 3. Поверхні відгуку за отриманим рівнянням регресії

В іменованих значеннях рівняння (3) матиме вигляд:

$$y_u = 5,06 W + 1,45 t + 1,11 \tau - 0,18 W^2 - 1,00 \tau^2 - 0,01 t^2 + 0,40 W\tau + 0,06 t\tau - 52,85 \quad (4)$$

Отриманий вираз (4) – рівняння регресії у вигляді залежності формостійкості від умов оброблення під час формування заготовки верху взуття: відносної вологості матеріалу до формуванням (W), температури теплового впливу при фіксації форми (t), тривалості теплового впливу (τ) свідчить про те, що:

- всі три фактори впливають на формостійкість;
- між факторами існує певний взаємозв'язок;
- високі значення технологічних параметрів не завжди забезпечують оптимальні значення показника формостійкості.

На підставі отриманого рівняння регресії в іменованих значеннях (4) можна констатувати, що покращити показник формостійкості можна за умов високої відносної вологості матеріалу, високої

температури і тривалості теплового впливу. Але з позиції ресурсоощадності такі умови оброблення призведуть до підвищення енерговитрат. Тому для досягнення оптимальної формостійкості достатньо дотримуватися більш раціонального, енергоощадного технологічного режиму, за яким відносна вологість матеріалу заготовки до формування становить 16 %, температура повітря у сушарці знаходиться на рівні 60–65 °С, а тривалість теплового впливу – 4 хв.

Висновки. Таким чином, результати дослідження дозволяють рекомендувати наступні раціональні технологічні параметри формування заготовки верху взуття з натурального шкіряного матеріалу Краст, одержаного зі шкур великої рогатої худоби за уніфікованою технологією:

- відносна вологість матеріалу заготовки – 16 %;
- температура теплового впливу – 60 °С;
- тривалість теплового впливу – 4 хв.

Апробація результатів дослідження підтвердила одержані дані, а впровадження їх у виробництво дозволить на практиці реалізувати принципи ресурсо-, матеріало- та енергозбереження, підвищити конкурентоспроможність виробів вітчизняної легкої промисловості.

Література

1. Михайлов А.Н. Физико-химические основы технологии кожи / Михайлов А.Н. – Москва : Гизлегпром, 1949. – 351 с.
2. Михайлов А.Н. Коллаген кожного покрова и основы его переработки / Михайлов А.Н. – Москва : Легкая индустрия, 1971. – 527 с.
3. Чернов Н.В. Технология кожи / Н.В. Чернов. – Москва : Гизлегпром, 1952. – 679 с.
4. Страхов И.П. Химия и технология кожи и меха / И.П. Страхов. – Москва : Легкая индустрия, 1970. – 632 с.
5. Страхов И.П. Отделка кожи / И.П. Страхов [и др.]. – Москва : Легкая индустрия, 1976. – 375 с.
6. Кутянин Г.И. Исследование физико-механических свойств кожи / Кутянин Г.И. – Москва : Гизлегпром, 1956. – 196 с.
7. Зыбин Ю.П. Технология изделий из кожи : учеб. для вузов / Ю.П. Зыбин, Д.И. Анохин, Ю.М. Гвоздев и др. ; под общ. ред. Ю.П. Зыбина. – Москва : Легкая индустрия, 1975. – 464 с.
8. Зыбин Ю.П. Конструирование изделий из кожи : учебник для вузов / Ю.П. Зыбин, В.М. Ключникова и др. – Москва : Лёгкая и пищевая пром-сть, 1982. – 416 с.
9. Любич М.Г. Свойства обуви / Любич М.Г. – Москва : Легкая индустрия, 1969. – 256 с.
10. Раяцкас В.Л. Технология изделий из кожи : учебник. Ч. 2 / Раяцкас В.Л., Нестеров В.П. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 320 с.
11. Фукин В.А. Технология изделий из кожи : учебник. Ч. 1 / Фукин В.А., Калита А.Н. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.
12. Калита А.Н. О критерии выбора инженерного решения при проектировании формоустойчивой обуви / А.Н. Калита // Кожевенно-обувная промышленность. – 1982. – № 1. – С. 38–40.
13. Цибизова Е.М. Алгоритм прогнозирования формоустойчивости обуви / Е.М. Цибизова, А.Н. Калита, С.И. Рябинкин // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1983. – № 1. – С. 55–57.
14. Цибизова Е.М. Определение эксплуатационных факторов, влияющих на формоустойчивость верха обуви / Е.М. Цибизова, А.Н. Клякотко, М.А. Калита // Известия вузов. Технология легкой промышленности. – 1985. – № 1. – С. 69–72.
15. Коновал В.П. Технология взуттєвого виробництва : підручник / Коновал В.П., Свістуніова Л.Т., Олійнікова В.В. – Київ : Либідь, 2003. – 366 с.
16. Коновал В.П. Теоретичні і практичні основи створення та фіксації форми взуття : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. техн. наук : 05.19.06. / Коновал В.П. – Київ, 1998. – 40 с.
17. Горбачик В.Е. Влияние свойств кожи на качество предварительного формования союзки / В.Е. Горбачик, В.Ф. Дардык, К.А. Загайгора, З. Г. Максина, С. Л. Фурашова // Актуальные проблемы науки, техники и экономики производства изделий из кожи : сб. статей междунар. науч. конф. / Витеб. гос. технол. ун-т. – Витебск, 2004. – С. 202–204.
18. Козарь О.П. Розвиток наукових основ створення формостійкого взуття з використанням мінеральних композицій : автореф. дис. на здобуття наук. ступ. докт. техн. наук : 05.18.18. / Козарь О.П. – Київ, 2015. – 38 с.
19. Тихонова Н.В. Научно-технологические основы регулирования формоустойчивости заготовки верха обуви из натуральной кожи с использованием ВЧ плазмы пониженного давления : автореф. дис. на соискание уч. степени докт. техн. наук : 05.19.05. / Тихонова Н.В. – Казань, 2012. – 36 с.
20. Цветков В.Н. Элементы теории механических креплений низа обуви / Цветков В.Н. – Москва : Гизлегпром, 1958. – 338 с.
21. Нестеров В.П. Метод исследования показателей физико-механических свойств кожаных деталей низа обуви : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук : 05.19.06. / Нестеров В.П. – Москва, 1963. – 20 с.
22. Nataliia Pervaia, Olga Andreyeva, Lesia Maistrenko, Olena Mokrousova, Svitlana Harkavenko, Anna Nikonova. A unified technology of crust leather production using polymeric compounds development. *Leather and Footwear Journal* 19 (2019) 3 p. 193–202.
23. Первая Н.В. Оцінювання формостійкості шкіряних матеріалів для верху взуття / Н.В. Первая / Вісник

КНУТД. – 2019. – № 3 (134). – С. 62–72.

24. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента / Тихомиров В.Б. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 262 с.

References

1. Mihajlov A.N. Fiziko-himicheskie osnovy tehnologii kozhi / Mihajlov A.N. – Moskva : Gizlegprom, 1949. – 351 s.
2. Mihajlov A.N. Kollagen kozhnogo pokrova i osnovy ego pererabotki / Mihajlov A.N. – Moskva : Legkaya industriya, 1971. – 527 s.
3. Chernov N.V. Tehnologiya kozhi / N.V. Chernov. – Moskva : Gizlegprom, 1952. – 679 s.
4. Strahov I.P. Himiya i tehnologiya kozhi i meha / I.P. Strahov. – Moskva : Legkaya industriya, 1970. – 632 s.
5. Strahov I.P. Otdelka kozhi / I.P. Strahov [i dr.]. – Moskva : Legkaya industriya, 1976. – 375 s.
6. Kutyanin G.I. Issledovanie fiziko-mehaniicheskikh svoystv kozhi / Kutyanin G.I. – Moskva : Gizlegprom, 1956. – 196 s.
7. Zybin Yu.P. Tehnologiya izdelij iz kozhi : ucheb. dlya vuzov / Yu.P. Zybin, D.I. Anohin, Yu.M. Gvozdev i dr. ; pod obsh. red. Yu.P. Zybina. – Moskva : Legkaya industriya, 1975. – 464 s.
8. Zybin Yu.P. Konstruirovaniye izdelij iz kozhi : uchebnik dlya vuzov / Yu.P. Zybin, V.M. Klyuchnikova i dr. – Moskva : Lyogkaya i pishevaya prom-ct, 1982. – 416 s.
9. Lyubich M.G. Svoystva obuvi / Lyubich M.G. – Moskva : Legkaya industriya, 1969. – 256 s.
10. Rayackas V.L. Tehnologiya izdelij iz kozhi : uchebnik. Ch. 2 / Rayackas V.L., Nesterov V.P. – Moskva : Legprombytizdat, 1988. – 320 s.
11. Fukin V.A. Tehnologiya izdelij iz kozhi : uchebnik. Ch. 1 / Fukin V.A., Kalita A.N. – Moskva : Legprombytizdat, 1988. – 272 s.
12. Kalita A.N. O kriterii vybora inzhenerenogo resheniya pri proektirovani formoustojchivoj obuvi / A.N. Kalita // Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost. – 1982. – № 1. – S. 38–40.
13. Cibizova E.M. Algoritm prognozirovaniya formoustojchivosti obuvi / E.M. Cibizova, A.N. Kalita, S.I. Ryabinkin // Izvestiya vuzov. Tehnologiya legkoj promyshlennosti. – 1983. – № 1. – S. 55–57.
14. Cibizova E.M. Opredeleniye ekspluatatsionnykh faktorov, vliyayushih na formoustojchivost verha obuvi / E.M. Cibizova, A.N. Klyakotko, M.A. Kalita // Izvestiya vuzov. Tehnologiya legkoj promyshlennosti. – 1985. – № 1. – S. 69–72.
15. Konoval V.P. Tekhnologiya vztutievogo vyrobnystva : pidruchnyk / Konoval V.P., Svistunova L.T., Oliinykova V.V. – Kyiv : Lybid, 2003. – 366 s.
16. Konoval V.P. Teoretychni i praktychni osnovy stvorennia ta fiksatsii formy vztuttia : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stup. dokt. tekhn. nauk : 05.19.06. / Konoval V.P. – Kyiv, 1998. – 40 s.
17. Gorbachik V.E. Vliyanie svoystv kozhi na kachestvo predvaritel'nogo formovaniya soyuzki / V.E. Gorbachik, V.F. Dardyk, K.A. Zagajgora, Z. G. Maksina, S. L. Furashova // Aktualnye problemy nauki, tehniki i ekonomiki proizvodstva izdelij iz kozhi : sb. statej mezhdunar. nauch. konf. / Viteb. gos. tehnol. un-t. – Vitebsk, 2004. – S. 202–204.
18. Kozar O.P. Rozvytok naukovykh osnov stvorennia formostiikoho vztuttia z vykorystanniam mineralnykh kompozytsii : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stup. dokt. tekhn. nauk : 05.18.18. / Kozar O.P. – Kyiv, 2015. – 38 s.
19. Tihonova N.V. Nauchno-tehnologicheskie osnovy regulirovaniya formoustojchivosti zagotovki verha obuvi iz naturalnoj kozhi s ispolzovaniem VCh plazmy ponizhennogo davleniya : avtoref. dis. na soiskanie uch. stepeni dokt. tehn. nauk : 05.19.05. / Tihonova N.V. – Kazan, 2012. – 36 s.
20. Cvetkov V.N. Elementy teorii mehanicheskikh kreplenij niza obuvi / Cvetkov V.N. – Moskva : Gizlegprom, 1958. – 338 s.
21. Nesterov V.P. Metod issledovaniya pokazatelej fiziko-mehaniicheskikh svoystv kozhnykh detalej niza obuvi : avtoref. dis. na soisk. uch. step. kand. tehn. nauk : 05.19.06. / Nesterov V.P. – Moskva, 1963. – 20 s.
22. Nataliia Pervaia, Olga Andreyeva, Lesia Maistrenko, Olena Mokrousova, Svitlana Harkavenko, Anna Nikonova. A unified technology of crust leather production using polymeric compounds development. *Leather and Footwear Journal* 19 (2019) 3 r. 193–202.
23. Pervaia N.V. Otsiniuvannia formostiikosti shkirianykh materialiv dlia verkhu vztuttia / N.V. Pervaia / *Visnyk KNUITD*. – 2019. – № 3 (134). – S. 62–72..
24. Tihomirov V.B. Planirovaniye i analiz eksperimenta / Tihomirov V.B. – Moskva : Legkaya industriya, 1974. – 262 s.

Рецензія/Peer review : 7.1.2020 р. Надрукована/Printed : 24.2.2020 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Панасюк І.В.