

УДК 685.3

БОРЩЕВСЬКА Н.М.

Київський національний університет технологій та дизайну

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ГРАВІРУВАННЯ НА
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАТУРАЛЬНИХ ШКІР
ДЛЯ ВЕРХУ ВЗУТТЯ ТА ШКІРГАЛАНТЕРЕЙНИХ ВИРОБІВ**

Мета. Дослідження впливу лазерного гравірування на фізико-механічні властивості натуральних шкір для верху взуття та шкіргалантерейних виробів, а саме шкіри Крест, «Флотар» та «Наппа».

Методика. Для реалізації поставленої мети використано ряд методів: фізико-механічного аналізу шкір, математичного планування (багатофакторний експеримент) та статистичного оброблення експериментальних даних.

Результат. За результатами дослідження впливу лазерного гравірування на фізико-механічні властивості натуральних шкір для верху взуття та шкіргалантерейних виробів встановлено, що глибина та площа лазерної абляції впливають на показники границі міцності під час розтягування та подовження під час напруження 10 МПа, а також те, що між ними існує певний зв'язок. На підставі результатів експерименту можна констатувати, що збільшення глибини абляції до 50-52% товщини шкіри негативно впливає на її фізико-механічні властивості, тим самим погіршуючи експлуатаційні та споживачькі характеристики взуття та шкіргалантерейних виробів. Збільшення площі гравірованих елементів до 50% від загальної площі деталі виробу не рекомендовано застосовувати на відповідальних деталях взуття, які зазнають найбільшого навантаження під час формування та експлуатації. Для гравірування шкір з шліфованою або підшліфованою поверхнею потужність променя регулюється в межах від 11 до 40 Вт при швидкості головки лазера від 270 до 300 мм/с. Для лазерного гравірування декоративних елементів з високим ступенем деталізації зображення рекомендовано використовувати переважно лінзу на 1,5 дюйма, де інтервал (фокусна відстань) між нею і поверхнею буде складати 3,81 см.

Наукова новизна. Визначено закономірності впливу глибини та площі декоративних елементів при лазерному гравіруванні на фізико-механічні властивості натуральних шкір для верху взуття та шкіргалантерейних виробів.

Практична значимість. Визначені раціональні параметри лазерного гравірування при оздобленні взуття та шкіргалантерейних виробів із натуральної шкіри.

Ключові слова: лазерне гравірування, натуральна шкіра, вироби зі шкіри, глибина та площа абляції, параметри обробки шкіри.

Вступ. Впровадження лазерних технологій відкриває нові можливості для інноваційних рішень, і є ключовими для економічного успіху промисловості. Застосування таких технологій оптимізує виготовлення продукції за рахунок безпеки, простоти використання та недорогого технічного обслуговування. Завдяки універсальності та широкому спектру можливостей застосування лазерних верстатів незмінно розширюється та стає все більше популярним. Вони можуть служити для обробки практично будь-якого типу матеріалу, в перелік яких входять шкіра, полімерні та текстильні матеріали, натуральна деревина та фанера, картон і щільний папір, гума, метали тощо.

Використання лазерного устаткування дозволяє сумістити декілька технологічних операцій в технологічному процесі виготовлення виробу. Наприклад, виконати розкрій деталей, нанести зображення або текст шляхом гравірування, зробити перфорацію. Придатність матеріалів до лазерного гравірування залежить від ступеня поглинання ними лазерного випромінювання, а також їх теплопровідності. Лазерний промінь взаємодіє з

матеріалом термічно та повністю безконтактно, використовуючи лише лазерне світло [1].

Лазерне гравірування створює на поверхні шкіри тактильний ефект, що надає особливість виробу. Але потрібно зазначити, що натуральна шкіра різного призначення, зважаючи на своє біогенне походження, особливості структури та будови, хімічного складу, наповнення, способу дублення та видів лицьового покриття, демонструє і різну реакцію на лазерну обробку [2]. Тільки при дотриманні визначеної послідовності дій можна отримати бажаний результат у вигляді якісної продукції.

Постановка завдання. Обробка натуральної шкіри на лазерних верстатах є гідною альтернативою «класичним» методам обробки за допомогою механічних граверів, різних способів оздоблення (гарячого та холодного тиснення, випалювання тощо) та різного ручного приладдя [3,4]. Обробка тонким лазерним променем високої енергії має безсумнівні переваги, серед яких:

- висока тонкість і акуратність нанесення гравірувальних зображень;
- висока економічність обробки (зменшення витрат на електроенергію в цілому та утримання парку обладнання зокрема);
- відсутність шуму, вібрацій і відходів;
- економну витрату матеріалів для заготовок;
- простота експлуатації та управління лазерними верстатами;
- можливість суміщення виконання різних операцій технологічного процесу виготовлення виробів.

Незважаючи на зазначені переваги, робота на лазерному устаткуванні (як і будь-яке матеріальне виробництво), вимагає знань та відповідального підходу. Обробка матеріалів заснована на застосуванні дуже високих температур, які можуть плавити або випаровувати практично будь-який матеріал завдяки великій концентрації потужності та енергії на дуже невеликій площі. Загальні уявлення про технологію обробки лазером різних матеріалів [5] дають можливість визначити основні напрями подальших досліджень, а комплексний підхід до якості виробів із шкіри передбачає необхідність дослідження впливу лазерного гравірування на фізико-механічні властивості шкір для верху взуття та шкіргалантерейних виробів [6]. Для досягнення прогнозованого результату важливим є встановлення загальних правил та алгоритму роботи з натуральною шкірою, технологічних параметрів обробки та технічного налаштування лазерного обладнання.

Метою роботи є визначення закономірності впливу глибини та площі абляції на фізико-механічні властивості різних шкір в процесі лазерного гравірування та встановлення раціональних технологічних параметрів обладнання для виконання даного виду обробки.

Результати дослідження. Результати патентного пошуку та вивчення науково-технічної інформації [7] виявили неопрацьовані аспекти щодо обробки виробів зі шкіри способом лазерного гравірування та його впливу на зовнішній вигляд, експлуатаційні характеристики взуття та шкіргалантерейних виробів та рентабельність застосування даного виду оздоблення. Можливість роботи з широким спектром матеріалів (рис.1), що використовуються в процесі виготовлення взуття та шкіргалантерейних виробів, підвищують ефективність та доцільність застосування лазерного устаткування на різних етапах виробництва.

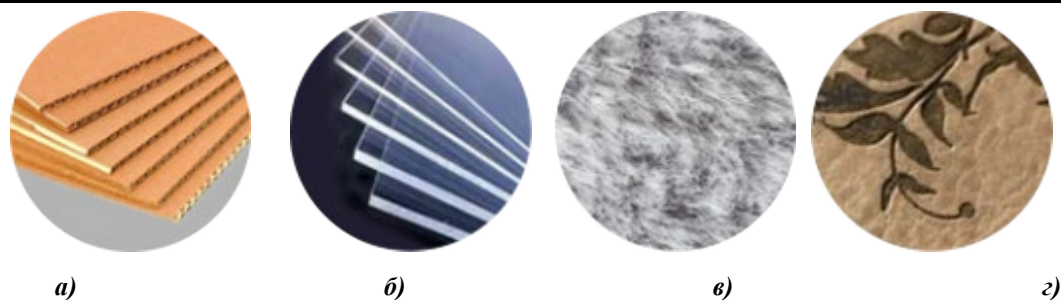


Рис. 1. Види матеріалів для виготовлення взуття та шкіргалантерейних виробів:
а) – взуттєвий картон та тексон; б) – полімерні матеріали;
в) – ткани та неткані матеріали; г) – натуральна та штучна шкіра

Аналіз асортименту взуття за видами оздоблення (рис.2) відображає невелику частку застосування лазерного гравірування у серійному виробництві. Такий розподіл обумовлено відсутністю узагальненої технології, режимів та нормативів виконання даного виду оздоблення в промислових умовах.

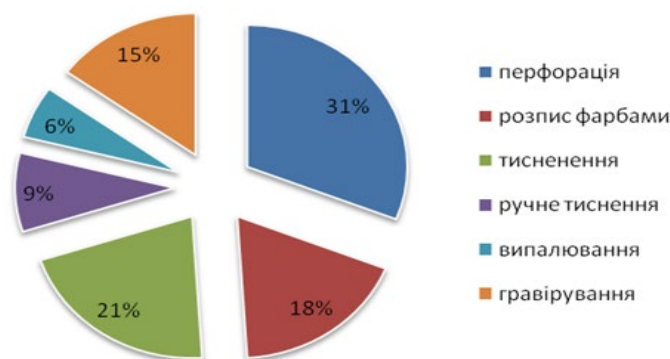


Рис. 2. Аналіз асортименту взуття за видами оздоблення

В порівнянні з механічним тисненням або випалюванням оздоблення лазерним гравіруванням вважається більш точним та уніфікованим. До переваг даного виду оздоблення серед інших методів, що створюють подібний ефект на поверхні натуральної шкіри, є: максимально висока швидкість проходження і точність позиціонування лазерного променя; деталізоване відтворення зображень, написів і візерунків будь-якої складності; чіткий контур в зоні проходження лазера; довговічність гравірованих зображень.

Фізичний принцип лазерного гравірування полягає у впливі променя високої енергії, яка сфокусована в малу площу «світлову пляму», на оброблювану поверхню. Під дією високої температури матеріал заготовки випаровується аж до наскрізного пропалювання [8]. Такий метод видалення речовини з поверхні лазерним імпульсом називається *лазерною абляцією*. Переміщенням лазерного випромінювача щодо поверхні матеріалу реалізує необхідну траєкторію обробки, яка переноситься за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Реалізація цього принципу здійснюється за допомогою комплексних лазерних верстатів (рис.3).

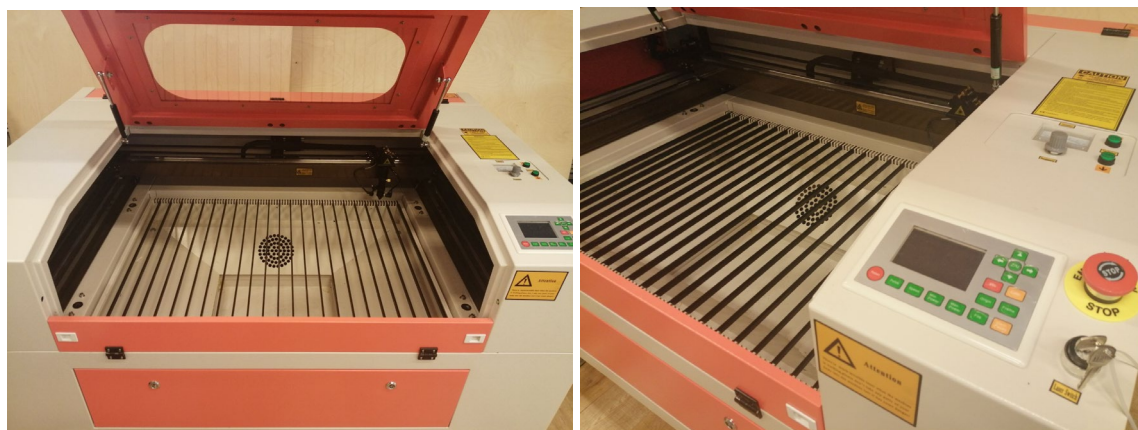


Рис. 3. Комплексний лазерний верстат COMELZ CZ/M

Комплексний лазерний верстат має корпус з відсіками, найбільший з яких забезпечений столом для розміщення оброблюваних заготовок. Лазерна трубка, розташована в задній частині верстата, містить в собі активне середовище, яке генерує лазерне випромінювання при подачі на трубку електричної напруги. Фокусна лінза головки випромінювача «збирає» промінь в вузьку точку на поверхні заготовки. Керуючі імпульси надходять від блоку управління. Їх тривалість і послідовність визначається закладеною у пам'ять установки програмою обробки – графічним файлом в векторному вигляді. Таким чином, програмний ескіз втілюється в матеріалі, реалізуючи віртуальну графічну модель у вигляді завершеного оздоблення – лазерного гравірування. Завдяки тому, що лазерний випромінювач здатний рухатися по складній траєкторії, є можливість нанесення декоративних елементів за складною програмою, в тому числі для отримання рельєфних 3D-гравірувань.

Для забезпечення якісного оздоблення поверхні шкіри лазерним гравіруванням необхідно враховувати ряд чинників, що впливають на процес виконання операції. Зміною потужності та тривалості випромінювання можна регулювати глибину абляції. Фокусна відстань регулюється у відповідності до характеру гравірованих зображень та їх лінійних розмірів.

Для проведення експериментальних досліджень були обрані три найрозповсюдженіші види натуральних шкір хромового методу дублення з сировини великої рогатої худоби (ВРХ), що застосовуються для виготовлення взуття та шкіргалантерейних виробів [9], а саме Краст, «Флотар» і «Наппа» (табл.1).

Дослідження зразків шкіри мали за мету визначити раціональні технологічні параметри лазерного гравірування, а саме потужності та швидкості головки лазера, які б забезпечували необхідну глибину абляції, високу якість виконання процесу оздоблення на шкірах різних видів та впливу лазерної обробки на основні фізико-механічні властивості шкір (границі міцності під час розтягування, подовження під час напруження).

Границя міцності під час розтягування відноситься до найбільш важливих характеристик фізико-механічних властивостей шкіри. Мінімальні норми передбачаються ДСТУ і ТУ на всі без винятку види шкіри та коливається від 1,4 до 1,8, 9,8 МПа в залежності від виду шкіри [10]. Границя міцності під час розтягування шкіри обумовлюється механічними властивостями вихідної шкіряної сировини та методами її переробки в готову

шкіру. Вибір в якості основного показника для оцінки фізико-механічних властивостей шкір границі міцності під час розтягування обумовлюється його близькістю до навантажень, що виникають в деталях взуття в процесі її виготовлення та експлуатації. Практичне значення тягучості шкіри для деталей взуття в багатьох випадках навіть більш важливе, ніж її міцність при розтягуванні.

Таблиця 1

Натуральні шкіри для верху взуття та шкіргалантерейних виробів

Номер зразка	Фото зразка	Назва шкіри	Товщина, мм	Висота рельєфу поверхні, мм
1		Краст	1,4	0,05
2		Флотар	1,4	0,22
3		Наппа	1,35-1,4	0,08

При випробуванні зразків шкіри Краст, Флотар та Наппа на розривній машині за відповідною шкалою було відзначено навантаження при розриві (абсолютне навантаження при розриві) та подовження при заданому напруженні 9,8 МПа.

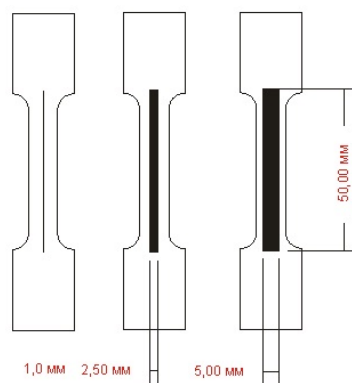


Рис.4. Схема зразків випробувань

Попередньо в робочих зонах зразків були нанесенні елементи прямокутної форми, що склали 1%, 25% та 50% від робочої площі випробуваного зразка, з різною глибиною лазерної абляції від 0,1 мм до 0,7 мм з кроком 0,1 мм (рис.4). Під час проведення

випробування зазначено, що розтріскування лицьової поверхні зразків відбувалось майже одночасно з повним розривом зразка.

Залежність впливу глибини лазерної абляції на границю міцності під час розтягування представлена на діаграмах (рис. 5), при цьому площа абляції досліджуваних зразків була мінімальною та дорівнювала 1% від робочої площі зразка.

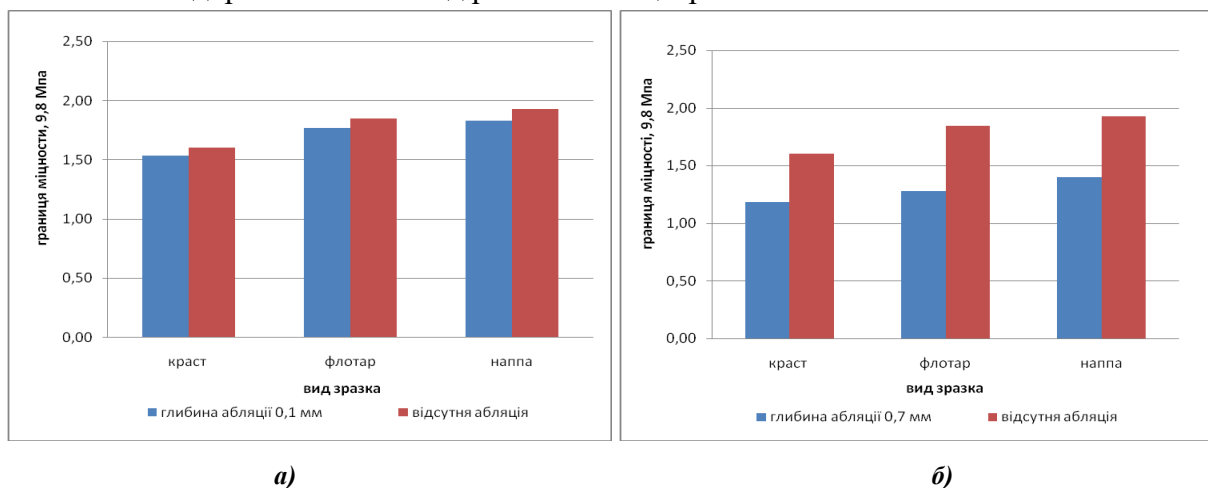


Рис. 5. Діаграма впливу глибини абляції на фізико-механічні властивості шкір
 а) – глибина абляції 0,1 мм; б) - глибина абляції 0,7 мм

Побудовані графічні залежності демонструють, що зі збільшенням глибини абляції границя міцності під час подовження зменшується. Така тенденція спостерігається у всіх зразках досліджуваних шкір, при цьому в порівнянні з контрольними зразками, де абляція відсутня, границя міцності під час розтягування зразків з глибиною абляції 0,1 мм (рис. 5а) знаходиться в межах допустимих значень за ДСТУ 2726-94. При підвищенні глибини абляції до 0,7 мм, що для обраних зразків складає 50-52% від товщини шкіри, спостерігається різке зниження границі міцності під час розтягування.

В результаті аналізу зразків та отриманих значень рекомендовані наступні технологічні режими лазерного гравірування шкір Краст, «Флотар» та «Наппа» (табл.2).

Таблиця 2

Технологічні параметри лазерного гравірування шкір для верху взуття та шкіргалантерейних виробів

Вид шкіри	Глибина абляції, мм	Потужність променю, Вт	Швидкість головки лазеру, мм/с
Краст	0,1	11	300
	0,4	17	
	0,7	28	
Флотар	0,1	11	270-300
	0,4	17-19	
	0,7	30	
Наппа	0,1	11	270-300
	0,4	15-17	
	0,7	28	

Для виконання лазерного гравірування натуральних шкір за визначених технологічних параметрів достатньо лазерної трубки з потужністю променю на 40 Вт. Такий

випромінювач якісно і швидко буде наносити зображення на натуральну шкіру. Рекомендована потужність при гравіруванні таких матеріалів становить 60-80% від номіналу. Швидкість переміщення лазерної головки при цьому може бути близька до максимальної. При роботі з іншими видами шкіри, наприклад, шкірою з ворсовою або лаковою поверхнями, потужність слід підбирати експериментальним шляхом, щоб уникнути прогорання країв та пошкодження її поверхні. Номінальна потужність лазерного верстата, за допомогою якого виконувалося гравірування дорівнювала 100 Вт. Відповідно для гравірування з різною глибиною абляції була встановлена потужність 11, 17 та 30% від номінальної.

За результатами експериментальних досліджень впливу лазерного гравірування на фізико-механічні властивості досліджуваних матеріалів можна зробити висновок: лазерна обробка поверхні шкіри пошкоджує лицьовий шар та в залежності від ступеню гравірування (поверхнєве, середнє, глибоке), який визначається глибиною лазерної абляції, впливає на міцність шкір (рис.7). Оцінивши якість гравірованих елементів на зразках органолептично слід зазначити, що найбільш чіткий контур спостерігається на шкірах зі шліфованою лицьовою поверхнею (Краст та Наппа). Шкіра, з поверхнею ущільненою тисненням (Флотар), має менш чіткий контур гравірування в порівнянні з Крастом та Наппою та потребує збільшення потужності променя при виконанні операції оздоблення.

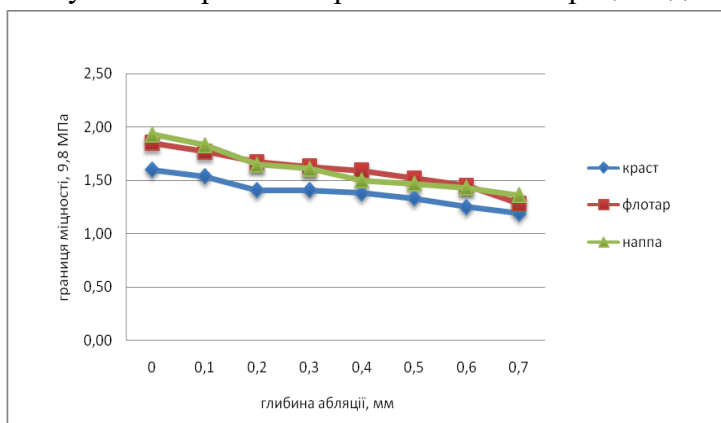


Рис. 7. Залежність границі міцності під час розтягування від глибини лазерної абляції

Глибоке гравірування (глибина абляції 0,7 мм) значно погіршує фізико-механічні властивості всіх досліджуваних зразків шкір, тому не може бути рекомендоване для оздоблення деталей верху взуття. Шкіргалантерейні вироби можуть містити елементи з глибоким гравіруванням, якщо вони не є основними деталями корпусу, не отримують великих навантажень або виконують декоративну функцію.

Визначення впливу площі лазерної абляції не менш вагомий показник, що підтверджується експериментальними дослідженнями (рис.8).

За результатами експериментального дослідження було визначено, що збільшення площі та глибини лазерної абляції впливає на зменшення показника границі міцності під час розтягування. Так, при збільшенні площі абляції до 50%, а глибини – до 0,7 мм зменшується показник границі міцності при розтягуванні: для Наппи в 1,5-2 рази, для Красту в 1,1 рази, а для Флотару в 0,65 разів.

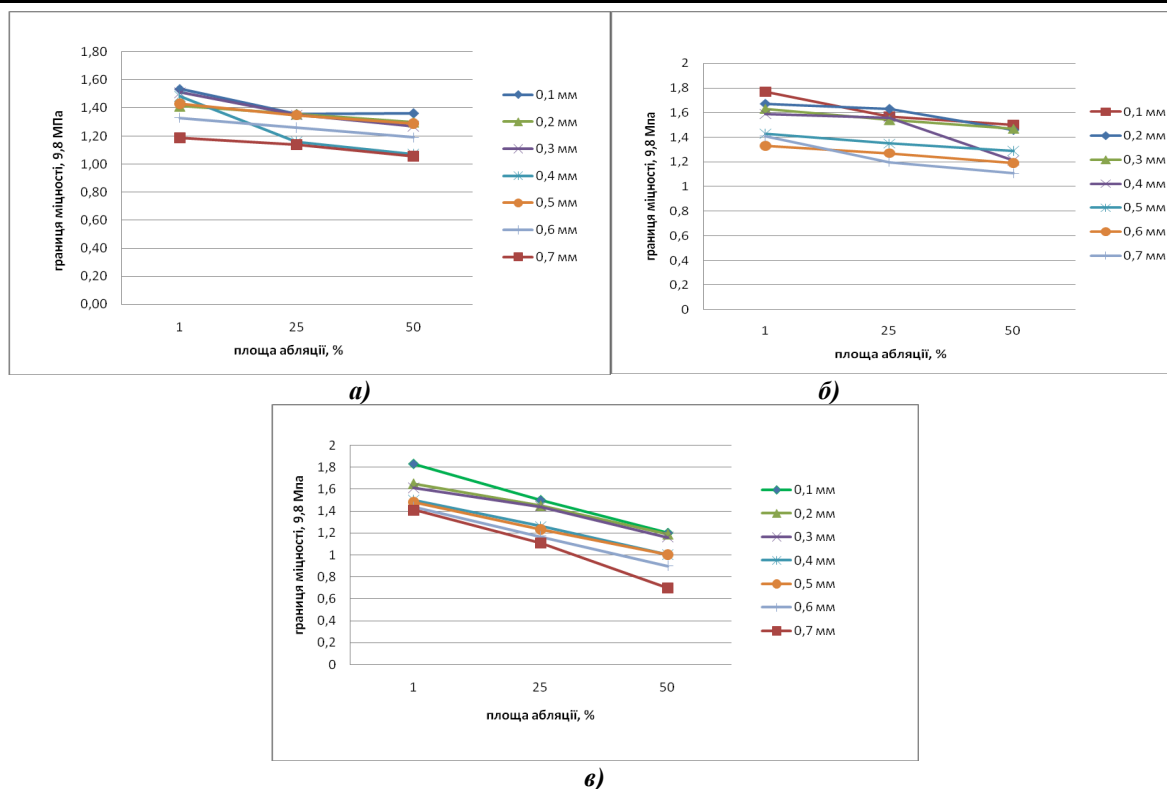


Рис. 8. Залежність впливу площі та глибини лазерної абляції на фізико-механічні властивості шкір: а) – для шкіри Краст; б) – для шкіри Флотар; в) – для шкіри Наппа

Висновки. Дослідження впливу глибини та площі лазерної абляції на фізико-механічні властивості натуральних шкір надали можливість оцінити доцільність застосування лазерного гравірування на виробах з Красту, Флотару та Наппи та визначити раціональні параметри оздоблення їх гравіруванням. Доведено, що збільшення глибини абляції до 50-52% від товщини шкіри негативно впливає на фізико-механічні властивості шкір та погіршує експлуатаційні та споживчі характеристики взуття та шкіргалантерейних виробів. Встановлено, що збільшення площі гравірованих елементів до 50% від загальної площі деталі виробу не рекомендовано застосовувати на відповідальних деталях взуття, що зазнають найбільшого навантаження під час формування та експлуатації. Визначено раціональні параметри та технологічні режими налаштування лазерного верстата. Для гравірування шкір зі шліфованою або підшліфованою лицьовою поверхнею потужність променя регулюється в межах від 11 до 40 Вт при швидкості головки лазера від 270 до 300 мм/с. Для лазерного гравірування декоративних елементів з високим ступенем деталізації зображення рекомендовано використовувати переважно лінзу на 1,5 дюйма, що означає, що інтервал (фокусна відстань) між нею і поверхнею буде складати 3,81 см. Збільшення фокусної відстані доцільно при гравіруванні надписів та зображень з низькими вимогами до деталізації.

Література

1. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. Москва : Машиностроение, 1989. 304 с.
2. Данилкович А. Г. Практикум з хімії та

References

1. Grigor'janc A. (1989). Osnovi lazernoj obrabotki materialov. [Basics of laser material processing]. Moskva [in Russian].
2. Danylkovych A. (2006). Praktykum z khimii ta

технології шкіри та хутра: навчальний посібник. Київ : Фенікс, 2006. 340 с.

3. Михеева Е.Я. Справочник обувщика. Михеева Е.Я [и др]. Москва: Легпромбытиздат, 1989. 416 с.

4. Журавський В.А., Касьян Е.С., Данилкович А.Г. Технологія шкіри та хутра : підручник. Київ: ДАЛПУ, 1996. 743 с.

5. Углов А.А. Резка неметаллических материалов лучом лазера. Углов А.А., Кокора А.Н., Берлин Н.В. Квантовая электроника: сб. статей. – Москва, 1988. С.1553-1558.

6. Кутянин Г.И. Исследование физико-механических свойств кожи. Москва: Гизлегпром, 1956. 196 с.

7. Колотихин М.Е., Серегина Е.И. Способ получения широкоформатного художественного рисунка на лицевой поверхности натуральной кожи с применением лазерно-гравировального станка: пат.2561904 Российская федерация: №2014102436/12; заявл. 24.01.2014; опубл. 10.09.2015, Бюл. №25.

8. Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Кокора А.Н. Лазерная обработка материалов. Москва: Машиностроение, 1975. 205 с.

9. Страхов И.П. Химия и технология кожи и меха/ И.П. Страхов [и др.] Москва: Легкая индустрия.1970. 632с.

10. ДСТУ 2726-94. Шкіра для верху взуття. Технічні умови [Чинний від 1996–01–01]. Київ: Держспоживстандарт, 1995. 14 с.

tekhnologii shkiry ta khurta. [Workshop on chemistry and technology of leather and fur]. Kyiv: Feniks [in Ukrainian].

3. Mikheyeva E.Ya. (1989). Spravochnik obuvshchika. [Shoemaker's Handbook]. Moskva [in Russian]

4. Zhuravskiy V.A., Kasian E.S., Danylkovych A.G. (1996). Tekhnologiya shkiry ta khutra. [Leather and fur technology]. Kyiv [in Ukraine].

5. Uglov A.A., Kokora A.N., Berlin N.V. (1988). Rezka nemetallicheskih materialov luchom lazera. [Laser cutting of non-metallic materials]. Moskva: Kvantovaya elektronika [in Russian].

6. Kutyatin G. (1956). Issledovaniye fiziko-mekhanicheskikh svoystv kozhi. [Research of the physical and mechanical properties of the leather]. Moskva [in Russian].

7. Kolotikhin ME, Seregina EI, inventors (2015). Sposob polucheniya shirokoformatnogo khudozhestvennogo risunka na litsevoy poverkhnosti naturalnoy kozhi s primeneniye lazerno-gravirovalnogo stanka [Method of obtaining a wide-format art drawing on the front surface of natural leather using a laser engraving machine]. Russian patent, no.2561904.

8. Rykalin N.N., Uglov A.A., Kokora A.N. (1975). Lazernaya obrabotka materialov. [Laser processing of materials]. Moskva: Mashinostroyeniye [in Russian].

9. Strakhov I. (1970). Khimiya i tekhnologiya kozhi i mekha. [Chemistry and technology of leather and fur]. Moskva: Legkaya industriya [in Russian].

10. DSTU 2726-94. Shkira dlia verkhу vzuttia [Specifications 2726-94. Leather for shoe uppers]. Kyiv, Standartinform Publ.,1996. 14 p. [in Ukrainian].

BORSHCHEVSKA N.M.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3242-0419>

Department of Design and Technologies of Leather Products,
Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ГРАВИРОВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ ДЛЯ ВЕРХА ОБУВИ И КОЖГАЛАНТЕРЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ БОРЩЕВСКАЯ Н.Н.

Київський національний університет технологій і дизайну

Цель. Исследование влияния лазерной гравировки на физико-механические свойства натуральных кож для верха обуви и кожгалантерейных изделий, а именно кожи Крафт, «Флотар» и «Наппа».

Методика. Для реализации поставленной цели использован ряд методов: физико-механического анализа кож, математического планирования (многофакторный эксперимент) и статистической обработки экспериментальных данных.

Результат. По результатам исследования влияния лазерной гравировки на физико-механические свойства натуральных кож для верха обуви и кожгалантерейных изделий установлено, что глубина и площадь лазерной абляции влияют на показатели предела прочности при

растяжении и удлинения при напряжении 10 МПа, а также то, что между ними существует определенная связь. На основании результатов эксперимента можно констатировать, что увеличение глубины абляции до 50-52% толщины кожи негативно влияет на физико-механические свойства кож, тем самым может ухудшать эксплуатационные и потребительские характеристики обуви и кожгалантерейных изделий. Увеличение площади гравированных элементов до 50% от общей площади детали изделия не рекомендуется применять на ответственных деталях обуви, которые испытывают большие нагрузки при формировании и эксплуатации. Для гравировки кож со шлифованной или подшлифованной поверхностями мощность луча лазера регулируется в пределах от 11 до 40 Вт при скорости головки от 270 до 300 мм/с. Для лазерной гравировки декоративных элементов с высокой степенью детализации изображения рекомендуется использовать преимущественно линзу на 1,5 дюйма, где интервал (фокусное расстояние) между ней и поверхностью будет составлять 3,81 см.

Научная новизна. Определены закономерности влияния глубины и площади декоративных элементов при лазерной гравировке на физико-механические свойства натуральных кож для верха обуви и кожгалантерейных изделий.

Практическая значимость. Определены рациональные параметры лазерной гравировки при отделке обуви и кожгалантерейных изделий из натуральной кожи.

Ключевые слова: лазерная гравировка, натуральная кожа, изделия из кожи, глубина и площадь абляции, параметры обработки кожи.

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF LASER ENGRAVING ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL LEATHER FOR SHOE UPPERS AND LEATHER GOODS BORSHCHEVSKA N.M.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Research of the influence of laser engraving on the physical and mechanical properties of natural leathers for shoe upper of footwear and leather goods, namely leather crust, Flotar and Nappa.

Methodology. The methods of physical and mechanical analysis of leather, mathematical planning (multivariate experiment) and statistical processing of experimental values were used for the study problems.

Findings. According to the research influence of laser engraving on the physical and mechanical properties of natural leather for shoe upper and leather goods, it was found that the depth and area of laser ablation affect the tensile strength indicators. There is a certain relationship between them. Based on the results experiment, it can be stated that an increase in the depth of ablation to 50-52% of the thickness of the leather negatively affects the physical and mechanical properties, can worsen the operational and consumer characteristics of footwear and leather goods. An increase in the area of engraved elements up to 50% of the total area of a product part is not recommended for use on shoe parts. The recommended power for engraving natural leather for shoe upper and leather goods is 60-80% of the machine's power. For engraving leather with a polished surface, the laser beam power is adjustable from 11 to 40 W at a head speed of 270 to 300 mm/s. For laser engraving decorative elements with a high degree of detail, it is recommended to use a 1.5" lens, where the spacing between it and the surface will be 3.81 cm. Increasing the focal length is advisable when engraving captions and images with low detail requirements.

Originality. The regularities of the influence of the depth and area of decorative elements during laser engraving on the physical and mechanical properties of natural leather for shoe upper of footwear and leather goods have been determined.

Practical value. The optimal parameters of laser engraving for finishing shoes and leather goods made of natural leather have been determined.

Key words: laser engraving, leather, leather products, depth and area of ablation, parameters of leather processing.