



Раздел 2
ТЕКСТИЛ И ОБЛЕКЛО

Section 2
TEXTILE AND CLOTHING

МОДЕН ДИЗАЙН С ПОМОЩТА НА ЛАЗЕРНИ ГРАВИРАЩИ ТЕХНОЛОГИИ
FASHION DESIGN USING LASER ENGRAVING TECHNOLOGY

Борислав Цонев Стоянов*
ТУ-Габрово

Красимир Илиев Друмев
ТУ-Габрово

Добрин Ненчев Генев
ТУ-Габрово

Статията е постъпила на 18 януари 2016 г.; приета за отпечатване на 23 февруари 2016 г.

Abstract

The article discussed various options of parameters of laser engraving processing of cotton fabric type "Denim". A consequence of experiments are set values of variation of the parameters that maximize the beneficial effect. The positive effect is a lightening (bleaching) of the treated surface to achieve a clear and contrasting footprint due to exposing on pulsed Ytterbium laser. Certain parameters are defined to achieve "skraping" effect and playback figuratively engraving. The results obtained, enable the realization of design ideas on textiles, achieving a variety of fashionable effects.

Keywords: fashion design; laser treatment of textile; laser engraving.

ВЪВЕДЕНИЕ

Основен търговски вид на изделията от „Деним“ придава процеса на състаряване. Осъществяването му по класическите методи включва използването на пемза, ензимно пране, избелване, които са съпътствани с множество недостатъци, разход на енергия и отделяне на вредни вещества.

Най-новата технология за състаряване на изделията от „Деним“ е лазерната обработка. Чрез нея се постигат специални ефекти, както по вид, така и по форма и разположение върху всички детайли на изделията. Постига се висока повтораемост на постигнатите ефекти. Технологиата не изисква специална подготовка или дообработка на изделията, което я прави целесъобразна и евтина алтернатива на всички досегашни техники. Лазерното гравирание често се сочи като компютърен процес на проектиране, който е приложен в текстилната промишленост [2,5]. Прилагането на тази техника може да създаде уникални визуални ефекти върху текстил без химически процеси и е екологично чиста [3]. Въпреки че някои изследователи прилагат лазерна обработка върху текстил, повечето познати проучвания са фокусирани върху лазерните методи за рязане [1,4]. Следова-

телно лазерното гравирание е подходящо за обработка на текстил, тъй като има практическа стойност въз основа на различните свои предимства, като например гъвкавост, точност, ефективност, качество и опазване на околната среда. В това проучване, са комбинирани различни параметри на процеса лазерно гравирание за създаване на декоративни ефекти върху памучен плат тип „Деним“.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Приготвяне на пробата. Пробата представлява 100% памучен плат „Деним“ със следните характеристики: основна нишка - линейна плътност $T_t = 20$ tex, индигоидно обагрена в тъмносиньо; основна гъстина 280 н / 10 см; вътъчна нишка - линейна плътност $T_t = 20$ tex избелена; вътъчна гъстина 280 н / 10 см; сплитка кепър 2./1; площна маса 200 g/m². Мострите са предварително обезскробвани, обезмаслени и изпрани. Материята е кондиционирана при температура $21 \pm 1^\circ\text{C}$ и относителна влажност на въздуха $65 \pm 5\%$ в продължение на 24 часа преди експериментите и оценките.

* Тел.: 066 827 245; e-mail: stoyanov_b@mail.bg

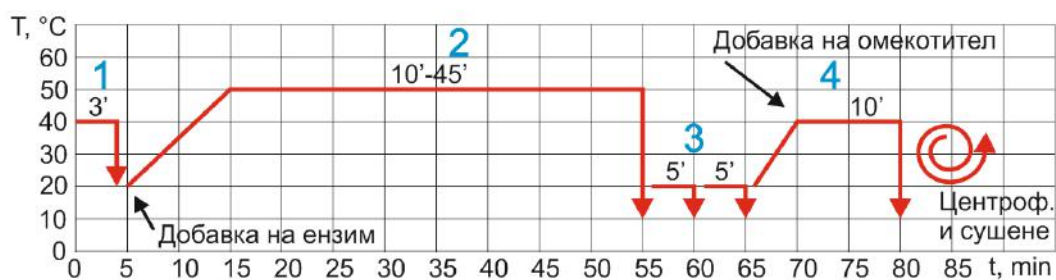
Лазерно въздействие. Облъчването се извършва чрез използване на индустриален /Pulsed Ytterbium/ лазер при нормални атмосферни условия. Пробите са облъчени от лазерния лъч директно. Енергията на импулса на лазерния лъч е в обхвата от 1 mJ при 20 kHz и дължина на вълната 1064 nm. Параметрите за настройка са следните: изходяща мощност ($P=10\div 100\%$); скорост на гравирание ($V = 1 \div 500$ mm/s); честота ($f = 20 \div 80$ kHz); растер ($H = 0,2 \div 0,4$ mm); наклон на растера ($\alpha = 0 \div 360^\circ$); дефокусировка ($S=0\div 5$ mm) и повторение на гравирането ($R = 1 \div 3$). Параметрите се променят, за да се проучи ефекта от лазерната обработка при различни комбинирани условия.

Облагородяване. Обработените с лазер мостри се подлагат на ензимно пране. Процесът протича в следната последователност: изплакване (1), ензимна обработка (2), двукратно изплакване (3), омекотяване (4), центрофугиране и изсушаване (5) – фиг. 1. Ензимната обработка се извършва с 0,5-2,0% Denimcol Clean-42; 0,5-1,5% Beizum Тес-Г; киселинността на банята се балансира с оцетна киселина до рН 5,0-6,0; модул на банята 1:4-1:7 [6].

Експерименти. За обезпечаване на качествени проби, изпълнени в подходящи граници на вариране на факторите, са проведени предварителни експерименти. Там, където резултатите излизат извън критериите за допустимост (наблюдава се повреждане в пробите), те са пропуснати от експеримента. Останалите фактори на влияние се установяват в постоянни стойности за всяко отделно изследване. Силата на въздействието (качеството) на лазерната обработка се отбелязва с Q. Всички проведени експерименти представени по-долу, показват състояние на пробите след лазерната обработка и последвало ензимно пране.

На фиг. 2 и фиг. 3 е изследвана зависимостта $Q=f(H,V)$. Комбинацията от двата фактора определя времето за експозиция на материала от лазерното лъчение. Едновременно и поотделно факторите показват, че при увеличение на растера и скоростта на гравирание силата на въздействие върху материала намалява.

На фиг. 4 е изследвана зависимостта $Q=f(P,S)$. Установява се, че изходящата мощност влияе по силно върху качеството на гравировката, отколкото на дефокусировката. В последващите експерименти дефокусировката S се установява в оптимална граница, равна на 0 mm.



Фиг. 1. Технология на ензимно пране

V , mm/s	лазерна			ензимно		
	H , mm					
	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
50						
100						
150						
200						
250						
300						

Фиг. 2. $Q=f(H,V)$; $P=90\%$; $S=0$ mm; $f=20$ kHz; $R=1$; $\alpha=1 \times 135^\circ$

V , mm/s	лазерна			ензимно		
	H , mm					
	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
50						
100						
150						
200						
250						
300						

Фиг. 3. $Q=f(H,V)$; $P=90\%$; $S=0$ mm; $f=20$ kHz; $R=1$; $\alpha=1 \times 45^\circ + 1 \times 135^\circ$

P, %	лазерна обработка						ензимно пране					
	S, mm											
	0	+1	+2	+3	+4	+5	0	+1	+2	+3	+4	+5
100												
80												
60												
40												

Фиг. 4. $Q=f(P,S)$; $H=0.2\text{mm}$; $V=100\text{mm/s}$; $\alpha=1\times 45^\circ+1\times 135^\circ$; $f=20\text{kHz}$; $R=1$

На фиг. 5 е изследвана зависимостта $Q=f(R)$. Забелязва се подобрене на качеството на гравировката в границите до 4-тото повторение, след което настъпва разрушение /прогаряне/ в пробите (не е показано на фигурата).

лазерна обработка				ензимно пране			
R, mm							
1	2	3	4	1	2	3	4
							

Фиг. 5. $Q=f(R)$; $P=90\%$; $H=0.2\text{mm}$; $V=100\text{mm/s}$; $\alpha=1\times 135^\circ$; $f=20\text{kHz}$; $S=0\text{mm}$

На фиг. 6, фиг. 7 и фиг. 8 е изследвана зависимостта $Q=f(P,H)$, проведена при различен брой повторения на гравировката и при различен наклон на растера.

P, %	лазерна обработка			ензимно пране		
	H, mm					
	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
100						
80						
60						

Фиг. 6. $Q=f(P,H)$; $V=100\text{mm/s}$; $f=20\text{kHz}$; $S=0\text{mm}$; $R=1$; $\alpha=1\times 45^\circ+1\times 135^\circ$

P, %	лазерна обработка			ензимно пране		
	H, mm					
	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
100						
80						
60						

Фиг. 7. $Q=f(P,H)$; $V=100\text{mm/s}$; $f=20\text{kHz}$; $S=0\text{mm}$; $R=2$; $\alpha=1\times 135^\circ$

Р, %	лазерна обработка			ензимно пране		
	H, mm					
	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
100						
80						
60						

Фиг. 8. $Q=f(P,H)$; $V=100\text{mm/s}$; $f=20\text{kHz}$; $S=0\text{mm}$; $R=3$; $\alpha=1\times 135^\circ$

На фиг. 9 и фиг. 10 е изследвана зависимостта $Q=f(P,V)$ при различен брой повторения на гравироването и наклон на растера. Установява се подобрене в качеството при няколкократно повторение на гравировката при един и същ наклон на растера.

P, %	лазерна обработка				ензимно пране			
	V, mm/s							
	100	150	200	250	100	150	200	250
100								
80								
60								

Фиг. 9. $Q=f(P,V)$; $H=0.2\text{mm}$; $f=20\text{kHz}$; $S=0\text{mm}$; $R=1$; $\alpha=1\times 45^\circ+1\times 135^\circ$

На фиг. 10 ... фиг. 13 е изследвана зависимостта $Q=f(P,V,f)$ при вариране на честотата на лазерното лъчение от 20 до 80 kHz. Установява се с увеличаване на честотата, нарастване на скоростта на гравироване, при запазване качеството на гравировката.

P, %	лазерна обработка				ензимно пране			
	V, mm/s							
	100	150	200	250	100	150	200	250
100								
80								
60								

Фиг. 10. $Q=f(P,V)$; $H=0.2\text{mm}$; $f=20\text{kHz}$; $S=0\text{mm}$; $R=3$; $\alpha=1\times 135^\circ$

P, %	лазерна обработка			ензимно пране		
	V, mm/s					
	200	250	300	200	250	300
100						
80						
60						

Фиг. 11. $Q=f(P,V,f)$; $H=0.2mm$; $f=40kHz$; $S=0mm$; $R=3$;
 $\alpha=1 \times 135^\circ$

P, %	лазерна обработка			ензимно пране		
	V, mm/s					
	300	350	400	300	350	400
100						
80						
60						

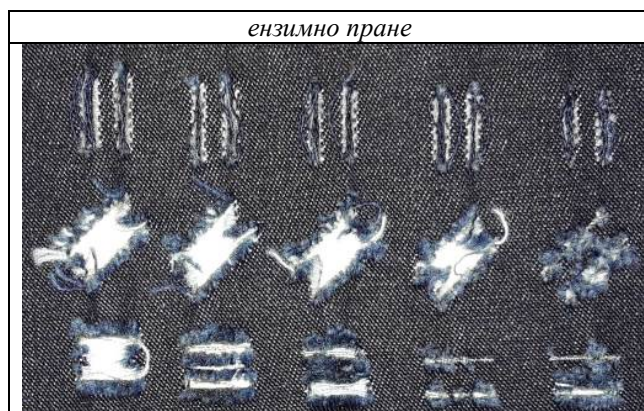
Фиг. 12. $Q=f(P,V,f)$; $H=0.2mm$; $f=60kHz$; $S=0mm$; $R=3$;
 $\alpha=1 \times 135^\circ$

P, %	лазерна обработка			ензимно пране		
	V, mm/s					
	400	450	500	400	450	500
100						
80						
60						

Фиг. 13. $Q=f(P,V,f)$; $H=0.2mm$; $f=80kHz$; $S=0mm$; $R=3$;
 $\alpha=1 \times 135^\circ$

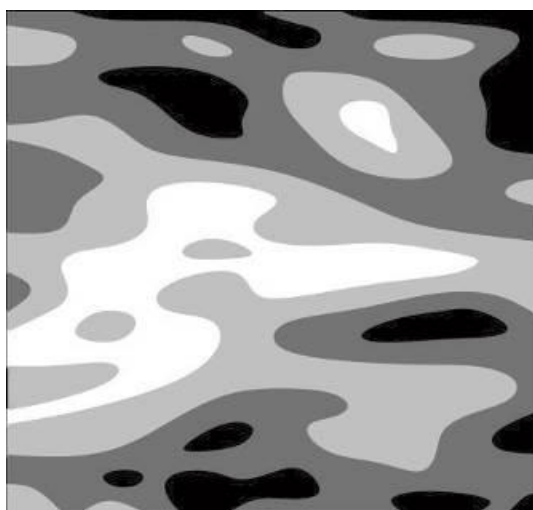
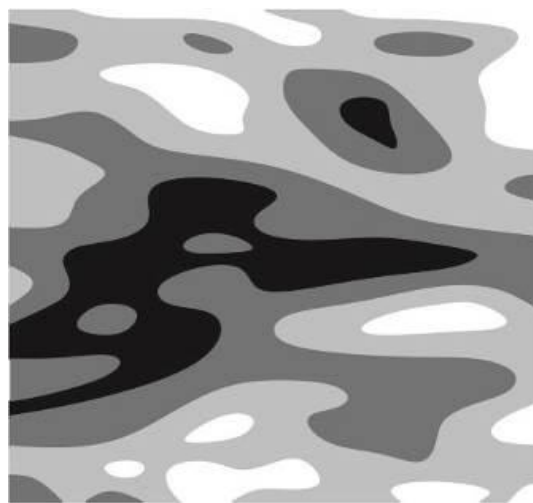
На фиг. 14 е представено изследване за лазерно разкрояване или постигане на „скрапинг“ ефект. Определена е подходяща настройка за точно и чисто разкрояване на материала при лазерна обработка и постигане на характерен декоративен „скрапинг“ ефект след ензимно пране при различна посока на изработване на прорязванията.

V, mm/s				
1	2	3	4	5
лазерна обработка				



Фиг. 14. $Q=f(V)$; $P=100\%$; $f=20kHz$; $R=1$

Графичен метод на лазерна обработка. Изработването на фигурални образи върху текстил дава възможност за постигане на висока степен на сложност на получената гравировка. Други предимства на метода са лекота при проектиране, редактиране и обработка на изображения, което прави процеса на проектиране по-бърз и позволява лесна промяна на идеи и проекти. Методът се реализира при следната технологична последователност. С помощта на векторна програма за графична обработка се разработва графичен шаблон (фиг. 15). Шаблонът се оцветява в сивата гама. Най-добри резултати се постигат при използване на минимален брой нива на сивата гама – в случая 4.

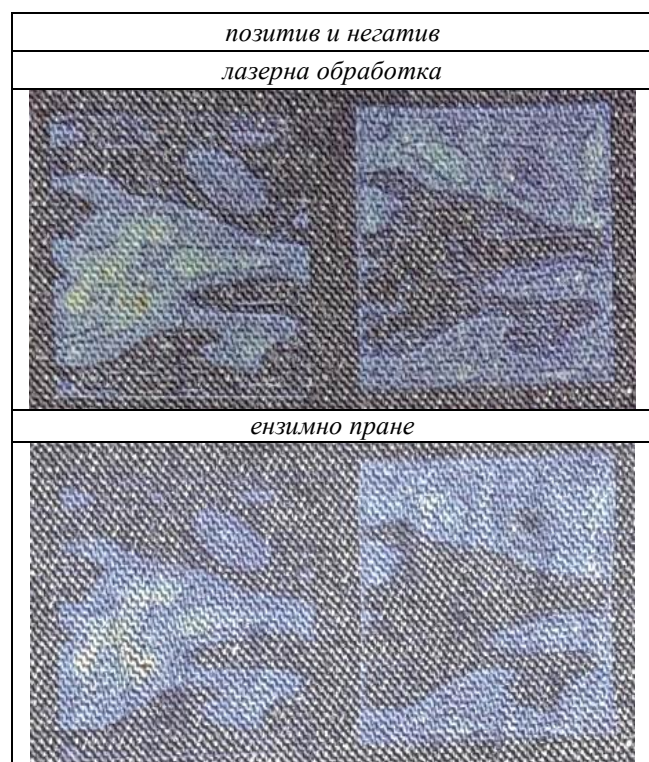


Фиг. 15. Графичен шаблон – позитив и негатив

Разработеният шаблон се импортира в програмата за управление на гравирания процес. Мострата се позиционира в полето за гравирание. При работа с графичен шаблон се използва функцията „Dither“, която конвертира изображението във черно-бели точки максимално точно възпроизвеждащи оригинала – фиг. 16. При гравирането основни параметри са изходящата мощност и продължителността на обработка на точките – „PointDelay“. Полученият резултат от лазерното гравирание е представен на фиг. 17.



Фиг. 16. Увеличен фрагмент от графичния шаблон - позитив



Фиг. 17. Фигурално гравирание върху „Деним“
 $P=100\%$; $f=20\text{kHz}$; $R=1$; $S=0\text{mm}$; $\text{PointDelay}=0.1\text{ms}$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статията са разгледани разнообразни варианти от параметри на процеса лазерно гравирание при обработка на памучен плат тип „Деним“. Вследствие на проведените експерименти са определени стойности на вариране на параметрите, при които се постига максимален положителен ефект. Положителният ефект представлява изобелване на обработваната повърхност за постигане на ясен и контрастен отпечатък. Определени са параметри за постигане на „скрапинг“ ефект и възпроизвеждане на фигурално гравирание. Получените резултати дават възможност за реализиране на дизайнерски идеи върху текстил, постигайки разнообразни ефекти. Всички резултати показват, че интеграцията на лазерни технологии и текстилни материали е ефективен начин за създаване на иновативен и екологично чист моден дизайн.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Brichtová, L. (2007, June). The diode laser system development for the cutting of the textile materials. Paper presented at 6th International Conference - TEXSCI 2007, Liberec, Czech Republic.
- [2] Ortiz-Morales, M., Poterasu, M., Acosta-Ortiz, S. E., Compean, I., & Hernandez-Alvarado, M. R. (2003). A Comparison between Characteristics of Various Laser-based Denim Fading Processes, Optics and Lasers in Engineering, 39, 15–24.
- [3] Spalding, I. J. (1987, May). Which wavelength? How to select a suitable laser. Paper presented at the 4th International Conference on Lasers in Manufacturing, Birmingham, Bedford, UK.
- [4] Štěpánková, M., Wiener, J. & Dembický, J. (2010). Impact of laser thermal stress on cotton fabric. Fibers and Textiles in Eastern Europe, 18, 70-73.
- [5] Yuan G., Fashion design using laser engraving technology, 8ISS Symposium-panel on transformation, Institute of textile and clothing, 2011.
- [6] www.cht.com/ch.de/ “Bezema”.