

LĀZERAPSTRĀDES TEHNOLOĢIJAS MŪSDIENU MODES DIZAINĀ

Lasertechnology in Modern Fashion Design

Ilze Fetjko

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Silvija Mežinska

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, e-pasts: silvija.mezinska@rta.lv

Abstract. *The aim of the article is to explore the available information related to the use of laser technology in the development of modern fashion design. The laser is not only a mechanical instrument, but also a tool for design creation. The relationship between fashion and technology is not new. Laser cutting is increasingly common in garment manufacturing. In synthetic fabrics, laser cutting produces well-finished edges as the laser melts and fuses the edge. In laser engraving laser is used to mark or engrave an object. The marks produced by laser engraving are clean, crisp, permanent. Laser can also be used in marking on various surfaces. The advantages of laser marking is fast, high precision and clear marking on products. Laser marking is durable and can be applied in clothing and leather. Laser marking is considered to be the best choice for branded clothing and marking fashion accessories. In the result of research is one experiment result where the optimal parameters for laser marked artificial silk are shown. In the result of this experiment we can see the most suitable CO₂ laser parameters for this fabric.*

Keywords: CO₂ laser, fashion design, laser engraving, laser cutting, laser marking, syntetics silk, textile.

Ievads

Modes vēsture tehnoloģiju kontekstā atklāj sistēmu, kas veicinājusi modes attīstību, tie ir: tehniskie uzlabojumi stellēs, kas noveda pie dažāda veida sarežģītām aušanas iekārtām, sintētisko krāsvielu izgudrojums 19. gs. vidū radija pieprasījumu pēc šokējoši spilgtām krāsām, un sintētisko polimēru ražošana 20. gs. apmierināja sabiedrības vēlmi pēc jauninājumiem materiālos (Scaturro, 2008).

Mūsdienās arvien biežāk var novērot jauno modes dizaineru eksperimentālus risinājumus, veidojot interesantus un iedvesmojošus tērpus, kas piemēroti valkātājam, kurš apzinās sevi kā personību. Sieviešu tērpos sāk parādīties iezīmes no tradicionālā vīriešu apģērba, kas noved pie sava veida sievišķīgās modes degradācijas. Par aktuālu tendenci ir kļuvusi arī dažādu mūsdienu tehnoloģiju izmantošana dizaina izveidē. Lāzerapstrādes tehnoloģijas modes industrijā ieguvušas svarīgu lomu, jo lāzeru izmantošanas iespējas joprojām tiek atklātas un pielietotas, veidojot neparastus un pārsteidzošus audumus, līdz ar to arī apģērbus. Lāzers ir enerģijas avots, kura intensitāti un spēku var precīzi kontrolēt. Lāzera stars var tikt vērsts uz vēlamu objektu, kas atrodas īpašā leņķī, atkarībā no vajadzības. Lāzers spēj apstrādāt dažādus materiālus, sākot no elastīga auduma, līdz cietam un izturīgam metālam. Lāzera iekārtas kļūst plaši populāras tekstila, ādas un apģērbus nozarē. Lāzerapstrādes tehnoloģijas raksturo augsta precizitāte, efektivitāte, vienkāršība un jomu automatizācija. Lāzergriešanas un marķēšanas procesos nav nepieciešami nekādi papildus piederumi, krāsas vai ķīmiskie līdzekļi.

Mūsdienās lāzerapstrādes tehnoloģijas plaši tiek pielietotas ne tikai dažādu metāla, stikla un keramikas priekšmetu apstrādē, dizaina izveidē un pilnveidošanā, bet arī plaši tiek pielietotas tekstilizstrādājumu apstrādē, līdz ar to arī modes industrijā. Par mūsdienu tehnoloģiju izmantošanu modes industrijā pētījumus ir veikuši vairāki ārzemju modes dizaineri un lāzerapstrādes tehnoloģiju mākslinieki. Kā piemērus var minēt Parveen Bazaz, kura apkopojusi informāciju par daudzajām lāzerapstrādes tehnoloģiju izmantošanas iespējām audumu dizainā un apstrādes

iespējām. Ievērojamus vairākus līdzīgus pētījumu apkopojumus ir veikuši Rajkišore Nauaks (*Rajkishore Nayak*) un Rajivs Padhue (*Rajiv Padhye*), publicējot žurnālu "Fashion and Textiles", kurā apkopoti minētie pētījumi par moderno tehnoloģiju izmantojumu mūsdienu modes un tekstila dizainā (*The use of laser in garment manufacturing: an overview, 2016*).

Raksta mērķis: pētīt lāzerapstrādes tehnoloģiju pielietojumu un iespējas mūsdienu modē un izstrādāt dizaina risinājumu – dekoratīvu motīvu tērpu kolekcijas audumam, izmantojot lāzermarkēšanu. Pētījumā izmantotās metodes: teorētiskās – literatūras avotu un interneta resursu, analoģu izpēte, empīriskās – eksperiments.

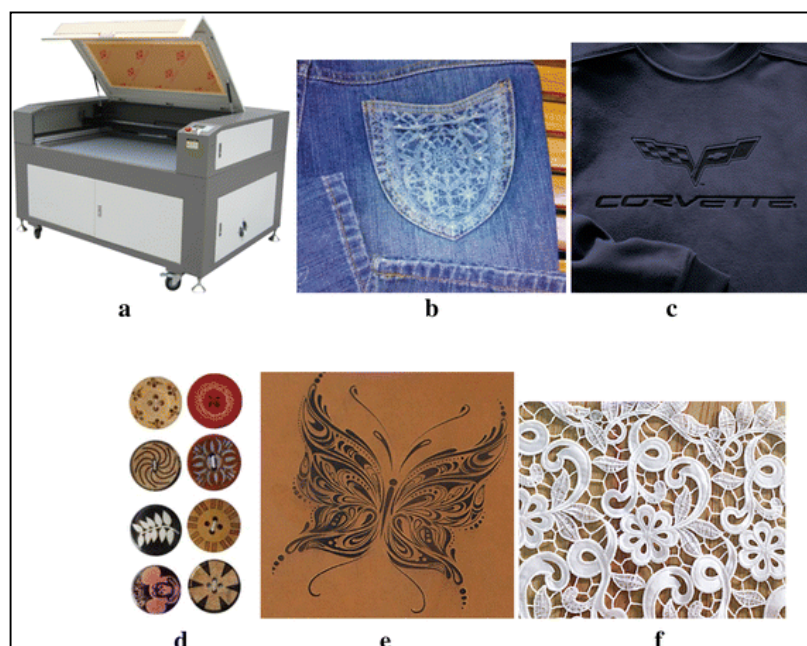
Mūsdienu modes industrija un lāzertehnoloģijas

Tekstilmateriālu apstrāde ar lāzeru pēdējo gadu laikā tiek pielietota ļoti plaši. Apstrādājot audumu ar lāzeru, ir jāņem vērā dažādi faktori, kas ietekmē apstrādātā auduma izskatu. No lāzera un konkrētā auduma sastāva ir atkarīgs tas, kā izskatīsies auduma kontūra pēc apstrādes. Lai noteiktu labākos iedarbības parametrus konkrētam auduma veidam, lāzeram tiek mainīti dažādi parametri, piemēram, lāzera jauda, pulsa frekvence, skenēšanas ātrums un citi. Eksperimentu rezultātā noteikts, ka īpašu lomu griešanas procesā nosaka tieši pulsa frekvence. Uzstādot pareizos iedarbības parametrus konkrētam auduma veidam, ar lāzeru ir iespējams panākt naža griezuma efekta līdzību (Tsai et al., 2016). Lāzergriešana nodrošina precīzu griezumu un apstrādātu griezuma malu, kas pasargā audumu no izīršanas. Griezums tiek veikts bez jebkāda veida spiediena uz audumu, kas nosaka to, ka griešanas procesā lāzerstars ir vienīgais, kas skar audumu. Turklāt, izmantojot lāzeru smalku detaļu griešanai, ievērojami tiek ietaupīts laiks un materiāla zudums ir minimāls. Tieši šīs priekšrocības noteikušas lāzergriešanas straujo popularitāti modes industrijā.

Lāzeri var tikt iedalīti trīs grupās: oglekļa dioksīda (CO₂) lāzeri, neodīma (ND) lāzeri un neodīma itrija–alumīnija (Nd–YAG) lāzeri. CO₂ lāzeri var izmantot auduma griešanai un gravēšanai, kā arī markēšanai. CO₂ lāzeri var būt četru veidu: ātri aksiālas plūsmas, lēni aksiālas plūsmas, šķērsvirziena plūsmu un plātņu lāzeri. Rūpnieciskajā griešanā priekš dažādiem materiāliem (tērauda, alumīnija, papīra, plastmasas, koka, un auduma) vislabāk izmantot CO₂ lāzeru. Lāzergriešana ir lētāka izmaksu ziņā, salīdzinot ar tradicionālajām griešanas metodēm. Turklāt, tā kā lāzergriešanā nav mehāniskas darbības, iespējams panākt augstas precizitātes griezumu un griezuma līniju salīdzinoši īsā laika posmā. Lāzergriešanā tiek integrētas datortehnoloģijas. Lāzergriešanas iekārtas ir piemērotas tekstilmateriālu apstrādei. Ar lāzeru iespējams apstrādāt dažādu veidu un šķiedru sastāva audumus. Līdz ar to, lāzergriešanas iekārtas pakāpeniski tiek ieviestas apģērba ražošanas procesā (*The use of laser in garment manufacturing: an overview, 2016*).

Kopš brīža, kad 20. gadsimtā plašākai izmantošanai tika piedāvātas lāzertehnoloģijas, modes dizaineri tās plaši sākuši pielietot apģērba un audumu apstrādē. Lāzergriešanai īpaši piemēroti ir sintētiskie materiāli, kuru griezuma malas griešanas procesā tiek sakausētas. Tas nodrošina auduma neizīršanu griezuma līnijā. Arvien vairāk lāzergriešana tiek izmantota arī ādas apstrādei, jo ir iespējams panākt smalku detaļu griešanu, griezuma līnija ir precīza, materiālu zudums ir minimāls, vai tā vispār nav. Tāpat ar lāzeru tiek veidoti arī modes aksesuāri, piemēram, lāzergriešanu var izmantot juvelierizstrādājumu dizaina radīšanai.

Lāzergriešanā lāzerstars tiek izmantots, lai sagrieztu audumu konkrētās formās un rakstos. Vispiemērotākais auduma griešanai paredzētais ir oglekļa dioksīda (CO₂) lāzers. Tā stars tiek koncentrēts uz auduma virsmas un augstas temperatūras iedarbības rezultātā tiek iegūta līdzena un precīza griezuma līnija. Ņemot vērā katra auduma ķīmisko sastāvu, griešanas procesā ir nepieciešama atbilstoša ventilācija. Atkarībā no auduma veida arī griezuma līnija vizuāli var atšķirties katram no auduma veidiem (skat. 1. att.).

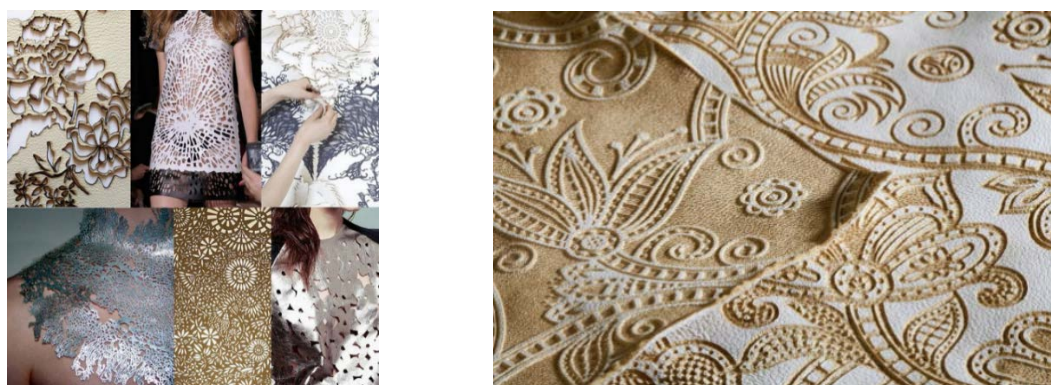


1. attēls. Lāzerapstrādes iekārta un iespējas: a) iekārta, b) džinsu audums, c) lāzergravēšana apģērbā, d) pogu lāzerapstrāde, e) āda. (<https://link.springer.com/article/10.1186/s40691-016-0057-x>).

Lāzergriešana ir salīdzinoši izdevīgāka nekā tradicionālie griešanas veidi, jo ir minimāls materiālu zudums, visu darbu dara iekārta un cilvēka roku darbs tiek izmantots minimāli. Procesa sagatavošanā tiek izmantotas datorprogrammas, kurās tiek veidoti un apstrādāti attēli, lai tālāk darbu varētu turpināt lāzers (The use of laser in garment manufacturing: an overview, 2016).

Lāzergravēšanu izmanto, lai atzīmētu vai iegravētu kādu objektu, apģērba dizaina jomā uz auduma. Process ir laikietilpīgs un tajā nepieciešamas datortehnoloģijas, kas vada lāzeru. Neraugoties uz lāzergravēšanas procesa sarežģītību, ar precīzu un tīru gravējumu var iegūt ļoti augstu kvalitāti un apjomu. Arī šī metode nav saistīta ar tiešu cilvēka kontaktu ar apstrādājamo virsmu, audumu. Lāzergravēšanas rezultātā iegūtās zīmes, ornamentu ir tīri, precīzi un ilgturīgi. CO₂ lāzers ir piemērots gan auduma griešanai, gan gravēšanai (The use of laser in garment manufacturing: an overview, 2016).

Attēli, ziedu raksti un pat personalizēti paraksti var tikt iegravēti aksesuāros un apģērbā no ādas, ievērojami palielinot produkta pievienoto vērtību. Papildus lāzergravēšana tiek izmantota, lai audumā izveidotu izšūtu rakstu ar krāsu balināšanu un auduma virsējā slāņa izdedzināšanu” (The use of laser in garment manufacturing: an overview, 2016) (skat. 2. att.).



2. attēls. Ādas lāzergriešana un gravēšana.
(<http://thecuttingclass.com/post/60758709747/laser-cut-layering-at-threearfour>).
(<https://www.pinterest.com/pin/374924737710303592>).

Lāzertehnoloģiju izmantošanas uz džinsa auduma rezultāti materiāla apstrādē pielīdzināmi efektam, kas panākti ar vajadzīgā raksta izbalināšanu ar tam paredzētajām speciālajām skābēm un balinātājiem. Lāzermarķēšanas precizitāte un dizainiskā elastība ir plaša, ko nevar salīdzināt ar tradicionālajām metodēm. Lāzers spēj radīt uz auduma 3D efektus ar tādiem paņēmieniem kā izšūšana, iespīšana, griezumus, plēsumus un deldējums. Jebkurš attēls, kas apstrādāts ar datorprogrammu, var būt pārnesti uz džinsa auduma ar piemērotāko lāzera auduma apstrādes veidu. Jāņem vērā, ka džinss ir tas audums, kurš lāzerapstrādes procesā var mainīt krāsu, tas ir, jāparedz, ka auduma virsējā apstrādātajā slānī būs deguma nospiedums (The use of laser in garment manufacturing: an overview, 2016) (skat. 3. att.).



3. attēls. Lāzermarķējums uz džinsauduma

(<http://kewaylaser.en.made-in-china.com/product-Area-Laser-Marking-Machine-for-Denim-Jeans.html>).

Lāzergravēšana var uzlabot materiāla virsmu, tādējādi palielinot auduma kvalitāti. Īpašas priekšrocības, strādājot ar lāzeru uz tekstilizstrādājumiem, ir ātrums, formu elastība un precizitāte. Turklāt lāzera programmatūrā iekļauta ligzdošanas funkcija nodrošina audumu ekonomisku lietošanu (Hassan, Eldeen, 2016).

Trešais auduma apstrādes veids ir lāzermarķēšana. Marķēšanas priekšrocības – ātrums, augsta precizitāte, skaidri saprotams marķējums uz dažādas cietības un sastāva materiāliem. To var arī izmantot plaša sortimenta organisko polimēru gadījumā, kur precizitāti var iegūt arī sarežģītu konstrukciju gadījumā. Lāzera marķējums ir izturīgs un to var lietot apģērbā, ādā un metālos. Lāzermarķēšana tiek uzskatīta par labāko izvēli zīmolu apģērbu un modes aksesuāru apstrādei (The use of laser in garment manufacturing: an overview, 2016).

Mūsdienu tehnoloģiju laikmetā lāzerapstrādes tehnoloģijas tiek izmantotas modes industrijā, audumu apstrādē, aksesuāru apstrādē un izveidē.

Tekstilmateriālu lāzerapstrāde un lāzermarķēšanai izvēlētā materiāla optimālo parametru noteikšana

Tehnoloģiju ietekme apģērbu dizaina attīstībā ir ievērojama un mūsdienās svarīga dizaina izveides sastāvdaļa. Pat jau gatavu, lietu apģērbu iespējams pārvēst par jaunu un konkrētām laika posmam modernu ar lāzertehnoloģiju palīdzību, piemēram, lāzermarķēšanu. Uz apģērbu ir iespēja iezīmēt vēlamo rakstu, ornamentu vai kādu citu simbolu. Jaunajiem modes dizaineriem ir iespēja radīt ne tikai savu oriģinālo apģērbu kolekciju, bet arī savu auduma dizainu. Katra šādi veidota apģērbu kolekcija ir īpaši neatkarīga un vērtīga. Zināms, ka ar lāzeru kvalitatīvi apstrādāt iespējams gan dabīgās, gan sintētiskās izcelsmes audumus. Sintētisko audumu un mākslīgās ādas griezumam krāsa ir atkarīga no materiāla ķīmiskā sastāva un ražošanas procesā pievienotajām krāsvielām, un parasti tā neatšķiras no paša materiāla krāsas. Dabīgo materiālu griezumam piemīt gaiši brūns tonis, izceļot materiāla faktūru un iededzināto zīmējumu (Лазерная технология обработки синтетических материалов, 2015).

Visizplatītākie mikrošķiedru veidi ir izgatavoti no poliestera, poliamīda (neilons) un no poliestera un poliamīda kombinācijas. Tas ir izturīgs audums lāzergravēšanai un rada kvalitatīvu rezultātu. Izmantojot lielu ātrumu un mazu jaudu, var ātri izdedzināt plānu augšējo slāni, tādējādi

iegūstot gravējumu ar lielu kontrastu. Lai izvairītos no pilnīgas izdegšanas cauri audumam, ieteicams izveidot vairākus paraugus, līdz atrastu pareizos, vispiemērotākos iestatījumus. Sintētiskā jeb "mākslīgā" āda ir lielisks materiāls lāzermarķēšanai, griešanai un gravēšanai. Ar lāzeru apstrādāts materiāls labi izskatās, ir ļoti moderns un izsmalcināts. Sintētiskā āda ir elastīga un izturīga. Šis materiāls ir piemērots arī lāzergravēšanai (Fabric Engraving with a Laser, 2017).

Apstrādājot katru auduma veidu, ir jāņem vērā tādi parametri kā materiāla blīvums, biezums, šķiedru izturība un elastība, krāsu un to toņu atšķirības, jo apstrādājot, piemēram, džinsa audumu, bieži vien var novērot, ka mainot lāzermarķēšanas parametrus, attiecīgi mainās auduma nokrāsa. Parasti tā ir vairāk vai mazāk izteikta brūno toņu gamma. Vairāku pārbaūžu rezultātā var izveidot eksperimenta rezultātu sarakstu, kurā minēti ar lāzertechnoloģijām apstrādājami audumi un apstrādes parametri. Visveiksmīgāk apstrādei pakļaujas tādi materiāli kā kokvilna, vilna, filcs, zīds, mežģīnes, poliesters, flīss, džinss, neoprēns, lins, alkantara, tills, neilons, dabīgā un mākslīgā āda, mohēra, džinss, trikotāža (Laser cutting and engraving textiles, 2017).

Autores veica eksperimentus ar mākslīgo zīdu, kuru laikā tika veikta drānu paraugu lāzermarķēšana un noteikti optimālie parametri tā apstrādei, ņemot vērā to, ka audums tālāk tiks izmantots apģērba kolekcijas izveidē. Izvēlēta drāna ir plāns 100% poliesters, ar spīdumu no vienas puses. Tika veikti vairāki eksperimenti, mainot lāzeriekārtas iedarbības parametrus. Veicot datu analīzi, var novērot, ka eksperimenta laikā vēlamais rezultāts tika sasniegts, mainot lāzera skenēšanas ātrumu, tāpat tika veikti novērojumi un izdarīti secinājumi, novērtējot drānas marķējuma kvalitāti (skat. 1. tabulu).

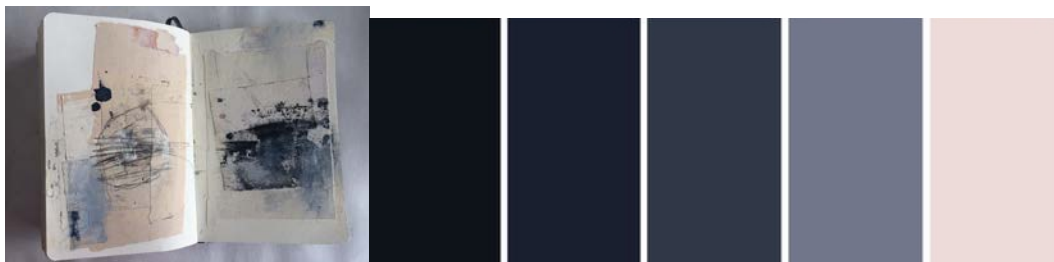
1. tabula

Eksperimenta rezultāti

Auduma veids	Lāzers	Vidējā jauda (W)	Eksperimenta Nr.	Skenēšanas ātrums (mm/s)	Secinājumi
<i>Mākslīgais zīds (tumši zils) 100% poliesters</i>	Oglekļa dioksīda (CO ₂)	6.8 % 3.5	1.	300	Auduma šķiedras gandrīz pilnībā izdega cauri
			2.	100	Rezultāts ļoti vāji saskatāms
			3.	150	Rezultāts vāji saskatāms
			4.	220	Marķētais laukums labi saskatāms, diegs nav izdedzis, pielietojot lielāku spēku, plīst. Marķētais laukums gaišs.
			5.	225	Auduma diegi, pielietojot lielāku spēku, sāk plīst
			6.	200	Rezultāts apmierinošs, ņemot vērā turpmāko auduma pielietojumu – šūšana, gatavā apģērba valkāšana, mazgāšana, gludināšana. Marķētais laukums gaišs.

Eksperimentā izmantotais audums paredzēts apģērba kolekcijas "Uzmetums" atsevišķu plečģērba izstrādei. Kolekcijas ideja radusies, iedvesmojoties no japāņu modes dizaineru konstruktīvistu (J. Jamamoto, R. Kavakubo) radītā apģērba stila iezīmju idejām, papildinot tās ar mūsdienās pieejamajām lāzermarķēšanas iespējām, kas izmantotas oriģināla auduma dizaina, dekora izveidē. Iedvesmas avots – mākslinieka skiču grāmata. Tas ir tuvākais spontānu domu, ideju izpausmes veids, kam raksturīgs vieglums, brīvība, mirklis un pirmsākums kam lielākam un nopietnākam. Kolekcija tiks veidota tumšos, neitrālos toņos, kuri nav izvēlēti nejauši. Kolekcijas

pamatā ir konkrēta skiču grāmata, kurā māksliniece savus uzmetumus veikusi, miksējot dažādas tehnikas, taču toņi vienmēr nemainīgi – melnas vai zilās tušas pludinājumi un brīvas līnijas apvienojumā ar pelēcīgi ietonēto papīru. Skiču grāmatā izmantotā toņu gamma ir pamatā apģērbu kolekcijas krāsu paletei (skat. 4. att.).



4.attēls. Kolekcijas „Uzmetums” krāsu palete.

Kolekcijas “Uzmetums” pamatā ir apjomīgas, ģeometriskas formas tērpu siluetos, kas rada stabilitāti, un plastiskas līnijas brīvi uz auduma izvietotos, dekoratīvos elementos – skiču burtnīcas motīvos. Trauslā, vijīgā līnija, kas veido tēlus uz auduma, radot brīvu zīmējumu un vieglumu, ir autora simbolisks apzīmējums brīvībai. Katram savai, taču tik un tā brīvībai. Motīvu lāzermarķēšanas mērķis ir izdedzināt auduma augšējo slāni, veidojot kontrastu uz kopējā auduma fona. Sākotnēji tiek sagatavoti skiču burtnīcas motīva datorfaili, kas, nodrošinot optimālo lāzertehnikas parametru piemērošanu, tiek uzmarķēti uz izvēlēta materiāla (skat. 5. att.).



5. attēls. Skiču burtnīcas motīvs un lāzermarķējums uz izvēlēta auduma.

Secinājumi

Par aktuālu tendenci kļuvusi lāzertehnoloģiju izmantošana, kas ne tikai sniedz iespēju radīt apģērbu kolekcijai unikālu audumu, bet arī ievērojami atvieglo un paātrina darbu, tiek iegūtas plašas iespējas apģērba dekorēšanā uz dažādiem audumiem, ietaupot laiku un materiālu, saglabājot kvalitāti un auduma īpašības.

Modes mākslinieki visā pasaulē savās modes skatēs izmanto novitātes apģērbā, lāzertehnoloģiju veidotus ornamentus un mūsdienīgu materiālu apvienojumu, kas kalpo gan kā estētisks, gan funkcionāls komponents.

Ar lāzeru var apstrādāt gan dabīgus, gan sintētiskus materiālus. Apstrādājot katru auduma veidu, ir jāņem vērā tā parametri: materiāla blīvums, biezums, šķiedru izturība un elastība, krāsu

un to toņu atšķirības, jo katram gadījumam ir eksperimentālā ceļā jāatrod optimālie materiāla lāzerapstrādes parametri.

Eksperimentā ar mākslīgo zīdu pētnieciskā ceļā tika noteikti optimālie parametri lāzermarķēšanai, ņemot vērā to, ka audums tālāk tiks izmantots apģērbu kolekcijas izveidē, tika iegūts unikāls un oriģināls audums ar brīvi izvietotiem, dekoratīviem elementiem – skiču burtnīcas motīviem.

Summary

Fashion develops not only in artistic terms, but also engaging science and modern technology. Keeping in mind that modern technologies are increasingly being used to create new and unseen designs, the opportunity to manifest and develop ourselves in the creative field of clothing design is still inexhaustible. The use of technology encourages designers to new experiments.

Aim of the article: to study the application and possibilities of laser technology in contemporary fashion and to develop a design solution – decorative motif for a clothing collection fabric. In the research following techniques were used: theoretical – literature and internet sources, and analogue research, empirical – experiments.

The most suitable type of laser for fabric is the carbon dioxide laser, which can be used for laser cutting, laser engraving and laser marking. The use of laser is possible on both natural and synthetic materials. Particularly well-visible marking lines can be seen on synthetic materials, because the content of the material provides sort of a fusion of the upper layer. The marked area is well visible and does not fray. Laser marking and engraving especially stands out on denim and leather, both natural and artificial.

Authors carried out experiments with artificial silk, during which samples of fabric were laser marked with carbon dioxide laser to record optimal parameters for its processing, taking into account that the fabric will be later used for garment collection creation. The selected cloth was a thin 100% polyester with a gloss on one side. Several experiments were performed, changing the parameters of the laser device. When data was analyzed, it was observed that during the experiment the desired result was achieved by changing the laser scan speed, also observations and conclusions were made when assessing the cloth marking quality.

The fabric used in the experiment is intended for the production of a clothing collection "Draft" ("Uzmetums"), for the development of individual clothing models. The idea of the collection was inspired by the Japanese fashion designers constructivists (J. Jamamoto, R. Kavakubo) created clothing ideas, complementing them with laser marking opportunities, which was used to create original fabric décor design. Inspiration source – an artist's sketchbook. The "Draft" collection is based on large, geometric shapes in garment silhouettes that create stability, and plastic lines – loosely placed on the fabric as decorative elements – in the sketch pads motif. The purpose of the laser engraving is to burn the top layer of the fabric, creating a contrast to the overall fabric background. In the experiment with artificial silk through the use of laser marking in exploratory way, a unique and original fabric pattern was obtained.

Literatūra un avoti

1. Andrew, H., Tsai, H. Y. (2016). Analysis of fabric materials cut using ultraviolet laser ablation. *Applied Physics A: Materials Science & Processing*, 122(4), 1–8. Skatīts 21.03.2017. Database: EBSCOhost.
2. *Fabric Engraving with a Laser*. (2017). Skatīts 16.11.2017. <https://www.epiloglaser.com/how-it-works/applications/fabric-engraver.htm>.
3. Hassan, N., Eldeen, N. (2016). *The Effect of Using Laser Engraving on Seam Properties of Weaving Denim Products*. Journal: International Design Journal. Skatīts 15.11.2017. Database: EBSCOhost.
4. *Laser cutting and engraving textiles*. (2017). Skatīts 21.03.2017. <https://www.troteclaser.com/en/applications/textiles/>.
5. Nayak, R., Padhye, R. (2016). *The use of laser in garment manufacturing: an overview*. Skatīts 19.03.2017. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40691-016-0057-x>.
6. Scaturro, S. (2008). *Fashion Theory: The Journal of Dress, Body & Culture*. Dec2008, Vol. 12 Issue 4, p469–488. 20p. Skatīts 15.11.2017. Database: EBSCOhost.
7. Лебедева, М. А., Хисамиева, Л. Г. (2015). *Лазерная технология обработки синтетических материалов*. Skatīts 16.11.2017. <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernaya-tehnologiya-obrabotki-sinteticheskikh-materialov>.