

ТРАНСФЕР ШТАМПА ТЕКСТИЛА

Бранислава Б. ЛАЗИЋ

Висока шкoлскa илнa стpуковнa шкoлa зa дизајн, шeхнoлoгију и мeнaџмeнт, Бeoгpаd

Биљана Б. ПОПОВИЋ

Висока шкoлскa илнa стpуковнa шкoлa зa дизајн, шeхнoлoгију и мeнaџмeнт, Бeoгpаd

Снежана Т. ПОЗНАНОВИЋ

Факултeт илнa пpимeњeних умeтнoсти, Бeoгpаd

Апстракт: Трансфер штампа је врста штампе у којој се дезен одштампан на папиру преноси директним прелазом боје из чврстог у гасовито стање (сублимацијом) на тканину (углавном од термопластичних влакана, каква су полиестарска) или неки други супстрат под контролисаним условима температуре, времена и притиска, применом различитих метода. Ова технологија је годинама развијана у циљу побољшања перформанси, пре свега папира и квалитета и брзине штампе, али и са аспекта еколошке прихватљивости. Широка палета производа специјалних трансфер папира, оптимизованих за боје са високом способношћу сублимације за различите тканине и тврде подлоге, убрзала је продор на тржиште ове модерне технологије. Савремени папири нуде изванредан квалитет штампе, са одлично дефинисаним контурама и широком палетом боја, високом ефективношћу и кратким временом штампања, што, уз модерне ink-jet штампаче великих брзина, води повећању продуктивности и конкурентности. Специјалним папирима количине отпада сведене су на минимум, што, такође, доприноси еколошкој прихватљивости ове технологије. У раду је разматран поступак трансфер штампе, његове предности над класичним штампањем, механизам штампања, главни еколошки аспекти. Посебно су истакнути трендови развоја у овој области, који се односе на истраживање могућности примене трансфер штампе на штампање природних материјала – памука и вуне, као и повећану бригу за животну средину.

Кључне речи: трансфер штампа, сублимација, текстил.

УВОД

За штампање текстила примењују се различити технолошки поступци – директно штампање, штампање разарањем основне боје, штампање резервисањем, као и специјални поступци штампања. Сваки од поступака има својих предности и недостатака. Да би се превазишли недостаци у класичним поступцима штампања текстила, пре свега у индустрији сито штампе, први пут 1970. године пред-

стављена је идеја комбинације метода штампања папира и тканине, чиме је настала трансфер (сублимациона) штампа текстила. Томе је, пре свега, допринела популарност полиестарских текстилних материјала. Техника је настала 1970-их у Енглеској и брзо се проширила на остале делове Европе. Ова технологија је годинама развијана у циљу побољшања перформанси, пре свега папира и квалитета и брзине штампе, и постизања услова примене на природним материјалима (памук, вуна), али и са аспекта еколошке прихватљивости (Pakzad et Khatibzadeh, 2015). Одабрани дезен се штампа на нетекстилном супстрату (обично папиру) применом пажљиво одабраних боја. Боја се са папира преноси на тканину, тј. папир и тканина заједно пролазе кроз пресу за трансфер, при чему се дезен са папира преноси на тканину (Scan http, n.d.) (Safwan, 2019). Широка палета производа специјалног трансфер папира, оптимизованих за сублимационе боје за различите тканине и тврде подлоге, убрзала је продор на тржиште ове технологије (Leber, 2016). Поступак се примењује за штампање различитих типова текстилних материјала као што су тканине, плетенине, неке врсте одеће израђене од тканина и плетенина, завесе и неке врсте тепиха (Трајковић, 1981) (Leber, 2016). Трансфер штампа се примењује и за добијање различитих биомиметичких површина одређених својстава на нано-нивоу (Khabbaz et al., 2017), као и за побољшање термоизолационих својстава текстилних материјала (Lizák et al., 2015). Уколико се трансфер материјал, технологија штампања и обрада супстрата савршено уклапају, технологија термо-трансфера сублимацијом може поставити нове стандарде у погледу продуктивности, квалитета и постојаности/дуготрајности (Leber, 2016).

ЕЛЕМЕНТИ СУБЛИМАЦИОНЕ ТРАНСФЕР ШТАМПЕ

Сублимациона трансфер штампа је врста штампе у којој се колор шема одштампана на папиру (или другом погодном материјалу) преноси, као слика у огледалу, директним прелазом боје из чврстог у гасовито стање (сублимацијом) на текстилни материјал или неки други супстрат под контролисаним условима температуре, притиска и времена. Процес трансфера се базира на могућности испаравања извесних боја и апсорпцији паре боје на влакну – пренос боје одвија се у парној фази (Lizák et al., 2015). Да би се успешно остварило трансфер штампање, неопходно је усагласити услове под којима се поступак изводи са карактеристикама влакана и материјала, узимајући у обзир и перформансе трансфер папира. Из тог разлога, потребно је при штампању узети у обзир следеће елементе (Трајковић, 1981): 1) карактеристике трансфер папира; 2) карактеристике текстилног материјала, посебно примењене препарације, максималну температуру којој се излаже текстилни материјал у току производње са аспекта типа и квалитета влакана, као и намену и услове под којима ће се одштампана тканина користити у току експлоатације; 3) карактеристике боја, пре свега дифузиону и способност сублимације боја; 4) услове вођења процеса: температуру на којој се врши штампање, притисак у току штампања, контактено време у зони загревања; 5) квалитет обојења – постојаност добијених обојења у односу на прописане стандарде.

Папир

Постоје различите врсте папира, који се могу применити у трансфер штампи. Они се дорађују различитим поступцима да би се добила одређена својства, пре свега способност штампања (смањена порозност и повећана стабилност). Папир треба да задовољи одређене захтеве: 1) способност чврстог намотавања у ролну без олабављених и набораних ивица, када је у питању континуална штампа; 2) димензионо стабилан у току складиштења, транспорта и штампања – механичка стабилност и отпорност на истезање и деформисање при правилном руковању, као и смањена деформација при штампању;

3) одређене карактеристике површине, без слободних влакана и прашине и задовољавајућа глаткоћа; 4) одређена порозност; 5) одређена јачина; 6) лако ослобађање боје са површине папира и 7) економски оправдана цена. Квалитет оствареног дезена на тканини зависи углавном од превлаке и карактеристика специјалног папира. С једне стране, оптимално глатка површина се постиже помоћу баријере у папиру, која не дозвољава деформацију – спречава продирање боје у основни папир. С друге стране, премаз на полеђини гарантује одличну равну површину. Други значајан фактор је висока оптичка густина штампане слике (Leber, 2016) (Skyimage, n.d.). У почетку је коришћен јефтин CAD (computer aided design) папир који тежи да задржи много боје на себи у току процеса сублимације, што има за последицу пренос мале количине боје на тканину и даје слабе, мутне отиске. Слично се понаша и стандардни трансфер папир (Leber, 2016), тако да није пожељан због високих захтева купаца и све веће конкуренције. Савремени (оптимизовани) папир нуди изванредан квалитет штампе, са одлично дефинисаним контурама и широком палетом боја, високом ефективношћу и кратким временом штампања, што, уз модерне ink-jet штампаче великих брзина, води повећању продуктивности и конкурентности (Pakzad et Khatibzadeh, 2015), као и квалитета штампе. Захваљујући пигментираним порозним премазима на специјалном папиру ниске порозности, папир је посебно ефективан. Уз то, овај папир је компатибилан са свим стандардним системима штампе и даје кратко време штампања. Израђује се и специфичан папир за штампање еластичних тканина (стреч), које се нарочито користе у спортској одећи. Постоје специјално развијени адхезиви који се активирају топлотом. Слика се прецизно преноси на тканину, смањујући вероватноћу појаве нежељених ефеката као што су размазане или нејасне контуре. Док је трансфер папир причвршћен на тканину, стабилизује тканину и скупљање одржава на ниском нивоу (Leber, 2016) (Fixatti, n.d.).

Текстилни материјал

Да би се трансфер штампа правилно извела и постигао жељени ефекат, неопходно је ускладити утицај конструкције текстилног материјала и термичких карактеристика влакана. Технички захтеви који се постављају пред текстилни материјал у процесу трансфер штампања процењују се на основу следећих својстава (Трајковић, 1981): 1) афинитет текстилног материјала (зависно од порекла и карактеристика влакана) према бојама којима се штампа трансфер папир и степену њихове постојаности; 2) отпорност текстилног материјала према температури на којој се изводи трансфер штампање (зависи од порекла влакана); наопходно је пажљиво изабрати најпогоднију конструкцију тканине, температуру и оптимални притисак и пажљиво водити процес – наћи компромис између најповољнијег опипа тканине, остварених нијанси и тонова обојења; 3) димензиона стабилност – текстилни материјали морају бити димензионо стабилни на температури штампања, да не би дошло до деформације дезена и 4) конструкција текстилног материјала – битна је за добијање оптималних резултата штампања и одговарајућих карактеристика материјала за крајњу употребу.

Боје

Селекција боја треба да омогући остваривање добрих, жељених нијанси одговарајуће постојаности на одређеном текстилном материјалу и условима предвиђене крајње употребе (постојаност на влагу, прање, хемијско чишћење, телесне течности, светлост, хабање итд.). Захтева се мала пробојност боје кроз папир у сублимисаном облику, да не би дошло до појаве грешке у штампани.

За сублимациону штампу користе се искључиво дисперзне боје, које имају мале молекуле, нису растворљиве у води и сублимишу на вишим температурама, тј. имају висок напон паре на температури штампања (Lizák et al., 2015). Боја се из парне фазе апсорбује на влакно, а количина која се преноси

у току контактнoг времена штампања зависи од концентрације боје на инертној подлози (папиру), док је количина апсорбоване боје на влакну у јединици времена функција контактнoг времена и степена апсорпције боје на текстилном материјалу (Trajković, 1981).

Услови вођења процеса

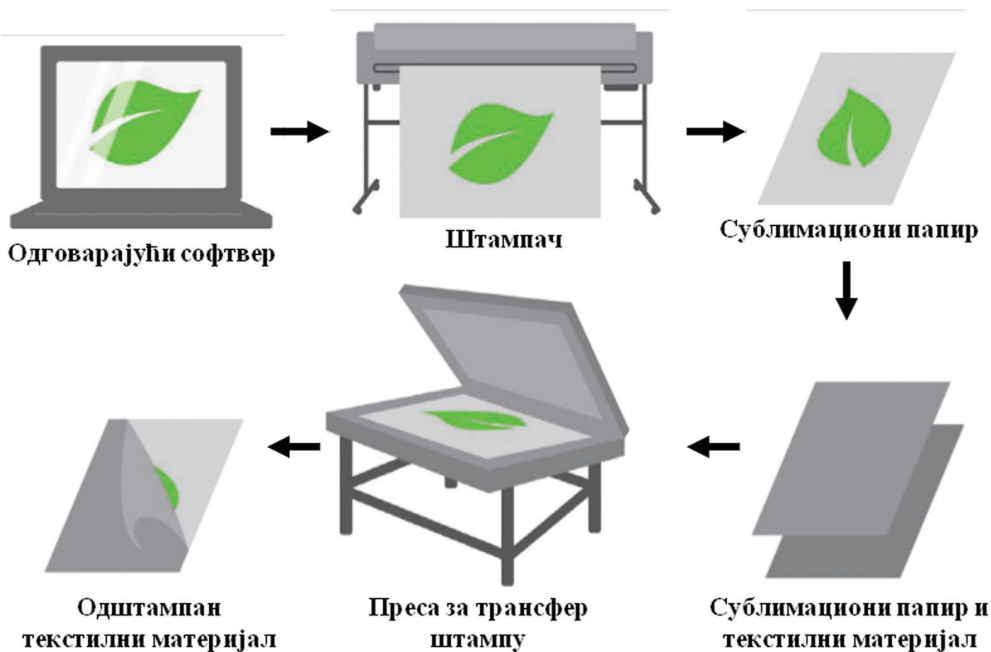
Утврђени услови поступка штампања – температура, притисак и време реакције, којима су одређене и оптималне карактеристике текстилног материјала, контролишу се унутар врло уских граница. Ниже температуре могу се компензовати дужином времена контакта (чиме се постиже већи степен искоришћења боје) и обрнуто. Такође, притисак штампања се може мењати према потреби, да би се заштитио текстилни материјал осетљив на притисак (смањењем притиска), или осигурао потребан пренос боје (повећањем притиска) и добио жељени тон код густо тканих материјала. Успешан рад машине за штампање зависи од равномерне расподеле температуре на грејном цилиндру/плочи, чиме се знатно доприноси побољшању квалитета штампе, односно равномерности, интезитету нијанси и тону боје. За квалитетан пренос боје битан је контактни притисак за остварење „интимног” контакта између штампарског папира и материјала и његова равномерна расподела (Trajković, 1981).

Квалитет штампе – постојаност добијених обојења у односу на прописане стандарде

У току штампања посебно треба обратити пажњу на могућност појаве извесних грешака. Пре него што се одштапа цела партија, неопходно је да се евентуални недостаци, уколико их има, запазе на почетку штампања код континуалног, односно на првом узорку код дисконтинуалног процеса штампања. Контрола треба да обухвати (Novaković, 1996): 1) изглед боје према оригиналном узорку који се преноси; 2) изглед средине тканине у поређењу са ивицама у циљу обезбеђења егалног трансфера; 3) контролу дезена на грешке у рапорту или самом дезену; 4) контролу материјала – плетенине у односу на појаву пруга; 5) контролу материјала на „флеке” или неегалност и 6) контролу материјала на евентуално прљање. Грешке које могу да настану на текстилном материјалу у току штампања потичу од трансфер хартије, претходне обраде материјала за штампање и многих других фактора који су везани за рад машине, као и од услова који треба да обезбеде добру штампу.

ПОСТУПАК СУБЛИМАЦИОНОГ ШТАМПАЊА

Сублимациона штампа се, с једне стране, сврстава у индиректан процес штампања, због тога што се применом боја са добром способношћу сублимације слика најпре штампа на специјални трансфер папир и, применом топлоте, преноси на текстилни материјал (а може и на пластику, картон, папир, керамику и др., уз одговарајућу припрему површине). С друге стране, с обзиром да није потребан никакав други поступак накнадне обраде штампе на тканини, трансфер штампа се сврстава у директан поступак штампе. Термин сублимација описује директан прелаз из чврстог у гасовито стање – дешава се без уобичајеног течног стања између. То је процес који се веома дуго користи у текстилној индустрији. Процес започиње штампањем дезена (слике) на специјалном папиру, доношењем танког слоја боје. До скоро је то чињено применом традиционалног процеса штампања гравираним ваљцима (бакро штампа) – једноставни трансфер папир штампан стандардним узорцима и графичким елементима. Због значајних трошкова припреме, ово се исплатило само код великих серија. Због тога, овај се процес углавном примењивао на масовну производњу, нпр. декоративних тканина. Почетком деведесетих година прошлог века, дигитални системи широког формата, који користе боје са израженом



Слика 1

способношћу сублимације, почели су да се примењују за штампање малих серија производа. У почетку је ово имплементирано помоћу електростатичког процеса, а касније се прешло на новије *ink-jet* технике. Међутим, због дугог времена штампања, овај процес коришћен је само за штампање узорака и малих серија. То се у основи променило последњих година због модерних *ink-jet* штампача, који су много бржи и ефикаснији и који нуде веома занимљиву, висококвалитетну алтернативу штампању гравираним ваљцима. Узорци, декорациони и графички елементи штампају се као лик у огледалу на медијум за пренос, као што је папир (сл. 1) (Leber, 2016) (Esportiko, 2016) (Sweta, 2013). Заједно са текстилним супстратом (полиестар или мешавина са више од 60% полиестра), одштампани папир се ставља у пресу за трансфер, где се, под утицајем топлоте, боја сублимацијом преноси са папира на текстилни материјал, на коме се апсорбује. Полиестар отвара своје поре, допуштајући бојама у гасовитом стању да дифундују у влакна. Молекули боје чврсто се спајају са влакнима, стварајући јасну слику постојану на воду и временске прилике – чинећи боју и влакна јединственом целином. Отисак боје, заједно са изванредном постојаношћу и отпорношћу на прање, највећа су снага овог поступка, а висока отпорност на UV зраке спречава промену нијансе обојења. Трансфер техника савршено преноси боје и детаљне графичке линије (Lizák et al., 2015) (Scan http, n.d.) (Stone, n.d.) (Sayed, 2015).

Додатно, отисци су веома отпорни на хабање и остају интензивни и бриљантни чак и након дужег времена. Штампа се одвија на светлим или белим тканинама или тврдим подлогама, које имају полиестарски премаз, док бојење/штампање тамних или црних подлога захтева посебан медијум за пренос (Leber, 2016). За штампање трансфер папира за континуалну штампу примењују се машине различитих техничких решења. Континуална трансфер штампа (са папира на текстилни материјал) одвија се на штампарској машини, чији основни део представља централни шупљи грејни цилиндар, на коме се сучељавају тканина и штампарски папир (Sayed, 2015). Са цилиндра се преноси топлота

на тканину и папир, а од равномерности њене расподеле зависи квалитет одштампаног материјала. Низ радних цилиндара, прецизно синхронизованих брзина у циљу постизања велике прецизности, омогућава транспорт штампаног папира, текстилног материјала и пратеће подлоге (обично папира). Тачна аутоматска контрола параметара штампања омогућава штампање тканина различитих конструкција и типова влакана (Трајковић, 1981).

За дисконтинуално штампање текстилних материјала, пре свега одевних предмета, за штампање трансфер папира на тржишту је расположив велики број штампача различитих карактеристика и квалитета штампе, као и широка палета топлотних преса. За трансфер штампу може се изабрати готово било који дезен. Начин преноса омогућава штампање и сложених (са више боја) и једноставних (са неколико боја) слика. Захваљујући чињеници да је дезен прво одштампан на папиру, а не на текстилном материјалу, омогућава се више сложених детаља у поређењу са директним штампањем на текстилном материјалу, који могу имати „замућенији” изглед. Као и код било које друге технике штампања, саветује се да оригинална датотека буде висококвалитетна (300 dpi), како би се осигурао најбољи могући резултат (Safwan, 2019).

Једном када је дезен изабран, он се штампа на специјални трансфер папир. Папир се може одштампати гравираним ваљцима. Алтернатива је флексографско штампање, у коме се слика формира рељефно на композитном гумену калупу користећи софистициране методе за резање узорка. Ова метода има предност због тога што се широк папир може штампати на задовољавајући начин. Трећа метода је литографска штампа, која подразумева припрему дезена на плочи фотографским техникама (Sayed, 2015). Такође, у ову сврху може се применити и сито штампа (Novaković, 1996). Често се за штампање дезена на папиру користе *ink-jet* или други штампачи (Skyimage, n.d.). *Ink-jet* штампачи за сублимациону штампу дају висококвалитетан отисак са прелепом градијом, што их чини одличним избором за широк опсег апликација, од одеће, посебно спортске одеће до банера, застава и рекламног материјала (Epson, 2013). Ови штампачи поседују прикладне системе резервоара за боје великог капацитета, што омогућава свакодневно штампање великих количина текстилног материјала. То не само да смањује трошкове, већ омогућава допуњавање резервоара за време рада штампача – не мора се прекидати штампање или мењати кертриџи са бојама, што је најбоље решење за кориснике. Папир са одштампаним дезеном се поставља на текстилни материјал који ће се штампати, заједно се постављају у пресу за трансфер, где се подвргавају одређеном притиску и температури. Поступак траје колико је потребно да се боја апсорбује на текстилном материјалу, након чега се преса подиже и текстилни материјал остави да се охлади, без икаквог даљег третмана.

ОСТАЛЕ МЕТОДЕ ТРАНСФЕР ШТАМПЕ

У литератури је описано много различитих метода за трансфер штампу текстила. Многе од њих постоје само у патентним спецификацијама, али неколико их је развијено у сврху производње. Сублимациона штампа је комерцијално најважнији метод трансфер штампе, који зависи од употребе испарљивих боја у штампању дезена. Када се папир загрева, боја се из парне фазе адсорбује на текстилном материјалу, са којим је грејани трансфер папир у контакту. Поред тога, постоје и друге методе штампања путем трансфера, које се разликују по начину преноса са папирног носача на текстилни материјал – ове различите методе уводе различите научне и техничке факторе, а њихова употреба се најбоље објашњава у контексту прилично различитих комерцијалних окружења. Од значаја за практичну примену су две групе метода трансфер штампе (Kiron, 2012.) (Kiron, 2013) (Novaković, 1996):

1. Суве методе:

- *Melt transfer* (из растопа) – ова метода се користи још од 19. века за пренос дезена везова на тканину; папир са наштампаним дезеном се лицем прислони на текстилни материјал, а на наличје папира изврши се притисак загрејаном површином (пеглом), при чему се врши прелазак растопљене боје са папира на текстилни материјал; ово је била основа првог комерцијално успешног процеса трансфер штампе, познатог као Стар штампање (“*Star printing*”), развијеног у Италији крајем 1940-тих; користи се у тзв. “*hot-split*” трансфер папирима, који се данас широко користе у декорацији одеће.
- *Film release* (одвајање филма) – ова метода је слична преносу растопа, с тим што се дезен држи у слоју боје који се комплетно пренести са папира на текстил применом топлоте и притиска; користи се филм који при загревању постаје лепљив и под малим притиском може да начини контакт – између филма и текстила развијају се силе адхезије, које су јаче од сила између филма и папира; метода је развијена за континуално штампање тканина и конфекције, али се користи готово искључиво за одећу; комерцијални значај је упоредив са сублимационом трансфер штампом.
- Метода претходне обраде смолом – захтева побољшање својстава текстилног материјала (третирањем одређеним смолама које могу да вежу боју) битних за његову употребу, што укључује претходну и накнадну обраду; формулација смоле зависи од типа текстилног материјала и његове намене.

2. Мокра метода (миграциони трансфер) – боје растворљиве у води се инкорпорирају у пасту, која се користи за израду дезена на папиру; дезен се преноси на влажан текстил уз пажљиво регулисан притисак контакта; боја се преноси дифузијом кроз водени медијум; ова метода у пракси није много заступљена.

Свака од ових метода има посебних предности и недостатака. При томе, примењују се: конвенционална трансфер штампа топлотом, код које цилиндар загрејан електричном енергијом притиска текстилни материјал на штампани папир постављен на подлогу постојану на топлоту и инфрацрвена вакуум топлотна трансфер штампа, код које су трансфер папир и текстилни материјал постављени између инфрацрвених грејача и перфорираног цилиндра. Мокра штампа преносом топлоте користи топлоту у влажној атмосфери за испаравање бојеног узорка са папира на тканину.

ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАЦИ ТРАНСФЕР ШТАМПЕ

Препоручује се трансфер штампање на синтетичким материјалима, као што су полиестар и његове мешавине, како би се постигли најбољи резултати жељених живописних боја и оштрих графичких детаља. Овај процес штампања је једна од најбољих техника за штампање у боји и има читав низ економских, еколошких и техничких предности над класичним штампањем (Trajković, 1981) (Novaković, 1996) (Lizák et al., 2015) (Epson, 2013) (Scan htp, n.d.) (Kiron, 2012) (Safwan, 2019) (Stone, n.d.) (Sayed, 2015) (Schönberger et Schäfer, 2003) (Diy Printing, 2014): 1) омогућава да се експериментише на трансфер папиру, док се код класичних поступака штампе ризикује трошење скупог текстилног материјала и поступак се мора поново извести, што повећава количину отпада, односно еколошко оптерећење; 2) поступак штампања је веома једноставан, чист, није скуп и пружа велике могућности одабира мотива и сложених дезена, као и њихову брзу промену – брзо испуњавање модних захтева (промена дезена или боје у пракси се састоји од промене ролне папира, што омогућава лако прилагођавање променама методе и проширењу употребне вредности одштампаних материјала); 3) боље продирање

боје и јасно изражен дезен – поступак омогућава тачну репродукцију оригинала (висококвалитетне сложене слике), тако да се могу штампати прецизни детаљи са врло финим градацијама бриљантних тонова, од тамних до светлих нијанси – одличан квалитет штампања на текстилном материјалу; 4) избор боја је неограничен; 5) понављање дезена је беспрекорно и не долази до преклапања боја по ивицама контура; 6) преношење отиска може се користити код кружно плетених материјала, јер не захтева да се они претходно раздвоје, као и на готовим одевним предметима, без обзира на боју; 7) не захтева више фаза обраде (наношење пасте на тканину, сушење, фиксирање боје и прање, накнадна обрада) – поступак је у потпуности завршен након трансфера и одштампани материјал је одмах спреман за употребу; 8) процес је у потпуности сув и не захтева воду или пару као конвенционални поступци штампања; 9) узорци се могу штампати и складиштити на релативно јефтином супстрату мале запремине какав је папир и штампати на много скупљем текстилном материјалу; 10) велика брзина испуњавања модних захтева – брза реакција на потражњу на тржишту и израда краткорочних поруџбина, при чему се дезен чува за евентуалне касније поруџбине – израда краткорочних поновљених налога много је лакша процесима трансфер него директне штампе; 11) запремина залиха и трошкови складиштења су мањи ако се дезен држи на папиру, а не на штампаном текстилу; 12) одређени дезени и ефекти могу се произвести само применом трансфер штампе (посебно на одећи); 13) многи сложени дезени се могу лакше и тачније продуковати на папиру него на текстилу; 14) са успехом се штампaju и плетенине које се лако растежу по дужини или ширини, тако да у том случају нема посебних ограничења; 15) опрема за трансфер штампање захтева изузетно мала инвестициона средства – већина процеса трансфер штампе омогућава штампање текстила једноставном, релативно јефтином опремом на малом простору, без генерисања отпадних вода или потребе за прањем; 16) машина заузима мало простора и нема додатних система (парење, развијање боје, прање, испирање и др.); 17) с обзиром на једноставност поступка, машину може опслужити и особље које није специјализовано – дезен се може применити на текстил релативно ниским степеном вештине и ниском стопом отпада; 18) једноставност и брзина поступка омогућавају знатно скраћење времена штампања; 19) специјалним папирима количине отпада сведене су на минимум, што, такође, доприноси еколошкој прихватљивости ове технологије – еколошко оптерећење је минимизирано; 20) нижи трошкови производње, мања потрошња енергије него код конвенционалних поступака штампе.

Насупрот предностима, могу се посматрати следећи недостаци (Sweta, 2013) (Esportiko, 2016) (Kiron, 2012) (Safwan, 2019): 1) ниједна метода трансфер штампе није универзално применљива на широк спектар текстилних влакана; 2) има ограничења у врстама текстилних материјала који се могу штампати – не сме се примењивати на материјале коју су осетљиви на високе температуре; процес је применљив на синтетичке материјале попут полиестра; 3) док штампач са конвенционалним ротирајућим цилиндром може да штампа памук, полиестар, њихове мешавине итд., а да се не учини ништа више од промене употребљене штампарске пасте, да би трансфер штампач имао исту флексибилност морао би да има доступан широк опсег опреме која би одговарала различитим системима који се морају користити за различите боје и супstrate при коришћењу трансфер технологије; 4) у зависности од избора папира, његова цена може бити ограничавајући фактор; 5) није економично за мале поруџбине/није практично за веће количине; 6) недостатак флексибилности својствен трансфер штампи; 7) спорија је од осталих поступака штампања (због припреме штампарског папира); 8) могу постојати нека ограничења у репродукцији тамнијих нијанси итд.

ТРЕНДОВИ РАЗВОЈА

Памучна тканина је много удобнија од тканина од синтетизованих влакана, због чега штампање памучне тканине има значајно место на тржишту текстила, па су у растућем тренду истраживања могућности примене трансфер штампе на штампање природних материјала (памука и вуне). Повећана брига за заштиту животне средине је такође покретач истраживања нових технологија штампања, које су еколошки прихватљиве (Guan et al., 2009) (El-Halwagy, El-Sayad et El-Molla, 2001). Поред тога, истражује се и трансфер штампа на ниским температурама. За штампање на папиру примењују су реактивне боје, при чему се памучна тканина претходно третира употребом агенса за исцрпљивање и помоћног средства за фиксирање, тако да се слика са папира преноси на претходно третирану материјал. Међутим, квалитет штампе и ефективност нису још увек довољно добри, јер је потребно одштампану тканину опрати након штампе. У неким истраживањима, за модификовање памучне тканине примењена је бензоил триогликолна киселина. Показано је да је могуће бојити модификовану памучну тканину дисперзним бојама. Други аутори су модификовали памучну тканину применом неполарних смола за извођење топлотне трансфер штампе на тканину. Међутим, капацитет апсорпције влаге памучне тканине био је много нижи након модификације, услед јаке хидрофобности смоле. Такође, истраживана је примена воденог раствора деривата толилен диизоцијаната за модификовање памучне тканине пре трансфер штампе дисперзним бојама, али није било значајнијих резултата. За модификовање вунене тканине у циљу постизања квалитетне трансфер штампе дисперзним бојама које формирају металне комплексе у току преноса топлоте, препоручује се претходни третман наносењем смеше хлорида хрома, као јонског површински активног средства, урее и млечне киселине и затим сушење. Следи сито штампа на трансфер папир моноазо боја одређеног састава. Трансфер боје са папира на тканину одвија се под оптимални услови загревања. Након одвајања папира тканина се пари. Добија се штампа добре постојаности у широком опсегу обојења.

Папир за штампу дисперзним бојама развијен је за штампање текстилних материјала од полиестра и успешно се користи за мешавине полиестра и памука и за полиамид. Код памучних материјала и мешавина памук/полиестар 50/50 текстилни материјали се обрађују смолом која има афинитет према дисперзним бојама. Различите врсте папира за штампање киселим бојама за полиамид, свилу и вуну и са катјонским бојама за акрилне материјале такође су доступне на тржишту. Тренутно је у фази развоја ултра лагани папир, посебно погодан за употребу у индустријским штампачима великих брзина. Упркос малој маси, брзо се суши и имобилише боју након штампања, што је неопходно приликом велике брзине штампања и намотавања на ролну, како би се спречило таложње боје на полеђини тканине. Премаз гарантује одличан пролаз кроз штампаче и касније током преноса. Упркос малој маси, основни папир је високе чврстоће и крутости. Пренос боје је такође веома брз применом овог папира (Leber, 2016).

ЗАКЉУЧАК

Трансфер штампа се почела примењивати за штампање текстила да би се превазишли недостаци у индустрији сито штампе. Представља комбинацију метода штампања папира и тканине, односно других облика текстилног материјала, укључујући и одевне предмете. Најшире примењиван метод је сублимациона трансфер штампа. Применом боја са високом способношћу сублимације жељени дезен (слика) се најпре штампа на специјални трансфер папир и, применом топлоте, преноси на текстилни материјал. Пренос боје дешава се директним преласком боје из чврстог у гасовито стање

– сублимацијом. Овај процес штампања је једна од најбољих техника за штампање и има читав низ економских, еколошких и техничких предности над класичним штампањем, док једно од главних ограничења – штампање природних материјала – представља покретачку силу бројних истраживања у циљу превазилажења тих проблема и стварања могућности примене трансфер штампе и на природним материјалима, као и елиминисања проблема везаних за загађење животне средине.

ИЛУСТРАЦИЈЕ

1. Поступак трансфер штампе

Transfer printing process

(R. Leber, “Dye sublimation transfer print for the fashion and textile industry”, *Specialist printing worldwide* 1, 2016, 12)

ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ

- Guan, Yu et al. “Transfer Printing with Disperse Dyes on Cotton Fabric Modified with an Aqueous Toluene Diisocyanate Derivative”, *Fibers and Polymers* 10/4, 2009, 488–495.
- Diy Printing. “4 Reasons why Transfer Printing is Popular Among Heat Transfer Printing Business Owner”. <https://www.diyprintingsupply.com/blog/2014/09/17/4-reasons-why-transfer-printing-is-popular-among-heat-transfer-printing-business-owner/>. [приступљено 26. 07. 2019].
- El-Halwagy, Azza A., El-Sayad, Hanan S. et El-Molla, Mohamed M. “Sublimation Transfer Printing of Cotton and Wool Fabrics”, *Macromolecular Materials and Engineering* 10, 2001, 286.
- Epson. “Epson Launches its First Dye-Sublimation Printers”, August 9, 2013. <http://textilesupdate.com/epson-launches-its-first-dye-sublimation-printers>. [приступљено 26. 07. 2019].
- Esportiko. “Sublimation Printing: What does that mean to you?”, Febraury 22, 2016. <https://www.esportikosb.com/2016/02/sublimation-printing-what-does-that-mean-to-you/>. [приступљено 01.06.2019].
- Khabbaz, Abkenar S. et al. “Transfer printing gold nanoparticle arrays by tuning the surface hydrophilicity of thermo-responsive poly N-isopropylacrylamide (pNIPAAm)”, *Nanoscale* 9, 2017, 2969–2973.
- Kiron, Mazharul Islam. “Transfer Printing Process”. <https://textilelearner.blogspot.com/2012/03/transfer-printing-process.html>. [приступљено 17. 05. 2019].
- Kiron, Mazharul Islam. “Wet Transfer Printing Method”. <http://textilelearner.blogspot.rs/2013/11/wet-transfer-printing-method-steps-of.html>. [приступљено 17. 05. 2019].
- Leber, Roger. “Dye sublimation transfer print for the fashion and textile industry”, *Specialist printing worldwide* 1, 2016, 12–13.
- Lizák, Pavol et al. “The effect of Sublimation print on Thermal conductivity of Layered sports textiles”, *J. Therm Anal Calorim* 119/2, 2015, 891–897.
- Novaković, Mile. *Teorija i tehnologija oplemenjivanja tekstila bojenjem i štampanjem*, BMG, Beograd, 1996.
- Pakzad, Elham et Khatibzadeh, Marziyeh. “Transfer printing in textile industry”, *Journal of Studies in Color World* 5/2, 2015, 93–104.
- Safwan, Asif Ahmed. “Transfer printing”, May 09, 2019. <https://diutestudents.blogspot.com/2017/11/transfer-printing.html>. [приступљено 01. 06. 2019].
- Sayed, Abu. “Transfer printing method”. <https://textileapex.blogspot.com/2015/01/transfer-printing-method.html>. [приступљено 02. 09. 2019].
- Scan htp. “Transfer printing versus direct printing on textiles”. <https://scanhttp.com/en/transfer-vs-direct-printing/>. [приступљено 23. 08. 2019].
- Schönberger, Harald et Schäfer, Thomasm. *Best available technologies in textile industry*, Federal Environmental Agency, Berlin, Germany, 2003, 256–258. <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/2274.pdf>. [приступљено 02. 09. 2019].

- Skyimage. "Application of thermal transfer paper in digital printing technology". <http://www.skyimagepaper.com/content/16-application-of-thermal-transfer-paper-in-digital-printing-technology->. [приступљено 25. 08. 2019].
- Stone, Dan. "What is heat-transfer printing?". <https://www.techwalla.com/articles/what-is-heat-transfer-printing>. [приступљено 02. 09. 2019].
- Sweta, Aiba Kushal. "A journey into the world of printing", February 19, 2013. <https://www.slideshare.net/SulaimanKhan/textile-printing>. [приступљено 30. 08. 2019].
- Trajković, Rista. Štampanje tekstila, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1981.
- Fixatti. "Transfer Printing". <https://www.fixatti.com/en/markets/market/transfer-printing>. [приступљено 25. 08. 2019].

Branislava B. Lazić
Biljana B. Popović
Snežana T. Poznanović

TRANSFER PRINTING OF TEXTILES

Summary: In order to overcome the disadvantages in classic textile printing processes, for the first time in 1970, the idea of combining methods of paper and fabric printing was introduced, resulting in the transfer (sublimation) printing of textile. Thermal transfer printing is the most used today, and for years it has been developed with the aim of improving the performance, above all of paper and the quality and speed of printing, and to achieve conditions of application on natural materials (cotton, wool), but also from the aspect of environmental friendliness. The process begins by printing design on special paper, applying a thin layer of dye using various techniques, and then transferring the color from the paper to the fabric, ie. paper and fabric pass through the transfer press, whereby the design from the paper, as a mirror image, is transferred directly from the solid to the gaseous state (sublimation) by transferring it to the textile material or other substrate under controlled conditions of temperature, pressure and time. In order to successfully achieve transfer printing, it is necessary to agree the conditions under which the process is performed with the characteristics of the fibers and materials, taking into account the performance of the transfer paper.

Contemporary (optimized) paper offers extraordinary print quality, with well-defined contours and a wide range of colors, high efficiency and short printing time, which, with modern high-speed inkjet printers, leads to increased productivity and competitiveness, as well as print quality. In order the transfer printing to be performed properly and to achieve the desired effect, it is necessary to harmonize the influence of the textile material construction and the thermal characteristics of the fibers. Dyes selection should allow the achievement of good, desired shades of adequate durability on a specific textile material and conditions of intended end use (moisture resistance, washing, dry cleaning, body fluids, light, wear and tear, etc.). The determined conditions of the printing process – temperature, pressure and reaction time, which determine and optimal characteristics of textile material, are controlled within very narrow limits. During printing, particular attention should be paid to the possibility of certain errors, which can occur for various reasons. In addition to sublimation printing, which is commercially most important, two groups of transfer printing methods are also important for practical application: dry methods ("melt transfer" and "film release") and wet method – migration transfer. Each of these methods has particular advantages and disadvantages. Transfer printing is one of the best techniques and has a number of economic, environmental and technical advantages over conventional printing, while one of its main constraints – printing natural materials – is the driving force for numerous research efforts to overcome these problems and create opportunities for transfer printing and natural printing materials, as well as eliminating problems related to environmental pollution.

Keywords: transfer printing, sublimation, textiles