

Kémiai textilmintázás szublimációs mintaátvitellel

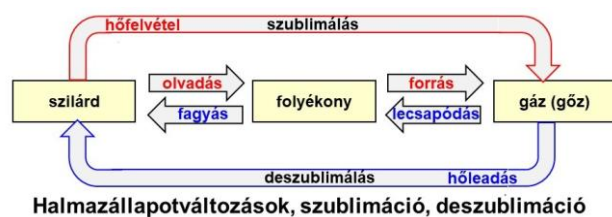
Kutasi Csaba

A transzfernyomás (más kifejezéssel szublimációs, szublisztatikus nyomás/nyomtatás) elve az, hogy a papír hordozón levő alkalmas diszperziós színezék hő és nyomás hatására szublimál (a szilárd vegyület a folyékony halmazállapot kimaradásával lég-neművé válik), ez a változat behatol (bediffundál) a szálba és tartósan kötődik. Így ez az egyik mintaátviteli eljárás, amelyet a textiparban alkalmaznak, és hőnyomásnak is neveznek. Ismertek egyéb transzferáláson alapuló mintázó megoldások is (pl. polimer-filmmel, olvadékalapú színezékfelvitellel stb.), azonban ilyen módszereket főként egyéb szakmák használnak.

1957 óta ismert technológia a nyomtatásban, amelyet 1965-től a textilipari mintázásnál is bevezettek. A hagyományos színnyomási eljárásokhoz (régében henger-, jelenleg sík- és rotációs filmnyomás) nagyüzemi feltételek szükségesek, beleértve a külön egységet képező nyomószerszámkészítőt, a festékkonyhát és a nyomószínezék rögzítését, ill. az így elkészült kelme mosását végző kiszolgáló területeket és nem utolsósorban a megfelelő szakértelmet. A pár évtizede elterjedt – kistermelékenységgű – digitális textilnyomtatással egyszerűsödött a technikai és személyi háttérigény, miután nem szükséges nagy szakmai tapasztalattal rendelkező nyomóbrigád (első és másodnyomó, ill. légeres), ill. elmarad a nyomószerszámkészítés. A hőszublimációs transzfernyomás igénye még kisebb, ezért olyan üzemek (pl. kötöttkelme gyártók stb.), ahol a hagyományos színnyomási adottságok eleve nem álltak rendelkezésre, lehetőséget kaptak a kémiai textilmintázásra. Ugyanakkor az előnyök mellett hátrányt jelentett az alapanyag és mintakialakítási korlát, valamint a mintázott kelme néhány – a technológiával együtt járó – elváltozása (1. ábra).

A szublimáció általánosságban

Normál nyomáson számos elem és vegyület különböző hőmérsékleten három fázis halmazállapotban fordul elő. Jellemzően a szilárd anyagból a gáznemű állapotba való átalakuláshoz közbeszó folyadékállapot szükséges. A szublimáció olyan halmazállapotváltozást jelent, amelynek során kizárólag fizikai körülmények között egy



2. ábra



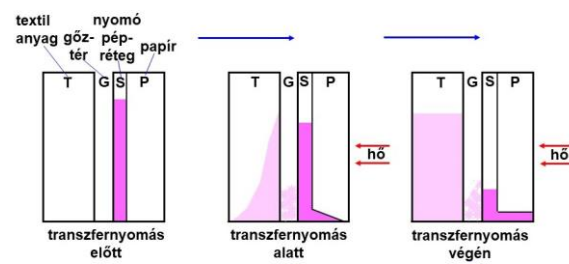
Példaként a szárazjég szublimációja

3. ábra

szilárd anyag lég-neművé (gőzzé) alakul (valamely kémiai reakció során – a szilárd vegyületből így – keletkező gáz folyamata nem sorolható ide). Egyes szilárd anyagok (pl. a szén, jód, arzén stb.) esetében a szublimáció könnyebben megy végbe, mint az olvadékból megvalósuló párologtatás, mert hármaspontjuk (olyan hőmérséklet és nyomás, amely találkozási pontja három termodinamikai halmazállapotnak) nyomása nagyon magas, ezért nehéz ezeket folyadékként kialakítani. A szublimáció hőelnyelés hatására megy végbe, akkor, ha a közölt energia elegendő ahhoz, hogy az anyag egyes molekulái legyőzzék az őket körülvevő molekulák vonzó erőit, és így eljussanak a gáz/gőz fázisba (2., 3. ábra).

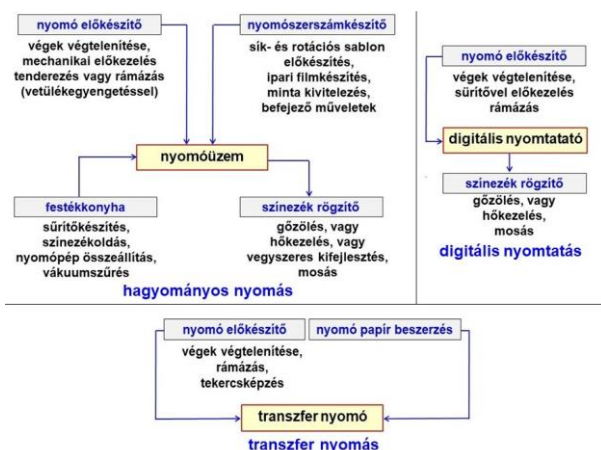
A színezék szublimációja

A szublimációs mintaátvitelnél a textília és a nyomópapír között mindig fennáll egy légrés, mert a papír nem tudja teljesen követni a kelme felületét. Ennek a hégagnak a nagysága függ a kelmet alkotó fonalak/filamentek vastagságától, a textillefelület szerkezetétől és az alkalmazott préselőnyomástól. A színezékátmenet sebességét a légrés méretén kívül az egyes rétegek hőkapacitása befolyásolja. A színezék felületi kötődése (szorpciója) és szál belsejébe való vándorlása (diffúziója) addig folytatódik, ameddig beáll a termodinamikai egyensúly a textilanyagban ill. a papírban helyet foglaló színezékmolekulák között. Emiatt a színezék kisebb mennyisége a papíron marad, de nagy része a szálakra/ba kerül (4. ábra).



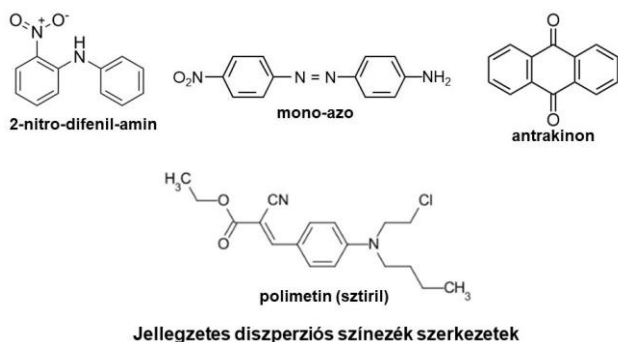
A transzfer (szublisztatikus) nyomás folyamata

4. ábra



A különböző kémiai textilmintázó eljárások kiszolgálási igénye

1. ábra



5. ábra

Diszperziós színezékek

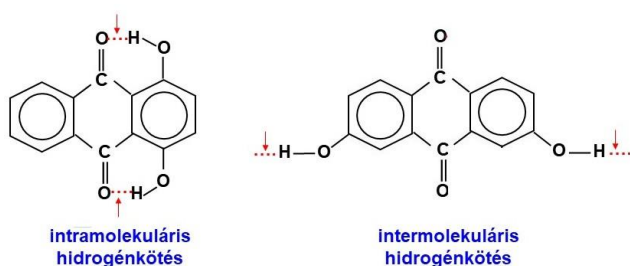
Kis molekulatömegű, és általában vízben nem oldódó (egyes típusaik kismértékben vízoldhatók), elviekben vizes szuszpenzióban alkalmazható színes vegyületek. A szálakon történő kötődés csak akkor megy végbe, ha monomolekulás állapotban vannak, azaz az aggregátumok szétesésével egyedi molekulák képződnek. A színezégyártás során kristályos változatból nyerik, azonban az optimális részecskeméretet és méreteloszlást őrléssel biztosítják (a finomdiszperziók $<1\ \mu\text{m}$ mérettel értek el).

A diszperziós színezékek szerkezete kémiai felépítése lehet mono-azo, nitro-difenil-amin, metin, polimetin (a metin-csoport vagy a metin-híd egy háromértékű funkcionális csoport = $\text{CH}-$) és amino-antrakinon jellegű, továbbá diszazo, ill. ciano-vinil (5. ábra).

A diszperziós színezékek (amelyek a poliészterhez nagy affinitást mutatnak) döntő részénél jellemző a hő- és szublimálásiállóság (a színezék göznyomása fordítottan arányos a polaritással és a molekulatömeggel). Ezek a képességek különösen az egyes színezési eljárásoknál (pl. termoszol), ill. a színezett kelme hőregisztrálásánál fontosak. Így a transzfernyomásos mintázáshoz azok az egyedek alkalmasak, amelyek jó szublimáló képességek.

A mintaátvitelre olyan kis molekulatömegű (<350) diszperziós színezékek alkalmasak, amelyek $170\text{--}230\ ^\circ\text{C}$ -on szublimálnak. A nagyobb tégierényű színezékszerkezetek esetén a szublimációs energia kismértékű. A szublimációt gátló (pl. szulfonsav) csoportokat nem tartalmaznak, és kevés polarizálható csoportjuk van. Így olyan válogatott diszperziós egyedeket használnak a papír mintázása során, amelyek főként mono- és diszazo, amino-antrakinon, nitro-difenil-amin ill. ciano-vinil szerkezetűek. A megfelelő szintartóság elérésére könnyen szublimálóak szükségesek, amelyek közepes affinitásúak (e két követelmény kevés számú színezéknél áll fenn).

A diszperziós színezékek másodrendű kötőerőkkel kapcsolódnak a szálcsoportokhoz. Ennek érdekében lényegesek a színezékszerkezetben kialakuló intramoleku-



Hidrogénkötések a diszperziós színezékben

6. ábra



adott minta különböző színállásaira példák

olyan diszperziós színezékek kombinálhatók, amelyek szublimációs entalpiája közel azonos, és szorpciójuk ill. a szálanyaghoz való affinitásuk megegyezik

Az együtt-nyomhatóság kritériumai

7. ábra

láris hidrogénkötések, amelyek polarizálódva kerülnek intermolekuláris helyzetbe (6. ábra).

Egy mintát általában többféle színezetű helyileg színezett nyomtat épít fel, amely színállásonként más-más variációt jelent (egy adott minta több színállásban készülhet, amikor az egyes mintaelemek más-más színezetűvel is kialakítottak a tervező iránymutatásai szerint) (7. ábra). Az egy színálláson belül szükséges, különböző színezékekkel történő együtt-nyomhatóságot több tényező befolyásolja. Így foglalkozni kell a megfelelően alkalmazható színezékek együtt-nyomhatóságával. Olyan színezékek kombinálhatók, amelyek szublimációs entalpiája közel azonos, és szorpciójuk, ill. a szálanyaghoz való affinitásuk szintén megegyezik. (Állandó nyomású és hasznos munka nélküli folyamatban az entalpia megváltozása egyenlő a rendszer által leadott vagy felvett hővel.)

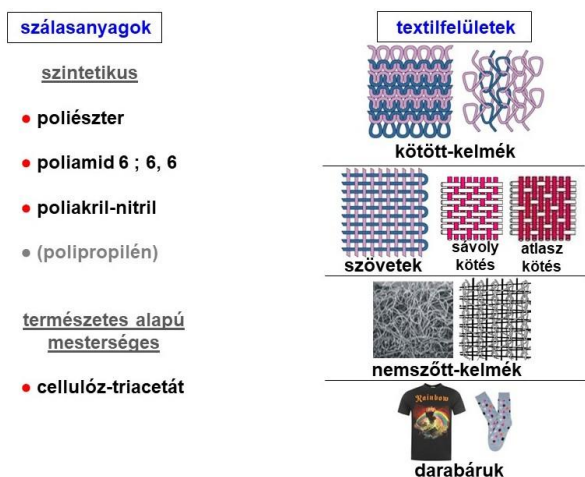
Alkalmas textíliák

Miután válogatott diszperziós színezékek (kis molekulatömegű, vízoldhatatlan, egyedi szerkezetű) alkalmasak a szublimálásra, ezért alapvetően a poliészter és cellulóz-triacetát, részben a poliamid szálanyagból készült textilanyagok mintázhatók velük. (Emlékeztetőül: az acetátszálak előállításához a természetben található cellulóz – mint nagymolekulájú anyag – könnyebb oldhatósága érdekében a szálgyártás előtt végleges kémiai átalakítást végeznek, így ecetsavas-cellulóz-észter a polimer. A triacetátnál közel teljes – 92 %-os – az észterítés mértéke, így több tulajdonsága közelíti a szintetikus szálakéhoz; a cellulóz-diacetátban az észterítés mértéke átlagosan 2,5, ezért ez a szál típus és a poliészter között helyezkedik el a cellulóz-triacetát, a különböző tulajdonságokat tekintve.)

A poliamidok esetében ugyan élénk színek érhetők el, azonban a szintartósági tulajdonságok esetenként gyengéek. A hiányosság kompenzálása csak olyan transzferpapirokkal biztosítható, amelyeket reakciókészsé csoportokat tartalmazó színezékekkel (pl. klór-acetil-amino, diklór-triazinil-amino szerkezetű) mintáztak (a poliamid végcsoportjain kémiai kötással rögzítődik a színezék). Az anionos módosítású poliakril-nitril transzfernyomására – az egyébként színezésre alkalmas – kationos színezékek nagy része nem használható. Közvetlenül azok alkalmazhatók, amelyek adott kémhatásnál szublimálva reagálnak a megfelelő szálcsoportokkal (pl. egyes triaril-metán szerkezetű színezékek). Lehetőséget kínálnak a deprotonált (átmeneti proton eltávolítás), szublimáló kationos színezékek.

A természetes szálak (pamut, gyapjú stb.), amelyek vízoldható színezékekkel színezhetők, közvetlenül nem alkalmasak transzfernyomásra. Ugyan a hőpréselés során színeződhet az ilyen alapanyag, de tartós rögzülése nem valósul meg, nem lesz szintartó.

Amennyiben pamutkalmét kívánnak transzfernyomással mintázni, úgy ennek érdekében olyan műgyanta előkondenzátummal előkezelik, amely diszperziós színe-



Transzfernyomásra alkalmas textilanyagok

8. ábra

zék-affin, a hőkezeléssel kifejlődő műgyanta köti meg az illékony színezőanyagot (Sublicotton eljárás). Lehetőségként felmerül a cellulóz hidroxil-csoportjainak helyettesítése acetil-csoporttal, az így módosított pamut alkalmas a diszperziós színezék megkötésére.

Gyapjúra alkalmas diszperziós színezék hiányában egyéb színezékcsoportú egyedek transzferálásával, nedvesség és hő hatású diffúzióval végzik a mintaátvitelt (Wool-Matic eljárás). A tökéletes mintaátvitel érdekében javasolt a kelme előkezelése a szálonfejlesztett polimer elővegyületét és duzzasztó segédanyagot tartalmazó fürdővel (így akár 30%-os poliésztertartalom esetén is történhet a mintaátvitel).

Intim (fonás során, különböző nyersanyagú szálszalagok egyesítésével) szálkeverékekből (a kelmeképzéshez használt fonalak minden keresztmetszetében azonos a keverék eloszlása) készült termékek csak 75–85 % szintetikus-szál-tartalom esetén mintázhatók megbízhatóan ezzel a módszerrel (8. ábra).

A szublimációs mintázásra alkalmas szálasanyagokból kialakított lapszerű textiltermékek közül, elsősorban a kötött kelmék kémiai mintázására használják ezt a mintaátviteli eljárást, miután szerkezetük révén a hagyományos nyomási eljárásokra általában csak korlátozottan nyílik lehetőség. A szövetek kötéstípusa befolyással van a transzfernyomásra, mert a zárt vászonkötéssel (taft) szemben a lazább sávoly- (köper), ill. atlasz- (szatén) kötésű kelméken élénkebb színhatással alakul ki a minta. A bordás, hurkos, ill. rusztikus felületű szövött termékek esetében a papír és kelmefelület egyenletes

érintkezése közvetlenül nem valósul meg, ezeknél az ún. vákuumos transzferálást alkalmazzák. A nemszőtt csoportba tartozó textiliák is mintázhatók szublimációs módon, így pl. fátolkelmék, malimo termékek stb. egyaránt. Az alacsony olvadáspontú poli-propilénre kidolgoztak pontos hőmérsékletszabályozással működtetett eljárást, így a transzfernyomással egyidőben végzett szilárdítással textiltapétákat lehet gyártani.

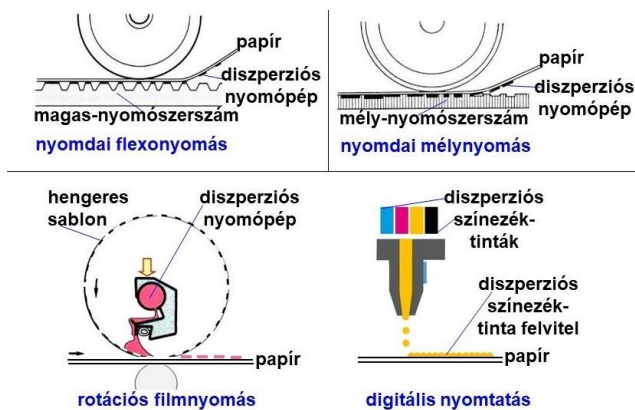
Az alkalmas nyersanyagösszetételű kelmék minőségi mintázása érdekében fontos kritérium a transzfernyomás közbeni méretállandóság. Így érhető el éles kontúrú nyomatkép, elkerülhető a nem mintázandó részre, vagy a másik színű nyomatra kerülő zavaró színezékfelhordás. A két főirányban a zsugorodás, ill. nyúlás mértéke maximum 2% lehet, ezért a transzferálási hőmérsékletnél valamivel nagyobb hőmérsékletű hőkezeléssel rögzíteni kell, vagy relaxációt biztosító eljárással (speciális mosógépen, zsugorítóberendezésen) szükséges a kelmét előkészíteni.

A transzfer nyomópapír

Jó színezékeleresztőképesség, kis színezékátesztő tulajdonság, pórusmentes és sima felület, nagy húzóigénybevételt bíró szilárdság, a hőnyomás utáni szétválaszthatóság, optimális mértékű nedvesedőképesség szükséges. A túlzott nedvesedés következtében mélyen behatol a nyomópép a papírba, a nagyobb mennyiségű színezék gátolja az éles kontúrok kialakulását, továbbá megnövekszik a hordozón visszamaradó színezék mennyisége. A válogatott diszperziós színezékkel felvitt mintázat a papíron előállítható valamilyen nyomdatechnikai eljárással [mély-, flexo- (magas-) nyomás], vagy akár a textilmintázásnál alkalmazott rotációs filmnyomással, ill. digitális nyomtatással (Ink-Jet eljárás, diszperziós textiltintákkal). Az eljárás kiválasztását a kivitelezendő mintaszáner is befolyásolja. Kisfelületű mintaelemekkel, raszteres nyomatokkal alakítanak ki, vékony vonalakkal/kontúrokkal rendelkező mintákra a mélynyomás előnyös. Nem túl finom mintarészletek, nagyfelületű (decker) nyomások esetén a flexonyomás javasolt. Vékony és éles kontúrokat, valamint raszteres (átmenetes) mintaelemeket nem igénylő mintákra alkalmas a rotációs filmnyomással történő mintaátvitel papírra (9. ábra).

A színezékgyártók a papírnyomáshoz speciális színezéktintákat, ill. nyomópépeket állítanak elő, amelyek összetétele a következő:

- megfelelő szublimáló képességű (ugyanakkor kémiailag nem bomló, hőálló) diszperziós színezék,



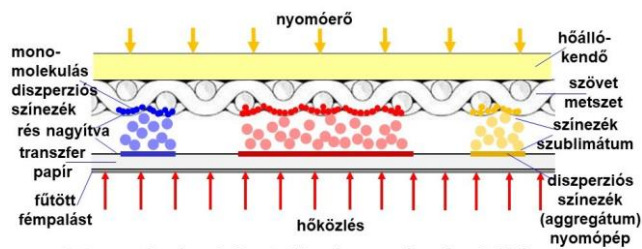
Mintafelviteli módok a transzferpapírra

9. ábra



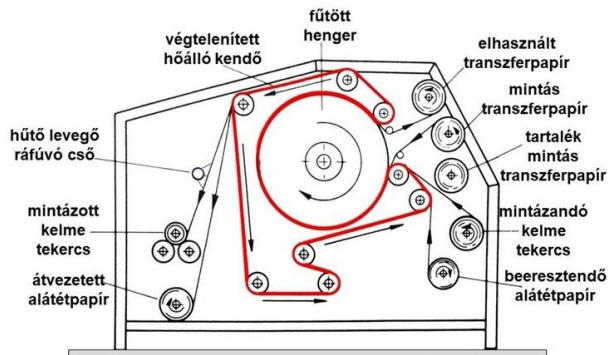
A nyomópapíron megjelenő színezetek eltérése a textilián megjelenő színektől

10. ábra



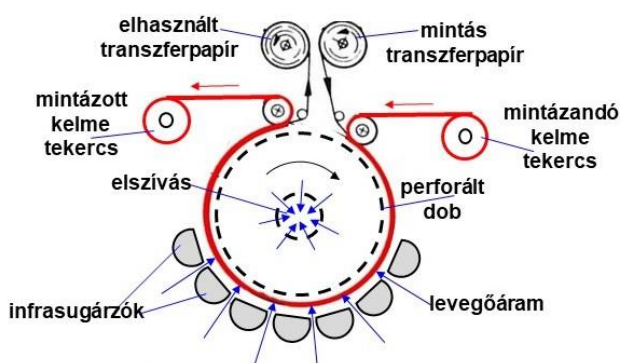
A transzfer (szublimációs) nyomás elve jelképesen

11. ábra



Hagyományos kelmemintázó transzfernyomógép

12. ábra



Vákuum-transzfernyomógép

13. ábra

• folyékony kötő- ill. oldószer; a nyomdai papírnymáshoz szerves oldószer (pl. etilalkohol, etilén-glikol stb.), rotációs filmnyomógépen történő felvitelnél vizes alapú pép,

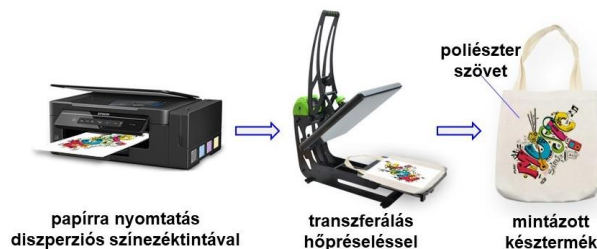
• sűrítőanyag a megfelelő viszkozitás elérésére (a papír kapilláris szívóhatásának csökkentésére), pl. etil-cellulóz, polivinil-acetát, akrilgyanta stb.,

• esetleg lakk vagy gyanta, a papír kismértékű tapadását elősegítve a textilanyaghoz

A nyomópapíron megjelenő színezetek eltérnek a textilián megjelenő színektől, mert a hordozóra felvitt nyomópépben a színezék aggregátumként (színezékrészecske halmazként), a szálanyagban monomolekulás eloszlásban érvényesül (10. ábra).

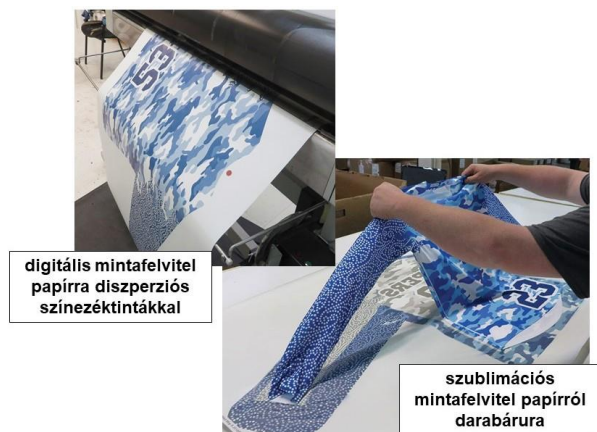
Transzfernyomógépek

A folyamatos kelményomáshoz ún. transzferkalander szükséges, a belülről fűtött (szálanyagától függően 185–230 °C) dobra kerül hátoldalával a mintázott transzferpapír, erre rétegződik a textilanyag, amit egy hőálló (pl. Nomex) végtelenített kendő présel az ívelt felületre. A dob felületén a hőmérsékleteloszlás egyenletessége alapvető követelmény, csak ± 2 °C-os ingadozás lehet



Példa a szakaszos transzfer mintázásra

14. ábra



Példa a folyamatos mintafelvitelre és a szakaszos transzfer mintázásra

15. ábra

(egyébként egyenlőtlen lesz a színek megjelenése). Ennek érdekében az 1 m-nél nagyobb átmérőjű dobok kettősfalúak, az így kialakított gyűrűalakú teret hőkövetítő közeg (pl. olaj) tölti ki. A mintázott transzferpapír szélén túlerő alátéppapírral, ill. a kétoldalon vezetett papírsávokkal a nem a textilanyagra kerülő szublimált színezék szennynevezése akadályozható meg (11., 12. ábra).

Javasolt transzferálási hőmérsékletek és idők:

- poliészter: 200–230 °C, 20–40 s;
- poliamid 6 (perlon): 185–195 °C, 10–15 s;
- poliamid 6,6 (nylon): 185–195 °C, 15–20 s;
- poliakril-nitril: 185–195 °C, 10–15 s;
- cellulóz-triacetát: 185–200 °C, 20–30 s.

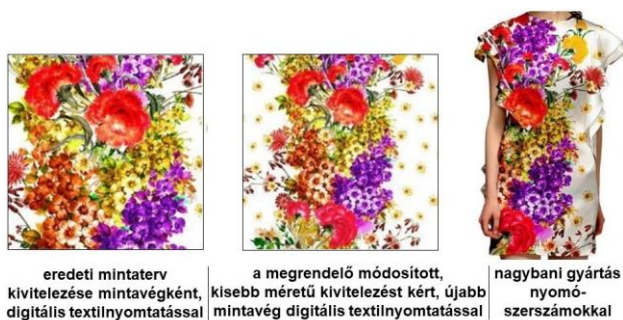
A nem sima, rusztikus felületű kelmék – akár szintetikus mikroszálból (1 dtex-nél finomabb mesterséges szálak, azaz 10.000 m 1 g-nál kisebb tömegű) képzett frottírok, pulóveranyagok stb. – esetében speciális berendezés szükséges, a perforált és megszívott dob körül elhelyezett infrásugárzókkal. A különleges vákuum-transzfernyomógéppel alacsonyabb hőmérsékleten is lehet mintázni (13. ábra).

Szakaszos, figurális, feliratos, emblémás stb. hőnyomásos mintaátviteléhez fűtött síkprések szükségesek. Lehetőség van méretre kötött idomdarabok, kötött késztermékek (pl. zoknik), készre konfekcionált termékek (pl. pólók stb.) olyan mintázására is, miszerint folyamatos jellegű mintázattal ellátott papírról történjen a mintaátvitel (14., 15. ábra).

Közvetett szublimációs nyomás

A hagyományos kémiai mintázás, a textilnyomás (színnymás) szerepe az utóbbi évtizedekben bekövetkezett változások miatt részben módosult.

• Fokozódott a kis tétel nagyságok iránti igény, esetenként extrém mennyiségek megrendelésével is (pl. csak



Digitális eljárással készült mintavég módosítása, második mintavég jóváhagyása, csak ezután készültek nyomószerzők

16. ábra



Korszerű mintatervezés, ill. mintavég- és nagyüzemi gyártás

17. ábra



Digitális- és színnyomós mintakivitelezés elve jelképesen

18. ábra

néhány tíz méter készüljön egy mintából). Ennek kivitelezéséhez színenként más nyomószerző (sík-, vagy rotációs filmnyomó sablon) lenne szükséges, főként a hengeres filmnyomószerzők rendkívül költségigényesek (drága a mintázatlan, perforált nikkelcső; jelentős munkaigénnyel vihető fel a minta; külön művelet az alumínium-véggyűrűk beragasztása stb.). A nyomógépen a konkrét új minta beállítása nagy élőmunka és textilanyagigénnyel párosul.

• A vevők ma már mindig mintavéget kérnek a nagyüzemi tétel megrendelése előtt, részben a papíron megismert mintaterv textilanyagra történő átültetése utáni külső ellenőrzése céljából, másrészt gyakori, hogy különböző mintaelem- és színkorrekciókat kezdeményeznek. Utóbbi esetekben részben újabb nyomószerzőkkel és nyomópépekkel ismételt próbanyomás

lenne szükséges, az ismételt kivitelezésű mintavégből készül egy-egy ruházati modell, függöny, ágynemű garnitúra stb., amiről készített fotó kerül a választékot bemutató katalógusba. Ennek tetemes nyomóipari ráfordítás-igénye ismert (16. ábra).

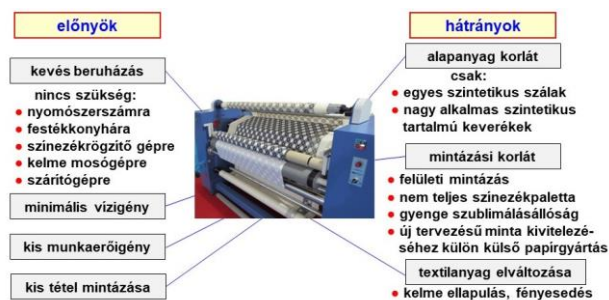
• Előtérbe került a különböző reklámhordozókon megjelenített, fényképszerű nyomatok előállítás. Előfordulnak rendkívül nagyméretű mintázási igények, amikor akár egy teljes többemeletes épület átmeneti burkolását kívánják megoldani. Ilyen igény teljesítése során az alkalmas szélességű kelmefelületre hosszban és szélességben a mintázat arányos része kerül, majd a mintázott méteráruk pontosan illesztett, varrásos egyesítésével jön létre az „óriasmolinó”.

A fentiekhez – az utóbbi területen kívül – komoly segítséget jelent a digitális textilnyomtatás igénybevétele. Többek között a nyomóipari mintavégigény kielégítése döntően az összeadó (és részben kivonó) színkeverésen alapuló Ink-Jet technikával nagyobb ráfordítás nélkül megoldható, majd a megrendelő jóváhagyása után következhet a sík- és rotációs filmnyomással a nagyipari gyártás. Utóbbi kizárólag a kivonó színkeverésen alapuló kémiai mintázás, így a digitálisan készített mintavég átültetése rendkívül felkészült kolorizálási (színezővegyész részéről színbeállítás) szakértelmet igényel, amire már rendelkezésre áll optimális gyakorlat (17., 18. ábra).

A transzfernyomás előnyei és hátrányai

A hőszublimációs mintaátvitel előnye többek között, hogy beruházásigénye lényegesen kisebb, mint a hagyományos textilszínnyomási eljárásoké. Csak minimális a vízfelhasználás, így környezetterhelést alig okoz. Kevesebb az élőmunkaigény, nem szükségesek a speciális szakképzettségű munkavállalók. Együtt a kis tételek kémiai mintázása is egyszerűen kivitelezhető.

Hátrányt jelent viszont az alapanyag (csak egyes szintetikusszálak, ill. ezek nagy részaránya a szálkeverékben) és a mintakialakítási (felületi helyi színezés, hiányos színezékpalletta, gyenge szublimálásiállóság) korlát, valamint a mintázott kelme néhány – a technológiával együtt járó – elváltozása (kelme ellapulása, fénysedése). A transzferpapír kollekcióban nem szereplő, új tervezésű mintázat gyártása gyorsan nem realizálható a külső partnernél történő egyedi



A transzfernyomás értékelése

19. ábra

transzferpapír legyártása miatt (19. ábra).

Felhasznált irodalom

- [1] Rusznák István (szerk.): Textilkémia II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988
- [2] Kézdy Árpád: Tananyag, középfokú végzettségű szakemberek továbbképzése, Könnyűipari Minisztérium Módszertani és Továbbképző Intézete Budapest, 1977
- [3] Kutasi Csaba: A kétfestő-mintázástól a digitális textilnyomtatásig, EPSON textilnap, 2015. november 19.

Óbudai Múzeum – Goldberger Textilipari Gyűjtemény