

Felületaranyozáshoz használt réz és szilikon nyomóforma alkalmazhatóságának összehasonlító vizsgálata a Pénzjegynyomda Zrt.-ben

Bernecezi Istvánné¹, Prokai Pirooska²

¹ Pénzjegynyomda Zrt.

² Óbudai Egyetem Könnyűipari és Médiatechnológiai Intézet

Bevezetés

Napjaink marketig stratégiájának alapvető elvárása, hogy feltűnő, a többitől eltérő, egyedí termékeket alkossunk. Ennek egyik eszköze a felületnemesítési eljárás. A számos felületnemesítési eljárás közül napjainkban méltánytalanul kevés figyelmet fordítanak a felületaranyozásra, pedig díszít, információt közöl, és védelmet is nyújt a felületnek. Az aranyozási technológiánál egymásra erős befolyással van a nyomóforma anyaga, grafikája, az aranyozó fólia, az aranyozandó felület, a feladatot végző gép, a nyomtatási hőmérséklet, a prégelesi idő és a nyomóerő. Az általános gyakorlat, hogy a nyomóforma anyaga valamilyen fémötvözet (réz), mely jól bírja a nyomást és a hőt. Ugyanakkor ahhoz, hogy megfelelő minőségű felületaranyozást végezzünk, szükséges a jelentős nyomóerő, aminek eredménye a hátoldali satíring felerősödése.

Felmerült a gondolata az olyan szilikonból készült nyomóforma alkalmazásának, amelyet felületaranyozáshoz készítettek.

Az alkalmazott aranyozó gépek bemutatása

A vizsgálatoknál a Pénzjegynyomda Zrt.-ben található 3 különböző típusú aranyozó gépen végeztük el az aranyozási próbákat. A próbát végző gépek közül kettő (a FOMM BU táblanyomó prés, és a Kugler automata gép BAIER aranyozó egysége) síkfelületről-síkfelületre, a STEUER PZ 82-3 fólianyomó gép pedig síkfelületről-hengeres felületre végzi az aranyozást.

A vizsgálat során eltérő hőfokbeállítással (92 °C – 195 °C), melyet az alapanyag és feladatot végző gép műszaki paraméterei határoztak meg, készítettük el az aranyozási mintákat a Pénzjegynyomda Zrt.-ben, 50% relatív légnedvességtartalom és 23 °C ± 2 üzemi hőmérséklet mellett.

A szilikon és réz nyomóforma összehasonlító vizsgálata

A réz nyomóformához egy 7 mm vastag alap réz ötvözetet használnak, melyet az elérni kívánt tulajdonságoknak (keménység, számítható anyagtorzulás, alakíthatóság) megfelelően ötvöznek más anyagokkal.

Az aranyozáshoz használt réz nyomóforma egy rétegből, mechanikai marással készült (1. a ábra). A szilikon nyomóformát (1. b ábra) három, egymástól eltérő keménységű szilikon réteg alkotja. A szilikont a rézhez hasonlóan „szennyező” anyagokkal keverik annak érdekében, hogy megfelelő anyagtulajdonságot érjenek el. Ennek köszönhetően kiszámítható lesz az anyag torzulása. Az elkészített szilikon nyomóformát speciális ragasztással egy alumínium alapra erősítik, melyel alkalmassá válik az aranyozásra.



1. ábra Nyomóforma a) réz, b) szilikon

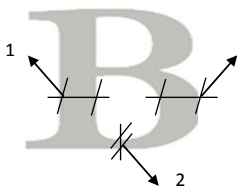
A vizsgált nyomóformák nyomóelemeinek méretbeli eltérése

A vizsgálathoz készített nyomóformákat úgy állítottuk össze, hogy eltérő betűnagyságú szöveges és különböző vastagságú vonalas elemek is megtalálhatók legyenek rajta (2. ábra).

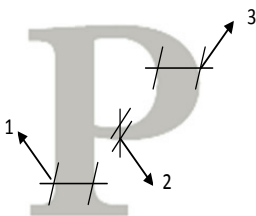


2. ábra A nyomóformán kiválasztott mérési pontok elhelyezkedése

A szöveges részek mérési pontjai a nyomóforma felületén a 3. és 4. ábrán láthatók.

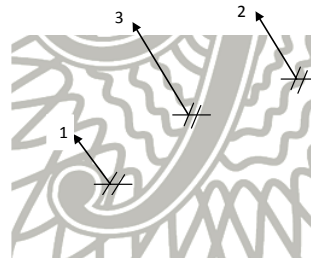


3. ábra A „B” betű, mint szöveges nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása

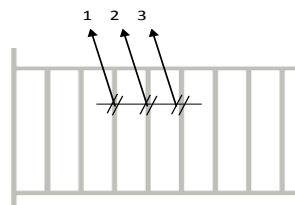


4. ábra A „P” betű, mint szöveges nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása

A nyomóforma közepén helyezkednek el (5. és 6. ábra) a mérési pontok, melyek vékony vonalas grafikai elemek. A vékony vonalas elemeket, akár csak a nyomtatásnál, az aranyozásnál is nehezebb jól, hibátlan minőségben elkészíteni.



5. ábra A címer, mint nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása



6. ábra A rozetta, mint nyomóelem mérési pontjainak ábrázolása

A vizsgálati pontok kiválasztása az aranyozási próbák során fontos információval szolgál arról, hogy a nyomóformákkal készített aranyozott nyomatok mutatnak-e torzulást.

Eltérő beállítási paraméterekkel készített aranyozási minták vizuális összehasonlítása

Félautomata aranyozó gépen készített aranyozási próbák

A réz és szilikon nyomóformák anyagösszetétele miatt a hő felvétele is eltérő, ezért különböző hőfok beállítással aranyoztunk.

A réznyomóformával 120 °C és 150 °C- on végeztünk aranyozási próbákat, a szilikon nyomóformával 150 °C és 195 °C- on.

A vizsgálatnál alkalmazott gyakorlati tapasztalatok alapján határoztuk meg. Ezekben az alapanyagokon 120 °C alatti hőfok beállítással nem tudtunk értékelhető eredményt elérni. A szilikon nyomóformánál, mivel nem ált rendelkezésünkre

gyakorlati tapasztalati hőfok érték, a maximum hőfok (195 °C) beállítást alkalmaztuk, melyet az aranyozó gép műszaki paraméterei határoztak meg.

Az aranyozott minták értékeléséhez háromfokozatú skálát határoztunk meg (7. ábra).

1. nagymértékben hiányos, nem kivehető nyomatkép
2. kismértékű hiba, hiány vagy betömődés, de a nyomatkép kivehető
3. hibátlan nyomatkép, minőségileg megfelelő



7. ábra Az aranyozás minőségi fázisai

Az aranyozott minták értékelését a meghatározott kódok szerint osztályoztuk.

Mivel a szilikon nyomóformával történő aranyozáshoz nem volt gyakorlati tapasztalatunk a megfelelő hőfok alkalmazásához, alacsonyabb hőfokok (120 °C-on) próbákat végeztünk, aminek eredményeképpen kiválasztottuk a kezdő hőfok beállítást, 150 °C-ot, melynél már kivehető volt az aranyozott nyomatkép.

A szilikon nyomóformával az aranyozást 150 °C és 195 °C-on végeztük el, mind a hat kiválasztott alapanyagon.

A szilikon nyomóformával készített aranyozások minőségét a már korábban ismertetett hármas skálájú kódolás alapján értékeltük.

BAIER aranyozó egységgel készített aranyozási próbák

A réz nyomóformával a gyakorlati tapasztalatok alapján meghatározott 92 °C-on, valamint a félautomata aranyozóval történő összehasonlíthatóság miatt 150 °C-on is elvégeztük a minták aranyozását.

A szilikon nyomóformával 150 °C és 195 °C-on is végeztünk aranyozási próbákat.

A kiválasztott hőfokon 0,01 s és 0,10 s prégelési idővel aranyoztunk. Az aranyozott minták értékelését az előzőekben meghatározott kódolással végeztük el.

Az aranyozás vizuális vizsgálatát a kiválasztott hat különböző alapanyagon elvégeztük szilikon nyomóformával is.

STEUER PZ 82-3 fólianyomó gépen készített aranyozási próbák

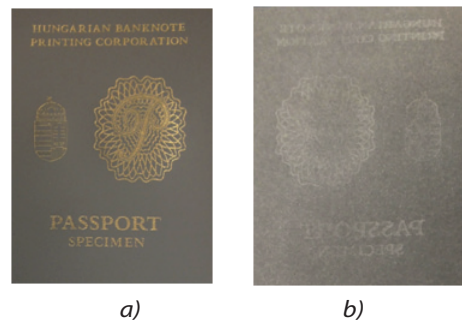
STEUER PZ 82-3 fólianyomó gép működési elvben eltér az előző két (félautomata és BAIER) aranyozó géptől, mivel síkfelületről hengeres felületre végzi az aranyozást.

Az ellennyomó henger anyaga acél. A gép réz nyomóformával történő aranyozáshoz használt üzemi hőmérséklete 170 °C, így ezzel a hőfok beállítással kezdtük meg az aranyozási próbákat, 1400 ív/óra sebesség mellett.

A maximum hőmérséklet beállítást a gép műszaki paraméterei határozták meg, ami 200 °C.

Miután ez a gép a réz nyomóformával is magasabb hőfokon végez aranyozást, így mindkét hőfokon készítettünk mintákat.

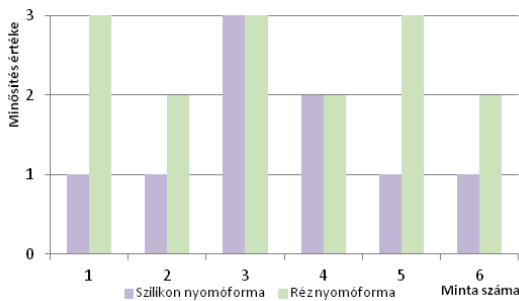
A nyomathordozók aranyozásának minőségi vizsgálatát az előzőekben leírt kódolás szerint értékeltük (8. ábra).



8. ábra Aranyozott nyomathordozón látható erős hátoldali satírun g a) előoldal, b) hátoldal

Azokon a nyomathordozókón, amelyeknek a felülete erősen struktúrált, nagy felületi érdességel rendelkezik, a nyomóerő növelésével jobb nyomatminőséget tudtunk elérni, de ennek a következménye az volt, hogy a hátoldalon erős satírun g jelent meg.

A szilikon nyomóformával is elvégeztük az aranyozási próbákat mind a 6 kiválasztott mintán, 170 °C, és 200 °C-on 1400 ív/óra sebesség mellett. Az aranyozás minőségi értékelését az előzőekben meghatározott módon végeztük. Ezeknél a nyomathordozóknál a magasabb hőmérsékleten (200 °C) sem lett jobb a nyomtat képe. Az értékelés eredményét oszlopdiagramon ábrázoltuk (9. ábra).



9. ábra Az aranyozott minták minőségi besorolása

A minőségi besorolás összegzett eredménye alapján elmondható, hogy a réz nyomóformával készült aranyozás az 1., 2., 5., 6. (bélyegpapír, matt műnyomó, Grabiol PTL, Grabiol PTB) minták esetében jobb a szilikon nyomóformával készült mintáknál.

A 4. számú (Grabiol Permi 06) mintánál minőségileg ugyanolyan kategóriát értünk el mindkét nyomóforma használatánál.

A 3-as minta (Grabolit Extra nyomathordozó) esetében kaptunk minőségileg megfelelő aranyozást, mind a réz mind a szilikon nyomóformával, ezért ezt a mintát választottuk a nyomatok vonaltorzulásának visszaméréséhez.

A nyomatképen a Starrett AV 350+ 3D Multi Sensor 3D video mikroszkópos vizsgálathoz választott mérőpontok megegyeznek a nyomóformák vizsgálatánál mért pontokkal.

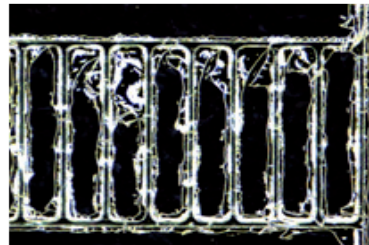
A nyomóformán mért vonalvastagság értéke az aranyozás közben a hő és nyomás hatására a nyomatképen megnő.

A réz nyomóformával készült nyomatoknál a nyomóformán mért vonalvastagsági értékekhez legjobban közelítő vonalvastagságot a BAIER aranyozó egységgel 92 °C-on, valamint

a STAUER PZ 82-3 fólianyomógépnél 170 °C-on mértük.

A STAUER PZ 82-3 aranyozó gép, alaphőmérséklete 170 °C. A nyomóformához legjobban közelítő vonalvastagsági értékeket („B” betű 2-es mérési pontján) ezen a hőfokon mértük. A visszamérések eredményeként a legszélesebb vonalvastagságot mindhárom aranyozó gép esetében a legmagasabb prézelési hőmérsékleten (150 °C, illetve 200 °C-on) mértük. Ez arra mutat, hogy a magas hőfoknál nagy a hőátadás, emiatt szélesebben tapad fel a fólia a nyomathordozóra. A megvastagodott vonalak betömődéshez vezetnek, ezért a vékony vonalak „egybeolvadnak”.

Starrett 3D video mikroszkóppal M/5 (83x nagyítás) nagyításban készült képen jól látható (10. ábra), hogy a 92 °C-on készült nyomtat, vékony éles kontúrokkal rendelkezik, míg a 150 °C-on ugyanezek a vonalak erőteljesen megvastagodtak.



10. a. ábra BAIER aranyozó 92 °C-on készült nyomtat 3D-s mikroszkóppal készített felvétele



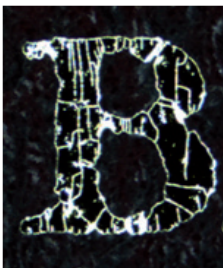
10. b. ábra BAIER aranyozó 150 °C-on készült nyomtat 3D-s mikroszkóppal készített felvétele

A szilikon nyomóformával készült mintáknál is elvégeztük a vonaltorzulás mikroszkóppal történő mérését. A szilikon nyomóforma rugalmasabb a réznél, ezért a nyomóerőt kisebb

mértékben lehet növelni a megfelelő aranyozáshoz, ugyanakkor nagyobb prégelési hő igényel, mely látható a mért értékekből is. Alacsonyabb hőfok alkalmazásakor a szilikon forma nem tudott a fóliatapadáshoz elegendő hő átadni, így a nyomóerő növelésével lehetett elérni a kívánt eredményt. A forma rugalmassága miatt, a nyomóerő növelésével szélesebbek lettek a vonalak (nagyobb vonalvastagsági értékeket mértünk). Az összehasonlításánál megfigyelhető, hogy amíg a „P” betű 1-es mérési pontjánál a rézformához képest a nyomaton csak 0,05 mm eltérést mértünk, addig a szilikon formához képest 0,50 mm volt a mért eltérés, ami nagyságrendileg nagyobb vonalvastagsági eltérést jelent. A 3D video mikroszkóppal készített képeken megfigyelhető továbbá az is, hogy alacsony (92 °C) hőfokon a szilikon nyomóformával készített aranyozásnál a vonalak szélei „kevésbé határozottak”, jobban felveszik a nyomathordozó felületi mintázatát. Az aranyozáshoz használt aranyozási hőfok növelésével a vonalak szélei egyre határozottabbá váltak, de nem jelentkezett betömődés, úgy mint a réz nyomóformánál (11. a és b ábra).



11. a ábra BAIER aranyozó 150 °C-on készült nyomtatás 3D-s mikroszkóppal készített felvétele



11. b ábra. BAIER aranyozó 195 °C-on készült nyomtatás 3D-s mikroszkóppal készített felvétele

A szilikon nyomóformával magasabb (195 °C) hőfokon készített aranyozásnál is megfigyelhető, hogy a fólia egyre simább lesz, a réz nyomóformával készített nyomatok esetében tapasztalt módon.

Összefoglalás

Az aranyozási próbák során három különböző típusú – a FOMM BU félautomata aranyozó és a BAIER aranyozóegység, a Stauer PZ 82-3 – fólianyomó gépet alkalmaztuk a minták aranyozásához.

A réz nyomóformával elvégzett aranyozási próba mindhárom gépen azt mutatta, hogy már alacsonyabb hőfoknál is minőségileg jó nyomat készíthető, de nagyobb nyomóerő szükséges. A szilikon nyomóformával végzett aranyozási próbákat magasabb hőfokon végeztük, mert a szilikon hőátadása a fólia felé rosszabb a réznél. Az aranyozási próbák eredménye, hogy a hat minta közül négy esetében a réz nyomóformával tudtunk szebb nyomatot elérni, a 3. és 4. minta esetében mindkét formával jó eredményt értünk el. A réz nyomóformánál minden esetben tapasztaltuk a hátoldali dombornyomatot, ezzel szemben a szilikon nyomóformánál ez nem jelentkezett.

Figyelemmel kísértük a nyomatokon a vonalatorzulásokat. A réz nyomóformával készült nyomatokon, magasabb hőfokon végzett aranyozásnál a vonalak megvastagodtak, mert a nagy hőtől szélesebb részen tapadt fel a fólia. A szilikon nyomóformánál minél kisebb hőfokon aranyoztunk, annál nagyobb vonalvastagságot mértünk, helyenként akár 0,50 mm-rel nagyobbat a nyomóformán mérthez képest. A vonalvastagodás közvetve kapcsolódik a hőfokhoz, mivel az aranyozás a hő és a nyomóerő optimális beállításán múlik.

Mivel a szilikon egy rugalmas forma, a megnövelt nyomóerő miatt torzul, így megvastagodott nyomatképet eredményez.

A vizsgálat folytatásaként javasoljuk többféle aranyozó fólia használatát a kiválasztott nyomathordozók aranyozásához, valamint olyan aranyozó gépek bevonását a vizsgálatba, melyeken a prégelési hőfok 195 °C fölé emelhető.