



Středoškolská technika 2019

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Špatný osvitový čas

Marek Thomas

Gymnázium, Pardubice, Mozartova 449

Anotace

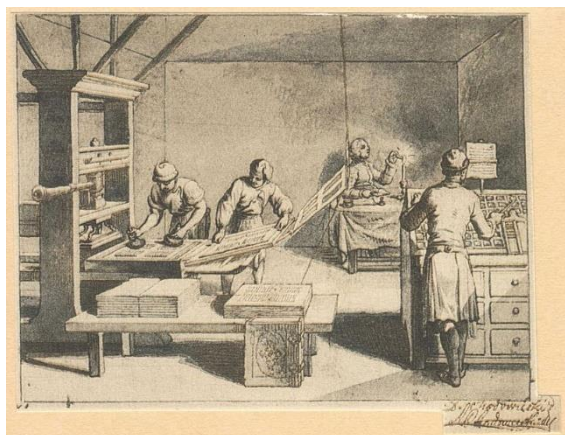
Cílem mé práce bylo se zabývat špatným osvitovým časem v osvitové jednotce STZ- SL1, který má vliv na kvalitu síta s předlohou. Osvitová jednotka STZ- SL1 je sítotiskové zařízení, ve kterém je uložena výbojka produkující UV záření a slouží pro vytvrzení fotopolymerů na sítu. Hlavní částí bylo zjistit správný osvitový čas a pro experiment jej snížit.

Historie sítotisku

Počátky sítotisku historikové datují do období mezi roky 500 a 1000 před naším letopočtem, kdy byla v Číně vynalezena tzv. šablonová technika tisku pro potřeby opakovaného tisku stejného motivu, především kultovních obrázků Buddha. Tato technika byla později využívána i v Japonsku pro potisk rituálních oděvů a keramiky. Tam byla také výrazně zdokonalena. V 18. století začínají Japonci používat nosič pro složité do detailu propracované šablony a posléze i síť z lidských vlasů, na kterou se pomocí lepkavé hmoty mohla přilepit jakkoli komplikovaná šablona. Postupem času byla síť z lidských vlasů nahrazena tkaninou z hedvábí. K dalšímu výraznému zdokonalení této technologie tisku dochází už v Evropě, na počátku 20. století. Tehdy se v Anglii začal používat vykrývací roztok místo papírové šablony. Tímto roztokem se na síťovinu napjatou na rámu maloval negativní obraz. Rostok nepropouštěl barvu, a tak protřením barvy skrze síť vznikl na dané podložce požadovaný obraz.

Technologie zpracování byla vyvinuta roku 1929 v USA, odkud ji po 2. světové válce převzala Evropa. Do Československa jako první nechal dovést tuto techniku přímo z USA Tomáš Baťa. Nejprve se jí používalo především v užité grafice a v průmyslu. Hojně tuto techniku začali využívat představitelé Pop Artu. Dnes se používá běžně i ve volné grafice. V poslední době je velice oblíbenou moderní grafickou technikou (kresby na tričko, znaky). Hodí se k rychlé práci při velkých sériích.

Sítotisk se začal používat v průmyslu k potisku obalů, přístrojů, štítků, a mnoha dalších věcí a v umění se stal rychle uznávaným a oblíbeným způsobem vytváření unikátních a neopakovatelných uměleckých děl např. Marilyn Monroe od Andy Warholla. Zásadní obrat ve vývoji šablonového tisku nastal, kdy s rozvojem chemie byly také vynalezeny světlocitlivé roztoky pro výrobu sítotiskových forem fotochemickým procesem.



Práce s šablonou

Sítotiskové rámy

Materiál na rámy je vyroben ze stabilní oceli nebo hliníku. U ráků větších formátů se pro snadnější manipulaci používá hliník, který má ve srovnání s ocelí nižší hmotnost. Mohou se také používat rámy dřevěné. Pro manipulaci jsou praktické, ale pro přesnější soutisky jsou nepoužitelné. Dřevěné rámy, které jsou finančně méně náročné, se časem kroutí. K tomu abychom zvýšili životnost dřevěných ráků používáme dvousložkový lak, který chrání rám před působením vody a rozpouštědel.

Příprava ráků

Ostré hrany a rohy ráků je třeba zabrousit, při napínání mohou vést k roztržení tkaniny. Stejně tak je třeba obrousit zbytky zaschlých barev a lepidla, zvláště pak tam, kde tvoří ostré hrany. Potom už rám jenom obrousíme a odmastíme. Zde je důležité rám odmastit rozpouštědlem. Často bývá použit aceton (C_3H_6O). V žádném případě nesmí být použita rozpouštědla obsahující olej.

Plochy ráků musí být rovné, aby nedocházelo k místnímu chybnému nalepení síťoviny.

Sítotiskové tkaniny

Správná napnutost je nutným předpokladem kvalitního zpracování každé tiskové zakázky.

- vlákna tkaniny musí zůstat ve svých směrech rovnoběžná a ve všech kříženích svírat úhel 90°
- napnutí tkaniny musí být dostatečné k zajištění dobrého uvolnění tkaniny od potiskovaného materiálu po tahu těrky

Při přípravě sítotiskových forem se měří napnutost speciálním měřičem napnutosti a to buď mechanickým nebo elektronickým. Jedná se o samostatný přesný měřicí přístroj s digitálním odečítáním. Hodnota odečítaná na ciferníku je závislá na hodnotě prohnutí tkaniny. Jednotkou se udává Newton na metr.

Sítotiskař potřebuje poměrně široký sortiment tkanin lišící se druhem tkanin, počtem vláken, průměrem vláken.

Čím vyšší je číslo, tím je tkanina hustější.



Obecné charakteristiky syntetických tkanin

| | Polyester | Polyamid |
|----------------------|--|---|
| Pevnost v tahu | vysoká | vysoká |
| Prodloužení | malé | velké |
| Vliv teploty | vynikající odolnost | se stoup. teplotou klesá pevnost v tahu |
| Odolnost proti oděru | dobrá za sucha i mokra | nejvyšší odolnost |
| El. vlastnosti | nabíjí se při tisku, nutnost vyšší relativní vlhkosti | doporuč. 65% relativní vlhkost, při vyšší vlhkosti |
| Odolnost chemikálií | vzduchu velmi dobrá citlivější na alkálie | klesá napnutí síťoviny velmi dobrá |

Napínání

Provádí se pomocí pneumatických napínacích jednotek- čímž je zajištěno rovnoměrné napnutí v obou osách x a y. Po naměření správného napnutí, můžeme začít nanášet lepidlo přes síťovinu na rám.

Lepení

Lepení síťotiskové tkaniny na rámy

Ovrstvení

Ovrstvení se využívá proto, aby se na síto nezachycovaly prachové částice, které by mohly ovlivnit kvalitu tisku.

Osvit

Osvitová jednotka musí mít nejvyšší hodnotu spektra v oblasti mezi cca 360-420 milimikronů (UV-, fialové do modrého světla)

Nejvhodnější osvitové zdroje jsou:

- Metalhalogenové lampy

- Rtuťové výbojky
- Vysokotlaké rtuťové výbojky
- Xenonové výbojky

Xenonové výbojky všeobecně používané pro osvit ofsetových desek nemají vhodné spektrum pro roztoky a filmy používané v sítotisku.

Pro kvalitní osvit lze doporučit pouze bodové světlo.

Čím větší je osvitová plocha, tím větší by měla být kapacita světelného zdroje.

Intenzita osvitu se snižuje vzdáleností zdroje od osvitové šablony. Proto musíme s ohledem na zvětšující se vzdálenost kopie od světelného zdroje prodlužovat dobu osvitu *kvadraticky*.

$$\text{Nový osvitový čas} = \left(\frac{\text{nová vzdálenost}}{\text{původní vzdálenost}} \right)^2 \times \text{původní osvitový čas}$$

Šablony

V sítotisku rozdělujeme šablony na **manuálně zhotovené šablony** a **fotomechanické šablony**.

Manuálně zhotovené šablony

Řezané- tento druh šablon je vhodný pro velká písmena a větší plochy. Šablony pro jednotlivé barvy lze bez větších problémů řezat odpovídajícím řezacím nástrojem.

a) Řezací film rozpustný vodou

- Vynikající přilnavost na všechny druhy tkanin
- Přenos filmu na tkaninu vodou
- Vysoká odolnost všem barvám, které neobsahují vodu
- Snadné odvrstvení horkou vodou

b) Celulózový- řezací film

- Tkanina musí být tak jako pro všechny ostatní druhy šablon připravena a odmaštěna
- Pro přenos filmu na tkaninu je třeba použít rozpouštědlo
- Řezací filmy přenášené rozpouštědly jsou vhodné pouze pro tisk barvami, které neobsahují agresivní rozpouštědla
- Odvrstvování odpovídajícím rozpouštědlem

Fotomechanické šablony

a) Přímé šablony pomocí přímých filmů + roztoků

- Mechanická odolnost- velmi dobrá
- Pracovní náročnost- velká
- Použitelnost- plochý a tvarový potisk
- Odvrstvitelnost- obtížně

b) Nepřímé šablony

- Mechanická odolnost- dostačující
- Pracovní náročnost- střední
- Použitelnost- plochý a tvarový potisk
- Odvrstvitelnost- snadno
- Nepřímá šablona se suší horkým vzduchem o maximální teplotě 40..

Existují ještě přímé šablony s filmem a roztokem a s filmem a vodou (kapilární film). Jejich vlastnosti jsou velmi podobné, a proto je nebudu dále rozebírat.

Osvitová jednotka STZ-SL 1

STZ-SL 1 je stroj používaný v oboru polygrafie, která se zabývá sítotiskem. Stroj byl zkonstruovaný pro vytvoření fotoemulze na sítu. Aby emulze ztvrdla je potřeba UV výbojky, která je zabudovaná uvnitř skříně STZ-SL 1 a jejím účelem je osvit síta UV zářením, jehož zvolená optimální vlnová délka pro osvit polymerové vrstvy síta je 380 N.m. Pro dosažení vyšší účinnosti UV záření jsou ve stroji nainstalovány čtyři odrazové desky, vyrobené z napařovaného stříbra, které nepohlcují UV záření a odráží ho. Pro dosažení maximálního kontaktu síta a filmu je použita vývěva a vakuová pryž s vysokou tažností 600%. Stroj je ovládán řídicím panelem, ve kterém je zabudovaný časovač (timer), díky kterému se v určitém časovém intervalu skříně UV výbojky otevře a zavře. Dále je na něm nainstalován spínač vývěvy.

Využití

STZ-SL 1 je stroj používaný v oboru polygrafie, která se zabývá sítotiskem. Využívá se pro vytváření polymerových emulzí na sítu s rámem, který se potom využívá pro samotný tisk čehokoliv-triček, hrníčků, sudů, lahví, tašek a dalších.

STZ-SL 1 je jediným exemplářem a jeho kopie zatím nebyly vyrobeny ani prodány.



Princip ovládání stroje

Po zapnutí hlavního spínače se na budíku nastaví osvitový čas, který pro správné osvětlení trvá 2 minuty a 30 sekund. Vloží se rám s filmem na skleněnou desku, na kterou se vloží šňůra pro odvod vzduchu a přiklopí se rám s vakuovou gumou (pro lepší kontakt síta s filmovou předlohou). Zapne se vývěva, která

vytvoří vakuum mezi sítím a filmem. Vysune se deska, která kryje UV lampu. Důležité je zmínit, že pro efektivitu osvitů se lampa před vysunutím desky musí 3-5 min nahřát. Po zahřátí a vysunutí desky běží daný osvitový čas 2 minuty a 30 sekund. Po skončení se deska zavře a vypne se vývěva. Otevře se vakuový rám a vyjme se osvětlené síto.



Postup s hotovým výrobkem

Ze síta se sejme filmová předloha a nízkým tlakem se vymyjí obě strany. Při tomto procesu je důležité pracovat s ochranným oranžovým světlem. Emulze se po době 3 minut nasákne vodou a potom se tlakem vody 1-3 bar vymyje síto ve vymývací vaně s prosvětlenou stěnou, ve které se s pomocí lupy pozná, jestli bylo síto buď řádně vymyto nebo osvětleno. Hotový výrobek se vloží do sušícího zařízení (výrobek už nemusí být v ochranném oranžovém světle).



Stroje pro sítotisk

Ruční



Strojní

Poloautomaty, automaty pro plošný a rotační tisk

Vlastnosti fyzikální

Zdroje záření

Zdroje světla dělíme především na zdroje přirozené a umělé. Přirozeným zdrojem světla je sluneční záření, které obsahuje jak viditelné světlo, tak i blízké ultrafialové a infračervené záření.

Umělé zdroje světla

Využíváme v tiskárně jako zdroje záření k iniciaci různých chemických a fyzikálních procesů. Speciální svítidla se používají při práci se světlo citlivými materiály. Při přípravě sítotiskových šablon, kde se pracuje se světlo citlivými fotopolymery, se musíme vyvarovat světelných zdrojů, které mají emisi ve fialové a ultrafialové části spektra. Nelze ani použít k osvětlení bílé světlo. K zabránění pronikání bílého, fialového světla použijeme oranžovou fólii, která tento světelný zdroj přikryje. Takovým osvětlením jsou vybaveny i vany pro vymývání šablon, viz. obr.
Nejdůležitější zdroje umělého světla z hlediska sítotiskového provozu jsou:

Žárovky- Vlastním záření světelných paprsků je rozžhavené wolframové vlákno.

Zářivky- Nízkotlaké rtuťové výbojky, které emitují převážně UV záření

Rtuťové zářivky- K emisi záření dochází ionizací rtuťových par elektrickým výbojem

Ve vlastním výrobním procesu v sítotiskové tiskárně se používají z uvedených zdrojů především různé typy rtuťových výbojek při přípravě sítotiskové šablony. Slouží jako zdroje záření v osvitových jednotkách

UV záření

Je elektromagnetické záření o vlnové délce kratší, než má světlo fialové barvy. Jeho nejkratší vlnové délky zasahují do oblasti rentgenového záření.

Zdrojem ultrafialového záření jsou výbojky naplněné párami rtuti. Její trubice je naplněna plynem, v němž probíhá elektrický výboj. Zdrojem záření jsou atomy plynu, které potřebnou energii získaly působením elektrického pole.

Vlastnosti chemické

Při vytvrzovacím procesu, kde se využívá UV- záření, se na film používají emulze obsahující *polymery*.

Při působení ultrafialového záření iniciuje přítomný fotoiniciátor reakci oligomerů s monomery a vzniká vytvrzený a zároveň i suchý polymerní film barvy.

Polymery

Polymery jsou makromolekulární látky, které vznikají spojováním (polymerací) nízkomolekulárních sloučenin (monomerů) do polymerních řetězců. Mohou se vyskytovat pouze ve dvou fázových stavech- v pevném (tuhém) a kapalném. Látky o několika strukturních jednotkách se nazývají *oligomery*.

Polyreakce

Polymerace se v polygrafii využívá při vytvrzování emulzí energetickým zářením UV. Primární volné radikály mohou být generovány homolytickým štěpením sloučenin.

Příčiny chyb v sítotisku

Příčin je několik druhů. Deformace sítoviny je možná v mnoha směrech. Její mechanické poškození jako odtržení, probodnutí, špatná přilnavost emulze a její chemické poškození jako sušení šablony horkým vzduchem, nastavením špatného osvitového času, ovit síta slunečním světlem, nedostatečné odmaštění tkaniny, atd..

Nevhodně zvolený materiál sítoviny

(polyester x polyamid)

Špatně zvolené lepidlo pro nalepení sítoviny na rám

Je užito speciální lepidlo, které je elastické a pružné- drží sítovinu. Užitím tvrdého lepidla by došlo k prasknutí sítoviny kolem rámu.

Napnutí sítoviny

Napnutí musí být stejné na obou osách x a y, měří se v N/m. Při špatném napínání může dojít k deformaci tisku.

Správně použitá ovrstvovací emulze

Musí být vytvrditelná speciálním světlem.

Sušení horkým vzduchem

Rám se sítem se suší v pokojové teplotě. Maximální teplota sušení musí být 40 °C. Pokud produkt sušíme ve vyšší teplotě, emulze se vytvrdí a nevypláchne se.

Špatný osvitový čas

Špatný osvitový čas je jednou z hlavních příčin závad vytvořené tiskové předlohy. Čím déle na film svítíme, tím je vrstva tvrdší. Pokud svítíme málo, vrstva je měkká a vymývá se. Optimálně osvícené síto vykazuje retušovací místa a s tím spojená práce s retuší. Krátký osvitový čas má za následek nedostatečné vytvrzení emulze a tím dochází k jejímu vymývání i mimo motiv. Použití nevhodného světelného zdroje může mít za následek snížení kvality finálního výrobku.

Špatný osvitový čas

Cílem mé práce bylo se zabývat špatně nastaveným osvitovým časem, který je jeden z hlavních příčin chyb v sítotisku a zajímal jsem se, jaké bude mít dopady na síto s předlohou. Této chyby se dopouští mnoho začátečních sítotiskařů a je nezbytné se jí vyvarovat.

Abych zjistil, kolik musím ubrat na čase, bylo potřeba vypočítat vhodný osvitový čas pro osvitovou jednotku a ten pro experiment zkrátit o 1 minutu.

Zajímalo mě, jestli se síto s předlohou s účinky krátkého osvitového času dá použít dál pro tisk.

Předpokládal jsem, že špatně osvícené síto po omytí vodou se dá použít pro tisk a že vliv nevhodně zvoleného UV záření nebude mít až takový vliv na fotopolymery a jejich vytvrzení na sítu.

Materiály

Osvitová jednotka STZ- SL1 je zařízení, které slouží pro vytvrzení fotopolymerů (emulze) na sítu s rámem. Aby emulze ztvrdla je potřeba UV výbojky, která je zabudovaná uvnitř skříně. Výbojek do těchto jednotek je několik druhů od vysokotlakých rtuťových po xenonové výbojky. V STZ- SL1 je zabudovaná rtuťová, resp. metalhalogenová výbojka (obsahuje halogenidy), která se hodně využívá pro její nízkou spotřebu elektrické energie, stabilní intenzitě během celé expozice a výkonu. Optimální vlnová délka UV výbojky je 380 N.m.

Síto od firmy Saati slouží jako hlavní část pro tisk předmětů jako např. hrníčky, sklo, papír a dalších. Na něj se nanáší fotopolymery, které reagují s UV zářením.

Postup práce

Po zapnutí spínače na řídicím panelu se rozžhavlila výbojka a nastavil se čas. Vhodný osvitový čas, vypočítaný přes vzorec, udával hodnotu osvitů 2 min 30 s. Pro experiment se 2 min 30 s snížil o jednu minutu. Po skončení expozice (osvitového času) sem vyjmul síto s rámem z osvitové jednotky.

Síto jsem vymyl v omývací vaně vodou o tlaku 1-3 bar. Zde je důležité, aby v místnosti byla tma a síto bylo osvětleno pouze oranžovým světlem. Síto tímto bylo chráněno před paprsky slunce. V poslední etapě se síto dalo sušit.

Data:

Vzorec pro výpočet osvitového času:

$$\text{Nový osvitový čas} = \left(\frac{\text{nová vzdálenost}}{\text{původní vzdálenost}} \right)^2 \times \text{původní osvitový čas} = X = \left(\frac{F}{E} \right)^2 \times C$$

Hodnoty naměřené v STZ- SL1

(zaokr. na celá čísla)

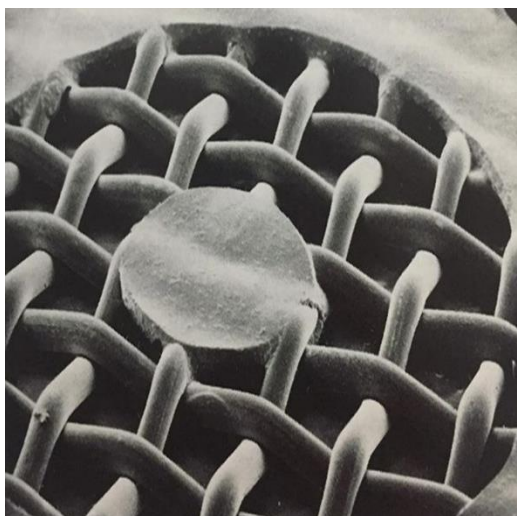
E= 40 cm

F= 74 cm

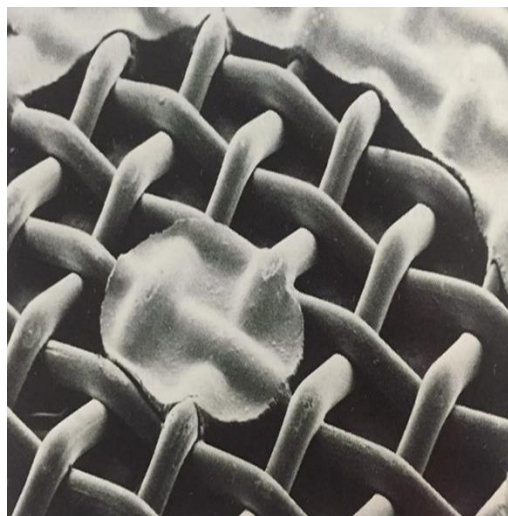
C= 44 s

X= ? (s)

X= 150 s= 2 min 30 s- vhodný osvitový čas.



Správný osvitový čas



Vliv krátkého osvitového času na emulzi

Závěr

Po důkladném prozkoumání jsem zjistil, že na sítu není chtěná předloha. Tento problém způsobil schválně zvolený krátký osvitový čas, který je pro filmovou předlohu a pro celé síto samotné špatné. Krátký osvitový čas má za následek nedostatečné vytvrzení emulze a jejího špatného přichycení ke tkanině síta. Tím dochází k jejímu vymývání i mimo motiv. Síto tak zůstalo prázdné bez předlohy.

Použité zdroje

<http://www.zakazkovareklama.cz/sitotisk.php>

<https://cs.wikipedia.org/wiki/S%C3%ADtotisk>

https://en.wikipedia.org/wiki/Screen_printing#/media/File:Chodowiecki_Basedow_Tafel_21_c_Z.jpg

Literatura

Finish v.o.s. Pardubice SST- Příručka pro sítotisk a textilní tisk-

The technical fundamentals of screen making, André Peyskens

Fyzika pro gymnázia, Optika- doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.

