Metode nanošenja premaznog materijala štrcanjem

Pavić, Nikola

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:013341

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE

POVRŠINSKA OBRADA DRVA

Nikola Pavić

Metode nanošenja premaznog materijala štrcanjem

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE

Metode nanošenja premaznog materijala štrcanjem

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Površinska obrada drva
Studij: Preddiplomski studij Drvna tehnologija
Mentor: doc. dr. sc. Josip Miklečić
Student: Nikola Pavić, 2634/14
Akademska godina: 2017./2018.

Zagreb, rujan, 2018.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR:	Nikola Pavić 21.05.1994 Zagreb
NASLOV:	Metode nanošenja premaznog materijala štrcanjem
PREDMET:	Površinska obrada drva
MENTOR:	doc. dr. sc. Josip Miklečić
RAD JE IZRAĐEN:	Sveučilište u Zagrebu- Šumarski fakultet Zavod za namještaj i drvne proizvode
AKAD. GOD.:	2017./2018.
DATUM OBRANE:	21. rujna. 2018.
RAD SADRŽI:	Stranica: 51 Slika: 48 Tablica: 3 Navoda literature: 9 Jedinica s interneta: 21
SAŽETAK:	Cilj rada bio je istražiti različite metode nanošenja premaznog materijala štrcanjem. Istraživanje je obuhvatilo razvrstavanje metoda s obzirom na parametre nanošenja premaznog materijala, analizu prednosti i nedostataka pojedine metode te nastanka mogućih grešaka prilikom nanošenja premaznog materijala.

	IZJAVA **O IZVORNOSTI RADA**	**OB ŠF 05 07**
		Revizija: 1
		Datum: 21.09.2018

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

_____

vlastoručni potpis

Nikola Pavić

U Zagrebu, 21.09.2018.

SADRŽAJ

1. UVOD ... 1

2. CILJ RADA ... 4

3. OPREMA ZA ŠTRCANJE ... 5

3.1. Štrcaljke ... **5**

3.2. Komprimirani zrak i zračni kompresori ... **9**

4. ZRAČNO ŠTRCANJE ... 12

4.1 Niskotlačno zračno štrcanje ... **16**

4.2 LVLP ... **17**

4.3 Visokotlačno zračno štrcanje ... **17**

5. MJEŠOVITO ZRAČNO-BEZRAČNO ŠTRCANJE (Airmix) ... 21

6. BEZRAČNO ŠTRCANJE ... 22

7. ELEKTROSTATSKO ŠTRCANJE ... 25

8. ZRAČNO TOPLO I VRUĆE ŠTRCANJE ... 27

9. KABINE ZA ŠTRACNJE ... 28

10. ROBOTI ... 32

11. PRAVILA NANOŠENJA LAKOVA ... 35

11.1. Podešavanje štrcaljke ... **35**

11.2. Nanošenje premaznog materijala ... **36**

11.3. Problemi, uzroci i rješenje problema štrcanja ... **44**

12. ZDRAVLJE I SIGURNOST ... 45

12.1. Maske i respiratori ... **45**

13. ZAKLJUČAK ... 48

14. LITERATURA ... 50

1. UVOD

Postupci nanošenja lakova razvijali su se usporedno s razvojem materijala i cjelokupne tehnologije. Današnji sistemi nanošenja lakova mogu se podijeliti u dvije skupine (tablica 1).

Nanošenje neraspršenog laka	Nanošenje raspršenog laka
Uranjanje	Zračno štrcanje
Oblijevanje	Mješovito zračno-bezračno štrcanje
Nalijevanje	Bezračno štrcanje
Valjčanje	Elektrostatsko štrcanje
Provlačenje	Hladno, toplo i vruće štrcanje
Impregniranje	
Tiskanja teksture	

Tablica 1. Sistemi nanošenja lakova (Ljuljka, 1990)

Izbor pojedinih načina nanošenja ovisi o obliku predmeta koji se lakira, laku, željenoj kvaliteti, tehnološko- ekonomskim faktorima i zaštiti čovjekove okoline. Ako općenito govorimo o ograničenjima metoda za nanošenje lakova, onda se one odnose na:

- Nanesenu količinu po m^2
- Viskoznost materijala
- Kvalitetu prevlake
- Geometriju obratka

Svaka metoda nanošenja ima mogućnost nanošenja određene količine materijala u relativno uskim granicama.

Pojedine metode ograničene su i u primjeni materijala određene viskoznosti. Najmanja viskoznost je za štrcanje, a zatim i za nalijevanje je 20-60 s. Valjčanjem se nanosi vodeno močilo viskoznosti 10 s ili drugi materijali s viskoznošću do 250 s (Ljuljka, 1990.)

Izbor metode nanošenja premaznog materijala uvelike ovisi o obliku obratka, jeli obradak ravna ploča ili je nepravilnog oblika ili se na obratku nalaze utori i

ukrasni elementi. Odnosno, što je obradak pravilnijeg oblika to je moguće koristiti veći broj metoda nanošenja premaznog materijala. Već samo nešto veće tolerancije u debljini isključuju kontaktne metode. Relativna vlaga zraka, sadržaj vode u podlozi i temperatura prostorije, kojima mora biti prilagođena i temperatura materijala, važan su preduvjet za dobru površinsku obradu (tablica 2).

Optimalni uvjeti:	NAMJEŠTAJ	VANJSKE PREVLAKE
Sadržaj vode u podlozi, %	6-12	10-16
Relativna vlaga zraka, %	30-65	30-65
Temperatura prostorije, °C	20-27	20-27

Tablica 2. Optimalni uvjeti (Ljuljka, 1990)

Štrcanje je široko primjenjiv način nanošenja močila i lakova u radionicama i u industriji. Gubitak prilikom nanošenja je glavni nedostatak. Gubici ("ovespray") ovise o obliku i veličini obratka, tehnici štrcanja, finoći raspršivanja, obučenosti radnika i podešenosti uređaja za štrcanje. Sve vrste prekrivnih materijala mogu se nanositi štrcanjem (Jirouš- Rajković, predavanje: Metode nanošenja lakova).

Ova tehnika nanošenja je mnogo bolja u odnosu na nanošenje kistom: nejednolika debljina nanosa , nema grešaka kao što su tragovi kista i brže nanošenje. Prekrivni materijal se nanosi metodom štrcanja pod tlakom ili pod djelovanjem komprimiranog zraka manjeg ili većeg tlaka. Raspršuje se kroz sapnicu točno određenog promjera, u sitne kapljice koje padaju na obrade, gdje se spajaju i formiraju film (Jirouš- Rajković, predavanje: Metode nanošenja lakova).

ATOMIZACIJA je osnova svih postupaka nanošenja laka štrcanjem, a to je dispergiranje ili raspršivanje tekućeg prekrivnog materijala u sitne kapljice koje se talože jedna pored druge i jedna na drugu i formiraju film. Prilikom štrcanja dolazi do jednakomjernog raspoređivanja laka na površini nanošenjem malih kapljica laka koje su dobivene raspršivanjem (Jirouš- Rajković, predavanje: Metode nanošenja lakova).

Prema vrsti raspršivanja razlikujemo:

- ZRAČNO (pneumatsko, s komprimiranim zrakom)
- BEZRAČNO (hidraulično, airless)
- KOMBINIRANO-ZRAČNO-BEZRAČNO (pneumatsko/hidraulično, airmix)

Nanošenje se većinom odvija u kabinama za štrcanje koje su opremljene dovodom zraka i sustavom za pročišćavanje zraka odnosno sustavom za odvajanje čestica laka (Jirouš- Rajković, predavanje: Metode nanošenja lakova).

2. CILJ RADA

Cilj rada bio je istražiti različite metode nanošenja premaznog materijala štrcanjem. Istraživanje je obuhvatilo razvrstavanje metoda s obzirom na parametre nanošenja premaznog materijala, analizu prednosti i nedostataka pojedine metode te nastanka mogućih grešaka prilikom nanošenja premaznog materijala.

3. OPREMA ZA ŠTRCANJE

3.1. Štrcaljke

Štrcaljka za raspršivanje premaznog materijala je alat koji koristi komprimirani zrak za raspršivanje premaznog materijala i stlačeni premazni materijal koji se raspršuje i nanosi na površinu. Štrcaljka je glavna komponenta u završnom sistemu zračnog štrcanja i to je precizno projektiran i napravljen proizvod. Svaki tip i veličina štrcaljke je posebno dizajniran za obavljanje određenog i definiranog zadatka. Kao i u ostalim područjima završnog rada treba imati alat koji je namijenjen za taj posao, kako bi se dobili profesionalni rezultati.

Štrcaljke mogu biti podijeljene na nekoliko različitih načina. Jedna od podjela je prema mjestu gdje se nalazi posuda s premaznim materijalom:

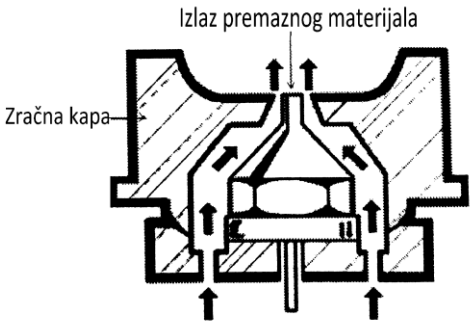
- štrcaljke sa spremnikom iznad
- štrcaljke sa spremnikom ispod
- štrcaljke sa dovodnom cijevi za premazni materijal (ITW Industrial Finishing, 2001)

Vrste zračnih kapa štrcaljke:

1. Usisna zračna kapa
2. Unutarnje miješanje
3. Vanjsko miješanje

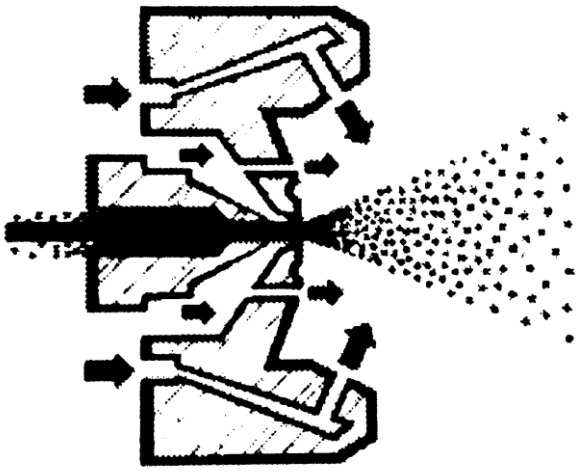
Usisna zračna kapa ima izlaz koji je lako prepoznati pomoću vrha otvora iz kojeg izlazi premazni materijal, a vrh otvora je malo izdignut iznad zračne kape (slika 1) (ITW Industrial Finishing, 2001).

.



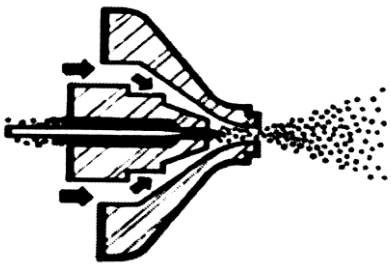
Slika 1. Usisna zračna kapa (ITW Industrial Finishing, 2001)

Zračna kapa s vanjskim mješanjem miješa i atomizira zrak i premazni materijal izvan zračne kape (slika 2). Može se koristiti za sve vrste premaznog materijala i to je vrlo poželjno kada se štrcaju brzo sušeći premazni materijali kao što je lak. Također je poželjno kada je potrebna visoka kvaliteta završnog štrcanja (ITW Industrial Finishing, 2001).



Slika 2. Štrcaljka sa vanjskim mješanjem (ITW Industrial Finishing, 2001)

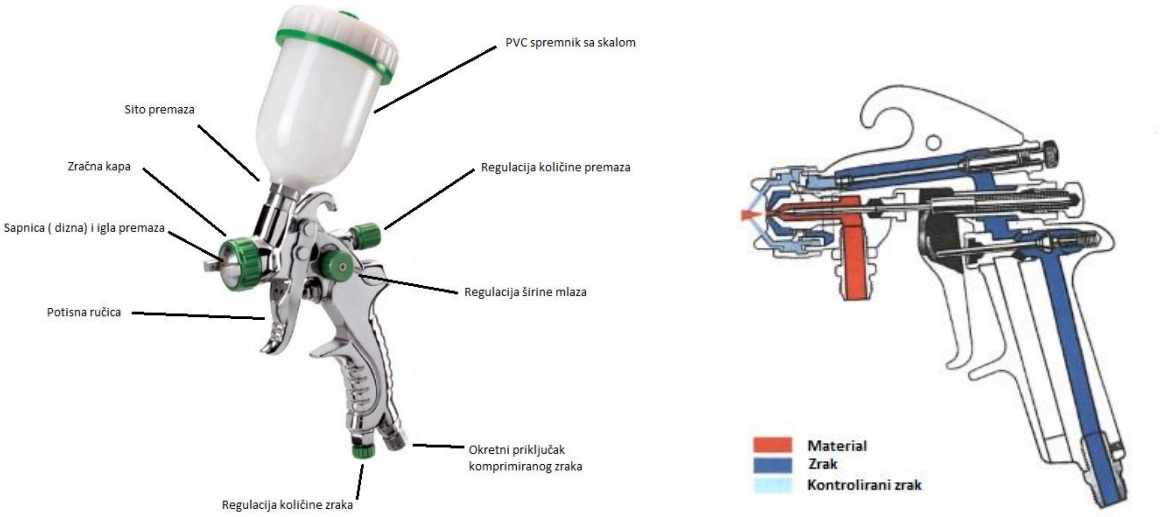
Zračna kapa s unutarnjim miješanjem zraka i premaznog materijala (slika 3) prije nego izađe iz zračne kape, koristi se kada je dostupan niski pritisak i veliki volumen zraka, ili kada se štrcaju sporo sušeći premazni materijali. Tipičan primjer štrcanja ravnog zida, ili vanjski zid kuće, s malim kompresorom. Rijetko se koriste prilikom štrcanja brzo sušećeg premaznog materijala, ili kada je potrebna visoka kvaliteta završnog sloja (ITW Industrial Finishing, 2001).



Slika 3. Zračna kapa s unutarnjim mješanjem (ITW Industrial Finishing, 2001)

Štrcaljka sa spremnikom sa gornje strane prikazana je na slici 4. Takva vrsta štrcaljke koristi gravitaciju za dopremanje laka do sapnice. Spremnik za premazni materijal s gornje strane ima otvor koji mora biti otvoren tijekom štrcanja kako se ne

bi stvorio podtlak u spremniku. Spremnici imaju kapacitet do maksimalnih 600 ml, kako ne bi bile preteške i kako bi se lakše balansirao pištolj (ITW Industrial Finishing, 2001).



Slika 4. Štrcaljka (https://www.alatimilic.hr/); (Aoldschmidt, Streitberger, 2002)

Presjek desne štrcaljke prikazuje kretanje komprimiranog zraka, laka i reguliranog komprimiranog zraka kroz štrcaljku (Aoldschmidt, Streitberger, 2002).

Ova vrsta štrcaljke idealna je za male nanose kao za popravak određene površine, detaljno finiširanje ili za završnu obradu u malim prostorima. Kod ove vrste štrcaljke moguće je upotrijebiti male količine premaznog materijala i koristiti više viskozne premazne materijale nego štrcaljke sa spremnikom s donje strane (ITW Industrial Finishing, 2001).

Štrcaljka sa spremnikom s donje strane je oblik dizajna pištolja gdje strujanje komprimiranog zraka stvara vakuum u zračnoj kapi, a vakuum osigurava usis premaznog materijala u štrcaljku. Atmosferski pritisak na premazni materijal u usisnom spremniku diže premazni materijal kroz usisnu cijev u štrcaljku i izlazi kroz sapnicu gdje se atomizira pomoću zraka u zračnoj kapi. Otvor na spremniku mora biti otvoren. Ovaj tip štrcaljke (slika 5) je često limitiran na jednu četvrtinu ili manji kapacitet spremika i na malo do srednje viskozan premazni materijal (ITW Industrial Finishing, 2001).



Slika 5. Štrcaljka sa spremnikom s donje strane (http://preview.phillro.com.au/)

Štrcaljka s dovodnom cijevi za premazni materijal prikazana je na slici 6.. Premazni materijal se pod pritiskom dovodi iz spremnika ili pumpe do štrcaljke. Ovaj sistem se koristi kod potrošnje većih količina premaznog materijala, kada je premazni materijal pretežak za držanje u spremnicima na štrcaljki ili kada je potrebno brzo nanijeti premazni materijal (ITW Industrial Finishing UK, 2000)

.



Slika 6. Štrcaljka sa dovodnom cijevi (https://www.harborfreight.com/)

3.2. Komprimirani zrak i zračni kompresori

Osnovna komponenta proizvodnje komprimiranog zraka je zračni kompresor. Kompresor je mehanički uređaj koji atmosferski zrak iz okoline tlači u svoj spremnik. Tlačenjem tog volumena zraka u manji prostor dobivamo komprimirani zrak čiji je pritisak veći od atmosferskog. Kontroliranim otpuštanjem komprimiranog zraka na atmosferski tlak, mogu se pokretati uređaji i obavljati posao. U industriji se komprimirani zrak koristi za obavljanje raznih poslova, a jedan od važnijih poslova je štrcanje. Druge namjene komprimiranog zraka su za: alate, zrakom kontrolirane uređaje, miješanje, sistem pneumatskog vodenog snabdijevanja, kontrolu temperature i instrumenata, prskalice za zaštitu od požara i protok tekućine ili tvrdih materijala. Postoji mnogo načina primjene kompresora i zato ima više tipova kompresora. Svaki tip kompresora koristi se za točno određenu svrhu (Hund, 1994).

- **Primjena**

Tip kompresora određuje se po količini uređaja koji koriste komprimirani zrak, koliko svaki uređaj potroši komprimiranog zraka i koliki maksimalni tlak komprimiranog zraka će biti dovoljan za pokretanje uređaja. Kada je poznat podatak potrošnje komprimiranog zraka, potrebno je razmotriti koliko će se uređaja u budućnosti dodati i mogućnost povećanja kapaciteta komprimiranog zraka. To predviđanje trebalo bi dodati odmah na postojeći sistem. U pravilu sigurnosti faktor od 25 posto mora biti dodan kako bi nadoknadili za: manju efikasnost, curenja i nepredviđene okolnosti. Ukupno navedeni kapaciteti daje potreban preporučeni kapacitet. Jako je važno odabrati pravilan kompresor za potrebe proizvodnje (Hund, 1994).

- **Pritisak**

Najveći pritisak koji je potreban za pokretanje uređaja će odrediti dali će se koristiti jednostupanjski ili dvostupanjski kompresor (Hund, 1994).

- **Tip kompresora**

Potrebno je odrediti koji kompresor ili kompresori su preporučeni. Prvo se mora uzeti u obzir korištenje dva kompresora, jedan veliki ili s punim kapacitetom za normalan rad u svim smjenama radnog dana i manji kompresor za drugu smjenu ili djelomični radni dan gdje maksimalni kapacitet nije potreban. Također postoje slučajevi kada su potrebna oba kompresora za puni kapacitet proizvodnje. To

osigurava konstantan izvor komprimiranog zraka u slučaju kvara jednog kompresora. U operacijama gdje je dobava komprimiranog zraka kritična, uobičajeno je osigurati jedan kompresor u pripravnosti ukoliko dođe do kvara na drugima (Hund, 1994).

- **Kontrola**

Kako bi se odabrala i osigurala odgovarajuća vrsta kontrolne opreme, potrebno je odrediti radni ciklus kompresora. Odredbom radnih ciklusa odabire se najbolji model rada kompresora.

1. Kada ja uporaba komprimiranog zraka povremena, najbolji način kontrole je sa automatskim star stop sistemom i tada se postavlja operativni ciklus približno 1/3 vrijeme rada i 2/3 ugašenog vremena.

2. Kada je uporaba zraka relativno konstantna, tada se koristi konstantan rad kompresora.

3. Ako se komprimirani zrak koristi kao u oba prethodno navedena načina, tada je najbolje imati oba načina kontrole kompresora automatski start-stop i konstantan način. To omogućuje najbolji ekonomsku iskoristivost kompresora (Hund, 1994).

- **Volumen**

Zračni kompresor isporučuje zrak u m^3/min. Pravilo za preračunavanje stvarne mjerne jedinice (m^3/min) je kod 6.9 bar:

  - Električni motor= 0.11 m^3/min po konjskoj snazi
  - Benzinski motor= 0.06 m^3/min po konjskoj snazi (Hund, 1994).

- **Visinska razlika**

Kompresori gube 3 posto efikasnosti na svakih 305 metara visinske razlike (Hund, 1994).

- **Temperatura**

Što je veća temperatura okoline, time je veća vlaga zraka i manje zraka koji kompresor može stlačiti. Stoga bi bilo poželjno vodeno hlađenje kompresora (Hund, 1994).

- **Napon**

Ukoliko kompresor pogoni električni motor dvije konjske snage koristi se manji jednofazni napon, a za kompresore koje pogone motori većih snaga potreban trofazni napon (Hund, 1994).

- **Lokacija**

Potreban je poseban motor otporan na eksplozije tamo gdje ima prašine ili plina u okolnom zraku (Hund, 1994).

Svi zračni alati, štrcaljke, pištolji za pjeskarenje itd., moraju biti opskrbljeni sa zrakom koji je pod tlakom i kojega ima u dovoljnoj količini. Zračni kompresor tlači zrak u specijalni spremnik kako bi se zračni alati mogli koristiti. Kompresor je važna komponenta za štrcanje premaznog materijala. Kompresori su dizajnirani kako bi atmosferski zrak tlačili na veći pritisak, koji se mjeri u barima. Tlak koji se postiže u kompresoru je od 0 do 8 bara. Postoje dvije vrste kompresora:

- Klipni kompresor (slika 7)
- Vijčani kompresor (slika 8) (ITW Industrial Finishing, 2001)



Slika 7. Klipni kompresor (https://www.mag-commerce.com)

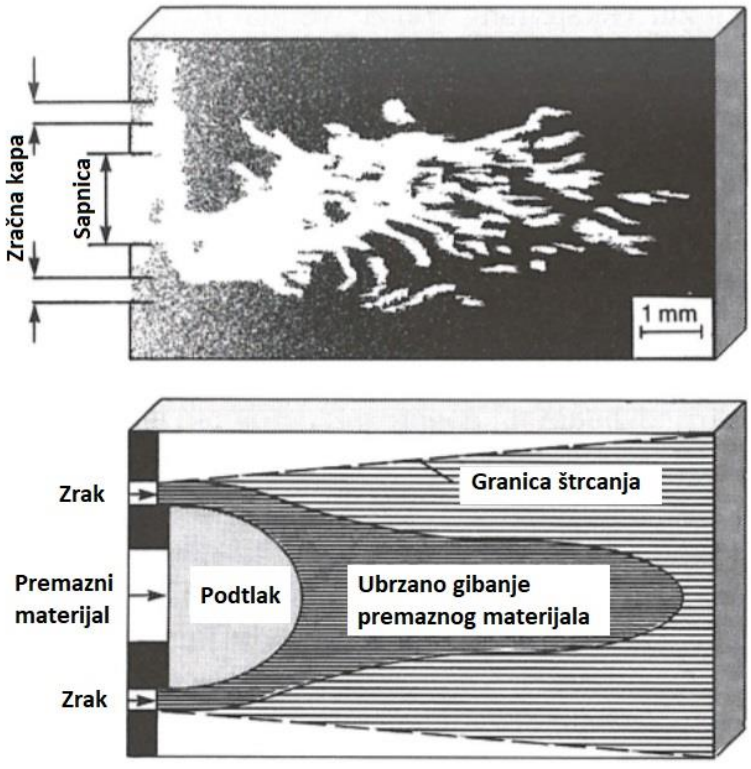


Slika 8. Vijčani kompresor (https://kompresori.hr/)

4. ZRAČNO ŠTRCANJE

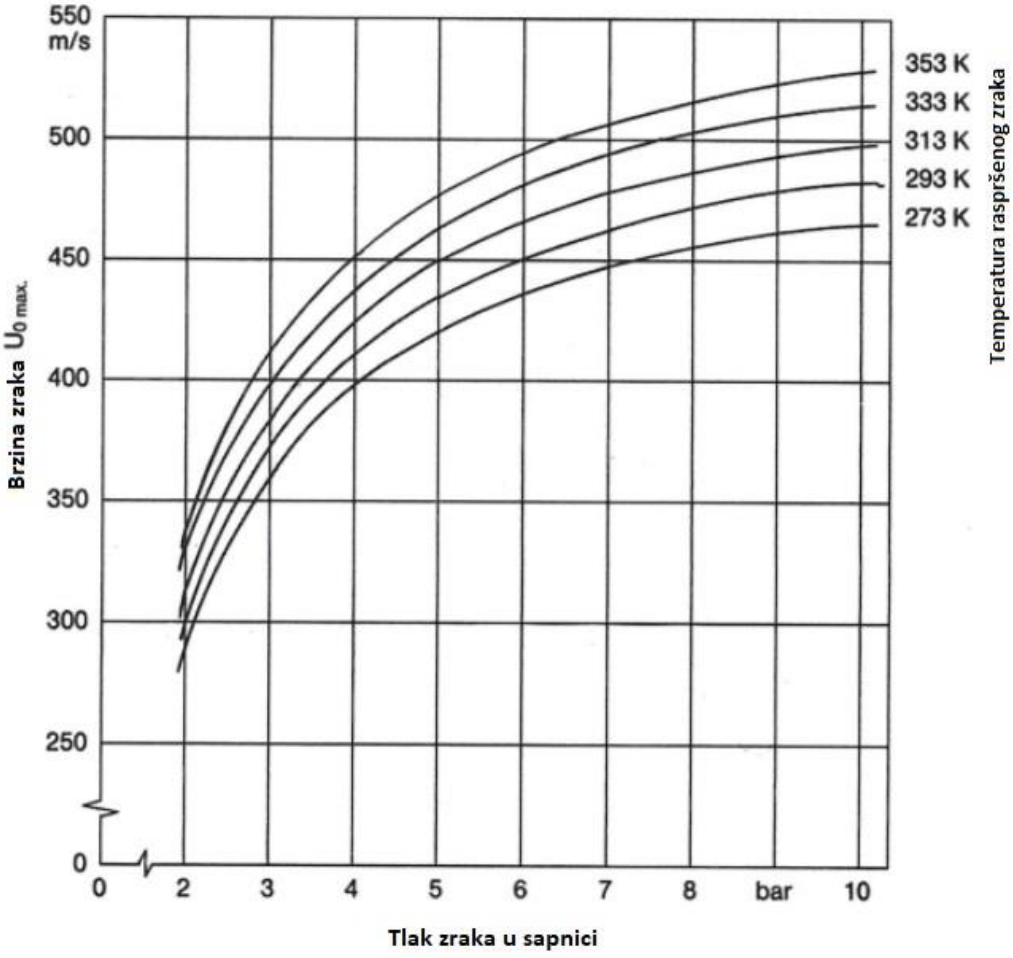
Zračno štrcanje je postupak nanošenja premaznog materijala i ima vrlo široku primjenu. Metoda štrcanja podrazumijeva dispergiranje preamznog materijala komprimiranim zrakom i nanošenje na površinu u obliku fino dispergiranog premaznog materijala. Kod zračnog štrcanja štrcanje se ostvaruje strujom zraka koja je koncentrično smještena oko struje premaznog materijala na izlazu iz štrcaljke i strujanje zraka dispergira premazni materijal u sitne čestice (Ljuljka, 1990).

Na slici 9 prikazna je shema i ilustracija ubrzanog gibanja premaznog materijala kod štrcanja. S povećanjem tlaka zraka, brzina zraka ne raste linearno. Do tlaka od 8 bara brzina je podjednaka, a iznad 8 bara količina zraka se više troši i nema nikakav bolji utjecaj na štrcanje. Gubici kod štrcanja iznad 8 bara mogu se povećati do 50 % (Aoldschmidt, Streitberger, 2002).



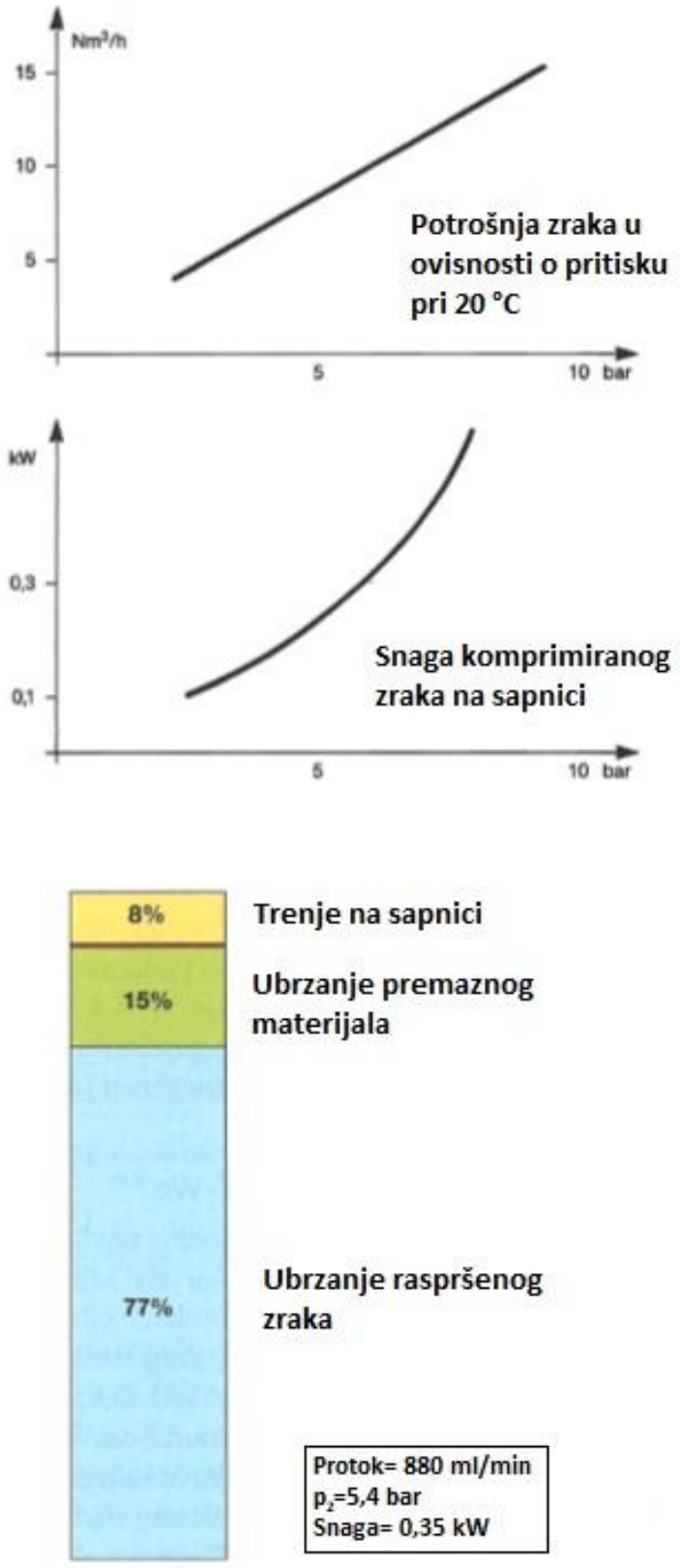
Slika 9. Gibanje premaznog materijala (Goldschmidt., Streitberger, 2002)

Na slici 10 prikazana je ovisnost tlaka zraka u sapnici i brzine zraka. Može se vidjeti da s povećanjem tlaka zraka u sapnici povećava brzina zraka i temperatura raspršenog zraka (Goldschmidt., Streitberger, 2002).



Slika 10. Brzina raspršenog zraka u ovisnosti na tlak (Goldschmidt., Streitberger, 2002)

Slika 11 prikazuje potrošnju zraka, potrošnju i energetsku bilancu tijekom zračnog štrcanja. Potrošnja zraka se linearno povećava s porastom pritiska, a povećanjem snage eksponencijalno raste i tlak zraka na sapnici. Bilanca energije i potrošnje zračnog štrcanja prikazuje da se 77 % energije gubi na ubrzanje raspršenog zraka, 15 % na ubrzanje premaznog materijala i 8 % na trenje u sapnici kod protoka zraka od 880 ml/min, tlaka zraka 5,4 bara i snage od 0,35 kW (Goldschmidt., Streitberger, 2002).

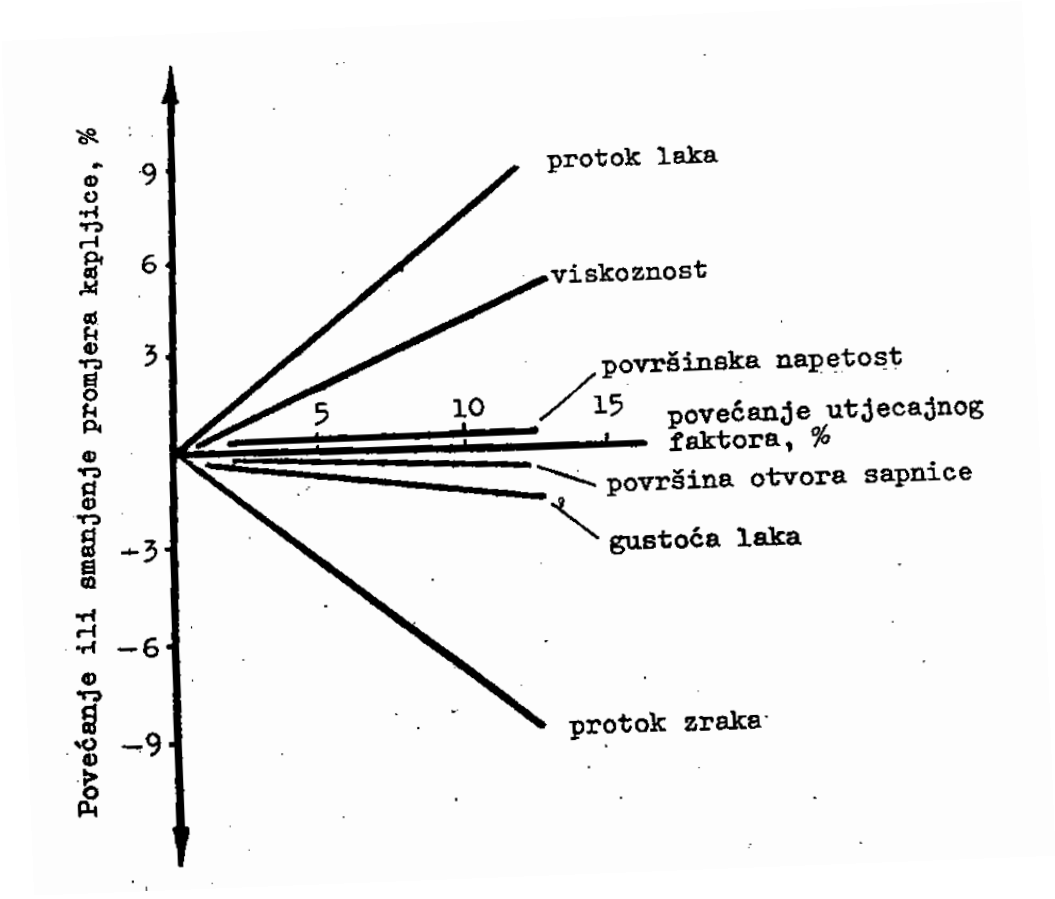


Slika 11. potrošnja zraka, potrošnja i energetska bilanca tijekom zračnog štrcanja (Goldschmidt., Streitberger, 2002)

Promjer kapljice prilikom zračnog štrcanja ovisi o velikom broju čimbenika (slika 12). Stupanj dispergiranja, odnosno veličina kapljica ovisi o:

- Površinskoj napetosti laka
- Viskoznosti laka
- Gustoći laka
- Odnosu masenog toka zraka i laka
- Otvoru sapnice
- Relativnoj brzini između laka i zraka (Ljuljka, 1990)

Na povećanje promjera kapljice najveći utjecaj imaju protok laka i viskoznost, a na smanjenje promjera kapi najviše utječe protok zraka.



Slika 12. Pojedinačni utjecaj različitih čimbenika na dimenziju kapljice (Ljuljka, 1990)

4.1 Niskotlačno zračno štrcanje

HVLP- High Volumen Low Pressure (veliki volumen, niski tlak) je tehnologija raspršivanja koja štedi lak 20 % do 35 % u odnosu na klasično zračno raspršivanje. Kod HVLP štrcaljki je tlak zraka smanjen na 0.7 bara i manje. Ovaj način štrcanja laka ima niz prednosti vezanih za iskorištenje materijala pri nanošenju i povećanju kvalitete površinske obrade. Kod ove metode koristi se veća količina zraka pri manjoj brzini i zbog toga se čestice laka manje odbijaju od površine i iskoristivost je veća. Kod nisko tlačnog zračnog štrcanja premazni materijal bolje prodire u pore drva i stvara se manje „magle“. Iskorištenje pri nanošenju je oko 65 % (Mannouch, 1995).

Uređaj za HVLP sastoji se od izvora zraka, dovoda zraka, dovoda materijala i HVLP štrcaljke. Nizak tlak postiže se najčešće turbinom (slika 13) ili se tlak standardnog komprimiranog zraka reducira redukcijskim ventilom u štrcaljki. Turbine proizvode velike volumene zraka pod relativno niskim tlakovima zraka. Zrak koji proizvodi turbina neprestano struji do pištolja i topa je. Dovod zraka od izvora do štrcaljke mora biti otporan na toplinu i otapala, a istovremeno lagan i savitljiv (Hund, 1994).



Slika 13. HVLP štrcaljka i turbina (https://www.amazon.de/)

.

Prednosti HVLP štrcanja:

- Bolja iskorištenost pri nanošenju (do 65 %)
- Ušteda materijala 20-35 %
- Zbog manjih gubitaka manje onečišćenje okoliša
- Manja potrošnja laka, lakše održavanje lakiranih kabina
- Lakše prodiranje laka u pore, ujednačena debljina filma
- Manja udaljenost pištolja od obratka (15 do 20 cm) i veća preciznost lakiranja
- Veća fleksibilnost u radu zbog turbina i kada nije raspoloživ priključak komprimiranog zraka
- Štrcaljke HVLP koji rabe komprimirani zrak iz centralnog sustava i sadrže sustav za redukciju tlaka, jednostavni su za uporabu i jeftiniji od turbinskog sustava

Nedostaci HVLP štrcanja:

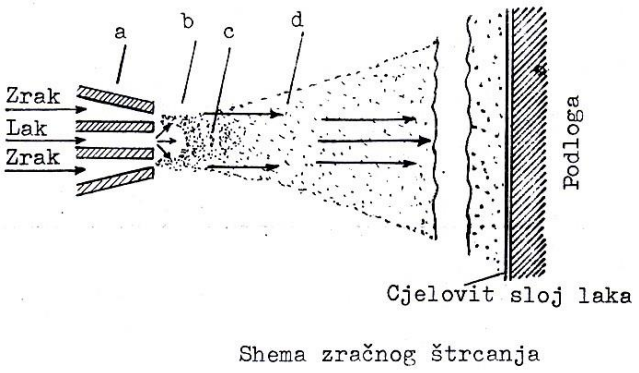
- Veća cijena opreme
- Potrebna je niska viskoznost premaza
- Slabije raspršivanje u usporedbi s klasičnim zračnim štrcanjem
- Spor postupak, niska produktivnost
- Ponekad je kvaliteta površine slaba (Jirouš- Rajković, predavanje: Zračno štrcanje s niskim tlakom)

4.2 LVLP

LVLP (Low Volumen Low Pressure) mali volumen mali pritisak je naprednija tehnologija od HVLP. Ušteda laka je ostala ista kao kod HVLP, ali je još dodatno smanjena potrošnja zraka. Radni tlak im je 2- 2,5 bara, a potrošnja zraka je manja do 50 % od HVLP štrcaljki (Jirouš- Rajković, predavanje: Zračno štrcanje s niskim tlakom).

4.3 Visokotlačno zračno štrcanje

Visokotlačno zračno štrcanje podrazumijeva primjenu zraka pod tlakom od 1.5-7 bara. Komprimirani zrak pri velikoj brzini izlazi kroz sapnicu u atmosferu i udara na struju tekućeg materijala, raspršujući ga kao što je prikazano na slici 14.



Shema zračnog štrcanja

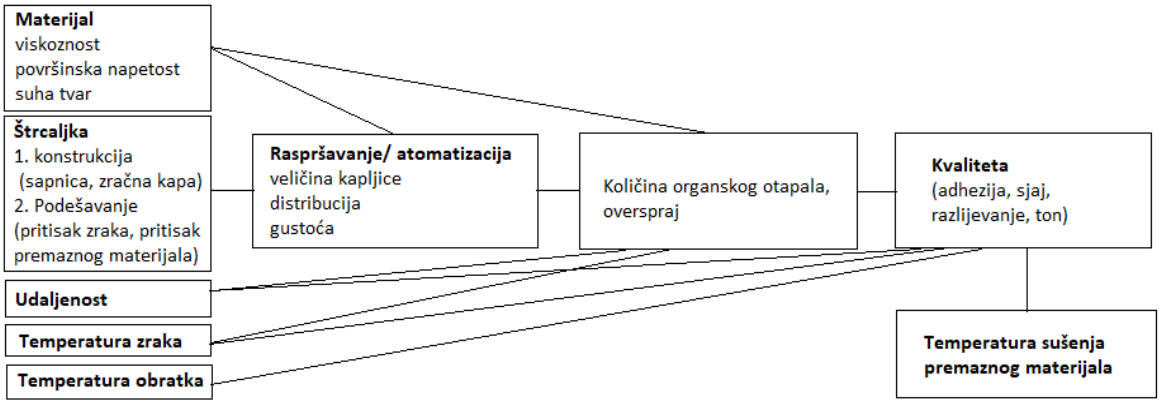
Slika 14. Shema zračnog štrcanja (Ljuljka, 1990)

Zrak velikom brzinom istječe oko sapnice (a) i tvori ispred nje zonu podtlaka (b) koja omogućuje izvlačenje laka iz sapnice. U zoni pretlaka (c) zrak dispergira lak i nosi ga u smjeru obratka (d). Zračnim štrcanjem postiže se visoko dispergiranje tekućeg materijala, a u isto vrijeme, baš zbog visoke disperzije imamo velike gubitke dispergiranog materijala. Zračna struja ima turbulentni tok i širi se udaljavanjem od sapnice, dok brzina zraka sve više opada. Kada zrak izlazi samo kroz centralni otvor, mlaz ima konusni oblik kružnog presjeka. Ovakav presjek nije povoljan za štrcanje elemenata veće širine. Za ovakve predmete povoljan je plosnati mlaz koji se dobiva izlaskom zraka kroz bočne otvore. Protok zraka se u bočnim otvorima regulira posebnim regulatorom. Veličina sapnice se za različite materijali kreće u rasponu od 0,5 do 3,5 mm. Upotrebom sapnice većeg promjera postiže se veći protok materijala, čime se postiže veći radni učinak. Za veće promjere sapnice potreban je i veći tlak komprimiranog zraka. Na izbor veličine sapnice utječe i viskoznost materijala.

Lak do štrcaljke može doći iz spremnika koja je smještena na pištolju (iznad ili ispod), može doći cijevima iz spremnika koji može biti smješten na podu pa je dovođenje materijala pomoću komprimiranog zraka ili je spremnik smješten visoko iznad štrcaljke. Kada se radi o većim količinama premaza koriste se uređaji za centralizirano snabdijevanje pomoću sustava pumpi i cjevovoda (Jirouš- Rajković, predavanje: Nanošenje zračnim štrcanjem).

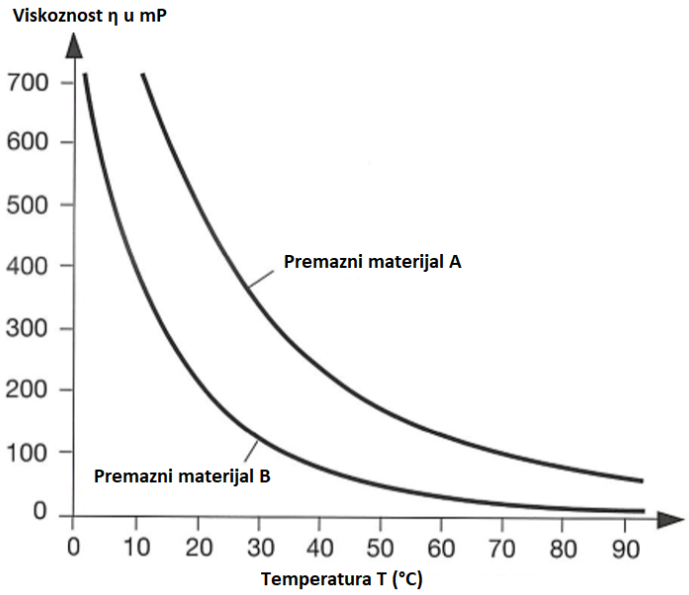
Na slici 15 prikazani su čimbenici koji utječu na kvalitetu visokotlačnog štrcanja. Na raspršivanje utječe vrsta premaznog materijala, na količinu organskog otapala i oversprej utječe premazni materijal, udaljenost štrcanja i temperatura zraka,

na kvalitetu obrađene površine utječe udaljenost štrcanja, temperatura zraka, temperatura obratka i temperatura sušenja premaznog materijala (Goldschmidt., Streitberger, 2002).



Slika 15. Čimbenici koji utječu na kvalitetu visokotlačnog štrcanja (Goldschmidt., Streitberger, 2002)

Na slici 16 prikazana je ovisnost temperature o viskoznosti premaznog materijala. Povišenjem temperature viskoznost premaznih materijala se smanjuje, viskoznost premaznog materijala A nešto je viša od premaznog materijala B, ali im viskoznost jednako eksponencijalno opada (Goldschmidt., Streitberger, 2002).



Slika 17. Ovisnost temperature o viskoznosti (Goldschmidt., Streitberger, 2002)

Prednosti:

- Ravnomjernost nanosa na površini
- Relativno jednostavno rukovanje
- Dobro kvašenje podloge s dubokim porama
- Jednaka debljina filma i na profilima i rubovima
- Moguća obrada kompleksnijih obradaka

Nedostaci:

- Neophodna upotreba dodatnih uređaja
- Potrebno iskustvo u radu
- Veliki gubitak materijala (70 %)
- Moguće oštećenje filma maglom koja se stvara štrcanjem (Jirouš- Rajković, predavanje: Nanošenje zračnim štrcanjem)

5. MJEŠOVITO ZRAČNO-BEZRAČNO ŠTRCANJE (Airmix)

Kombinirano bezračno-zračno štrcanje ujedinjuje prednosti oba postupka nanošenja premaznog materijala. Kod ovog ovoga načina štrcanja prvo se dispergiranje provodi kao kod bezračnog štrcanja na izlasku iz sapnice, kada premazni materijal pod visokim tlakom udara u okolni mirujući zrak. Dodatno dispergiranje provodi se zbog miješanja sa komprimiranim zrakom koji u mlaz premaza dolazi iz sapnice sa strane. Rezultat ovog načina štrcanja je fino raspršen premaz sličan onome kod zračnog štrcanja. Kod ovog načina moguća je primjena nižeg tlaka od 20 do 60 bar-a i radi toga radi toga kapljice su finije dispergirane. Manji je utrošak zraka i stvara se manje magle nego kod zračnog štrcanja (Jirouš-Rajković, predavanje: Nanošenje zračnim štrcanjem).

Premaz pod visokim tlakom od 40 do 120 bar-a prolazi kroz bezračnu sapnicu. Pri tome dobiva brzinu od 60- 120 m/s. Bezračna sapnica stvara mlaz koji se kod čistog bezračnog štrcanja raspršuje 2-3 mm iza sapnice (Jirouš- Rajković, predavanje: Nanošenje zračnim štrcanjem).

Kod kombiniranog štrcanja (slika 18) mlaz se dodatno raspršuje s dvije dodatne zračne struje. Zrak u glavi štrcaljke ima tlak od 0.8 do 1.2 bar-a i brzinu izlaska od 150 do 220 m/s. ovaj postupak se primjenjuje kada se radi s većim količinama premaza jer je potrebna visokotlačna pumpa (Jirouš- Rajković, predavanje: Nanošenje zračnim štrcanjem).



Slika 18. Airmix oprema (https://goind.com.au/)

Prednosti u odnosu na bezračno štrcanje:

- Postupak se odvija pri nižim tlakom
- Bolja kvaliteta otvrdnutog filma
- Mogući su manji popravci
- Manja buka
- Manja uporaba komprimiranog zraka (za 25 %)
- Produktivnost je jednaka kao i kod zračnog štrcanja
- Manji troškovi čišćenja i održavanja
- Manje trošenje sapnice

Prednosti u odnosu sa zračnim štrcanjem:

- Mogućnost nanosa viševiskoznog laka
- Manja uporaba komprimirnaog zraka
- Veći kapaciteti
- Manji gubici laka (za 25 %)
- Manje zagađenje radnog mjesta
- Manja buka

Nedostaci u odnosu na bezračno štrcanje:

- Otežana manipulacija štrcaljkom radi dva priključka
- Štrcaljka je skuplja (Jirouš- Rajković, predavanje: Nanošenje zračnim štrcanjem).

6. BEZRAČNO ŠTRCANJE

Kod bezračnog štrcanja premazni materijal se nalazi pod velikim hidrauličkim tlakom (100-200 bara) i pri izlasku iz sapnice (promjera 0.3-0.5 mm) raspršuje se u sitne čestice. Lak se nalazi pod visokim pritiskom i njegova potencijalna energija se pretvara u kinetičku energiju. Pri tome se postiže brzina koja je veća od kritične brzine istjecanja uz danu viskoznost, zbog čega dolazi do raspršivanja laka (Hund, 1994).

Količina laka koja se nanosi i sam oblik izlazeće struje laka regulira se tlakom i spanicama. Gubici laka manji su za oko 30%, manja je količina komprimiranog zraka

i manja je izmjena zraka u prostoriji (za oko 60 %), time se šteti na zagrijavanju prostorije.

Oprema za bezračno štrcanje sastoji se od:

- Visoko tlačne pumpe za lak (u većini slučajeva klipna)
- Štrcaljke
- Visokotlačnog crijeva
- Motora za pogon pumpe

Štrcaljka (slika 19), a osobito sapnice najbitniji su dio cijele opreme za bezračno štrcanje. Štrcaljke se mogu podijeliti na ručne i mehanizirane. Sapnice suzbog velikog trenja i abrazije izrađene od tvrdog metala i safira. Za manje viskozne materijale promjeri sapnice se kreću od 0.18- 0.28 mm, za srednje viskozne 0.28-0.46 mm, a za jako viskozne od 0.46-0.91 mm (Hund, 1994).



Slika 19. Štrcaljka za bezračno štrcanje (https://www.carlisleft.com/)

Kod bezračnog štrcanja odmah se razvija intezivni mlaz i ne može se laganim povlačenjem oroza mlaz smanjiti kao kod klasično štrcanja. Štrcaljka je otvorna ili zatvorena, što znači da štrcaljka treba biti u pokretu pri potezanju oroza. Lak dolazi u većoj količini na površinu obratka i kako ne bi došlo do curenja laka potrebna je veća brzina pomaka štrcaljke. Debljina sloja koja se postiže ovom metodom nanošenja veća je nego pri nanošenju zračnim štrcanjem. Udaljenost pištolja od obratka mora biti 300- 400 mm. Močila se nanose kod tlaka od 80- 120 bara (Hund, 1994).

Prednosti bezračnog štrcanja u usporedbi sa zračnim:

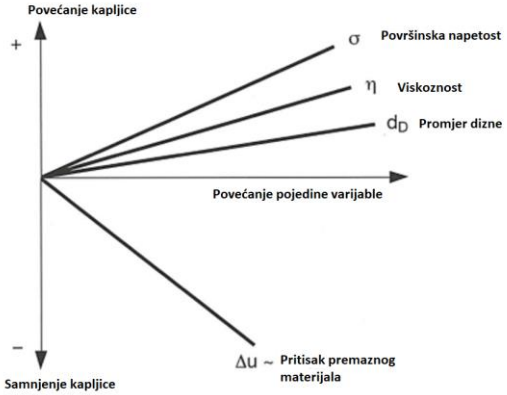
- Velika brzina rada, veća produktivnost
- Lagano rukovanje pištoljem
- Manji gubici laka (do 30%)

- Manje onečišćenje radnog mjesta
- Manja emisija otapala
- Moguće nanošenje viskoznijih lakova
- Manja potrošnja komprimiranog zraka

Nedostaci u usporedbi sa zračnim štrcanjem:

- Relativno visok trošak čišćenja i održavanja
- Skupa oprema
- Veliko trošenje sapnice (volframova obloga)
- količina nanosa ne može se regulirati za vrijeme štrcanja
- izražena granica mlaza
- povećani investicijski troškovi (Hund, 1994).

Na slici 20 prikazan je dijagram utjecaja pojedinih čimbenika na promjer kapljice premaznog materijala tijekom bezračnog štrcanja. Povećanjem površinske napetosti i viskoznosti premaznog materijala, te povećanjem promjera dizne (sapnice) povećava se promjer kapljice premaznog materijala. Međutim, promjer kapljice premaznog materijala smanjuje se smanjenjem pritska tijekom (Goldschmidt., Streitberger, 2002).



Slika 20. dijagram osjetljivosti varijabli koje utječu na bezračno štrcanje (Goldschmidt., Streitberger, 2002)

7. ELEKTROSTATSKO ŠTRCANJE

Kod zračnog štrcanja premaznog materijala stvara se veliki gubitak, a posebni kod obrade rubova. Ove gubitke bilo bi moguće smanjiti ukoliko bi postojala neka privlačna sila između laka i proizvoda. Ti uvjeti postižu se, ako lak nanosimo na proizvod u jakom električnom polju (Ljuljka, 1990).

U ovoj metodi čestice laka se nabijaju električnim nabojem i istovremeno nabijanje proizvoda suprotnim nabojem. Rezultat električnog nabijanja je taj da se pojavljuju privlačne sile između laka i proizvoda.

U procesu nanošenja laka u elektrostatičkom polju postoje faze:

- Eelektričko nabijanje
- Raspršivanje
- Gibanje materijala
- Taloženje na proizvod

- Električno nabijanje može biti:
  - Ionsko nabijanje
  - Kontaktno nabijanje

- Raspršavanje:
  - Čisto elektrostatsko raspršavanje
  - Mehaničko raspršavanje potpomognuto elektrostatskim (Ljuljka, 1990)

Kod čistog elektrostatskog raspršavanja, zahvaljujući koronirajućem efektu na oštrim rubovima, dolazi do izvlačenja laka u obliku vlakana okomito na rub. Kada električne sile premaše površinsku napetost vlakno puca u sitne čestice koje zahvaljujući površinskoj napetosti formiraju okrugle kapljice.

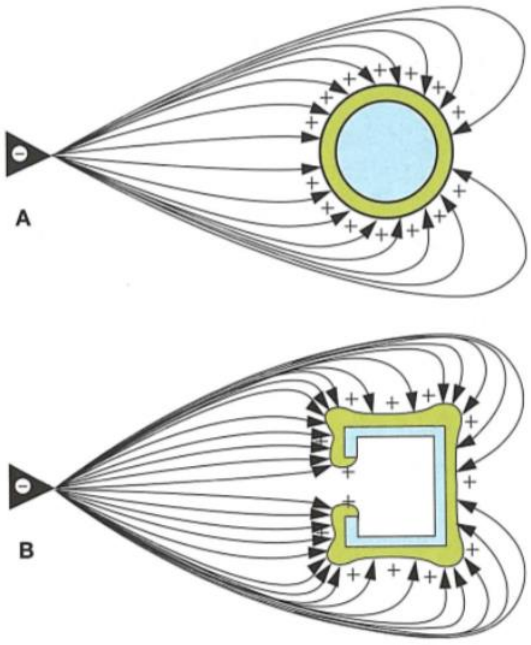
Kod mehaničkog raspršavanja zračnim i bezračnim štrcaljkama u kanalu kojim prolazi lak postave se elektrode u obliku igle koje strše prema van do 10 mm. Energija kapljice se mora smanjiti kako bi ju elektrostatske sile privukle. To naravno zahtjeva smanjenje tlaka zraka ili laka i povećanje sapnice čime se pogoršava kvaliteta raspršivanja (Ljuljka, 1990).

Kod mehaničkog raspršivanja brzim rotacionim tijelima lak se zahvaljujući centrifugalnoj sili razvuče u rotirajuću zavjesu koja se na rubu kida u sitne čestice. Čestice pod utjecajem polja putuju prema obratku.

U električnom polju čestice putuju na proizvod i talože se na njemu. Velik utjecaj na taloženje ima oblik proizvoda i njegova svojstva. Za ovaj način nanošenja optimalna vodljivost je oko 10^{-7} do 10^{-4} om^{-1}, što odgovara vlažnosti drva od oko 10-12 %. Otvrdnjavanjem i sušenjem lakova njihova se vodljivost u pravilu smanjuje kod lakova koji se nanose u elektrostatičkom polju bitno je da nisu eksplozivni u smjesi sa zrakom.

Primjenjuju se kiselootvrdnjavajući, poliesterski i poliuretanski lakovi. Ponekad se primjenjuju i nitrocelulozni lakovi. Lakovi za nanošenje u elektrostatskom polju u pravilu su za to posebno podešeni (Ljuljka, 1990).

Na slici 21 prikazan je nanos premaznog materijala elektrostatskim štrcanjem. Kod elektrostatskog štrcanja obrađuje se odmah i leđna strana. Debljina sloja filma na rubovima je nešto veća nego na ravnoj plohi. Elementi (elemnt A) koji su okruglog presjeka imaju jednak sloj filma po cijeloj površini. Kod elementa B u šupljini nema sloja premaznog materijala (Faradejov kavez) (Goldschmidt., Streitberger, 2002).

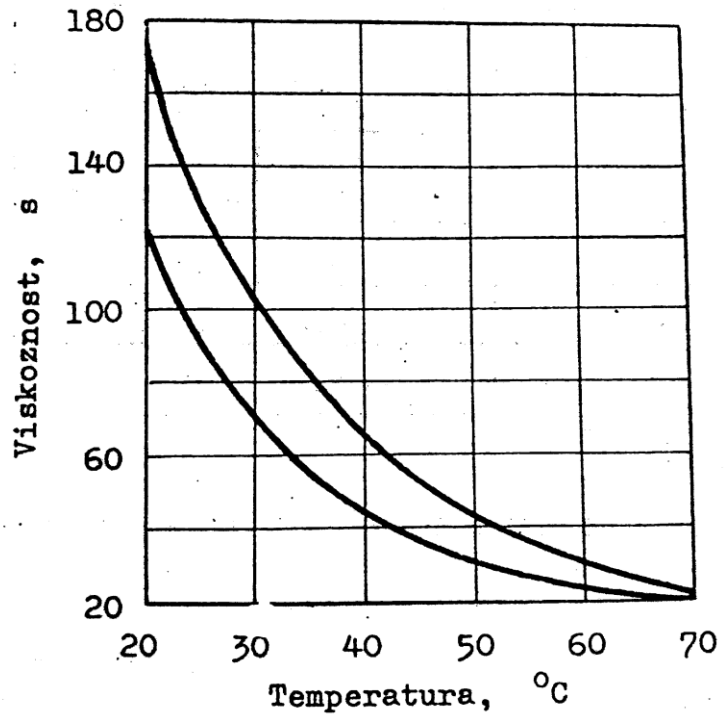


Slika 22. Debljina filma nakon elektrostatskog štrcanja (Goldschmidt., Streitberger, 2002)

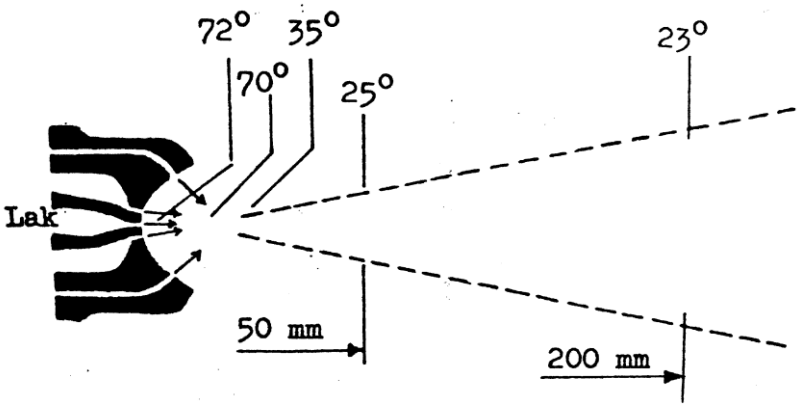
8. ZRAČNO TOPLO I VRUĆE ŠTRCANJE

Viskoznost lakova ovisi o njihovoj temperaturi i znatno se smanjuje povišenjem temperature. Zagrijavanjem se može postići željena konzistencija potrebna za nanošenje, a da pri tome ne treba dodavati razrjeđivače. Ova tehnologija se može jedino primijeniti kod lakova koji neće brzo otvrdnuti kod zagrijavanja. Štrcaljke za ovaj način su obične, ali dovod laka mora se sastojati iz dvostruke cijevi pomoću koje se ostvaruje stalna cirkulacija laka. Stalnom cirkulacijom laka ne može doći do otvrdnjavanja.

Lakovi se zagrijavaju na 70 °C, ali na površinu dolaze pri znatno nižoj temperaturi. To se dešava radi isparavanja razrjeđivača i miješanja laka i zraka. Zbog istih razloga kod nanošenja nezagrijanog laka njegova temperatura opada sa 20 °C na 10-15 °C u trenutku dodira s obratkom. Kod štrcanja zagrijanim lakom temperatura opada sa 70 °C na 20 °C. Na slici 23 prikazan je utjecaj temperature NC-laka na viskoznost, a na slici 24 raspored temperatura kod štrcanja zagrijanim lakom (Ljuljka,1990).



Slika 23. Promjena viskoznosti zagrijavanjem (Ljuljka,1990)



Slika 24. Raspored temperatura (Ljuljka,1990)

9. KABINE ZA ŠTRACNJE

Velika količina dispergiranog materijala za površinsku obradu prilikom nanošenja štrcanjem stvara veliku količinu otapala koja isparavaju u vremenu kada čestice lete od štrcaljke do obratka. Zbog toga, kao i zbog magle nastale pri štrcanju i čestica koje lete pokraj obratka ovaj se postupak obavlja u kabinama za štrcanje ili pokraj stijena za štrcanje (Ljuljka,1990).

Kabine (slika 25) i stijene (slika 26) osiguravaju odvođenje zraka o njegovo pročišćavanje od čestica laka. Pročišćavanje se obavlja suhim filtrima ili vodenim filtrima. Kod vodenih filtara zagađeni zrak prolazi kroz mlazove vode, lak ostaje u vodi i zatim uz pomoć specijalnih sredstava izazivamo taloženje laka i tako omogućujemo čišćenje (Ljuljka,1990).



Slika 25. Kabina za štrcanje(http://rondodoo.hr)



Slika 26. Stijene za filtriranje; vodena (lijevo); suha (desno) (http://itl.hr)

Kabine za štrcanje su vatrootporne i zdravstveno sigurne i imaju pozitivan protok zraka kroz cijelu kabinu za štrcanje. Pare i otapala se ispuštaju u atmosferu kroz filtere kako se ne bi zagađivao okoliš. Većina kabina za štrcanje imaju ugrađene sustave za filtriranje ili vodene zidove koji uklanjaju čvrste čestice iz zraka prije otpuštanja u okoliš. Prednosti kabina za štrcanje su:

- Sigurnost- uklanjanje štetnih čestica iz zraka
- Niža stopa osiguranja- porez na kabine za štrcanje je manji, zbog reduciranja buke, zagađenje zraka i vode
- Kvalitetnija završna obrada
- Radni prostor- poboljšanje rada u neposrednoj blizini kabine za štrcanje
- Odnos s javnošću- ispravna filtracija zraka s minimalnim zagađenjem (Hund, 1994)

Suhe kabine s usmjerivačem protoka zraka koriste mehanički način distribucije zraka u kabini i osigurava dobru filtraciju kada je potrebna. Nije potrebna voda za filtraciju. Usmjerivači protoka zraka su temeljni dio kabina za štrcanje, one usmjeravaju zrak kroz područje štrcanja i sprječavaju izlaz krutih čestica u okoliš. Krute čestice se pretežno vide kada se nanosi manja količina premaznog materijala i kada je postupak povremen, a ispušteni zrak ne mora biti bez čestica boja.

Prednosti usmjerivača protoka zraka:

- Niska cijena
- Osigurava jednoličan protok zraka kroz kabinu i uklanja sporne čestice kod sušenja

- Lagan ako je opterećenje poda problem
- Pogodan za više vrsta materijala
- Pogodan za ograničenu proizvodnju gdje se u pravilu ne potroši više od 8 litara premaznog materijala u danu
- Niska cijena ugradnje
- Nije potrebna zamjena filtera (Hund, 1994)

Ograničenja usmjerivača protoka zraka:

- Ograničena filtracija malih čestica premaznog materijala
- Prepreke se moraju ukloniti kada se nakupi previše boje
- Napravljene da izdrže samo određenu količinu proizvodnju
- Ne podnosi sve materijale- preferiraju se sporo sušivi premazni materijali (Hund, 1994)

Kabine za štrcanje sa filterima imaju mehanički način filtriranja zraka koji prolazi kroz filtere. Filteri služe i kao sredstvo za ravnomjerno raspoređivanje protoka zraka kroz kabinu za štrcanje. Kako se na filtere nakupljaju čestice premaznog materijala on se zapuni, stoga je potrebno zamijeniti filtere. Potrebno je postaviti manometar za očitavanje tlaka zraka na stranu kabine za štrcanje sa pilot cijevi na ispušnoj strani filtera kako bi se izmjerio pad tlaka zraka. Filteri se moraju zamijeniti kada se na manometru pokaže povećanje od 25 inča. Pad tlaka se uobičajeno očitava u inčima po stupnju porasta u stupcu vode.

Prednosti kabine za štrcanje sa filterima:

- Nije potrebna voda
- Nema složenih zahtjeva za vodu
- Lagan ako je opterećenje poda problem
- Jednostavno sklapanje i instaliranje
- Niža cijena nabave od vodene kabine za štrcanje
- Dostupno je više tipova filtera za filtriranje

Ograničenja kabine za štrcanje s filterima:

- Potrebna je uobičajena zamjena filtera za vrhunsku efikasnost
- Smanjeno kretanje zraka kada su filteri zapunjeni
- Proizvodnja može biti narušena radi izmjene filtera
- Stalna nabava novih filtera

- Potrebno je pravilno zbrinjavanje filtera
- Na skladištu je potrebno imati zalihu filtera
- Potrebno je biti pažljiv ako se štrcaju različiti premazni materijali da ne bi došlo do zapaljenja (Hund, 1994)

Vodena kabina za štrcanje radi na principu cirkulacije vode po ploči gjde se radi vodena zavjesa u kabini za štrcanje. Održavanje vode vrši se pomoću pumpe koja ima tlak od 3 bara i tlak od 0.6 do 0.8 bara na mlaznicama duž glavčine koja prskaju na ploču kabine za štrcanje koja proizvodi vodenu zavjesu.

Prednosti vodene kabine za štrcanje:

- Prihvaćen od većine lokalnih zakona kao najbolja vrsta kabina za štrcanje
- Može se ispuniti svaka količina proizvodnje
- Većina premaznog materijala može se koristiti za štrcanje
- Nije potrebna zamjena filtera, plačanje filtera ili gubljenje skladišnog prostora za filtere

Ograničenja:

- Cirkuliranje vode mora biti tako složena da čestice boje plove ili potonu, a to ovisi o vrsti kabine za štrcanje
- Standardna kabina za štrcanje zahtjeva stalnu cirkulaciju vode
- Opterećenje poda može biti problem radi težine vode
- Veći početni trošak
- Premazni materijal koji ne pluta u vodi ne može se koristiti kod standardnog tipa kabine. Materijali koji stvaraju prekomjerno pjenjenje ili ne mogu potonuti ne smiju se štrcati u kabinu za štrcanje bez pumpe
- Potrebno je razmotriti zagađenje vode (Hund, 1994)

10. ROBOTI

Uređaji kojima pomičemo štrcaljke u vertikalnoj ili horizontalnoj ravnini omogućuju nanošenje na obratke relativno jednostavne konfiguracije. Za obratke složenog oblika (stolice, profilirane ploče i rubovi istovremeno) primjenjuju se roboti.

Prednsoti:

- Visoka produktivnost
- Besprijekorno ponavljanje postupaka štrcanja
- Humanizacija radnog mjesta
- Autokontrola
- Memoriranje programa štrcanja (Ljuljka,1990).

Roboti se sastoje od manipulatora, hidrauličkog /električnog upravljanja i elektroničkog kontrolnog uređaja. Manipulator imitira pokrete ljudskog kuka, remena, lakta i šake (Ljuljka,1990).

Programiranje robota vrši se na nekoliko načina:

- Ručno vođenje po određenoj putanji „play back“
- Uređajem za ručno upravljanje „teach in“
- Tekstualno programiranje
- Programiranjem „Off line“ (Ljuljka,1990)

Robote je moguće ponovno reprogramirati, oni su dizajnirani za manipulaciju i transport dijelova, alata ili za primjenu u proizvodnji gdje su programirane kretnje robota za izvođenje specifičnih zadataka. Roboti su precizniji i mogu imati bolju kvalitetu rada od ljudi, a to je ključno ako se traži visoka kontinuirana kvaliteta. Karakteristike robota:

- Visoka preciznost pozicioniranja
- Kontinuirano ponavljanje
- Nema odstupanja zbog umora
- Vrlo precizna inspekcija
- Mjerenje pomoću senzora

Roboti poboljšavaju proces proizvodnje u izgledu, kvaliteti i kvantiteti. Roboti se najviše razvijaju u sljedećim područjima:

- Brže upravljačke petlje (veća točnost i brzina kretanja)

- Jednostavnija integracija s senzorima, uključujući kontrolu sile i vida
- Inteligentna kontrola suvišnih robotskih struktura
- Off-line programiranje (http://www.bara.org.uk/robots/the-future-of-robots.html)

Automatizirana štrcaljka može štrcati skoro sve tipove proizvoda raznih veličina, oblika, boje ili materijala. Automatizirani strojevi mogu biti višenamjenski uz zamjenu nekih dijelova. Vrste robota:

- Horizontalno pomični stroj
- Stroj s rotacijskom štrcaljkom
- Stroj s vretenom
- Vertikalno pomični stroj (Hund, 1994)

Horizontalno pomični stroj pomiče štrcaljku samo horizontalno, a transporter pomiče u stroj drvene, čelične i ostale pločaste materijale. Štrcaljke su fiksno pričvršćene pod točno određenim kutom. Ova vrsta štrcanja može se nazvati serijskom proizvodnjom. Kada se koristi štrcaljka sa 15 centimetara udaljenosti proizvod će se pomicati 8 centimetara po jednom potezu štrcaljke. Preklop štrcanja je jedna polovina prethodnog poteza štrcaljke. Preporučena brzina transportera je do 762 centimetra po minuti (P. Hund, Spray applications for furniture finishing).

Stroj s rotacijskom štrcaljkom radi na istom principu kao i horizontalno pomični stroj, ali ima mogućnost veće brzine transportera. Štrcaljke se rotiraju 20 okretaja u minuti i prekrivenost obratka je povezana s pomakom transportera. Prekrivenost obratka vrši se s preklopnim lukovima u seriji. Stroju s štrcaljkama na četiri ruke brzina od 1500 centimetara po minuti. Ovaj stroj ima ograničenje zbog rotacijskih brtvila koje koristi (P. Hund, Spray applications for furniture finishing).

Stroj s vretenom je automatski sustav štrcanja s ispušnim sustavom, transporterom i štrcaljkom. Većina proizvoda koji se obrađuju na ovom stroju su cilindričnog ili kuglastog oblika. Kvadratni oblici zahtijevaju dva rotacijska dijela. Obradak je smješten na specijalno dizajniran transporter s rotacijom obratka ispred štrcaljke. Za dobar završni proizvod obradak se mora najmanje dva puta okrenuti ispred svake štrcaljke (P. Hund, Spray applications for furniture finishing)..

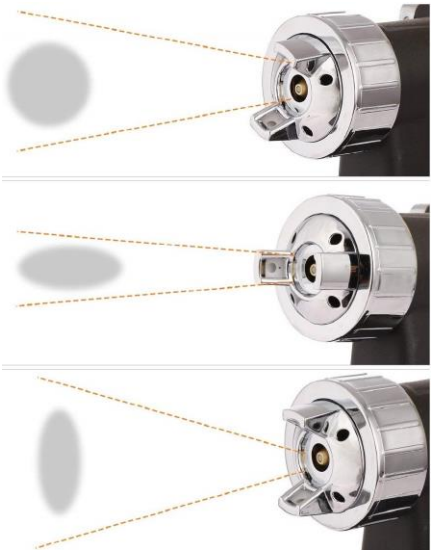
Vertikalno pomični stroj dizajniran je za vertikalne (gore i dolje) poteze štrcaljke. Ovaj stroj se u pravilu koristi s stropnim transporterima, ali se može koristiti

i sa drugim tipovima. Dizajn ovog stroja i kontrole su određene veličinom, oblikom, tipom premaznog materijala, zahtjevima proizvoda i finacijama kojima raspolaže kupac (Hund, 1994).

11. PRAVILA NANOŠENJA LAKOVA

11.1. Podešavanje štrcaljke

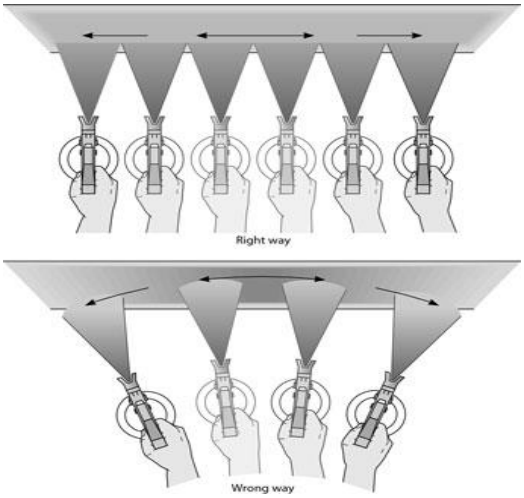
Finoća mlaza za štrcanje određena je dotokom zraka koji izlazi iz centralnog dijela na dizni. Zrak dolazi do regulacijskog ventila na štrcaljki preko crijeva iz kompresora gdje se zrak komprimira. Količinu zraka možemo precizno namjestiti pomoću ventila na štrcaljki. Regulacijom vijka za kontrolu zraka i položaja dizne možemo postići plosnati ili okrugli mlaz (slika 27). Podešavanjem količine zraka podešava se i širina mlaza. Kapacitet prskanja podešava se izborom veličine dizne i podešavanjem vijka za količinu premaznog materijala. Veličina sapnice se odabere tako da je prilikom lakiranja sapnica potpuno otvorena, time se omogućava ravnomjeran protok materijala i rad sa štrcaljkom je jednostavniji (Jaić, 2005).



Slika 27. Položaj dizne i oblik mlaza (https://www.amazon.com/)

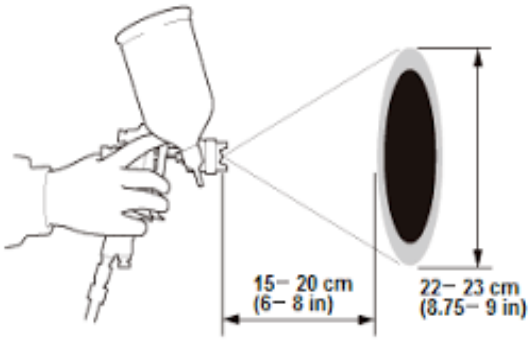
11.2. Nanošenje premaznog materijala

Štrcaljka se treba držati paralelno sa površinom, mlaz mora biti ujednačen i brzina pomicanja štrcaljke mora biti ujednačena. Na slici 28 prikazan je pravilan način (right way) i nepravilan način (wrong way) pomicanja štrcaljke. Kod nepravilnog načina štrcanja dolazi do neujednačenosti debljine filma i gubitka premaznog materijala (Jaić,2005).

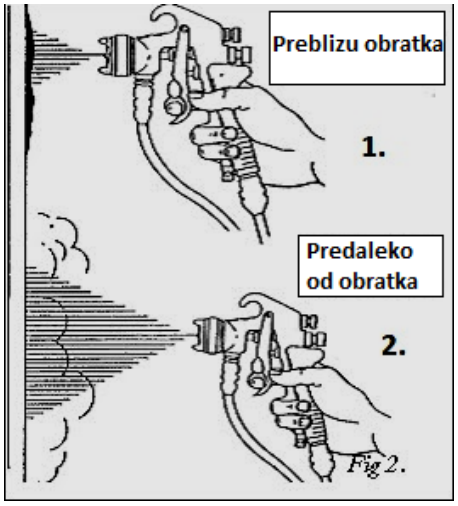


Slika 28. Pravilan i nepravilan način pomicanja štrcaljke (https://www.revistadinlemn.ro)

Štrcaljka mora biti 15 do 20 centimetara udaljena od površine obratka (slika 29). Kada se štrcaljka nalazi preblizu obratku mlaz će biti koncentriran na malu površinu i dolazi do grešaka obrade (slika 30-1). Ako je udaljenost veća, lak će se teško razliti po površini i dolazi do pojave „magle“ i lak će loše prianjati za površinu obratka (slika 30-2) (Jaić,2005).



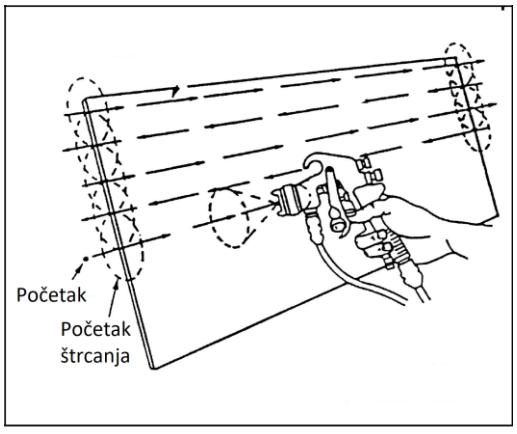
Slika 29. Pravilna udaljenost (http://techinfo.honda.com)



Slika 30.- 1. Preblizu obratku;- 2. Predaleko od obratka (https://thietbiphunsonvietnam.com)

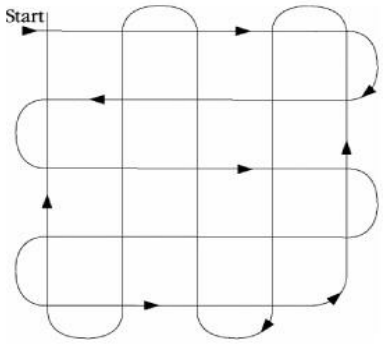
Da bi dobili kvalitetno obrađenu površinu sa zadovoljavajućim dekorativnim svojstvima i optimalnim učinkom, osim odgovarajućeg podešavanja svih ovih parametara, potrebno je pravilno rukovanje štrcaljkom. Nepravilno korištenje štrcaljke može prouzročiti velike probleme kod homogenosti debljine filma i značajno smanjiti iskoristivost premaznog materijala (Jaić, 2005).

Osnovna tehnika štrcanja ravnih ploča (slika 31). Nanošenje laka započinje se izvan obratka i isto tako se završava izvan obratka, kako ne bi došlo do neujednačenosti filma laka na krajevima obratka (ITW Industrial Finishing, 2001).



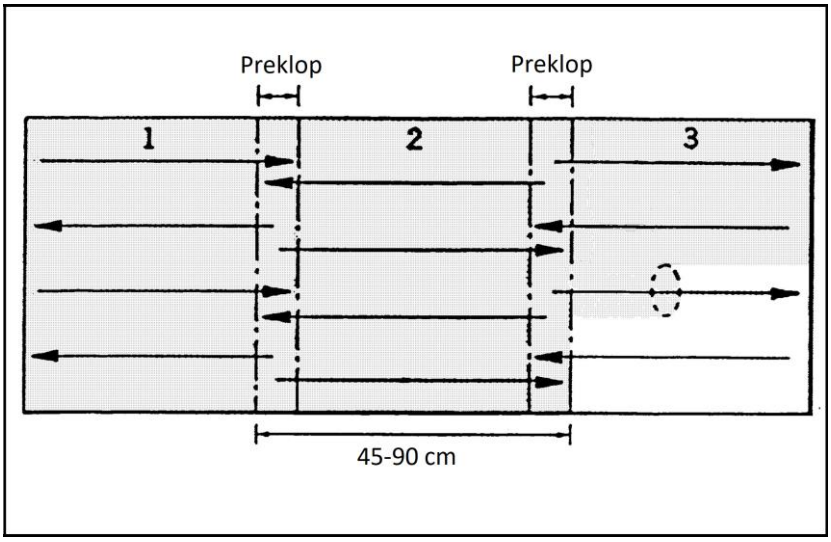
Slika 31. Osnovna tehnika štrcanja (ITW Industrial Finishing, 2001)

Kada se obrađuju veće površine koristi se metoda unakrsnog štrcanja kao na slici 32. Ova metoda podrazumijeva nanošenje laka u dva prolaza, a time se dobiva jednaka debljina filma laka na cijeloj površini (Jaić, 2005).



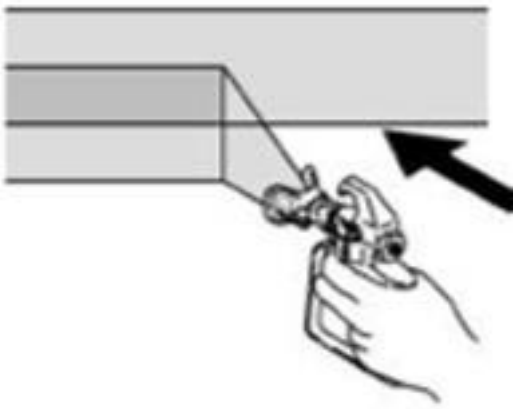
Slika 32. Unakrsno štrcanje (ITW Industrial Finishing, 2001)

Dugački elementi mogu se štrcati vertikalnim potezima, ali većina radnika ima bolju kontrolu sa prirodnim horizontalnim potezima štrcaljke. Stoga se štrcanje provodi u nekoliko zona (slika 33), potezi su u pravilu dužine od 45 do 90 centimetara. Ova metoda koristi isti način štrcanja kao i kod manjih elemenata, ali se svaka zona mora preklapati sa prethodnom oko 10 centimetara (ITW Industrial Finishing, 2001).



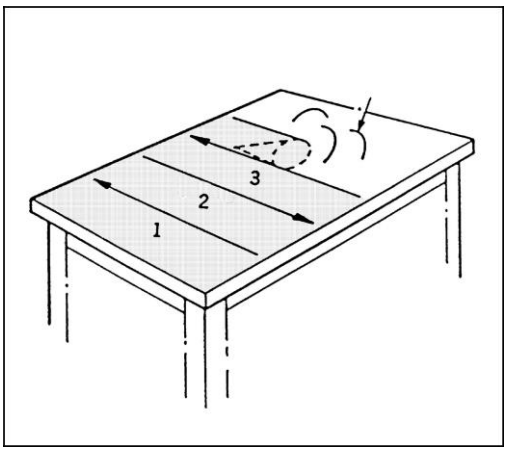
Slika 33. Štrcanje u nekoliko zona (ITW Industrial Finishing, 2001)

Kada se lakiraju horizontalne ili vertikalne površine, potrebno je preklapanje traka premaznog materijala do polovine širine trake kao na slici 34, kako bi se dobila ista debljina filma. Ako se trake pravilno ne preklapaju može doći do formiranja zone tamnije boje (Jaić,2005).



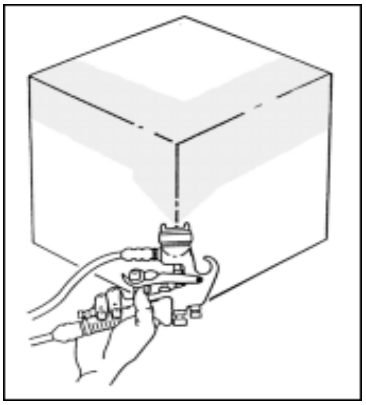
Slika 34. Štrcanje preklapanjem (http://magnum.graco.com)

Za štrcanje horizontalnih površina jedna od opcija je započeti štrcanje po užem dijelu obratka (slika 35). Bitno je koristiti premazni materijal koji se brzo suši (ITW Industrial Finishing, 2001).

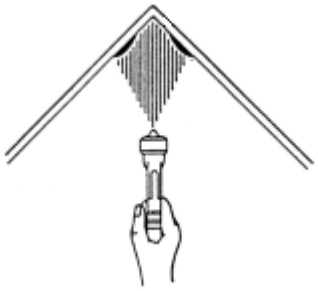


Slika 35. Horizontalna površina (ITW Industrial Finishing, 2001)

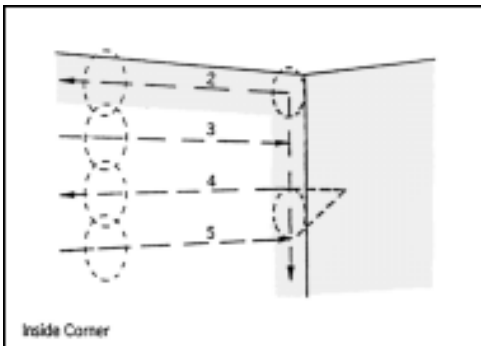
Prilikom štrcanja vanjskih rubova obratka kao na slici 36., prvo je potrebno obraditi rubove sa jednim prolazom, a zatim ostalu površinu pomoću metoda koje su prije navedene. Na slici 37. je prikazan način štrcanja unutrašnjih rubova gdje dolazi do većeg nakupljanja premaznog materijala na stranice obratka nego u ugao obratka. Ukoliko se radi brzo mogu se dobiti zadovoljavajući rezultati. Ako je potrebna bolja pokrivenost površine i ravnomjerniji nanos materijala, tada bi trebalo štrcat svaku stranicu obratka posebno kao na slici 38. Ovom metodom izbjeći će se štrcanje površine obratka dva puta (Jaić, 2005).



Slika 36. Obrada vanjskih rubova (Jaić, 2005)



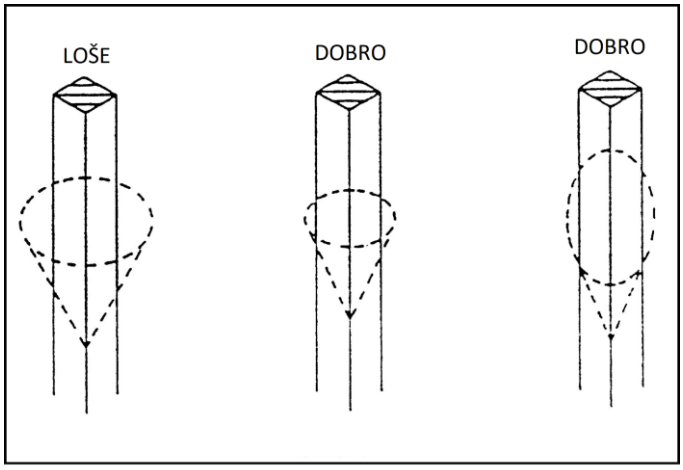
Slika 37. Obrada unutarnjih rubova (Jaić, 2005)



Slika 38. Pravilna obrada unutarnjih rubova (Jaić, 2005)

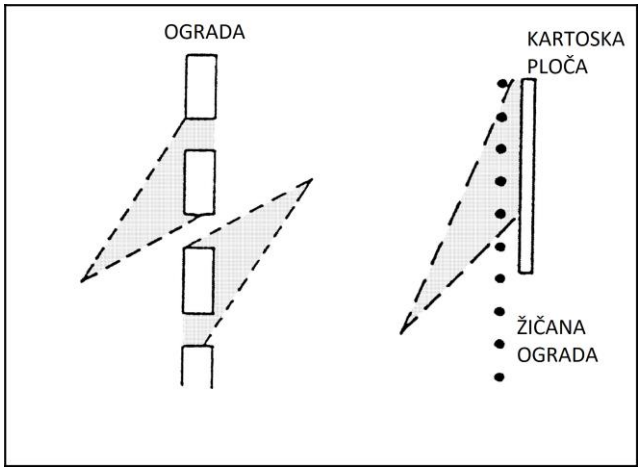
Prilikom štrcanja uskih elemenata mora se prilagoditi mlaz štrcaljke i elementi moraju biti pravilno postavljeni.. široki horizontalni mlaz se ne smije koristiti kod štrcanja uskih elemenata. Manji horizontalni ili veći vertikalni mlaz se koristi kod štrcanja uskih elemenata bez prekomjernog gubljenja premaznog materijala.

Uobičajeno se koristi manja štrcaljka ili okrugli mlaz za koncentrirano štrcanje koji imaju veći domet. Narančina kora uobičajen je rezultat štrcanja ove metode, ali ona je korisna za oblaganje površina gdje nije moguće normalno štrcanje zbog nedostupnosti ili dometa štrcanja (slika 39) (ITW Industrial Finishing, 2001).



Slika 39. Izbjegavanje gubljenja premaznog materijala (ITW Industrial Finishing, 2001)

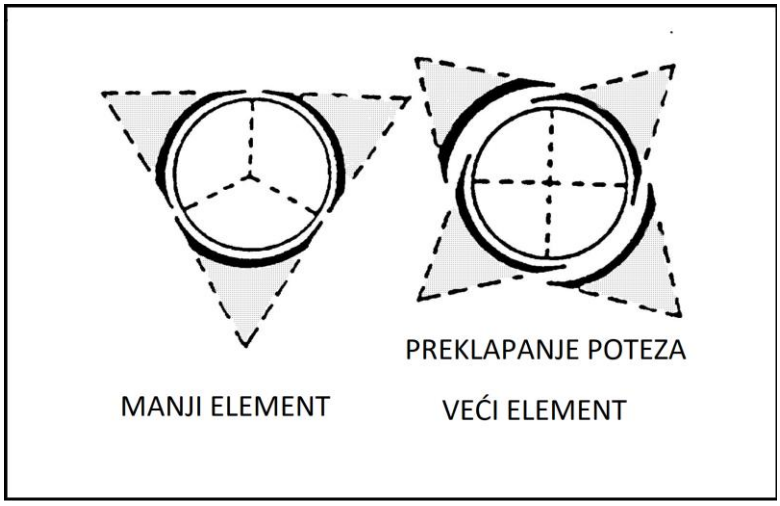
Štrcanje ograda, škura i sličnih elemenata na otvorenome provodi se sa namjerom da premazni materijal obuhvati najveću površinu elemenata sa svakim pomakom štrcaljke, a kut štrcanja pokriva lice i rubove u jednom pomaku gore dolje (slika 40) (ITW Industrial Finishing, 2001).



Slika 40. Štrcanje na otvorenome (ITW Industrial Finishing, 2001)

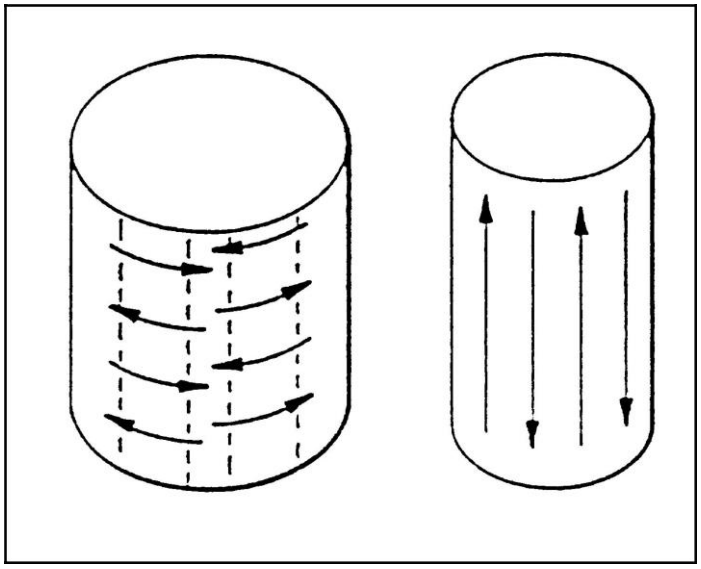
Drvena ograda se može štrcati pod kutem s jednim prolazom gore dolje sa svake strane. Žičana ograda također se može štrcati na isti način kao i drvena ograda i korisno je iza ograde postaviti kartonske ploče kako se ne bi gubi premzani materijal.

Mali, cilindrični oblici kao noga stola su idealne za štrcanje okruglih uzoraka vertikalnim pomacima, korištenjem tri ili četiri preklapanja poteza štrcaljke za potpuno prekrivanje (slika 41) (ITW Industrial Finishing, 2001).



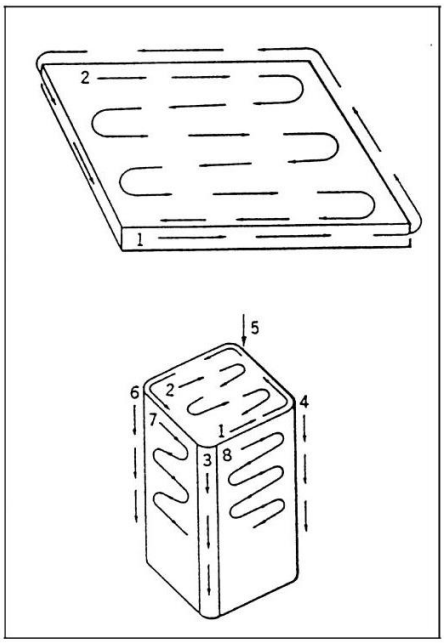
Slika 41. Štrcanje cilindričnih oblika (ITW Industrial Finishing, 2001)

Kod važnih elemenata potrebno je povećati efikasnost štrcanja postupkom kontinuiranog štrcanja i pomaka sve dok element nije završen. To nužno ne znači da se cijeli element mora štrcati bez gašenja štrcaljke. Veći promjeri cilindričnih elemenata uobičajeno se štrcaju isto kao i ravni elementi, osim što su pomaci štrcaljke kraći (slika 42) (ITW Industrial Finishing, 2001).



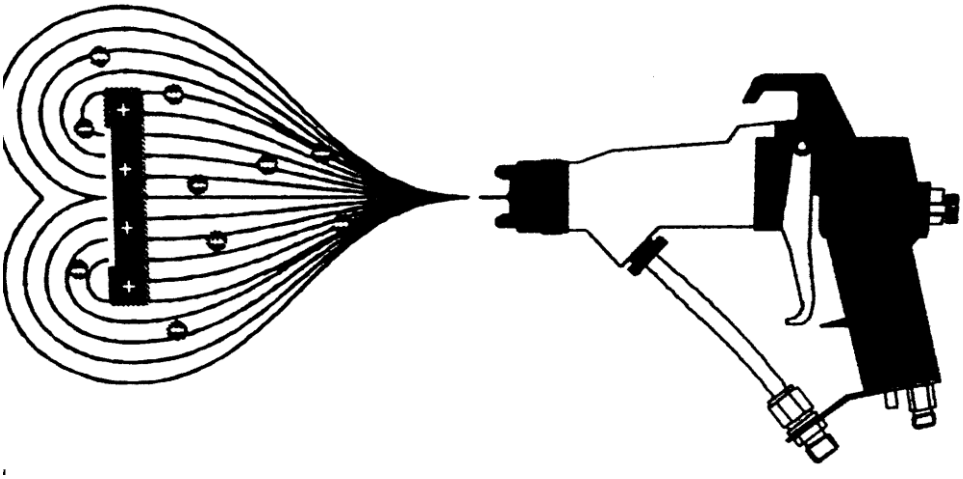
Slika 42. Štrcanje cilindričnog elementa većeg promjera (ITW Industrial Finishing, 2001)

Na slici 43. vide se načini štrcanja elemenata gdje se u potpunosti prekrije površina u jednom ili više kontinuiranih pomaka štrcaljke (ITW Industrial Finishing, 2001)



Slika 43. Načini štrcanja u jednom ili više kontinuiranih pomaka (ITW Industrial Finishing, 2001)

Konvencionalno zračno elektrostatsko štrcanje zahtjeva malo povećanu udaljenost od obratka tijekom štrcanja. Kada je štrcaljka dovoljno udaljena dobije se najbolja iskoristivost premaznog materijala, premazni materijal napravi omotač oko obradka i prima se na obradak (slika 44). Zbog toga i bržeg isparavanja radi elektrostatskog efekta, otapalo bi trebalo mijenjati u sporo isparavajuće otapalo (ITW Industrial Finishing, 2001).



Slika 44. Elektrostatski način štrcanja (ITW Industrial Finishing, 2001)

11.3. Problemi, uzroci i rješenje problema štrcanja

Problem	Uzrok	Rješenje problema
Gornji ili donji- krivi uzorak raspršivanja 	1. Začepljene rupe dizne 2. Prepreka na vrhu dizne 3. Dizna je nečista	1. Očistiti, zamijeniti s nemetalnom diznom 2. Očistiti 3. Očistiti
Lijevi ili desni krivi- krivi uzorak raspršivanja 	1. Začepljene rupe dizne 2. Nečistoča na desnoj ili lijevoj strani dizne	1. Očistiti, zamijeniti s nemetalnom diznom 2. Očistiti
Središnji- krivi uzorak raspršivanja 	1. Tlak laka previsok za atomizaciju zraka 2. Protok laka premašuje kapacitet dizne 3. Regulator za podešavanje raspršivača je previše zatvoren 4. Prenizak tlak zraka 5. Slabo viskozan materijala	1. Regulirat pritisak zraka i laka do pravilnog uzorka raspršivanja 2. Povećat diznu ili regulirat protok laka 3. Prilagodit 4. Prilagodit tlak zraka 5. Regulirat do odgovarajuće viskoznosti
Odvojeni uzorak raspršivanja 	1. Regulator za podešavanje laka je previše otvoren 2. Previsok tlak zraka 3. Pritisak laka je prenizak 4. Premala dizna	1. Smanjiti vijak za podešavanje laka 2. Smanjiti tlak zraka 3. Povećati pritisak laka 4. Promijeniti na veću diznu

Tablica 3. Problemi, uzroci i rješenje štrcanja (ITW Industrial Finishing, 2001)

12. ZDRAVLJE I SIGURNOST

Spremište lakova i lakirnice su opasno mjesto za rad. To je posao gdje se radi s malim česticama premaznog materijala koji šteti plućima, otrovima i kancerogenim kemikalijama, visoko zapaljivom tekućinom i visokotlačnim tekućinama i plinovima. Kako bi se zaštitilo zdravlje radnika, neophodno je da se poštuju procedure i da je ispravna zaštitna odjeća i oprema (ITW Finishing U.K., 2000).

12.1. Maske i respiratori

Mnogi poslovi u drvnoj industriji zahtijevaju nošenje zaštitnih maski i respiratora. U industriji se koristi četiri vrste zaštite dišnog sustava:

1. Maska bez filtera
2. Respirator s filterom
3. Respirator s dovodom zraka
4. Respirator kaciga s dovodom zraka (Hund, 1994)

Respiratori su nužni iz dva razloga:

1. Neke vrste respiratornih zaštita su regulirane zakonom o zdravlju i sigurnosti.
2. Iako ponekad nisu respiratori po regulativama potrebni, iz vlastite sigurnosti ih je potrebno nositi (ITW Industrial Finishing, 2001)

Maske bez filtera (slika 45) koriste se za zaštitu od udisanja piljevine i prašine. Nije preporučeno da se koristi za štrcanje (Hund, 1994).



Slika 45. Maska bez filtera (http://www.delecto.hr)

Respirator je maska koja je prikazana na slici 46 i nosi se preko usta i nosa kako bi se spriječilo udisanje čestica nanosnog premaza, prašine i para. Ugljični filteri

respiratora čiste onečišćeni zrak prilikom nanošenja premaznog materijala. Filteri se moraju mijenjati kada se otežano diše kroz respirator ili kada proizvođač navede na uputama (Hund, 1994).



Slika 46. Respirator (https://www.dipyourcar.com)

Respirator s dovodom zraka (slika 47) koristi se gdje je zrak jako onečišćen i tamo gdje se zahtjeva korištenje ove opreme. Većina premaznih materijala s otvrđivačem sadrži različite oblike izocijanata i zahtjeva ovaj oblik zaštite (Hund, 1994).



Slika 47. Respirator s dovodom zraka (https://sassafety.com)

Respirator kaciga s dovodom zraka (slika 48) ne osigurava samo dovod sviježeg zraka, već i štiti cijelo lice od štetnih tvari u zraku (Hund, 1994).



Slika 48. Respirator kaciga s dovodm zraka (https://sassafety.com)

13. ZAKLJUČAK

Razvojem metoda štrcanja premaznog materijala došlo je razvoja novih tehnika štrcanja, kao što su: zračno, mješovito zračno-bezračno, bezračno, elektrostatsko, hladno, toplo i vruće štrcanje. Svaka metoda je razvijena s ciljem maksimalne iskoristivosti premaznog materijala, efikasnosti štrcanja i kvalitete štrcanja. Kod svake metode i dalje nailazimo na problem gubitka premaznog materijala. Razvojem tehnika štrcanja razvijale su se štrcaljke. Svaki postupak nanošenja premaznog materijala ima određenu štrcaljku s određenom diznom i komponentama štrcaljke kako bi se premazni materijal mogao štrcati. Štrcaljke rade pod određenim tlakom i s premaznim materijalom koji odgovara za taj postupak štrcanja. Ukoliko se ne nanose velike količine premaznog materijala u danu tada se koriste štrcaljke sa spremnikom na štrcaljki, a ako se koristi veća količina premaznog materijala tada se do štrcaljke cijevima dovodi premazni materijal iz spremnika.

Kod bezračnog štrcanja koristi se pumpa koja stvara pritisak kao bi se premazni materijal mogao štrcati. Kod zračne metode štrcanja koriste se kompresori, on je osnovna komponenta zračnog štrcanja. Kompresor atmosferski tlak iz okoline tlači u spremnik za komprimirani zrak. Pomoću kompresora i štrcaljke možemo kontrolirano ispuštati komprimirani zrak iz spremnika što nam omogućuje kvalitetno raspršivanje premaznog materijala. Komprimirani zrak stvara podtlak ili tlak u štrcaljki i tako omogućuje izlaz premaznog materijala kroz diznu.

U posljednje vrijeme povećan je razvoj robota za štrcanje. On nam omogućuje visoku produktivnost, povećanu kvalitetu, besprijekorno ponavljanje radnji i humanizaciju radnog mjesta.

Štrcanje je jednostavan i lagan postupak, ali je potrebno poznavati pravila nanošenja premaznog materijala. Potrebno je znati pravilno namjestiti štrcaljku. Veličina otvora dizne bitan je faktor kod štrcanja, ukoliko znamo koji premazni materijal ćemo koristiti potrebno je odabrati pravilnu diznu. Zatim je potrebno namjestiti tlak i količinu izlaza premaznog materijala na regulacijskim vijcima štrcaljke. Kada smo podesili štrcaljku potreno je znati pravilno držanje i rukovanje kod nanošenja premaznog materijala. Različitim metodama štrcaju se ravne male plohe, velike ravne plohe, zaobljeni elementi, okrugli elementi, drvene ograde i žičane ograde.

Kabine za štrcanje postoje iz razloga kako se ne bi zagađivao okoliš i kako bi radnici imali bolje uvijete rada. One filtriraju onečišćeni zrak kroz razne filtere, koji mogu biti suhi i vodeni. Također pridonose zdravlju i sigurnosti radnika, a svaki radnik dodatno još nosi zaštitnu odjeću i opremu. Prilikom štrcanja radnik mora zaštiti svoje lice, odnosno dišni sustav. Stoga nose maske ili respiratore. Maske služe za zaštitu od prašine i piljevine i nisu namijenjene za štrcanje. Respiratori su namijenjeni za zaštitu prilikom štrcanja i postoji nekoliko tipova respiratora. Svaki tip respiratora je namijenjen za određen postupak štrcanja. Ukoliko je zrak malo zagađen koriti se respirator s ugljičnim filterima, a kod većeg zagađenja koristi se respirator s dovodom zraka.

14. LITERATURA

1. Goldschmidt A. i Streitberger H.-J.; BASF-Handbuch, Lackiertechnik, 2002.
2. Hund, J.P.; Spray application methods for furniture finishing, Greensboro, North Carolina, 1994.
3. ITW Finising U.K.- The ABC'¸s of Spray Equipment, 2000.
4. ITW Industrial Finishing, DeVilbiss- ABC's of Spray Finishing, 2001.
5. Jaić, M; Nanošenje lakova vazdušnim prskanjem, 2005.
6. Jirouš.Rajković, V.; Predavanje, Metode nanošenja lakova, 2017. (https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1595839/mod_resource/content/2/Nanosenje_lakova-prediplomski_studij2012.pdf), 20.08.2018.
7. Jirouš.Rajković, V.; Predavanje, Nanošenje zračnim štrcanjem, 2017. (https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1595840/mod_resource/content/2/Nanosenje_lakova_strcanjem1-zracno.pdf), 20.08.2018.
8. Jirouš.Rajković, V.; Predavanje, Zračno štrcanje s niskim tlakom, 2017. (https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1595841/mod_resource/content/2/ZRACNO_STRCANJE_S_NISKIM_TLAKOM-hvlp.pdf), 20.08.2018.
9. Ljujka, B.; Površinska obrada drva. Zagreb:Šumarski fakultet,1990.

JEDINICA S INTERNETA

1. http://www.bara.org.uk/definition-of-robots.html, 1.06.2018.
2. https://www.alatimilic.hr/shop/Profesionalni-mini-pistolj-za-prskanje-Fervi-A602A, 1.06.2018.
3. http://preview.phillro.com.au/product/suction-feed-spray-gun/, 1.06.2018.
4. https://www.harborfreight.com/64-oz-professional-hvlp-air-spray-gun-kit-62895.htm, 1.06.2018.
5. https://www.mag-commerce.com/zastupnistva/kompresori/klipni-kompresori/fiac-abt-900-1716/, 1.06.2018.

6. https://kompresori.hr/proizvodi/vijcani-kompresori/hsc-serija-direktni-pogon/, 1.06.2018.
7. https://www.amazon.de/Fuji-2202-Semi-PRO-Spray-System/dp/B00D4NPMJE, 10.07.2018.
8. https://goind.com.au/products/graco-merkur-es-air-assisted-sprayer-range?variant=38185316625, 10.07.2018.
9. https://www.carlisleft.com/en/products/product/binks-airless-75-manual-spray-gun, 10.07.2018.
10. https://www.amazon.com/Balanu-Advanced-Detachable-Container-Regulator/dp/B079G5ZNCB, 18.08.2018.
11. https://www.revistadinlemn.ro/2016/07/25/recomandari-pentru-aplicarea-lacului-prin-pulverizare/aplicare-translatie/, 12.07.2018.
12. http://techinfo.honda.com/Rjanisis/ondeny.htm, 12.07.2018.
13. https://thietbiphunsonvietnam.com.vn/anest-iwata-2-3/sung-phun-son-anest-iwata-phun-the-nao-cho-dung.html, 12.07.2018.
14. http://magnum.graco.com/howtospray/spraytechniques/, 12.07.2018.
15. http://rondodoo.hr/hr_HR/servisna-oprema/autolimarija-karoserija-termolakirnice-termokomore-komore-za-bojanje-farbanje-vozila-kamiona/termolakirnice-yoki-star/yoki-star-kalux-o, 12.07.2018.
16. http://itl.hr/odabir-kabine-za-lakiranje/, 12.07.2018.
17. http://www.lestroj.si/hr/novi-stroji/lakirna-kabina-acword-als.html, 18.08.2018.
18. http://www.delecto.hr/proizvodi/zastita-disnih-organa/ostala-zastita-disnih-organa/manly-maska-za-prasinu-r-1085-1086/, 18.08.2018.
19. https://www.dipyourcar.com/products/respirator, 01.09.2018.
20. https://sassafety.com/respiratory/supplied-air-systems/, 01.09.2018.
21. https://sassafety.com/respiratory/supplied-air-systems/, 18.08.2018.