

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2015

JOSEF HAFNER

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav techniky a automobilové dopravy



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



Technologie nanášení nátěrových hmot

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Ing. et Ing. Petr Dostál, Ph.D.

Vypracoval:

Josef Hafner

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: *Technologie nanášení nátěrových hmot* vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

„Děkuji Ing. et Ing. Petru Dostálovi, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, za odborné vedení, technické rady a podnětné připomínky.“

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o technologiích nanášení nátěrových hmot a o jejich použití. Práce je rozdělena do tří částí. První část popisuje jednotlivé technologie. Druhá část je věnována problematice nanášení práškových nátěrových hmot. Závěrečná část se zabývá porovnáním vybraných technologií, za účelem zjištění vhodnosti použití v definovaných podmínkách.

Klíčová slova: nátěrová hmota, prášková technologie, nanášení nátěrových hmot

This thesis is focused on the technologies of paint and on their application. The thesis is divided into three parts. The first one describes particular technologies. The second part is devoted to problems with the application of powder coatings. The final section presents a comparison of selected technologies with technology, so as to do determination suitability for use in defined conditions.

Key words: powder coatings, powdered technology, application of (powder) coatings

OBSAH

ABSTRAKT	6
OBSAH	7
1 ÚVOD.....	8
2 CÍL PRÁCE.....	9
3 NANÁŠENÍ A PROBLEMATIKA KAPALNÝCH NH.....	10
3.1 Natírání	10
3.2 Mokrý lakování	10
3.3 Máčení.....	14
3.4 Navalování	15
3.5 Polévání (clona)	16
3.6 Nanášení v bubnu.....	17
3.7 Kataforetické lakování	18
4 NANÁŠENÍ A PROBLEMATIKA PRÁŠKOVÝCH NH.....	21
4.1 Příprava	21
4.2 Nanášení práškových NH	26
4.3 Vytvrzování.....	30
4.4 Recyklace prášku	32
4.5 Složení práškových nátěrových hmot	33
4.6 Druhy PNH	34
5 KOMPARACE VYBRANÝCH TECHNOLOGIÍ	35
5.1 Mokrý a prášková technologie	35
5.2 Máčení a stříkání.....	38
6 ZÁVĚR	40
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	41
8 SEZNAM OBRÁZKŮ	44
9 SEZNAM ZKRATEK	44

1 ÚVOD

Nanášení nátěrových hmot je nedílnou součástí činnosti lidstva už od nepaměti. Počátek pramení v pravěku, přes Egypt a Egyptskou modř, až po technologie jak je známe dnes. První větší rozmach používání barev nastal ve středověku, kdy bylo nutné zachytit určité události. Další rozmach přišel s používáním oceli na různé konstrukce. Nastala doba, kdy se z barevných materiálů stávaly nátěrové materiály. Už nebylo stěžejní podávat informaci o odstínu, ale ochraňovat konstrukce před korozi.(dvk.cz)

S příchodem první výrobní linky na automobily bylo potřeba změnit technologii aplikaci těchto nátěrových hmot. Nanášení štětcem trvalo delší dobu a pro vytvoření souvislého nátěrového filmu bylo zapotřebí velmi zručných a praxí znalých natěračů/lakýrníků. Vzniklo tedy vzduchové stříkání nátěrové hmoty. Zde nebylo nutné takové zručnosti pro vytvoření souvislého povlaku, jako u natírání. Současně s průmyslovou revolucí se začaly vyvíjet technologie, které se vyvíjí i dnes. Přináší nám vymoženosti v podobě různých nákrusů na mobilní prostředky, nebo nanášení plastických hmot v práškovém provedení. Hnací motor pro další vývoj aplikace je ekologie a snaha o co největší využití nátěrových hmot. Tato kritéria obstojně plní nanášení s využitím magnetického pole, jako je kataforéza a elektrostatické nanášení. U těchto metod je také nižší náročnost na vytvoření souvislého nátěrového povlaku, než je tomu u vzduchového stříkání. Obě tyto metody se ve většině případů jsou řešeny, jako automatizované linky, především tam, kde se nátěrový film aplikuje na větší množství kusů. Zautomatizování má za následek přesnější nanášení a ještě souvislejší vrstvu než u jakékoliv předchozí technologie. (servind.cz)

Kromě automobilového průmyslu našly všechny tyto metody uplatnění i v jiných odvětvích. Používají se ve stavebnictví, potravinářském i lékařském průmyslu, kde moderní technologie umožňuje nános plastických hmot, nános nátěrových hmot na plastové dílce atd. Využití je tedy všudypřítomné. Každá z těchto technologií má nezastupitelné místo ve vhodnosti použití a i nadále neustále probíhá snaha o jejich zdokonalování.

V této bakalářské práci jsou popsány jednotlivé technologie, z nichž vybrané jsou následně porovnány.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce na téma „Technologie nanášení nátěrových hmot“ je vytvoření přehledu a popsání metod jednotlivých technologií nanášení, které jsou používány. Účelem následující části je popis problematiky práškového nanášení, které je stále více rozšiřováno. Dílčím cílem je bližší popis všech technologických úkonů, které jsou zahrnuty v technologii práškového nanášení nátěrových hmot. Hlavním úmyslem této práce je komparace nejpoužívanějších technologií.

3 NANÁŠENÍ A PROBLEMATIKA KAPALNÝCH NH

Tato kapitola je zaměřena na seznámení a představení problematiky jednotlivých technologií používaných v dnešní době.

3.1 Natírání

Natírání je nejzákladnější způsob nanášení NH. V této technologii je princip založen na nabírání a předání NH na povrch lakovaného předmětu.

Příprava

Každý povrch musí být dokonale očištěn a odmaštěn. Na takto ošetřený povrch můžeme štětcem, válečkem, či natírací rukavicí nanášet nátěrovou hmotu. Ve většině případů natírají laici a ti často povrch nepřipraví tak, jak ukládá technologický postup. Z toho důvodu je nutné nátěr častěji opakovat.

Nanášení

Natírání není nijak složitá technologie. Štětec je namočen do nádoby s nátěrovou hmotou podle potřeby, nejlépe však tak, aby při nanášení štětec „pleskal“. NH nanáší se tahem štětce.

Schnutí

Doba schnutí závisí na rychlosti proudění vzduchu, na teplotě a na vlhkosti vzduchu. Udává ji výrobce.

3.2 Mokrý lakování

Z pokročilých technologií lakování je mokré tou nejrozšířenější. Má velké pole působnosti z hlediska druhů lakovaných předmětů. Nejčastěji je mokré lakování využíváno pro automobilový průmysl, dále pak pro různé konstrukce a ve stavebnictví.

Příprava

Příprava pro mokré lakování není nijak snadná. Začíná se vždy umytím. Každý předmět se musí nejprve zabavit nečistot. Následně se povrch odmastí a podle potřeby se upravuje, např. tmelením. Pod finální nános odstínu musí přijít ještě vrstva plniče.

Plnič vyplní všechny rýhy a škrábance od broušení. Poté také sjednotí podkladový odstín, čímž se zamezí nežádoucí, postupné, lokální změně odstínu.

Nanášení

Nanáší se pomocí stříkacích pistolí. Tato technologie využívá k dopravě NH proud vzduchu, tzv. vzduchové stříkání.

3.2.1 Vzduchové stříkání

Hlavní a jedinou hnací silou je stlačený vzduch, který proudí ze zásobníku stlačeného vzduchu hadicí přes odkalovače, odlučovače až do stříkací pistole. Při zmáčknutí kohoutku na stříkací pistoli, se vzduch dostává do kanálků stříkací pistole až k jehle, která je v současné poloze zatlačena dozadu. V této poloze jely, vzniká prázdný otvor v ústí trysky, který je vyplněn smíšeným stlačeným vzduchem a NH. NH je gravitačně dopravována do kanálku k jehle. Následně je podtlakem nasáta k trysce, kde se smísí se stlačeným vzduchem a je rozprášena.

Technologie nástřiku vzduchovým stříkáním se používá hlavně pro dosažení maximální kvality povrchu. Zařízení pro klasické vzduchové stříkání používá pro atomizaci barvy velký objem vzduchu při tlacích 2-7 bar (20-70kPa). Výsledkem je velmi dobré rozprášení barvy, ale vyšší přestřík (vysoké ztráty barvy rozptýlené do okolí) a tím menší přenosová účinnost. V neposlední řadě také nižší produktivita. Čím více vzduchu je použito pro rozprášení barvy, tím lepší je jakost povrchu. Čím méně stlačeného vzduchu je použito, tím nižších přestříků je docíleno. Výsledkem dobré regulace vzduchu a barvy je vysoká efektivnost stříkání s minimálním přestříkem (Košťál, Spurný 2004).

Pro zvýšení produktivity a snížení ztrát, způsobených únikem barvy do okolí, byly vyvinuty tři systémy. Pro optimální výsledek je pro jednotlivé výrobky možné zvolit jednu ze tří variant:

- LP
- MP
- HP(salum.cz).

LP (HVLP) nízkotlaká technika stříkání

Pro snížení emisí a vyšší využití barvy při stříkání byla vyvinuta modifikace vzduchového stříkání - HVLP (High Volume Low Pressure). Systém HVLP používá

pro rozprašování barvy velký objem vzduchu o nízkém tlaku do 0,7 bar (70kPa). Výsledkem je nízký přestřik a vysoká přenosová účinnost (množství barvy, které se dostane na lakovaný povrch v porovnání s celkovou spotřebou barvy). Dochází k šetření materiálu až 30 % s přenosovou účinností větší než 65%.

Výsledný tvar paprsku je kruhový a šířku paprsku lze regulovat ve velkém rozsahu na pistoli (salum.cz).

MP středotlaká technika stříkání

(Medium pressure) pracuje při tlaku 0,7 – 1,5 barů (70kPa – 150KPa). Tato technika zabezpečí nízkou spotřebu materiálu a vysokou rychlost aplikace při optimálním rozprašování (salum.cz).

HP klasická vysokotlaká technika

(High pressure) splňuje nejvyšší požadavky na lakování. Extrémně kvalitní rozprašování při tlaku v rozsahu mezi 3,5 a 4 bar (350kPa – 400KPa) a velký rozsah použitelnosti (salum.cz).

Airless – bezvzduchové stříkání

Zařízení pro airless stříkání rozprašují kapalinu do malých kapiček bez použití stlačeného vzduchu. V zařízeních pro bezvzduchové stříkání se materiál protlačuje vysokým tlakem přes úzkou štěrbinu stříkací trysky. Rychle se pohybující proud kapaliny pod vysokým tlakem má dostatek energie pro překonání viskozity a povrchového napětí kapaliny. Když se dostane barva do styku se vzduchem, začne se rozpadat na větší fragmenty a nakonec kapičky, které vytvoří výsledný oblak jemně rozprášené barvy. Průtok nátěrové hmoty je určen velikostí trysky a tlakem.

Zařízení pro airless stříkání poskytuje snadný a ekonomický způsob nanášení nátěrů bez ohledu na množství sušiny.

Výsledný tvar paprsku je plochý a jeho šířku nelze regulovat s výjimkou použití stavitelných trysek (salum.cz).

Airless s přidavným vzduchem

Technologie spojující výhody obou předcházejících je dnes nejčastěji používanou pro nejrůznější aplikace. Bezvzduchový systém s pomocným vzduchem používá pneumatické čerpadlo pro dosažení vysokého tlaku (100 barů a více). Barva je pod

vysokým tlakem přivedena do pistole, kde v trysce dochází k její atomizaci. Přidáním dodatečného vzduchu o tlaku max. 2,5 bar (250kPa) do paprsku (nástřikového kužele) se zlepši rozprášení barvy a tím i kvalita výsledného povrchu.

Vysoký výkon, nízké spotřeby barev a rozpouštědel a snížení emisí je důvodem obliby této technologie nástřiku.

Výsledný tvar paprsku je plochý a jeho šířku lze v menších rozsazích regulovat na pistoli (salum.cz).

Sušení

U klasického stříkání v automobilovém průmyslu se sušení realizuje přímo v boxu, kde se před tím nanášela nátěrová hmota. Teplota by neměla přesahovat 65°C při vyšší teplotě, dojde k poničení plastových komponentů na automobilu a popraskání laku.

U stříkání povrchů, které nemůžeme nechat schnout v boxu, probíhá schnutí na otevřeném prostranství, při pokojové teplotě (Košťál, Spurný 2004).

Výhody:

- Možnost namíchání jakéhokoliv odstínu
- Nízká náročnost na chemickou předúpravu
- Nižší vypalovací teplota
- Snadná a rychlá změna odstínu
- Dosažení vysoké estetičnosti

Nevýhody:

- Riziko potečení
- Riziko přilnutí nečistot
- Ztráta plasticity
- Filtry v boxech se nedají znovu použít
- Akrylátové NH jsou méně ekologické



Obr. 1 Stříkací pistole (naradimajer.cz)

3.3 Máčení

Máčení, je technologie nanášení, kdy je lakovaný dílec ponořen do NH. Je to způsob velmi rychlý, efektivní a nenáročný na pracovní síly.

Příprava

Lakovaný předmět musí být očištěn od nečistot, rzi, okují a mastnoty.

Nanášení

Jak bylo řečeno, nanášení NH probíhá prostým namočením dílce do lázně s barvou. Používá se u dokončování ohýbaných dílců a drobných kusů nábytku. Vyžaduje velké množství nátěrové hmoty a zařízení pro ponořování dílců. Nejjednodušší zařízení se skládá z vany, ve které je nátěrová hmota a z podvěsného dopravníku pro zavěšení dílců. Přebytná nátěrová hmota odkapává do vany. Pro tento způsob nanášení se uplatňují i automatizované linky.

Rozeznáváme máčení šikmé a svislé. Při **šikmém způsobu** odpovídá tvar vany dráze podvěsného dopravníku. Za pohybu se dílce ponořují do vany a zase se z ní vynořují. Přbytek nátěrové hmoty odkapává do žlábků a vrací se do vany. Musí se kontrolovat hustota nátěrové hmoty (mění se vlivem odpařování rozpouštědla). U **svislého způsobu** se používají malé vany. Výrobky se nad vanou zastaví a spustí se do lázně, nebo se zvedá máčecí vana k výrobku (Kalendová 2003).

Sušení

Po té, co se nechá lakovaný předmět okapat, je dopravníkem dopraven nad dosoušecí plochu, nebo do komory určené k sušení. Záleží na jednotlivých provozech. (Kalendová 2003).



Obr. 2 Lakovací lázeň s barvou (bagry.cz)

3.4 Navalování

U tohoto způsobu nanášení jsou ztráty velmi nízké, protože zde nedochází ke znečištění bočních ploch. Způsob dodávání NH se liší podle konstrukce stroje. Zpravidla bývá navalovací stroj opatřen nanášecím a stíracím válcem. Dávkovací válec je kovový, aplikační válec bývá pogumován.

Příprava

Přípravení správného podkladu pro navalování se nijak neliší od přípravy u máčení.

Nanášení

NH jsou ze zásobníku dodávány k nanášecímu válci ponorným čerpadlem. Vodicí válec se nastaví podle tloušťky materiálu a pomocí dávkovacího válce se nastavuje množství nanesené nátěrové hmoty.

Sušení

Předměty, které prošly procesem navalování, se nechávají uschnout v horkovzdušných pecích, kde teplota opět nepřesahuje 60°C (Márová 2012).



Obr. 3 Navalovací zařízení (standoff.cz)

3.5 Polévání (clona)

Polévání využívá pro svou technologii gravitační spád tixotropní tekutiny.

Příprava

Příprava povrchu se nijak neliší od přípravy u máčení. Většinou se tato technologie používá u dřevěných dílů, pro ty je příprava snadnější.

Nanášení

Při polévání nátěrová hmota stéká v jemné cloně na dokončované dílce, proto se tento způsob nanášení také označuje jako clona. Tyto dílce jsou pod ní unášeny na dopravním pásu. Jeden stroj může mít i více hlav (2 nebo 3). Každá lící hlava má svůj zásobník NH. Lící hlava může být otevřená nebo zavřená, tlaková nebo beztlaková. Lící nanášecí stroje můžeme použít i pro nanášení tmelů, určených pro tento způsob

nanášení tzv. stříkacích tmelů. Z licí hlavy vytéká po celé délce štěrbin pravidelná clona.

Hlava je umístěna asi 10 cm nad lakovaným dílcem. Pokud se NH nanáší i na boky dílců, dílec se vkládá k cloně pod úhlem 60°. Následovně je dílec otočen tak, aby se nátěrová hmota nanesla i na zbývající boky. Optimální šířka štěrbin je asi 0,3 – 0,4 mm.

Nátěrová hmota, která mine dokončovací plochu, stéká do sběracího žlábků a zpět do zásobní nádrže. Odtud je přes filtr znovu čerpána do hlavy (Tesařová, Hlavatý, Čech 2014).

Schnutí

U některých modernějších linek je hned za polévání předmět zasušen, aby nedošlo k potečení. Schnutí probíhá v pecích, kde teplota nepřesahuje 60°C. Doba schnutí je závislá na druhu NH, vrstvě, proudění vzduchu a teplotě (Tesařová, Hlavatý, Čech 2014).



Obr. 4 Polévací stroj (dostupné z Aeroterm.cz)

3.6 Nanášení v bubnu

Dokončování v bubnu se používá hlavně pro malé objekty. Těhle metody se moc nevyužívá, neboť je při ní větší spotřeba NH.

Nanášení

Dílce se vloží do bubnu, do něhož se nastříká požadované množství NH. Potom se buben roztočí.

Schnutí

Po nanesení nátěru se objekty vysuší proudem vzduchu přímo v bubnu (sstohavirov.cz).

3.7 Kataforetické lakování

Kataforetické nanášení NH je jedna z nejmodernějších technologií. Tato technologie je velmi hospodárná a ekologická. Používá se pro ochranu především ocelových, pozinkovaných a hliníkových součástek, a to buď k vytvoření základní vrstvy, nebo, v poslední době stále častěji, k jednovrstvému lakování (jako jediné a tím pádem i finální povrchové úpravě). U řady výrobků lze dosáhnout podstatného zvýšení užitných vlastností a životnosti a tím i konkurenceschopnosti a prodejnosti. V řadě aplikací navíc kataforeza díky vlastnostem procesu i povlaku nemá srovnatelnou konkurenci (povrchoveupravy.cz).

Příprava

Podmínkou pro dosažení vysoké kvality celého povlakového systému je kvalitní předúprava povrchu, která musí zabezpečit očištění povrchu od mastnot, mechanických nečistot, korozních zplodin a vytvoření konverzní (fosfátové) vrstvy, která zajišťuje jednak vysokou přilnavost kataforetického laku a také zvýšení korozní odolnosti povlakového systému. Při moderní chemické předúpravě jsou používány pouze přípravky na vodné bázi. Volba technologie předúprav závisí především na stavu povrchu dílů a požadované korozní odolnosti.

Při vyšších požadavcích (např. automobilový průmysl) je používáno trikationické (Zn, Ni, Mn) jemnozrnné fosfátování, často s následnou (bezchromovou) pasivací. Standardní proces předúpravy pak zahrnuje chemické odmaštění, v případě potřeby moření, aktivaci, fosfátování, event. pasivaci a samozřejmě příslušné oplachové operace. Při nižších nárocích (např. radiátory) je často aplikováno amorfnní železnaté fosfátování, a to většinou jako sdružená operace se současným odmaštěním, které je rovněž možno doplnit pasivací. Z důvodu minimalizace přenosu iontů z lázní předúprav do kataforezní lázně je velmi důležitý kvalitní finální oplach, který musí být proveden demineralizovanou vodou (povrchoveupravy.cz).

Nanášení

Způsoby nanášení jsou dva, kataforetické lakování (kataforéza, KTL) a anaforetické (anaforéza, ATL).

Při kataforéze se používají kationické, ve vodě rozpustné, NH na bázi epoxidů, nebo akrylátů s velmi nízkým obsahem organických rozpouštědel (okolo 2 %), obsahující částice laku ve formě polymerních kationtů.

S narůstající tloušťkou povlaku roste odpor vrstvy a klesá rychlost vylučování, které pak přednostně probíhá na místech s ještě malou tloušťkou, tedy místa stíněná, v dutinách atp., tím dochází k tvorbě velmi rovnoměrného povlaku na celém povrchu včetně těžko přístupných míst. Po dosažení určité tloušťky povlaku na celém povrchu se další vylučování zastaví. Tloušťka je úměrná velikosti napětí, běžně se pohybuje mezi 15 a 30 μm , při extrémních požadavcích až okolo 45 μm . Elektricky vyloučená vrstva pevně ulpí na podkladu, přebytečný lak se opláchne.

Anaforéza je prakticky stejný princip, jen s tím rozdílem, že je předmět zapojen jako anoda a lázeň jako katoda (povrchoveupravy.cz).

Schnutí

Vyloučený povlak je nutno vypálit při teplotách okolo 170 až 190°C, kdy dochází k polymeraci a povlak získává konečné vlastnosti (povrchoveupravy.cz).

Použití

Největší použití kataforézy je v automobilovém průmyslu. Hnacím motorem této technologie je právě automobilový průmysl, hlavně pak stále se zvyšující technické a ekonomické požadavky na lakování karosérií a odnímatelných dílů. Vzhledem k vysoké kvalitě a užitným vlastnostem povlaku, ekologickým a v neposlední řadě i ekonomickým aspektům kataforéza stále více používá a stává standardem i v řadě dalších oblastí:

- Automobily (karosérie, odnímatelné díly)
- Motocykly, bicykly
- Domácí spotřebiče (pračky, ledničky)
- Elektrické přístroje
- Radiátory
- Klimatizační zařízení, ventilátory

- Kovový nábytek
- Stavební elementy (lakol.cz)

Výhody

- Ekologie (nízký obsahu rozpouštědel)
- Vysoká korozní odolnost povlaku i při relativně tenké vrstvě (i přes 1000 hod. v solné mlze)
- Dobrá přilnavost a mechanická odolnost povlaku;
- Hospodárnost (prakticky 100% výtěžnost barvy)
- Snadná automatizace
- Nízká pracnost a nízké nároky na obslužný personál;
- Nehrozí potečení
- Možnost vrchního lakování různými typy laků;

Nevýhody

- Velké pořizovací náklady
- Problémy při změně odstínu NH
- Pouze černá a bílá (lakol.cz)



Obr. 5 Kataforetické lakování (kia.com)

4 NANÁŠENÍ A PROBLEMATIKA PRÁŠKOVÝCH NH

Principem práškového lakování je nanesení prášku na povrch dílce a následné vytvrzení v peci. Prášek obsahuje pryskyřice, pigment, případně tvrdidla, aditiva a vytváří tak suchou práškovou konzistenci.

Pro aplikaci prášku na dílec se využívá stlačeného vzduchu, který po smísení s tímto práškem vytváří "tekutou směs". Aby prášek na dílci ulpěl (a nespadl dříve, než dojde k vytvrzení v peci) je mu v aplikačním zařízení dodána elektrostatická energie (je "nabíjen"). Elektrostatická energie využívá fyzikálního jevu a to, že se opačně nabitě částice přitahují. To způsobuje přitahování práškových částic ke stříkanému dílci a následné jeho ulpění na povrchu dílce (salum.cz)

4.1 Příprava

Příprava povrchů pro lakování je velmi důležitá část v technologickém postupu. Přímou ovlivňuje přilnutí nátěru, trvanlivost, vizáž a spotřebu. Příprava je soubor určitých operací. Sestává se z odmaštění, tryskání, oplachování, konverzní povlak nebo pasivace a sušení.

4.1.1 Odmaštění

Před započetím tryskání, nebo vyspravení nějakých důlků a šrámků je nezbytné povrch lakovaného předmětu odmastit. Tím se odstraní všechny oleje, soli a různé jiné nečistoty. Odmašťovat můžeme například pomocí ultrazvuku alkalickými odmašťovacími anebo organickými rozpouštědly.

Odmašťování ultrazvukem

Odmašťování ultrazvukem nelze v pravém slova smyslu považovat za novou technologii, přesto si však zaslouží pozornost, poněvadž u nás rozšířená není. Používá se jí nejenom před nanášením nátěrů, ale zvláště k čištění velmi jemných součástek a dílů v hodinářském průmyslu a před galvanickým pokovováním. Jde o využití vysokofrekvenční energie zvukových vln v kombinaci s normálními organickými rozpouštědly a saponáty. Účinky jsou v podstatě mechanické. Vysokofrekvenční vlnění budí v kapalině neobyčejně prudké mikroturbulentní jevy, které zajišťují velmi rychlé a účinné odstranění a emulgování ulpělých nečistot, zvláště tuků a olejů z povrchů kovových součástí. Čistící účinek velmi snadno pronikne i do štěrbin a prohlubní

v sestavách a dílech. K buzení vysokofrekvenčních energií jsou k dispozici generátory elektromagnetické, magnetostrikční a piezoelektrické. Nejpoužívanější jsou generátory piezoelektrické. Pomocí vysokých napětí střídavého proudu, dosahují hodnot až 1200 V, lze s úspěchem používat křemenných piezoelektrických generátorů. V poslední době se zavádějí syntetické keramické materiály, např. titaničitan barnatý, pro který stačí k buzení uspokojivých frekvencí napětí jen 120 V. Provoz takových zařízení je mnohem bezpečnější.

Technika ultrazvukového čištění je použitelná jak v alkalických, tak rozpouštědlových částicích prostředcích. Např. při použití v kapalném trichloretylenu lze dosáhnout uspokojivého stupně čistoty povrchu již za 30 vteřin ponoru v čistících lázních. Takové zdokonalení běžného postupu odmašťování v kapalných lázních se v nynější době považovat za maximum, zvláště pokud jde o doplnění čistícího účinku organických rozpouštědel. Pomocí ultrazvuku se značně zlepši rozpouštěcí schopnosti, a jak již bylo řečeno, dosáhne se vysokého stupně čistoty i na poměrně špatně přístupných místech, jako jsou štěrby, mezery, otvory atp. (kreintek.cz).

Alkalické odmašťovadla

Používá se roztoku hydroxidu sodného nebo uhličitanu sodného o koncentraci 10%. Odmašťovat můžeme povrch materiálu buď ponorem do lázně, kde je nutné, aby roztok proudil, nebo použitím s vysokotlakého aplikátoru. V lázni odmašťujeme minimálně 5 minut, maximálně 10 při teplotě kolem 60° C. Roztok reaguje s mastnotou, z čehož vzniká emulze, která se vlivem gravitace sama odstraní, nebo jí odstraní obsluha u členitějších předmětů. U van vyplouvá emulze nahoru, kde je odstraněna (vutbr.cz).

Organická rozpouštědla

Organická rozpouštědla jsou hořlavá (petrolej, benzín, benzen) i nehořlavá (trichloretylen, perchlorethylen, chlorované uhlovodíky, uhlovodíky).

Oproti alkalickým odmašťovačům, je možnost aplikování organických rozpouštědel několika způsoby. Postřikem a ponorem, to je principiálně stejné jako u alkalických odmašťovadel.

Parní odmaštění, kde je důležité, aby povrch nebyl nijak zvlášť ohřátý, pára zkondukuje na studenějším povrchu a pak stéká (vutbr.cz).

4.1.2 Mechanická předpřípava

Samotné tryskání se dříve považovalo za náhradu proti odmašťování, neboť otryskaný povrch budí podobu dokonale čistého povrchu. Pravdou je, že se tak neděje. Tryskání nezajistí odstranění mastnoty, nebo emulzí. Proto je nutné předměty před tímto úkonem opláchnout. V porovnání nanesení nátěrové hmoty na povrch odmaštěný a otryskaný a na povrch odmaštěný neotryskaný bylo zjištěno, že tryskání povrchu materiálu mnohonásobně zvyšuje přilnavost a tím i pevnost nátěru (Mohyla 2006). Tato operace má, kromě výše uvedených výhod, i nějaké nevýhody.

Tryskáním je rozrušena hladkost povrchu. Rozrušením hladkosti povrchu je jeho lakovaná plocha lehce zvýšena, a protože nátěrová hmota dokonale kopíruje povrch, je zvýšena i její spotřeba. Při chybném odmaštění je následně mastnota zatlučena do povrchu lakovaného předmětu. To má za následek špatné přilnutí. To zase ovlivní pevnost, dobu životnosti a také vznik flíčků v odstínu nátěrové hmoty.

Po chybném užití tryskání, se v povrchu podkladu objeví důlky, které jdou vidět i po nanesení nátěrové hmoty.

Tryskání je prováděno u předmětů, které již měly na svém povrchu nějakou nátěrovou hmotu, nebo pro odstranění rzi. Pochopitelně není nutné tento technologický krok provádět u nových a nezoxidovaných povrchů (Mohyla 2006).

4.1.3 Konverzní povlak

Každý povrch podléhá působením vnějších vlivů. U nátěrových hmot je řeč především o vlivech, vyvolávající oxidaci. Aby se tomuto jevu zamezilo, či co nejvíce jej oddálilo, používají se konverzní povlaky.

Tyto povlaky zvyšují odolnost lakovaného povrchu proti korozi a také zlepšují přilnavost práškové barvy. Nejčastěji je prováděno fosfátování, dále také chromátování a titanování.

Fosfátování je jednoduchou a relativně levnou technologií. Pro povrchové úpravy nelegovaných ocelí, hořčíku, zinku a hliníku. Vzniklé povlaky nerozpustných terciárních fosforečnanů vylepšují díky svojí pórovitosti lepší přilnavost nanášených NH (mmspektrum.cz)

Železnaté fosfátování

Je prováděno v lázni při teplotách 5-7 °C po dobu 1-5 minut. Lázně železnatého fosfátování jsou tvořeny alkalickými dihydrogenfosforečnany, především pak solemi sodnými, draselnými případně amonnými. Povrch upravený železnatým fosfátováním je na pohled znatelný svým namodralým až modrošedým odstínem, v závislosti na tloušťce fosfátu.

Železnaté fosfátování je tenkovrstvé 0,1-0,5 g.m⁻² a silnovrstvé 0,5 - 1,5 g.m⁻². Tloušťka povlaku bývá od 300 nm do 1 µm. Nanášení postřikem vytvoří na povrchu předmětu obdobné složení, jako u ponorové technologie, avšak s nižší plošnou hmotností, při postřikování je teplota roztoku 60-70 °C a postřikuje se cca 5 minut.

Tento způsob ochrany konverzního povlaku je, na rozdíl od ostatních, levnější a jednodušší z hlediska udržování správného složení lázně. Hlídá se pouze hodnota pH 5-7. Přes tyto výhody má tato technologie jednu nevýhodu a tou je nižší schopnost odolávání koroze oproti ostatním konverzním povlakům. Takže je tato vhodnější spíše na předměty a do míst, kde nejsou kladeny vysoké nároky na korozní odolnost (mmspektrum.com).

Zinečnaté fosfátování

Patří k nejrozšířenějším konverzním povlakům. Je aplikováno ponorem na 3 – 9 minut při teplotách 40 až 70 °C. Obsahuje kyseliny ortho-fosforečnou, kyselý dihydrogenfosforečnan zinečnatý a různé urychlovače, katalyzátory a povrchově aktivní látky, které usnadňují a urychlují tvorbu povlaku. Ten má tmavošedou až černou barvu, podle tloušťky povlaku, která bývá od 1 µm až po 7 µm a plošná hmotnost od 1 g.m⁻² až po 15 g.m⁻². Na rozdíl od železitých jsou povlaky zinečnatých fosfátů tvrdší a silnější, proto mají širší využití (mmspektrum.com).

Titanování

Tato forma povlaku je realizována nejčastěji v plynné atmosféře za teplot 950 – 1 200 °C po dobu 4 hodin. Plynná atmosféra je složena z vodíku, k němuž jsou přidávány chlorid titanu a uhlovodíky.

Titanování je prováděno za účelem vytvoření odolného a ochranného povrchu předmětu, na který jsou kladeny vysoké nároky. Povrch je zpracováván chemicko-tepelnou formou. Tato metoda úpravy je vhodnější pro železné předměty vysoké

prokalitelnosti. Titanováním je získaná vrstva bohatá na karbid titanu, která je charakteristická svojí odolností proti otěru a opotřebení.

Titanování je velmi specifická a náročná technologická operace, proto není v běžné praxi používána jako konverzní povlak pod práškovou nátěrovou hmotu (mmspektrum.com).

Chromátování

Nejčastěji je chromátování prováděno v lázni při teplotách 20 – 30 °C po dobu 1 – 8 minut. Hlavní a nejdůležitější složkou je oxid chromový či jiná chromová sůl. Odstín povrchu je závislý na tloušťce povlaku, době ponoru, teplotě lázně a na obsahu oxidu chromového. Povrch nabývá odstínů modré, žluté, zelené a černé barvy. Tloušťka povrchů se pohybuje od 0,1 g - 5 g/m² (galvanika.cz).

Tabulka 1- Vhodnosti konverzního povlaku (old.vscht.cz)

	Ocel	Galvanizovaná ocel	Hliník
Mechanické čištění - tryskání	Vhodné pro masivní objekty	Méně vhodné	Méně vhodné
Čištění/odmašťování	Vhodné jako první fáze předúpravy	Vhodné jako první fáze předúpravy	Vhodné jako první fáze předúpravy
Železitě fosfátování	Druhá fáze, vhodné na standardní požadavky	Druhá fáze, vhodné na standardní požadavky	Nevhodné
Zinečnaté fosfátování	Druhá fáze, doporučeno pro větší korozní odolnost	Druhá fáze, doporučeno pro větší korozní odolnost	Nevhodné
Chromátování	Nevhodné	Vhodné	Doporučeno

4.1.4 Oplachování

Před nanášením práškové barvy je nutné dbát co největší čistoty podkladu, proto je nezbytné všechny předměty opláchnout, ať jsou povrchy jen odmaštěné, nebo pískované

a ošetřené konverzním povlakem. Díly jsou oplachovány demineralizovanou vodou tzv. Demivodou. Demivoda, je voda, která prošla chemickou úpravou, kvůli zbavení se všech solí a všech iontově rozpustných látek (jevan.cz).

4.1.5 Sušení

Když už je povrch očištěn od všech nečistot, mastnot a okují, je nutné zbavit povrch každé kapičky vody z oplachu. V malosériové výrobě je povrch sušen prostým ofouknutím tlakem vzduchu. Druhá možnost je sušení v sušících tunelech, které jsou součástí výrobní linky. Teplota v sušících tunelech je kolem 170 °C (porvchouveupravy.cz)

4.2 Nanášení práškových NH

Nanášení práškových barev, je dvojího druhu. První možností je elektrostatické stříkání prášku a druhou možností je fluidní lože. K nanášení elektrostatickému jsou vázány negativní děje, které zde budou následně popsány.

4.2.1 Fluidní lože

U fluidního nanášení je přehřátý předmět umístěn do oblaku, který tvoří vzduch s polymerovým práškem.

Předmět je po vynoření obalený práškem, který je již vlivem teplého vzduchu částečně nataven. Díky natavení je prášek lépe přichytáván na povrch lakovaného předmětu. Tloušťka vrstvy povlaku je udávána na rozmezí 300 - 600 µm, je závislá na tepelné kapacitě předmětu, době ponoření a teplotě přehřátí předmětu.

Na kvalitu povlaku má vliv: kvalita prášku, čistota a teplota vzduchu, teplota přehřátého povrchu předmětu a doba ponoru.

Správně nanesená nátěrová hmota je velmi funkční ochranou proti korozi a oděrkám.

Výhody:

- Využití účinnosti prášku
- Prášek, který se nepřichytí, zůstane ve fluidní vaně

Nevýhody:

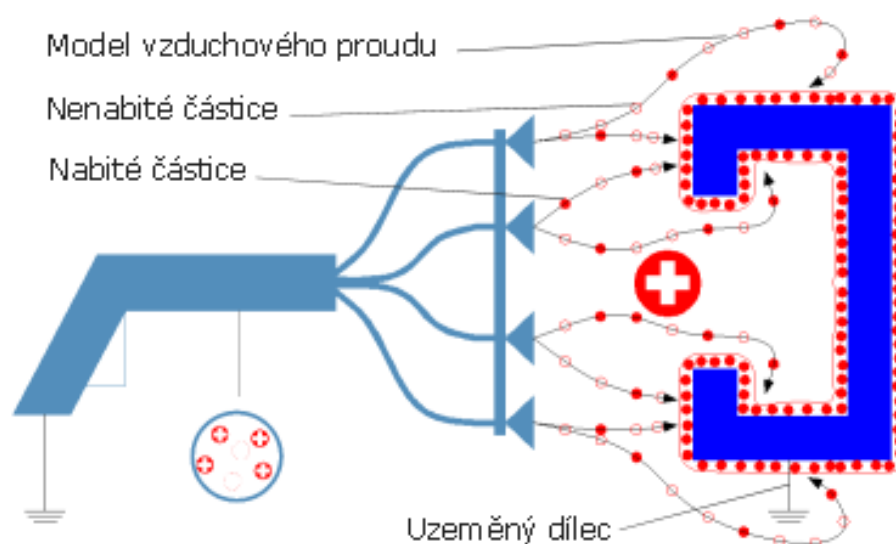
- Nevyužití ohřátého prášku při změně odstínu.

Využití:

- Drátěné předměty (různé koše, zahradní nábytek, aj.) (icosa.cz).

4.2.2 Nanášení Elektrokinetické – Tribo

Technologie elektrokinetického nanášení spočívá v nabíjení částic prášku o stěnu stříkací pistole. Prášek je unášen tlakem vzduchu, který je přiváděn do pistole. Pohybem vzduchu je unášen prášek, který je otírán o stěnu trubice stříkací pistole a tím je nabíjen. Takto nabité částice mají kladnou polaritu. Pro trubici je tím získán záporný náboj, který přechází do země přes uzemnění pistole. Lakovaný předmět musí být také uzemněn.



Obr. 6 Tribo (salum.cz)

Výhody:

- Menší náročnost na obsluhu
- Nižší cena pořízení
- Snadnější automatizace
- Menší tloušťka práškového povlaku na hranách a v koutech
- Jednotný povlak

Nevýhody:

- Nutnost speciálního druhu prášku

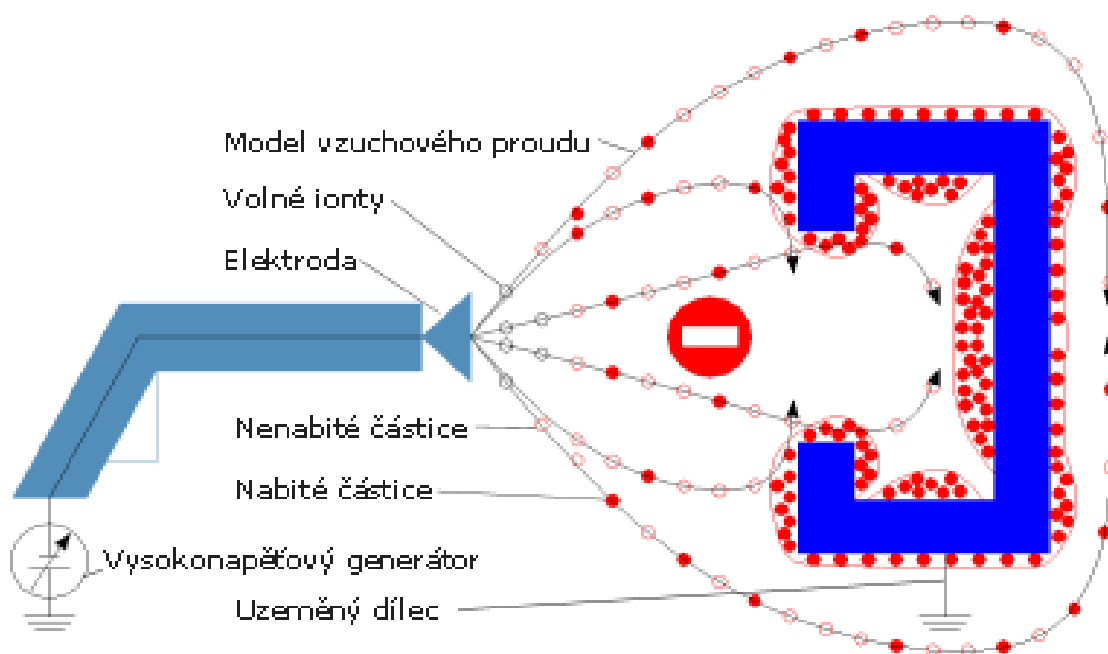
- Nemožnost nanášení metalických barev
- Nemožnost nanášení barev s různými strukturami (hluboké zrno..)
- Vyšší spotřeba prášku
- Nižší produktivita práce oproti koruně
- Částice menší 10 μm se obtížně nabíjí
- Vyšší požadavky na čistotu vzduchu pohánějícího prášek
- Čas spotřebovaný k nabití prášku snižuje účinnost u delších intervalů stříkání (salum.cz)

4.2.3 Nanášení elektrostatické - Korona

Technologie elektrostatického nanášení je založena na principu nabíjení izolantů procházejících elektrostatickým polem vysoké intenzity. Elektrické pole je generováno přídavným zdrojem (generátorem).

Při průchodu prášku ionizovaným vzduchem jsou volné ionty přichyceny na částicích prášku a tím na nich vytvoří záporný náboj. Nabíjení částic práškové nátěrové hmoty dochází v ústí hlavně pistole, kde je intenzita elektrického pole nejvyšší, a kde jsou umístěné koronární elektrody, proto název Korona. Elektrody vytváří elektrostatické napětí o velikosti až 100 kV. Mezi uzemněným, elektricky vodivým lakovaným předmětem a elektrodami, se uzavírá elektrické pole, které má nenulový potenciál. Což působí občasné potíže při nanášení.

Vysoká rychlost vzduchu může sfouknout již nanesené částice. Struktura a tloušťka vrstvy vytvářené nástřikem je regulována tvarem trysky, rychlostí vzduchu, který unáší prášek, a elektrostatickým polem vytvářeným mezi elektrodou a uzemněným dílem (salum.cz).



Obr. 7 Korona (salum.cz)

Výhody:

- Vysoká produktivita práce
- Nízká spotřeba barvy
- Snadná možnost automatizace
- Silné elektrostatické pole umožňuje rychlejší nabíjení částic a tím lepší ukládání na povrch
- Snadnější opravy práškového lakování
- Možnost použití více druhů práškových barev i velikostí částic prášku
- Rychlá výměna barev
- Lehčí pistole
- Tloušťku lze ovlivnit velikostí napětí

Nevýhody:

- Vyšší pořizovací cena
- Nutnost dokonalého uzemnění lakovaného předmětu
- Možnost vzniku Faradayovy klece
- Zpětné ionizace

- Vznik nežádoucí struktury

4.2.4 Negativní děje při elektrostatickém nanášení

Faradayova klec

K tomuto jevu dochází u složitějších lakovaných předmětů. Prášek je tak nanášen více hlavně na hranách, než v ohybech. Vzduch, který proudí z ústí hlavně pistole, proudí více v ohybech a odnáší odtud prášek pryč. A v ohybu se nachází Faradayova oblast (nordson.cz).

Zpětná ionizace

Jev, který nastává při zvětšení tloušťky prášku na povrchu lakovaného předmětu. Při zvětšování vrstvy dochází ke zvětšení síly elektrostatického pole a vzniku kladných a záporných iontů. Tím se zvětšuje síla elektrického pole mezi vrstvami prášku a povrchem materiálu.

Vznikají kladné a záporné ionty. Kladné ionty se pohybují směrem k záporně nabitě elektrodě na pistoli. Vystřelují zpět k pistoli. Tím vznikají malé krátery (kovovyrabakovna.cz).

4.3 Vytvrzování

Konečný proces celé práškové technologie je vytvrzování. V praxi se tomuto procesu také říká vypalování. Tato konečná fáze má velmi významný vliv na vytvoření požadovaného povlaku. Což zahrnuje mechanické vlastnosti, protikorozi ochranu a hlavně vzhled povrchu lakovaného předmětu. Vytvrzování se provádí pouze u termosetických práškových nátěrových hmot. Podstatou vytvrzování je polymerace pryskyřic. Reakce nastává mezi molekulami použité pryskyřice a molekulami použitého tvrdidla. Jejich reakcí vznikne zasíťování trojrozměrných makromolekul. Polymerizace probíhá v rozmezí teplot po dobu, která je třeba k průběhu polymerizace v celém objemu vrstvy (tzn. veškerý prášek na předmětu je dokonale polymerizován). Zjednodušeně lze říci, že polymerace se rozbíhá při teplotě cca 150 °C a její průběh se zrychluje se stoupající teplotou. Maximální teplota vytvrzování by neměla přesáhnout hodnotu 200 °C, nad kterou již může docházet ke změnám barevného odstínu, při vyšší teplotě i k rozpadu vrstvy.

Doba vytvrzování se pohybuje, při požadované teplotě, od 15-30 minut, v závislosti na typu a odstínu. Jak již bylo řečeno, druhým faktorem vytvrzovacích podmínek je doba vytvrzování. Vzhledem k tomu, že čas strávený ve vytvrzovací peci určuje produktivitu práce práškové lakovny, je vítán veškerý pokrok, který umožní zkrácení vytvrzovacího cyklu.

Optimální vytvrzovací podmínky (teplota a čas vytvrzování) jsou pro každý konkrétní typ práškové barvy stanoveny výrobcem. V plném rozsahu se však uplatní pouze od okamžiku, kdy teplota předmětu dosáhla teploty vytvrzování a může být započato s odečítáním času. Po dobu náběhu na tuto teplotu vytvrzování neprobíhá, anebo velmi pomalu. Díky zkušenostem a empirií ověřeným poznatkům je v práškových lakovnách zavedeno pravidlo, podle kterého je k předepsané době vytvrzování přidáváno po 2 minutách na každý 1 mm tloušťky materiálu výrobku. Toto pravidlo lze celkem úspěšně použít pro tvarově jednoduché výrobky z ocelového plechu. Mnohem obtížnější je stanovit dobu přehřevu materiálu u tvarově složitých svařených předmětů a odlitků. V těchto případech může nastat i situace, kdy ohřev předmětu na teplotu vytvrzování je i několikanásobně delší než vlastní vytvrzení prášku (povrchoveupravy.cz).

4.3.1 Horkovzdušné pece

K nejrozšířenějším typům vůbec patří horkovzdušné pece. Vytápění je plynové nebo elektrické. Vytvrzování probíhá sdílením tepla prouděním ohřátého vzduchu na povrch lakovaného předmětu. Tento způsob je nejuniverzálnější a v těchto pecích můžeme vytvrzovat všechny druhy práškových plastů i tvarů kovových součástí (povrchoveupravy.cz).

4.3.2 Pece s vytvrzováním infračervenými paprsky

Na rozdíl od horkovzdušných pecí se liší způsobem ohřevu. Zatímco horkovzdušné pece využívají k vyvolání reakce horký vzduch, infračervené pece ohřívají přímo prášek. Což je mnohem účinnější a rychlejší metoda. Nevýhodou je omezená škála jeho využití. Protože aplikovat se dá pouze u předmětu plošných nebo rotačních. Na komplikovanější předměty je tato technologie spíše nevhodná. S vyšší hustotou dopadajících paprsků dochází ke zkracování doby roztavení a vytvrzení požadovaného povlaku. Nespornou výhodou je, že nedochází k ohřevu předmětů, ale pouze prášku, což umožňuje velmi snadnou manipulaci s čerstvě nalakovanými díly. Tím se možnost

použití práškových plastů rozšíří na materiály, které jsou méně teplotně odolné. Jako jsou např. desky nebo papír (povrchoveupravy.cz).

4.3.3 Pece s vytvrzováním ultrafialovým zářením

Technologie ultrafialového vytvrzování je nejmladší technologií v používání pro vytvrzování práškových nátěrových hmot. Tato technologie je vzhledem k infračerveným pecím ještě rychlejší. Vytvrzovací zařízení využívá k reakci prášku infračervený ohřev. Potom následuje samostatné vytvrzení během několika desítek vteřin vlivem ultrafialového záření, které způsobí fotopolymerační reakci. Díky nižším teplotám kolem 90 – 120 °C a velmi krátké době působení umožňuje nanášet prášky na podklady tepelně málo odolné (např. plasty). Nevýhodou je nutnost použití prášků speciálně formulovaných, tzv. UV práškové plasty (povrchoveupravy.cz).

4.3.4 Rizika při vytvrzování

Negativní dopady nedostatečného vytvrzení mohou být jak ve vzhledových vlastnostech vrstev, tak zejména ve fyzikálních vlastnostech povlaků:

- Závady vzhledu – nedostatečná hladkost povrchu
- Vznik „pomerančové kůry“
- Nerovnoměrný strukturní efekt

To vše jsou nedostatky, které mohou být způsobeny špatným vytvrzením prášku; závady fyzikálních vlastností – nejčastěji zhoršená přilnavost povlaků, křehkost a z ní vyplývající praskání vrstvy při mechanickém působení (náráz, ohyb).

Kromě špatné volby teploty a času vytvrzování může být proces znehodnocen i z viny technologického vybavení lakovny, hlavně vytvrzovacích pecí. V naprosté většině případů jsou v práškových lakovnách používány horkovzdušné pece s elektrickým, nebo nepřímým plynovým ohřevem cirkulujícího vzduchu. Dále je možno použít pece s infračervenými paprsky nebo pece s ultrafialovým zářením (povrchoveupravy.cz).

4.4 Recyklace prášku

U práškových barev je velká výhoda jejich opětovného použití. Při nanášení se prášek vržený mimo materiál dostává do sběrače, který umožňuje jeho znovupoužití.

4.4.1 Cyklonové kolektory

Vstup do cyklonu je spojen s lakovací skříní, zatímco jeho výstup je spojen s výfukovým ventilátorem. Nadměrný nástřík prášku se dostává do cyklonu rychlostí zhruba $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V cyklonu jsou větší a hmotnější částice extrahovány nejsnadněji. Takováto recyklace standardního prášku dosahuje až 95% efektivity. Prášky, které obsahují vyšší procento malých částic (menších jak 10μ), mají efektivitu na 85%. Proto musí být u těchto prášků použit také zásobníkový kolektor, který zabrání úniku lehčích frakcí do atmosféry (interpon.cz).

4.4.2 Cartidgeové filtry

U cartridgeových filtrů je přebytečný prášek dopraven do prostoru s několika zásobními filtry. Filtry mohou být z materiálů papírových, plastových nebo polyesterových.

U těchto zařízení se prášek od vzduchu odděluje pomocí vrstvy filtrů. Prášek se během filtrace zachytí ve složkách filtru a ucpává jej, čímž se snižuje proudění vzduchu. Prášek je nutné z filtru odstranit a přenést do zásobníku barev, aby mohl být využit. Zásobníkové filtry dosahují extrémní efektivity – až 99%. Skutečný stupeň efektivity závisí na typu filtru a pravidelnosti jeho čištění (interpon.cz).

4.5 Složení práškových nátěrových hmot

Díky absenci rozpouštědel částičky této nátěrové hmoty mají podobu prášku, tzv. prášková barva.

Je to směs syntetických pryskyřic, plniv, pigmentů a dalších přísad.

4.5.1 Příklady složení

1.) Prášková barva pro elektrostatické nanášení:

Středně molekulární epoxidová pryskyřice dianového typu obsahující

3% dikyandiamidu a 2% rozlivového činidla s urychlovačem	78% hmot
--	----------

Magnetický kysličník železitý	16% hmot
-------------------------------	----------

Titanová běloba	4% hmot
-----------------	---------

Siran barnatý (pigment).	2% hmot
--------------------------	---------

(povrchovaoprava.cz)

2.) PNH pro fluidní nanášení na členité povrchy:

Směs nasyceného polyesteru a středně molekulární epoxidové pryskyřice s 0,2% hmot

Urychlovače 1% hmot

Silikonového oleje 62% hmot

Magnetický feritový prášek 35% hmot

Kaolin 2% hmot

Saze 1% hmot

(povrchovauprava.cz)

3.) Termoplastická PNH pro fluidní nanášení:

Polyamid 95% hmot

Magnetická směs feriového prášku s kyslíčnickem železitým 3% hmot

Ftalocyaninová modř 2% hmot

(povrchovauprava.cz)

4.6 Druhy PNH

Podle nosičů jsou základní termosetické NH děleny na:

Termosetické:

- Epoxidové (EP),
- Epoxipolyesterové (PEP) tzv. hybridní, nebo též zlidověle „mixy“,
- Polyesterové práškové barvy (PES),
- Polyuretanové práškové barvy (PUR),
- Akrylátové práškové barvy (AC).

Speciální:

- Antibakteriální
- Decoral
- Metalické prášky s Al-pigmentací
- Silikonové
- Tenkovrstvé (chedo.cz)

5 KOMPARACE VYBRANÝCH TECHNOLOGIÍ

5.1 Mokrá a prášková technologie

Při komparaci obou technologií bude uvažováno ideálních podmínek a dodržení správného technologického postupu. Negativní děje, jako Faradyova klec u práškové technologie, nebo potečení NH u mokré, nebudou v porovnání brány v potaz.

Ochranná schopnost nátěru

Výdrž a odolností práškových NH se zabývala firma AkzoNobel. V jejich měření byl použit ocelový plech o tloušťce 0,5 mm třídy oceli 11. Předúprava byla zajištěna odmaštěním rozpouštědlem a tryskáním.

Tloušťka filmu PZ 770 a Interpon D1036 byla dohromady 100 μm . Vytvrzení 8 minut základní vrstva a 10 minut vrchní vrstva, obě při 200 °C. Zkouška probíhala 1000 hodin v neutrální solné mlze. Po této zátěži, se na povrchu neobjevovala žádná rez ani žádné puchýřky při 10ti násobném zvětšení (podporaprokomaxit.cz).

U stříkací technologie se odolností NH, ve své práci, zabývala paní Doc. Ing. Marta Ščerbejová s panem Ing. Ph.D. Alešem Dvořákem. V jejich publikaci „Hodnocení účinnosti nátěrových systémů na zkorodované povrchy kovů“.

Zde byl proveden experiment na zkorodované i nezkorodované povrchy ocelových plechů třídy 11 o rozměrech 160 x 65 x 0,5 mm. Aplikován byl nátěr od výrobce Antirezin, o tloušťce 133 μm pneumatickou stříkací pistolí, dle instrukcí výrobce.

Zkouška probíhala v atmosféře H_2O a SO_2 30 dní. Zde se objevila krupice na povrchu zkušebních vzorků. V solné mlze byl vzorek testován po dobu 42 dní, puchýře o průměru 2 mm po celé ploše se objevily již po dvou týdnech započetí testování (Dvořák 2005)

Pevnost nátěru

Zkoumání nátěrového filmu při ohybu podle ČSN ISO 1519 se zabýval pan Ing. et Ing. Petr Dostál Ph.D. s panem Ing. Vojtěchem Kumbárem Ph.D. a s panem doc. Ing. Michalem Černým CSc. v publikaci „Systém hodnocení kvality komaxitové vrstvy“.

V tomto experimentu byl zkušební vzorek s práškovým lakem podroben ohybu na trnech o průměru 12 8 a 5 mm. Tloušťka nátěrové hmoty byla 96,52 μm , na ocelovém plechu třídy 11 dlouhé.

Při ohybu na trnu o průměru 12 mm se v místě ohybu objevilo bílé zbarvení - počáteční vznik trhlin. Ohyb přes trn o průměru 8 mm vykazoval výskyt mikrotrhlin. Poslední ohnutý vzorek přes trn o průměru 5 mm došlo k částečnému uvolnění NH od podkladu – zjištěno podkorodování (Dostál, Černý, Kumbár 2013).

Pevností nátěru v ohybu se zabývá paní Bc. Jana Vlasáková pod vedoucí paní doc. Ing. Martou Ščerbejovou, CSc. v diplomové práci na téma „Hodnocení nátěru v ohybu a při hloubení“ Zde byly zkoušeny nátěrové hmoty vodou ředitelná ETERNAL antikor speciál a syntetická ZINOREX S 2211. Byly nanесeny na ocelový plech třídy 11 o rozměrech 65x 160 x 1 mm 61,03 µm vodou ředitelná a 82,21 µm syntetická.

Zkušební vzorky byly ohýbány podle ČSN ISO 1519. Oba vzorky při ohnutí přes trn o průměru 3 mm nevykazovaly žádné poškození nátěrového filmu (Vlasáková 2010).

Spotřeba a využití NH

S využitím nátěrové hmoty, je na tom lépe prášková lakovna, kde se NH všechna využije a spotřebuje. Zatímco v mokré lakovně, část zůstává v nádobách, část NH se uchytí k sítkům, míchadlům, a k filtrům v boxu při přestřiku.

Prášková technologie je o to lepší, že se NH dostane do hůře přístupných míst, načež není potřeba vynakládat větší úsilí, než by tomu bylo u mokré technologie.

Pořízení lakovny

Na základě analýzy provedené u dodavatelů lakovacích linek, vychází mokrá lakovna na tři čtvrtiny ceny práškové lakovny.

Projektování a výstavba je snadnější pro mokrou lakovnu. Do použití 0.6 t organických látek za jeden rok nepotřebuje žádný souhlas úřadu a nepodléhá žádnému měření emisí.

Naproti tomu k vystavení práškové lakovny je potřeba souhlasu Krajského úřadu už při spotřebě 1 kg organických látek za jeden rok (activecolour.cz, vhodne-uverejneni.cz).

Provoz

Provoz lakovny mokré zahrnuje celou škálu položek a výdajů, které jsou nezbité k jejímu fungování. Jsou to filtry, které se musí měnit ve stříkacím a sušícím boxu, ochranné lepidlo na stěnách v boxu, energie na provoz ventilátorů a vytápění. Dále pak

ředilo na umývání stříkacích pistolí, musí se zajistit odvoz nádob od NH, které spadají do nebezpečného odpadu.

Za předpokladu plného vytížení lakovacích linek, vychází levněji prášková lakovna, i když je zde vyšší vypalovací teplota. Filtry stačí vyklepat. Stříkací pistole se pouze vyčistí profouknutým stlačeným vzduchem (colorprofi.cz).

Emise a odpad z použitých NH

Z vyhlášky Ministerstva životního prostředí o přípustném znečišťování ovzduší 415/2012 Sb. Je stanoven plošný limit celkového organického uhlíku (TOC) 90g/m² bez ohledu na počet vrstev. V případě nezdaru dodržení tohoto limitu je stanoven koncentrační limit TOC 50 mg/m³. Tyto limity platí pro lakovny s projektovanou spotřebou organických látek (VOC) od 0,6 do 5 t za rok. V mokré lakovně se tyto emise dodržují již od zmíněných 0,6 t projektovaných VOC/rok, ale u práškové lakovny se emise měří až od 1 t projektované spotřeby VOC/rok.

Se vzniklým odpadem z mokré lakovny se manipuluje dle instrukcí uvedených v Identifikačním listu nebezpečného odpadu:

- kód 150110, N obaly od nátěrových hmot
- kód 080199, N textilie znečištěné ředidlem a nátěrovou hmotou

Prášková lakovna nevytváří nebezpečný odpad v podobě obalů od nátěrových hmot. Maximálně textilie znečištěné ředidlem (mzp.cz).

Tloušťka

Z výše uvedených experimentálních měření je patrné, že tloušťka nátěrových hmot se u obou technologií významně neliší.

Výrobce AkzoNobel doporučuje u svého produktu 70 – 100 µm (podpora pro komaxit), Výrobce Colorlak doporučuje u svého jednovrstvého produktu tloušťku 100 µm (colorlak.cz, podporaprokomaxit.cz).

Opravy laku

Opravit lak v práškové lakovně prakticky nelze. Celý dílec musí znovu projít procesem předúpravy a lakováním.

Poškozený lak se opraví lépe v mokré lakovně. Na poškozené místo se nanese příslušný odstín a zbytek se rozleští. Nespornou výhodou mokré lakovny je oprava NH přímo na vozidle, či jiném mobilním prostředku (Košťál, Spurný 2004)

5.2 Máčení a stříkání

Oběma metodami lze nanášet na různé povrchy. Technologie nejsou omezeny na elektricky vodivé materiály, pro nižší vytvrzovací teploty NH, ani na teplotně odolné materiály.

Omezení máčecí technologie spočívá v rozměrech lakovací lázně a konstrukcí dílců. Předměty pro máčení nesmí umožňovat vznik vzduchové kapsy a prohlubně, kde by se mohla shromažďovat NH. Při navěšování musí být brán zřetel na stékání kapaliny.

Máčecí lakovny se, oproti stříkacím, pro komerční služby pořizují velmi zřídka, zpravidla fungují pro potřeby firmy během výrobního procesu.

Velmi významnou výhodou máčecí technologie, oproti stříkací, je moření a napouštění dřevěných dílů. V poslední době se nejvíce využívala na dřevěných rámech oken. Moření je výhodnější provádět máčením z důvodu delšího kontaktu dřevěného dílce s mořicí, nebo napouštěcí kapalinou. Dřevěný díl tak pojme více kapaliny. Díky tomuto postupu není potřebné vícekrát moření a napouštění opakovat (Kalendová 2003, kovolak.cz).

Spotřeba a využití NH

Výrobce nátěrových hmot Remlux udává vydatnost pro nanášení máčením 0,2 kg/m² pro tloušťku 80 µm zaschlého nátěrového filmu. Výrobce HYDRO KS DECLACK udává vydatnost 0,13 kg/ m² pro tloušťku 40 µm zaschlého nátěrového filmu. Z čehož plyne, že při olakování stejné plochy má stříkací technologie vyšší spotřebu NH.

Dalším rozdílem je spotřeba ředidel pro nanášení stříkací pistolí je žádoucí mít nižší hustotu NH, v závislosti na velikosti jehly stříkací pistole. Obvykle se přidává 10 % ředidla, zatímco u máčení se NH spíše neředí, pokud ano tak 3 - 5 % (záleží na výrobcí) (henelit.cz).

V nanášecí lázni musí být určitá výška hladiny materiálu, kam se dílce ponořují. Při změně odstínu se musí lázeň vypustit a NH uskladnit pro znovupoužití. Ve stříkací lakovně se zbytky rovněž skladují, ovšem v menším množství. Při znovupoužití se NH vyprazdňuje z těchto nádob, kde ulpívá na stěnách. Což má za následek jednak vytvoření nebezpečného odpadu a jednak neúčelné spotřebování NH (kovolak.cz).

Nanášení

Nanášení stříkací pistolí je náročnější na dovednosti a manuální zručnosti obsluhy mnohem více, než je tomu u máčení. Zde obsluha pouze hlídá, zda nedošlo k významnému poklesu hladiny NH, nanášení je zde snadnější.

Zatímco pistolí se musí nejprve nastříkat hrany a po té se nanáší místo vedle místa, a nejlépe křížově, na celé ploše. U máčení je díl nalakován naráz za zlomek času. Je tedy rychlejší než stříkací technologie.

Vzhledem k tomu, že se díl ponoří celý, docílí se souměrného nánosu na plochy dílce. Nebezpečí tvoří hrany, kde zůstává více kapaliny (Kalendová 2003, kovolak.cz).

Náklady na pořízení

Dle analýzy cen máčecích pracovišť, jsou máčecí lakovny levnější oproti stříkacím řádově o 40%. Náklady ovlivňuje velikost výrobků, výrobní kapacita a nátěrový systém lakovny.

Provoz z hlediska automatizace

Při automatizování stříkací lakovny je zapotřebí naprogramování dopravníků a složité naprogramování robotů. Dopravník i roboty je nutno podrobovat údržbě.

Máčecí lakovna, kde se dá snadněji zautomatizovat. Zde automatizaci podléhá pouze podvěsný dopravník (kovolak.cz).

Emise a odpad z použitých NH

Z vyhlášky Ministerstva životního prostředí o přípustném znečišťování ovzduší, 415/2012 Sb. je stanoven plošný limit celkového organického uhlíku (TOC) 90g/m², bez ohledu na počet vrstev. V případě nezdaru dodržení tohoto limitu je stanoven koncentrační limit TOC 50 mg/m³. Tyto limity platí pro lakovny s projektovanou spotřebou organických látek (VOC) od 0,6 do 5 t za rok. Tyto emisní limity jsou pro stříkání a máčení stejné.

Vzniklý odpad:

- nádoby se zbytkovým obsahem nátěrových hmot podléhají manipulaci podle instrukcí uvedených v Identifikačním listu nebezpečného odpadu, kód 150110, N
- textilie znečištěné ředily a nátěrovými hmotami podléhají manipulaci dle instrukcí na Identifikačním listu nebezpečného odpadu kód 080199, N (mzp.cz)

6 ZÁVĚR

Se zvyšujícími se ekologickými nároky na nátěrové hmoty je taktéž zvyšována jejich ekologičnost. Některé se staly vodou ředitelné, jiné neobsahují žádná těkavá organická rozpouštědla. Pro dokonalejší ošetření povrchů laky jsou zdokonalovány i technologie jejich aplikace a příprava podkladů. Další vývoj lze očekávat ve snaze o snížení vytvrzovací teploty u práškových laků a ekologičtější nátěrové materiály u mokrých technologií.

Důvodem pro komparaci práškové a mokré technologie bylo jejich velké využívání v průmyslových výrobnách.

Stříkáci technologií je možno nanášet NH na různé povrchy. Nátěrový film je houževnatější. Lakovna disponující touto technologií je levnější na pořízení a je velmi využívána pro opravy laků v automobilovém průmyslu.

Z porovnání práškové a stříkáci technologie dle publikací (Dvořák 2005) a (podporaprokomaxit.cz) plyne, že prášková NH chrání podklad lépe proti korozi. Vzniklý nátěrový film je tvrdší. Prášková NH není ohrožena vyschnutím. Což umožňuje její znovupoužití po vyprázdnění filtrů. Provoz této lakovny je při plném vytížení levnější a výhodnější i přes vyšší pořizovací náklady.

Obě tyto technologie mají své výhody i nevýhody a právě pro své výhody se rozhoduje o jejich určení. Prášková technologie je vhodnější na díly, kde je kladen důraz především na ochranu proti korozi a méně na estetičnost. Stříkáci technologie je vhodnější na vytváření estetického nátěrového filmu, a to na dílech, které již mají povrchovou ochranu proti korozi, např. pozink.

Máčecí technologie je v porovnání se stříkáci méně náročnou z hlediska obsluhy i nánosu nátěrové hmoty. Oproti stříkáci je máčecí technologie také výhodnější ve spotřebě NH. Z hlediska automatizace je taktéž výhodnější.

Stříkáci technologii lze užít na jakkoliv rozměrné díly a nanášení může být realizováno i mimo lakovnu. Nejvyšší výhodou stříkáci technologie je vytvoření nevyššího možného estetického efektu.

Bakalářská práce podává ucelený přehled problematik jednotlivých technologií nanášení nátěrových hmot. Zadání bakalářské práce bylo v plné míře splněno. Pro navázání na tuto práci by vhodné provést experimentální měření všech kritérií teoretické komparace.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

DOSTÁL, Petr, Michal ČERNÝ a Vojtěch KUMBÁR. *Systém hodnocení kvality komaxitové vrstvy*. Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-552-1023-0. Článek ve sborníku. Mendelova univerzita v Brně.

KALEDOVÁ, Andrea. *Technologie nátěrových hmot II: povrchové úpravy a způsoby předúpravy materiálů*. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003, 381 s. ISBN 80-719-4555-2.

KOŠTÁL, Miloslav a František SPURNÝ. *Autolakýrník: úvod do studia nátěrových hmot a technologie povrchových úprav karosérií a částí vozidel : učebnice pro autoopravárenství*. 1. vyd. Plzeň: F.S. Publishing, 2004, 224 s., [48] s. obr. příl. ISBN 80-903-0386-2.

MOHYLA, Miroslav. *Technologie úprav kovů*. Ostrava: Editační středisko VŠB, 2006. ISBN 80-247-1217-7.

TESAŘOVÁ, Daniela, Josef HLAVATÝ a Petr ČECH. *Povrchové úpravy dřeva*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 134 s. Profi. ISBN 978-80-247-4715-6.

VLASÁKOVÁ, Jana. *Hodnocení odolnosti nátěrů v ohybu a při hloubení*. Mendelova univerzita, 2010. Diplomová práce. Mendelova univerzita. Vedoucí práce Doc. Ing. Marta Ščerbejová, Csc. *Hodnocení účinnosti nátěrových systémů aplikovaných na zkorodované povrchy kovů : doktorská disertační práce*. Mendelova univerzita v Brně, 2005.

ACTIVE COLOUR. *Pořízení mokré lakovny* [online]. 2011 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.activecolour.com>

Aeroterm. *Aeroterm* [online]. 2012 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.aeroterm.cz>

Akrylátová jednovrstvá barva. *Akrylátová jednovrstvá barva* [online]. 2014, 11/2014 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.colorlak.cz>

AKZO NOBEL. *Systém regenerace prášku* [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.interpon.cz>

COLORPROFI [online]. 2011 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.colorprofi.cz/>

DVOŘÁK, Miroslav. Práškové povlaky a kvalita vytvrzování. [online]. 2005, 2/2005 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.povrchoveupravy.cz/>

GALVANIKA FIALA. *Chromátování* [online]. 2008 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.galvanika.cz>

HENELIT. Kov [online]. 2008 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.henelit.cz>

Historická vozidla. STANDOX. [online]. 2005 [cit. 2015-04-21]. Dostupné z: <http://www.servind.cz>

HYANIS, Vojtěch. *Dějiny výtvarné kultury* [online]. 2010 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.dvk.estranky.cz>

ICOSA. *Fluidní nanášení* [online]. 2014 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://icosa.cz>

KOVOLAK. *Máčecí pracoviště* [online]. 2014 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.kovolak.cz>

Kraintek [online]. 2014 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.kraintek.cz>

KUBÍČEK, Jaroslav. Renovace a povrchové úpravy. [online]. 2010 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz>

Lakol [online]. 2006 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.lakol.cz>

MÁROVÁ, Hana. Ostatní způsoby nanášení nátěrových hmot. [online]. 2012 [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.ssto-havirov.cz/>

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Vyhláška Ministerstva životního prostředí o odborné způsobilosti a o úpravě některých dalších otázek souvisejících s posuzováním vlivů na životní prostředí* [online]. 2012 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz>

Nordson [online]. 2015 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.nordson.com>

Podpora pro komaxit. [online]. 2011, roč. 2011, 15/8 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://podporakomaxit.cz>

PORTÁL PRO VHODNÉ UVEŘEJNĚNÍ ZAKÁZEK. *Pořízení práškové lakovny* [online]. 2013 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <https://www.vhodne-uverejneni.cz>

Salum lakovna [online]. 2013 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://salum.cz/>

SLEZAG, Petr a Jaroslav CHOCHOLOUŠEK. Železnaté fosfátování. [online]. 2008, č. 4 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com>

STEINER, Pavel. Práškové barvy. *Povrchová úprava* [online]. 2010 [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.povrchovauprava.cz>

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Stříkací pistole (naradimajer.cz)	14
Obr. 2	Lakovací lázeň s barvou (bagry.cz)	15
Obr. 3	Navalovací zařízení (standoff.cz)	16
Obr. 4	Polévací stroj (dostupné z Aeroterm.cz)	17
Obr. 5	Kataforetické lakování (kia.com)	20
Obr. 6	Tribo (salum.cz)	27
Obr. 7	Korona (salum.cz)	29

9 SEZNAM ZKRATEK

NH – nátěrová hmota

PNH – prášková nátěrová hmota

TOC – celkový organický uhlík

VOC – těkavé organické látky