

Technologie povrchových úprav

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Povrchové úpravy

- Jednotlivé ochranné povlaky se vzájemně liší svými fyzikálními a mechanickými vlastnostmi, chemickým složením, mechanismem svého vzniku, tj. technologií povrchové úpravy a způsobem přípravy materiálu pod ochranný povlak.
- To vše pak určuje charakter jejich ochranného účinku, způsob použití, možnosti provedení, životnost i cenu.
- Při navrhování technologie povrchové úpravy je třeba vybrat z řady možností tu, která je pro daný účel nejvhodnější.
- Vhodnost povrchové úpravy nelze posuzovat pouze podle toho jak plní technickou a estetickou funkci, ale i podle výše nákladů, které si její provedení vyžádá.
- Měřítkem vhodnosti řešení je i společenská užitečnost při maximální hospodárnosti.

Povrchové úpravy

- Ochrana proti korozi
- Změna funkčních vlastností
- Vzhled

Vlastnosti povrchových úprav:

- Ochrana základního materiálu
- Odolnost pro dané prostředí
- Celistvost povrchových úprav
- Dobrá přilnavost
- Optimální funkční vlastnosti pro dané použití

Rozdělení povrchových úprav

1. Předúpravy povrchu

- Mechanické
- Chemické
- Elektrochemické

2. Anorganické povlaky

➤ Kovové povlaky

- Chemické pokovení
- Elektrolytické (galvanické) pokovení
- Žárové pokovení (v roztavených kovech)
- Žárové nástřiky
- Pokovení ve vakuu
- Plátování
- Navařování
- Pokovení výbuchem



Nekovové povlaky a vrstvy

- Konverzní vrstvy
 - Pasivace
 - Fosfátování
 - Oxidace
- Smalty
- Žárové nástřiky keramických materiálů
- Povlaky vytvrzující se za studena (malty)
- Vyzdívky a obklady
- Anorganické nátěrové systémy

3. Organické povlaky

- Povlaky z nátěrových hmot
- Povlaky z plastů
- Povlaky pro dočasnou ochranu
- Povlaky z tmelů a štěrkových hmot
- Obklady

Kovové povlaky

Možnosti vytvoření kovových povlaků

- Chemické pokovení
- Elektrolytické pokovení
- Žárové pokovení
- Žárové nástřiky (metalizace)
- Pokovení ve vakuu

Chemické pokovení

Jde o pokovení materiálu bez zdroje vnějšího elektrického proudu (proud se tvoří přímo v lázních vlivem rozdílného potenciálu pokovovaného kovu a roztoku soli kovu, kterým se pokovuje).

Podstatou je vylučování ušlechtlejšího kovu na povrchu méně ušlechtilého vlivem potenciálního rozdílu obou kovů v roztoku, nebo vyredukováním ušlechtlejšího kovu z jeho solí redukčním činidlem.

– **AUTO-KATALYTICKÁ REDUKCE KOVU**

výhody

- Rovnoměrná tloušťka pokovení
- Není potřeba složitého zařízení
- Jednoduchost
- Vysoká hloubková účinnost

nevýhody

- Nízká vylučovací rychlost
- Nutnost regenerace lázně

Běžně vylučované kovy

- Cu, Ni, Cr, Ag, Au, Sn

Chemické niklování

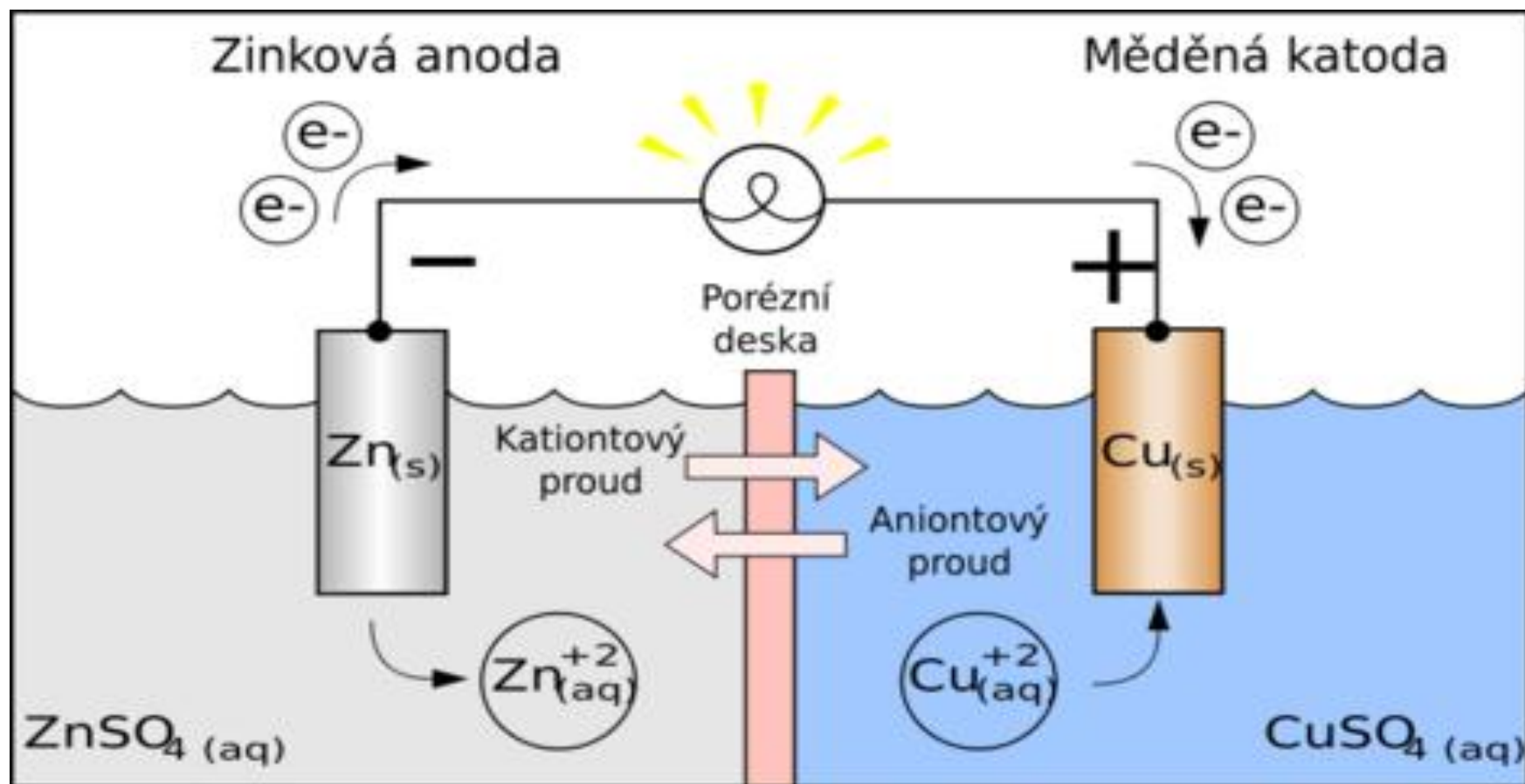


Elektrolytické (galvanické) pokovení

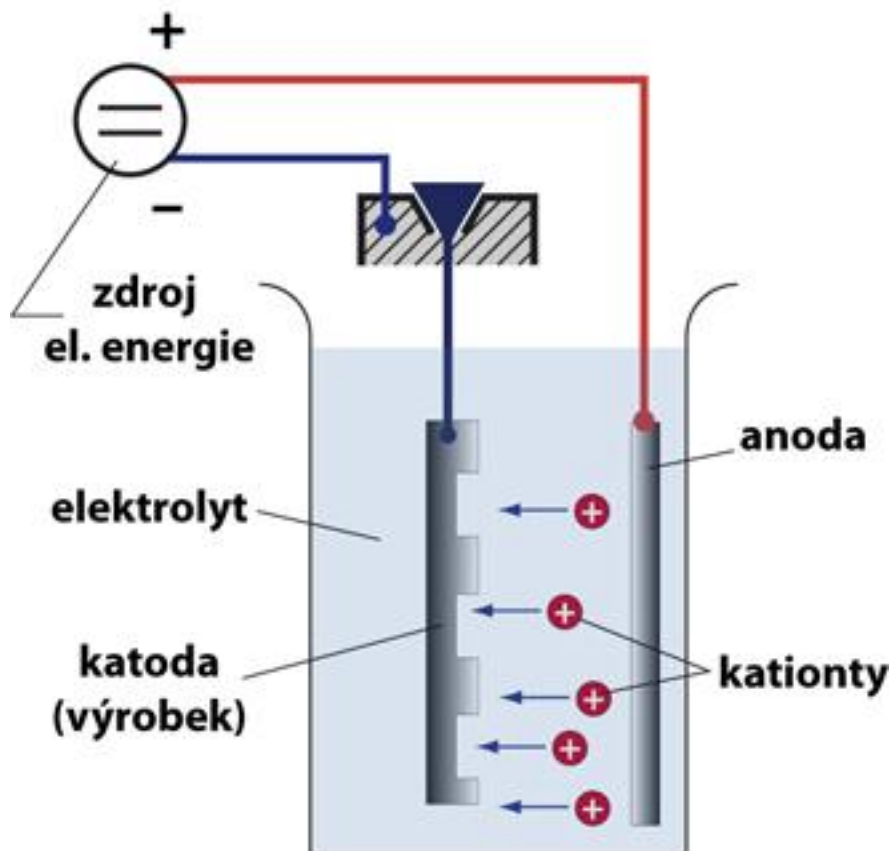
Galvanické vylučování kovů je jedním z nerozšířenějších oborů praktického využití elektrochemický dějů a elektrochemie.

Z elektrochemických dějů má základní důležitost elektrolýza a pochody probíhající v galvanických člancích.

Schéma galvanického článku



Vylučování kovů je založeno na elektrolýze vodných roztoků kovových solí. Působí při působení stejnosměrného elektrického napětí na roztoky prostřednictvím dvou elektrod.



- Záporná elektroda - **katoda**, v praxi je katodou pokovované zboží, dochází zde k redukci kationtů a jejich zakotvení na kovovém povrchu tzv. elektrokrytalizaci.
- Kladná elektroda - **anoda** - se během procesu rozpouští a doplňuje tím úbytek kovu z roztoku (elektrolytu). Na anodě dochází k oxidaci atomů na kationty.

Dle Faradayova zákona je množství vyloučeného i rozpouštěného kovu přímo úměrné množství prošlého proudu:

$$m = (M/n.F) \cdot I \cdot t$$

$$m = k \cdot I \cdot t$$

kde

m = hmotnost vyloučeného kovu [g]

M = molární hmotnost kovu [g . mol⁻¹]

n = mocenství kovového kationtu v lázni

F = Faradayova konstanta 96 487 [C . mol⁻¹]

I = proud [A]

t = čas [s]

k = elektrochemický ekvivalent [g . A⁻¹ . s⁻¹]

Pro praktické pokovení vyplývá z Faradayových zákonů vztah týkající se tloušťky povlaku

$$t = h \cdot d \cdot P / k \cdot I \cdot r$$

Kde

t = čas pokovování [s]

h = tloušťka povlaku [mm]

d = měrná hmotnost kovu [g. mm⁻³]

P = plocha pokoveného předmětu [mm²]

k = elektrochemický ekvivalent [g . A⁻¹ . s⁻¹]

I = proud [A]

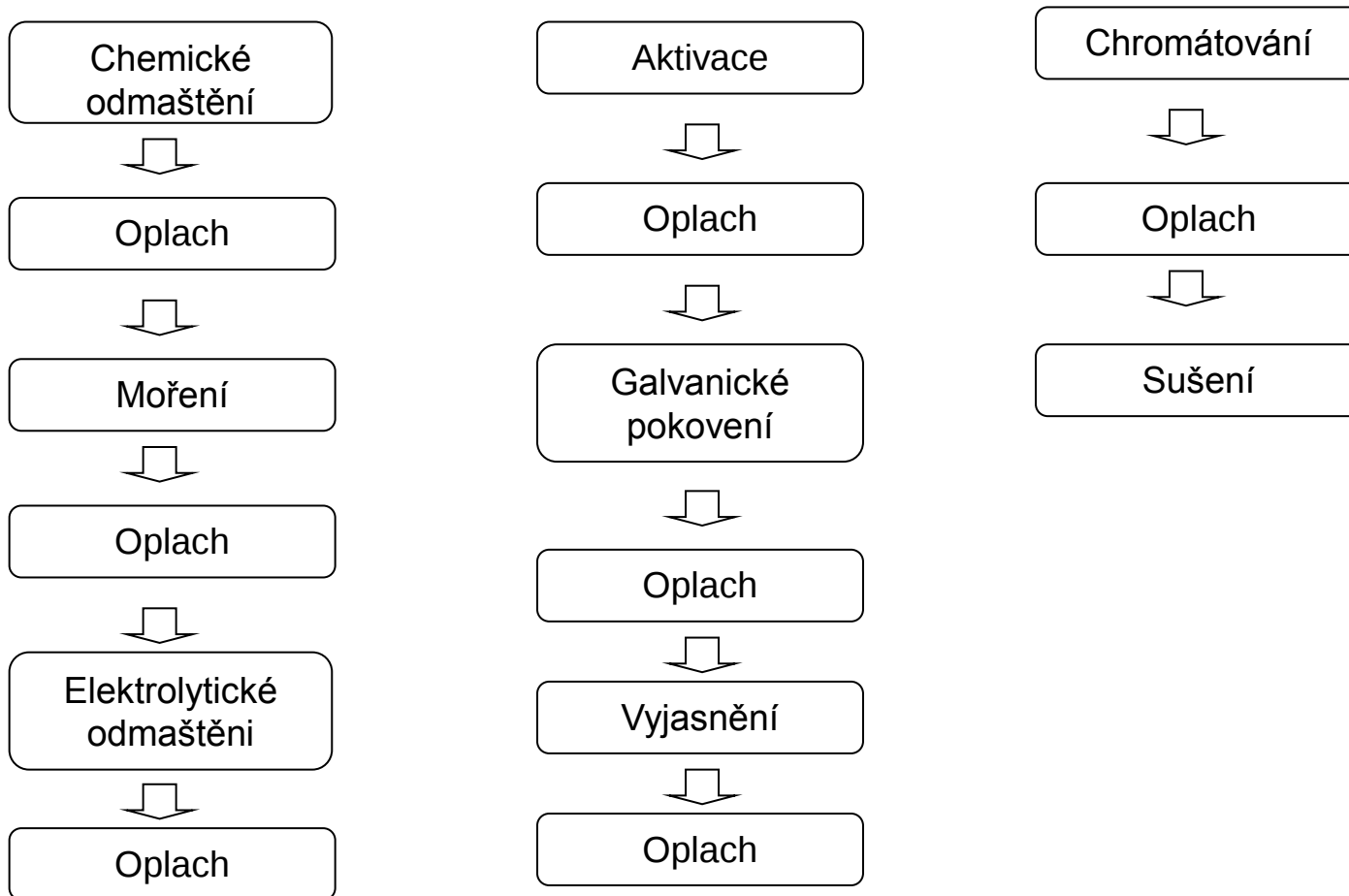
r = proudový výtěžek [%]



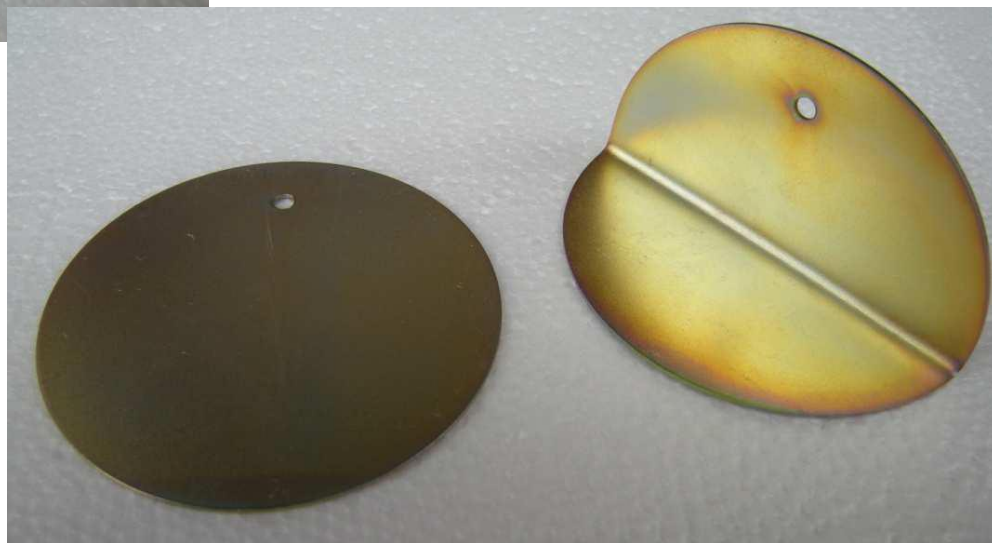
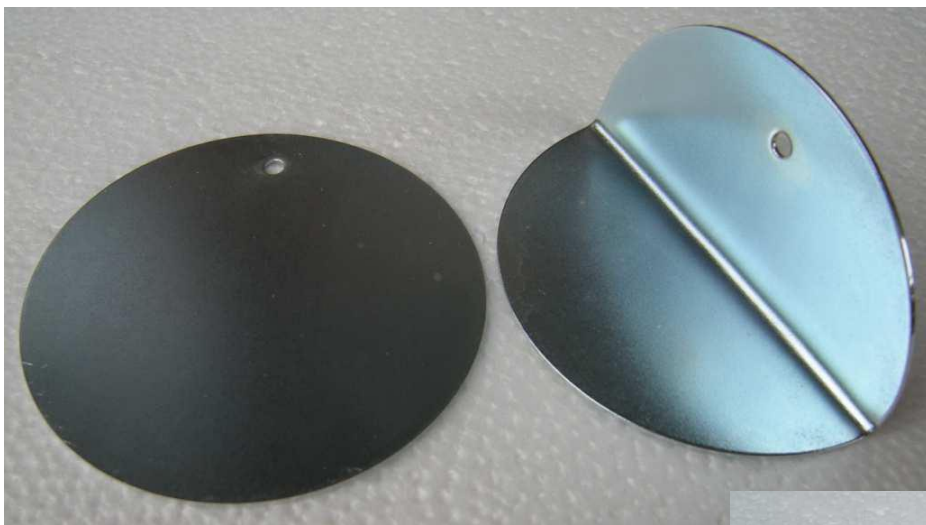
Soubor provozně významných parametrů při galvanickém pokovení

<i>Pracovní podmínky</i>	<i>tepelně technické</i>	teplota
		tlak
		hladina
		míchání
	<i>elektrické</i>	proud
		napětí
		proudová hustota
		polarita
<i>Technologické podmínky</i>	<i>složení lázně</i>	vylučovací rychlost
		proudový výtěžek
		hloubková účinnosti
		vyrovnávací schopnost

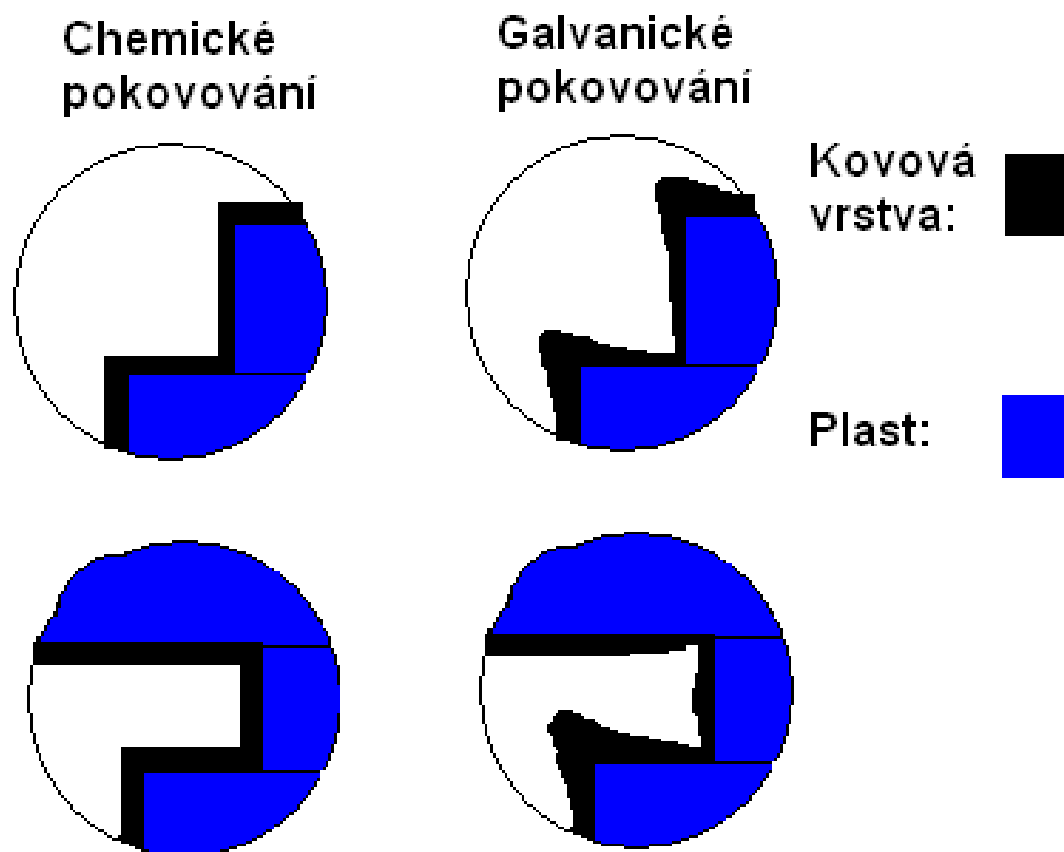
Vzorový technologický postup galvanické zinkování



Galvanické zinkování



Rovnoměrnost tloušťky kovového povlaku při chemickém a galvanickém pokovení



Žárové pokovení

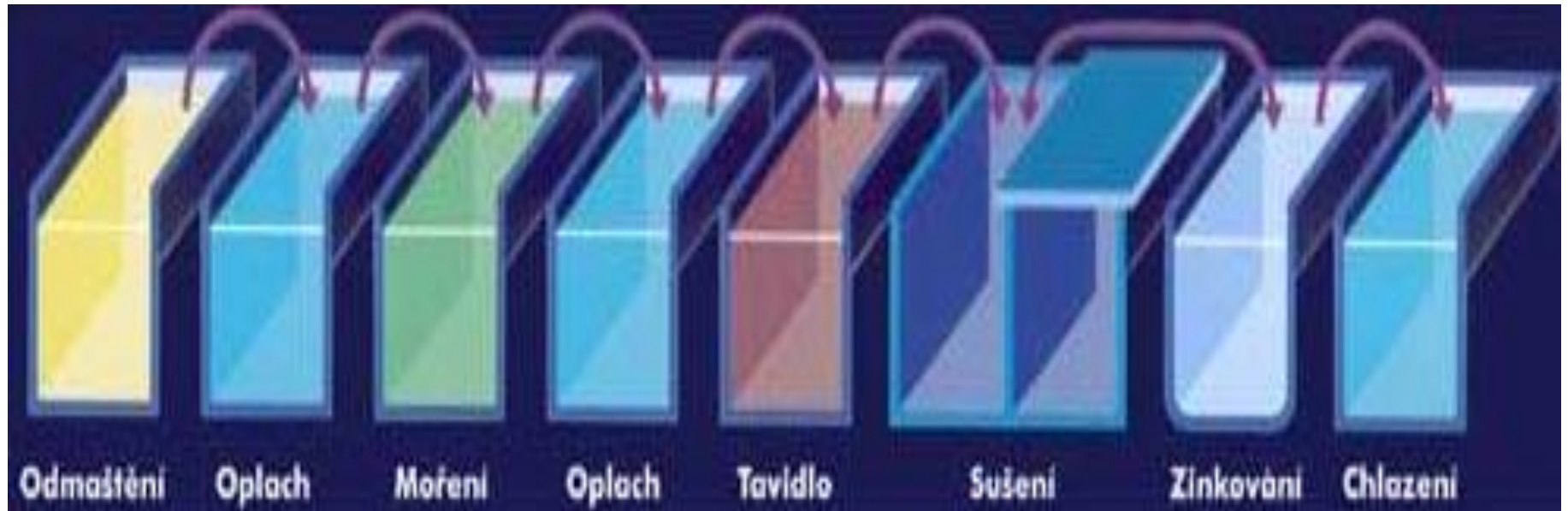
Princip žárového pokovení spočívá v ponoření čistého ocelového nebo litinového výrobku do lázně roztaveného kovu, kde dochází k reakci lázně se základním materiálem.

Běžně používané kovy pro žárové pokovení:

Zn, Sn, Pb, Al

Základní podmínkou této technologie je, aby kov součásti měl vyšší tavicí teplotu než pokovovaný kov

Žárové zinkování



Zinkovací lázeň

- Čistota min. 98,5 % Zn
- Teplota zinkování je 440 – 470 °C
- Teplota lázně nesmí překročit 480 °C => nebezpečí proděravění vany
- Odpady při zinkování
 - tvrdý zinek
 - zinkový popel
 - salmiaková struska



Výhody zinkování

- Dobrá korozní odolnost
- Značná odolnost proti mechanickému poškození
- Relativně nízké pořizovací náklady
- Dlouhá životnost 20 až 40 let i více.



Nevýhody zinkování

- U členitého povrchu dochází k zanášení drobných prohlubní zinkem
- Omezená velikost zinkovacích van
- Základní kov musí mít tavící teplotu než kov povlakový



Žárové stříkání

- žárový nástřik
- metalizace
- šopování

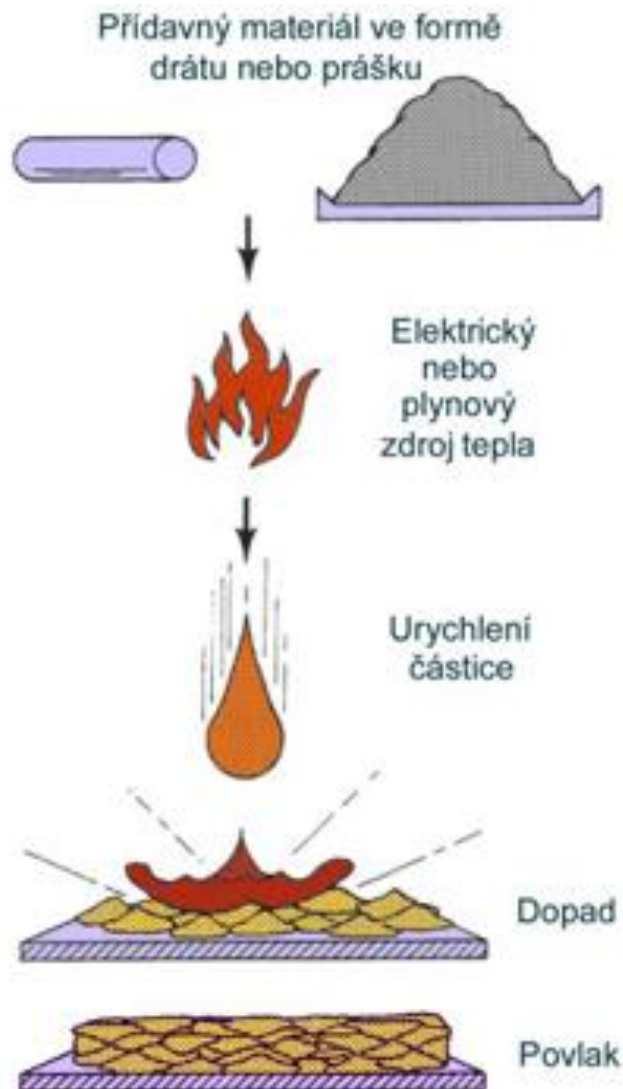
Materiály používané pro žárové nástřiky:

- Téměř všechny kovy
- Keramické materiály
- Kovokeramické materiály

Metalizace

- Metoda spočívá v tom, že jemné částčky natavených nebo roztavených kovů nebo jejich slitin jsou nataveny na předem připravený (zdrsněný) povrch předmětu (základního kovu) pomocí proudu stlačeného vzduchu speciálními stříkacími (metalizačními) pistolemi.
- Částčky stříkaného kovu se při dopadu na předmět deformují, tuhnou a při svém smrštění se zachycují za výčnělky zdrsněného povrchu nebo na předchozích nastříkané částčky.
- Nejde tedy o povlak homogenního kovu s kovovou vazbou, ale o vrstvu vázanou adhezní silou.

Princip žárového nástřiku



Běžně užívané materiály pro stříkání

Zinek

je používán na běžnou ochranu ocelových povrchů, při užití v chemickém průmyslu je doporučen vrchní nátěr.

Čistota používaného Zn drátu je 99,995%.

Hliník

více odolává kyselému prostředí. Vhodný do vyšších teplot do 600 °C (např. výfuky). Čistota používaného Al drátu je 99,5%.

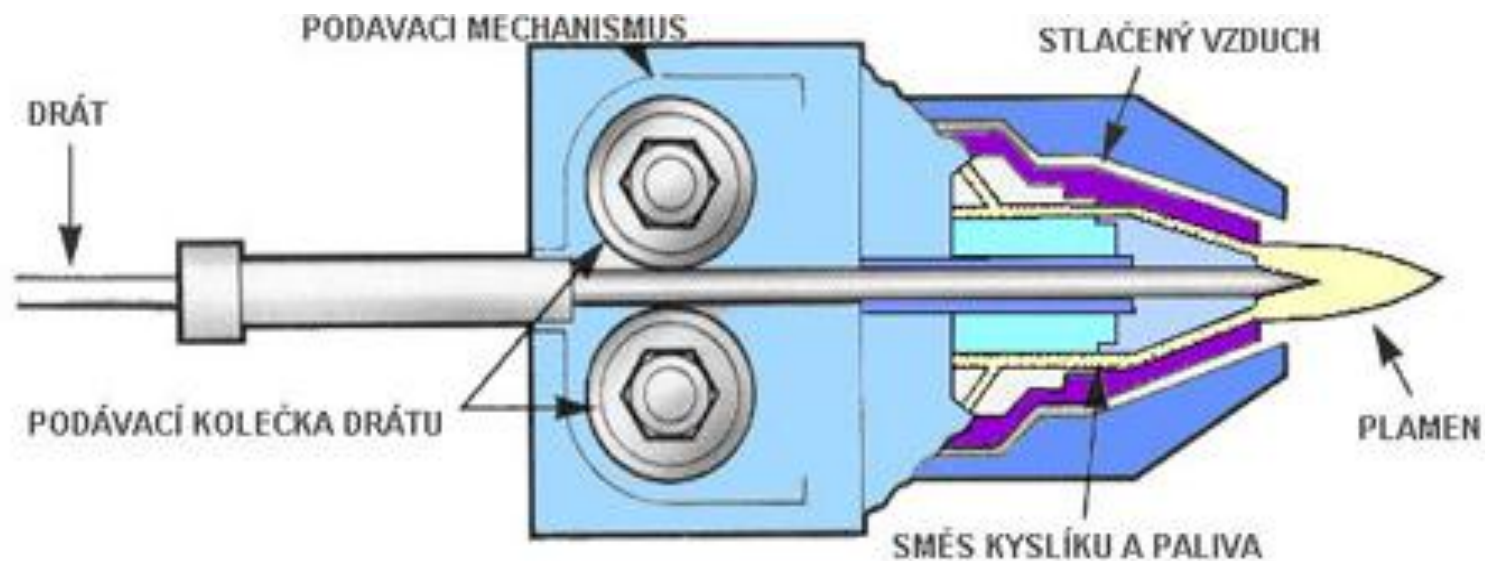
Zinacor

je slitina zinku (85%) + hliníku (15%) používaná pro mimořádně vhodnou kombinaci zinku a hliníku a spojení dobrých vlastností obou kovů.

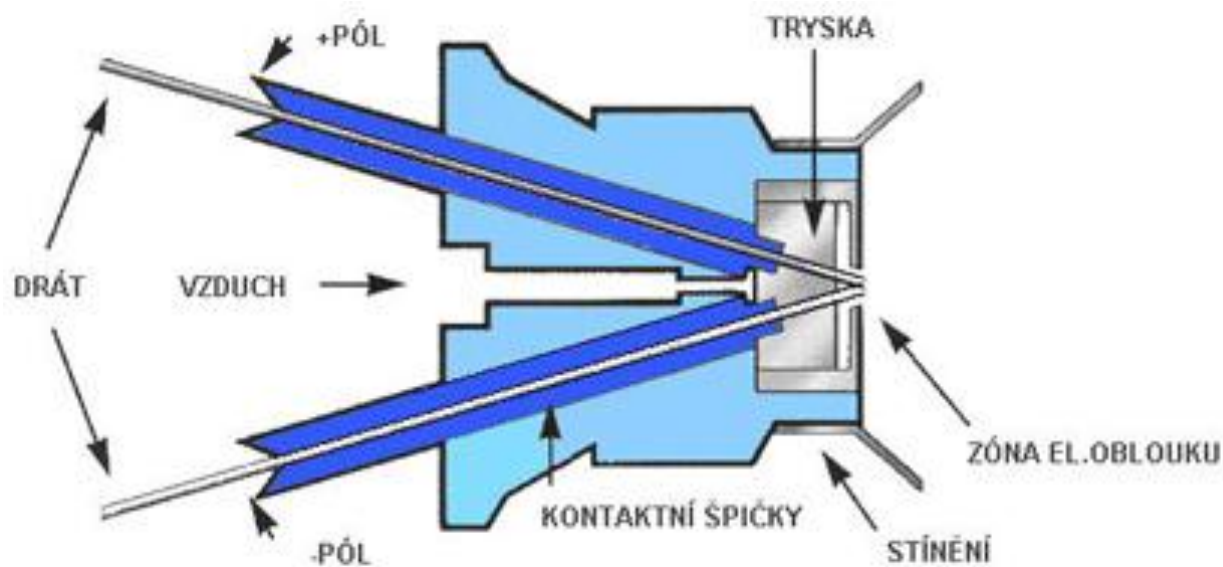
Druhy žárových nástřiků

- Nástřik plamenem
- Nástřik elektrickým obloukem
- HVOF nástřik
- Plazmatický nástřik

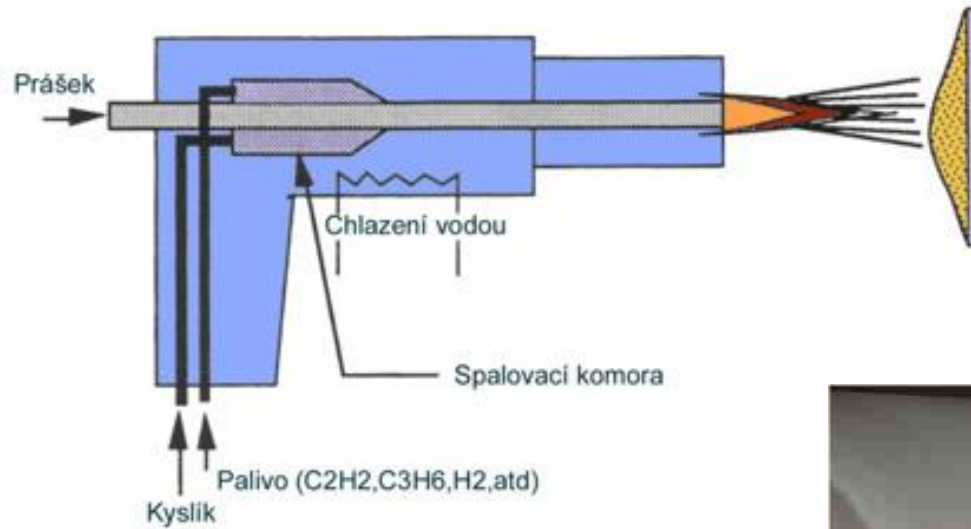
Nástřik plamenem



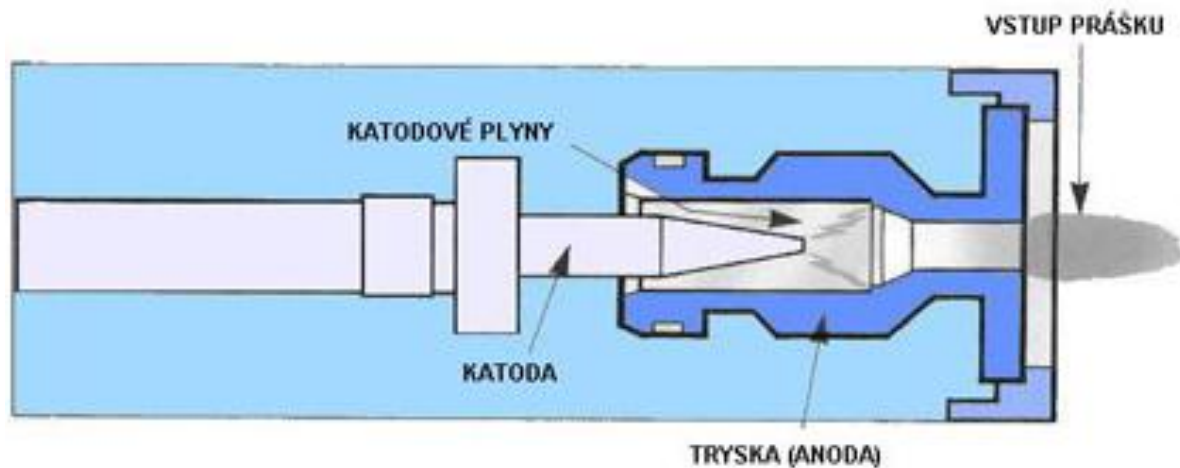
Nástřik elektrickým obloukem



HVFO nástřík (High Velocity Oxygen Fuel)



Plazmatický nástřik



Porovnání metod

Technologie	plamen	HVFO	plazma	ele. oblouk
forma materiálu	prášek/drát	prášek	drát	drát
teplota plamene	3 500K	5 500K	15 000K	5 000K
rychlost částic	50-80m/s	200-1000m/s	200-800m/s	50-100m/s
typické materiály	hliník, polymery	kovy, slitiny, cermety	kovy, slitiny, keramika	kovy, slitiny
vlastnosti povlaku	výborná adheze, tlakové pnutí	porézní v případě keramik	větší tloušťka, vysoká hustota	vyšší porezita a obsah oxidů
vhodné aplikace	ochrana proti opotřebení, korozi	tepelné bariéry, izolátory	otěruvzdorné povlaky, renovace	klasická metalizace, méně náročné aplikace

Příklady použití

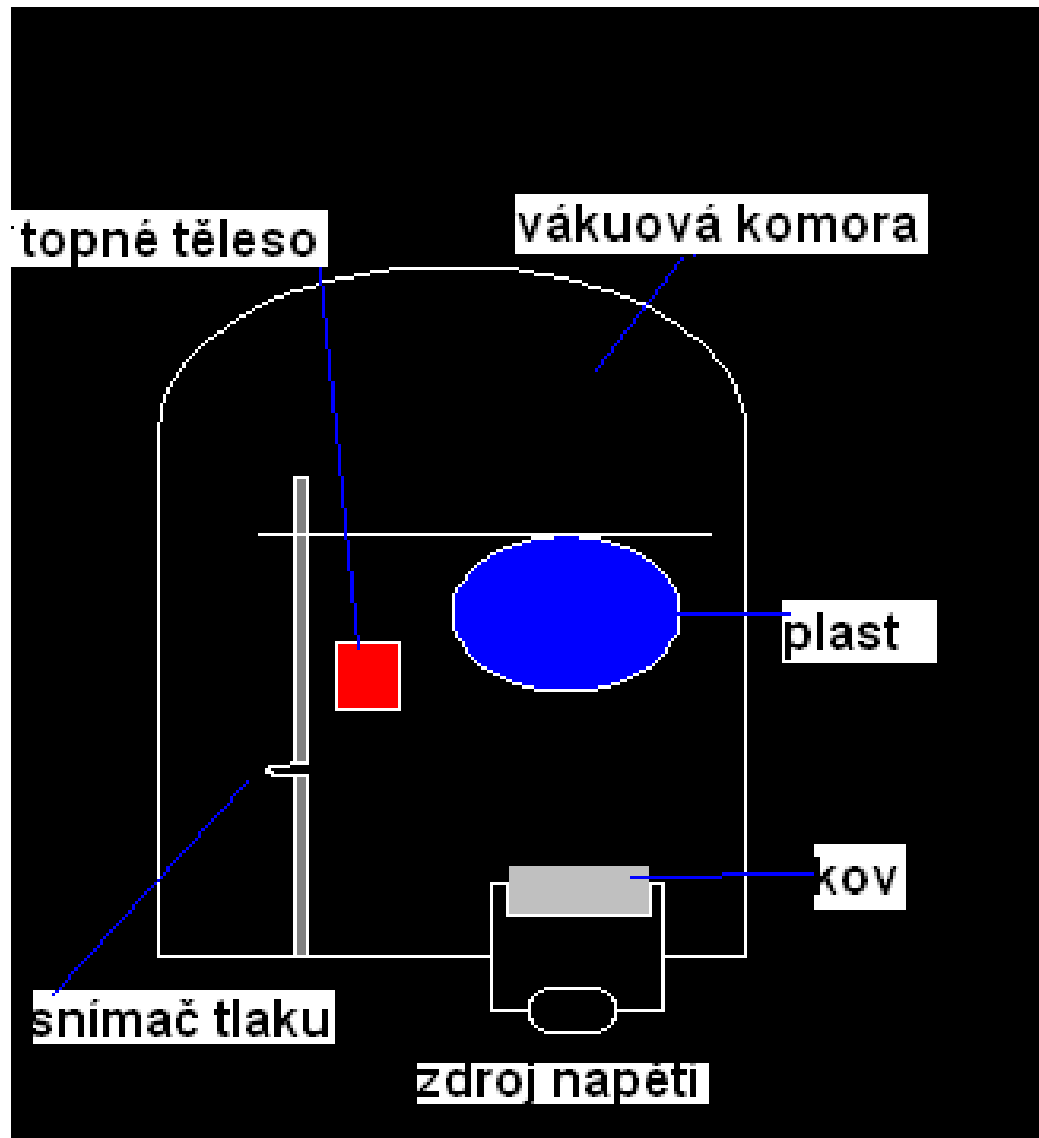


Pokovení ve vakuu

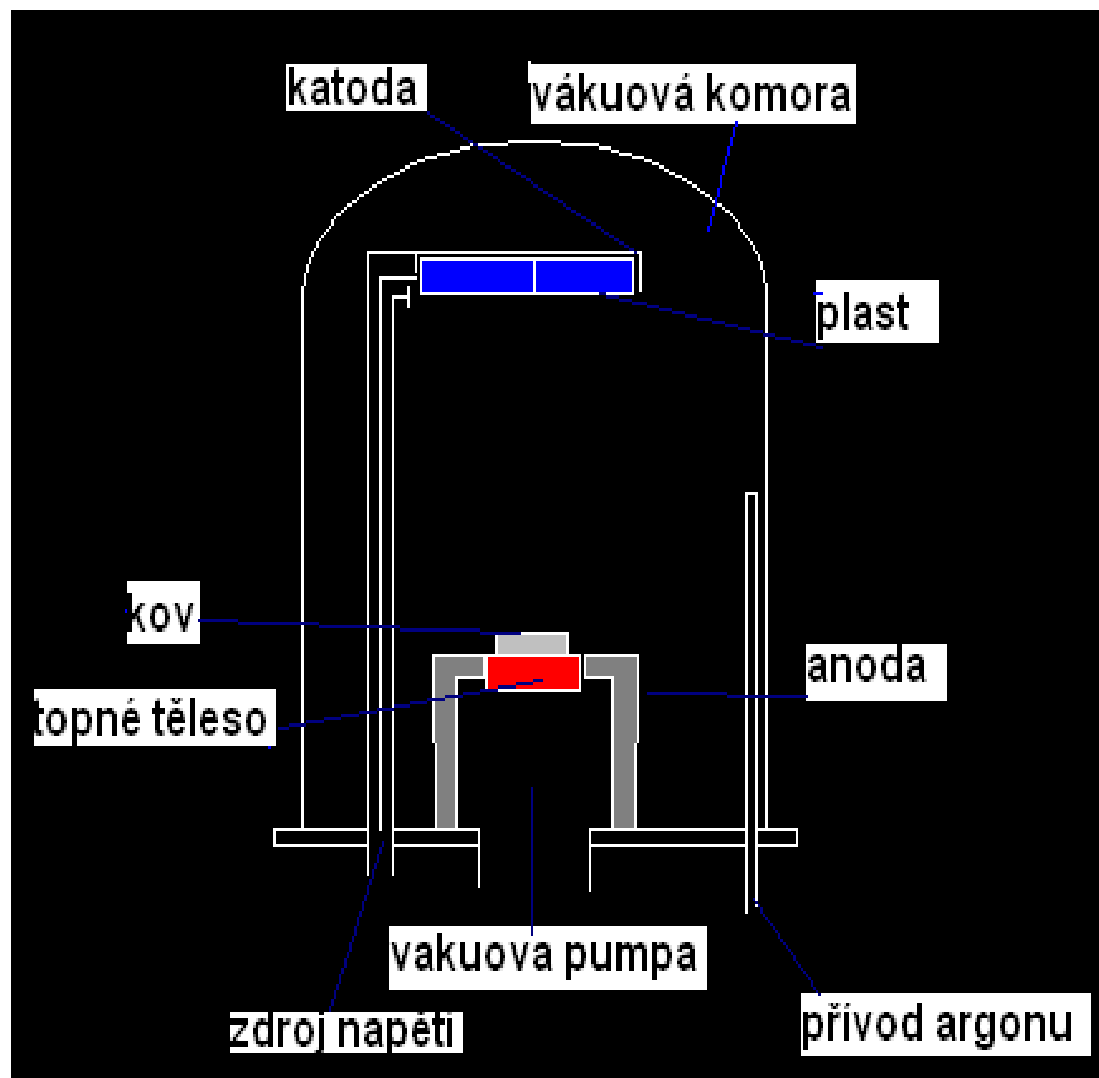
Pokovování ve vakuu je metoda, při které dochází k napařování nebo naprašování povlakových kovů na za velmi nízkých tlaků (10^{-5} až 10 Pa) při teplotách, kdy dochází k odpařování kovu. Předměty musí být umístěny ve vzdálenosti menší, než je volná dráha molekul par kovu. Nejčastěji se nanáší hliník a dosahované tloušťky vrstvy při pokovení jsou 0,1 až 1 mm.

- Moderní metoda pokovování
- Provádí se buď napařováním nebo naprašováním.
- Napařování se provádí za tlaků 10^{-3} až 10^{-5} Pa, teplot při kterých dochází k natavení kovu.
- Naprašování probíhá v raktivní atmosféře 0,1-10Pa.

Princip napařování



Princip naprašování





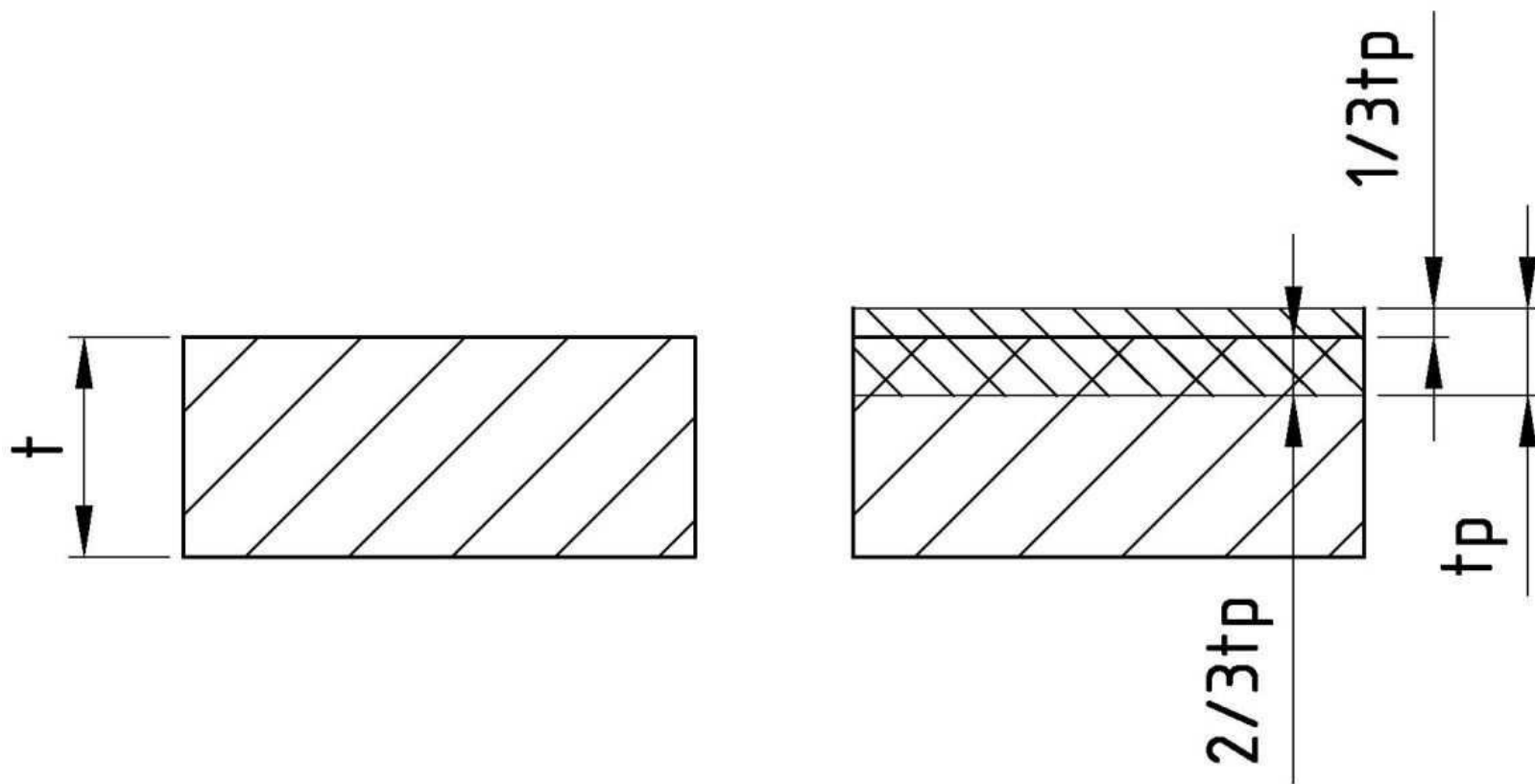
Nekovové anorganické povlaky

- Konverzní vrstvy
- Smalty
- Keramické žárové nástřiky

Konverzní vrstvy

- ČSN EN ISO 2080 nazývá konverzní takové ochranné anorganické vrstvy, které jsou vytvářeny reakcí kovů s příslušnými chemickými činidly bez elektrického proudu. Vznikají přeměnou vlastního povrchu kovu na chemické sloučeniny příslušného kovu

Schéma vzniku konverzních vrstev



Typy konverzních vrstev

- Fosfáty na oceli, zinku, hořčíku, kadmia a hliníku
- Chromáty na hliníku, zinku, hořčíku a kadmiu
- Eloxové vrstvy na hliníku
- Oxidické vrstvy na oceli
- Pasivační vrstvy na oceli, zinku, hořčíku

Fosfátování (fosfatizace)

Fosfátování (též fosfatizace) je chemický proces, při němž se na čistém, kovovém povrchu vylučují nerozpustné terciální fosforečnany Zn, Fe a Mn z vhodné fosfatizační lázně. Tloušťka vrstvy se pohybuje v rozmezí od 0,1 - 10 μ m dle použití.



Přehled fosfátování

Chromátování - Pasivace

Jde o proces vytváření chromátové konverzní vrstvy pomocí roztoku obsahujícího sloučeniny šestimocného nebo trojmocného chromu.

Chromátování je nejrozšířenějším způsobem pasivace. Při pasivaci se chemickým způsobem vytváří viditelná vrstva na povrchu kovu, která zvyšuje korozní odolnost zvláště u neželezných kovů, zinkových, a kadmiových povlaků.

Chromátové vrstvy se mohou lišit od silných, tmavých, olivově zelených s dobrými ochrannými vlastnostmi do tenkých, průsvitných, někdy duhových dekorativních povlaků s omezenou ochranou proti korozi. Lze dosáhnout široké barevné škály chromátových vrstev.



Oxidické vrstvy (oxidace)

Oxidace je jedním z nejstarších způsobů povrchové ochrany oceli. Jde o ochranu pomocí uměle vytvořené oxidické vrstvy. Oxidické vrstvy na oceli dodávají součástem nejen velmi pěkný dekorativní vzhled, ale také zvyšují korozní odolnost. Typickým příkladem oxidačního procesu je alkalické černění ocelí, někdy známo též jako brynýrování.

Podstata černění spočívá v ponoření ocelových součástek do koncentrovaného vodného roztoku (nejčastěji na bázi hydroxidu sodného).

Alkalické černění

Podstata černění spočívá v ponoření ocelových součástek do koncentrovaného vodného roztoku (nejčastěji na bázi hydroxidu sodného).



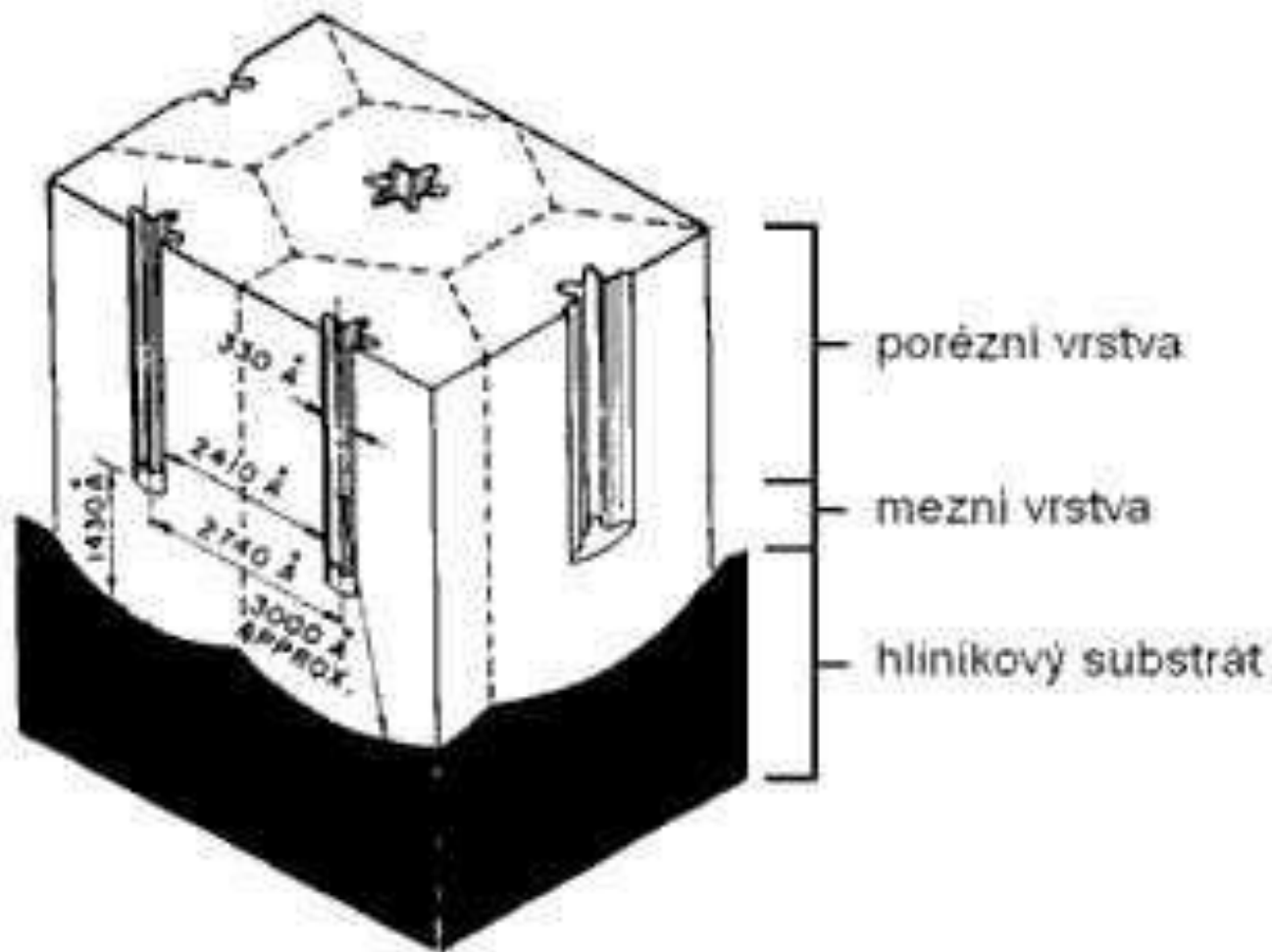
Oxidace za zvýšené teploty

- Jde o proces barvení kovů oxidací za zvýšené teploty. (povrch oceli nabíhá při zvýšené teplotě vlivem vytvářejících se oxidů na různá zbarvení)
- Oxidace probíhá v bubnech v elektrických nebo plynových pecích.
- Nutnost rychlého ochlazení oxidovaného předmětu.

Anodická oxidace hliníku - ELOX

- Hliník a jeho slitiny se vyznačují chemickou stálostí. Tato vlastnost je způsobena tím, že povrch hliníku na vzduchu oxiduje a vzniká vrstva oxidu hlinitého (Al_2O_3), která jej chrání před korozí.
- Vytvoření oxidické vrstvy elektrochemickou cestou spočívá v anodické oxidaci hliníku ve vodném roztoku kyseliny sírové, resp. chromové. Předmět je zapojen jako anoda a katodou je hliníkový nebo olověný materiál.

Model struktury oxidické vrstvy



Anodická oxidace může probíhat za nižších teplot s vyšší proudovou hustotou - vzniká tzv. tvrdá anodická vrstva s dobrými funkčními vlastnostmi, nebo za vyšších teplot s nižší proudovou hustotou - tímto způsobem vznikají konverzní vrstvy určené pro dekoraci jenž díky pórovité struktuře je možné oxidickou vrstvu napouštět různými speciálními barvivy, a získat tak celou barevnou škálu vrstev.



Keramické smaltování

Keramické smalty jsou skelné povlaky anorganického původu, natavené většinou na kovovém ale také na nekovovém povrchu.



Rozdělení smaltů

- Dle účelu použití: A) základní
B) krycí



- Dle použití: (na ocel, litinu, ocelové plechy, nekovové materiály,...)



Příprava smaltů a smaltování

- Tavení surovin na smaltování při teplotě 1150 až 1400°C
- Roztavená hmota se lije do vody → ochlazením a vysokým vnitřním pnutím vznikají zrníčka (frita).
- Sušení a mletí, a to buď za sucha nebo za mokra s různými přísadami.
- Přísady se přidávají z důvodu lepšího tečení smaltové „břečky“, a pro své účinky při vypalování

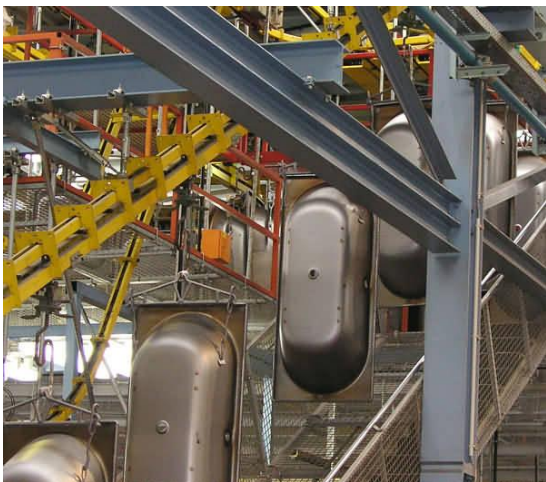
Výhody smaltů

- Vysoká chemická odolnost při zvýšené teplotě
- Odolnost proti otěru a vrypu
- Sklovitá hladkost povrchu
- Velký odpor a izolační schopnost při napětí, řádově v kV, i za zvýšené teploty
- Dlouhá životnost za vyšších teplot (700-900°C)
- Ochranný účinek proti atmosférické korozi a korozi zředěnými kyselinami

Nevýhody smaltů

- Malá odolnost proti mechanickým rázům
- Neodolává velkým teplotním výkyvům
- Reaguje s kyselinou fluorovodíkovou nebo koncentrovaným louhem
- Nevhodný pro tvarované součásti (velmi členité, dlouhé otvory,...)

Výroba vany



Organické povlaky z nátěrových hmot

- Nejrozsáhlejší způsoby povrchových úprav a ochran kovových dřevěných a jiných výrobků.
- Pojem **nátěrové hmoty** je souhrnný název pro všechny hmoty, které se vhodnou technikou nanášejí na podklad v tekutém, těstovitém nebo práškovitém stavu a které nanesené na podklad vytvoří nátěrový film mající ochranné, dekorativní nebo specifické vlastnosti.

Dělení nátěrových hmot

- Podle charakteristických vlastností se nátěrové hmoty dělí na:

Laky – transparentní nátěrové hmoty, které na podkladu vytvářejí průhledný až průsvitný nátěrový film

Pigmentované nátěrové hmoty – nátěrové hmoty, které tvoří zpravidla neprůhledný film (emaily, barvy a tmely)

Dělení nátěrových hmot

- Podle účelu použití se nátěrové hmoty dělí na:

Vnitřní – jsou to například nátěry stavebních prvků uvnitř budov, malířské barvy. Tyto nátěry neodolávají venkovnímu prostředí, především slunečnímu záření.

Venkovní – snášejí venkovní atmosféru, jsou poměrně odolné vůči slunečnímu záření a povětrnostním podmínkám.

Speciální – tato skupina např. zahrnuje nátěrové hmoty pro ochranu proti pohonným hmotám, kyselinám apod.

Dělení nátěrových hmot

- Podle použití a pořadí v nátěrovém systému se nátěrové hmoty dělí na:

Napouštěcí – používají se pro napouštění savých podkladů, jako je dřevo, beton, zdivo, papír apod.

Základní – aplikují se jako první nátěr

Vyrovnávací (tmely) – používají se pro vyrovnání nerovností v povrchu podkladu

Podkladové – používané pro vytvoření vrstev mezi základním a vrchním nátěrem (v poslední době se vyskytují již méně)

Vrchní – tvoří poslední vrstvu v nátěrovém systému

Maskovací – se používají pro maskovací účely

Základní složky nátěrových hmot

1.) Filmotvorné látky (pojiva, změkčovadla)

Netěkavé organické látky, které mohou vytvářet tuhý souvislý film různé tloušťky

Vysychavé oleje (lněný, tungový), přírodní pryskyřice (kalafuna), deriváty celulózy, deriváty kaučuku, asfalt a syntetické pryskyřice

2.) Pigmenty, plniva a barviva

Jsou to nejčastěji oxidy kovů nebo solí

Pigmenty můžeme dělit dle jejich funkce při ochraně proti korozi na:

a.) Inhibiční – zpomalují korozi (suřík, zinková žluť)

b.) Neutrální – (titanová běloba)

c.) Stimulační – (grafit, saze)

3.) Těkavé složky (rozpouštědla, ředidla)

Umožňují nanesení nátěrové hmoty na chráněný povrch

4.) Ostatní přísady (aditiva)

Pomocí aditiv se dosahuje lepší a rychlejší dispergace pigmentů v barvě, zabraňuje se pění nátěrových hmot, nátěrové hmoty mají brilantní povrch

Pomocí aditiv je možno zvýšit odolnost nátěru proti povětrnostním vlivům

Příklad označení nátěrových hmot:

Základní použitá surovina S	Druh 2013	Barevný odstín 5080
--------------------------------	--------------	------------------------

A – asfaltové

O – olejové

C – celulézové

H – chlórkaučukové

L – lihové

P – pomocné

S – syntetické

V - vodové

Ruční nanášení (štětcem)

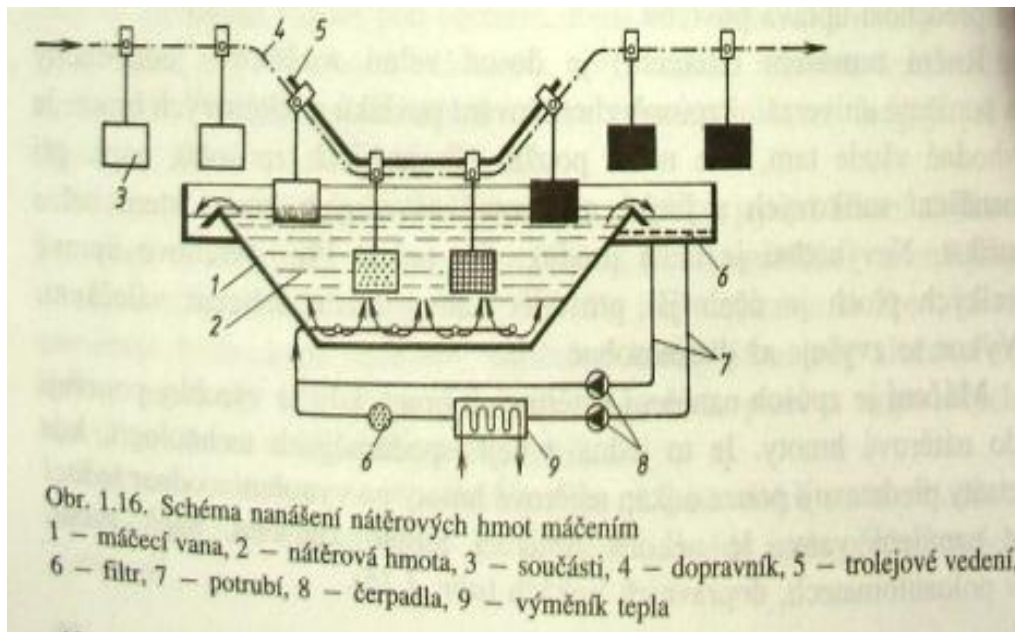
- Velmi rozšířené
- Jednoduché
- Univerzální
- Malá produktivita práce



Výhodnější nanášení
válečkem

Máčení

- Jedna z nejhospodárnějších technologií
- Ruční
- Poloautomaty
- Dopravní linky



Stříkání

- Nejrozšířenější způsob
- Ruční proces
- Mechanizovaný proces s využitím dopravních linek
- Poměrně vysoká produktivita práce
- Ztráty prostředkem a odrazem
- Nevhodnost z hlediska ochrany zdraví při práci



Práškové nátěrové hmoty

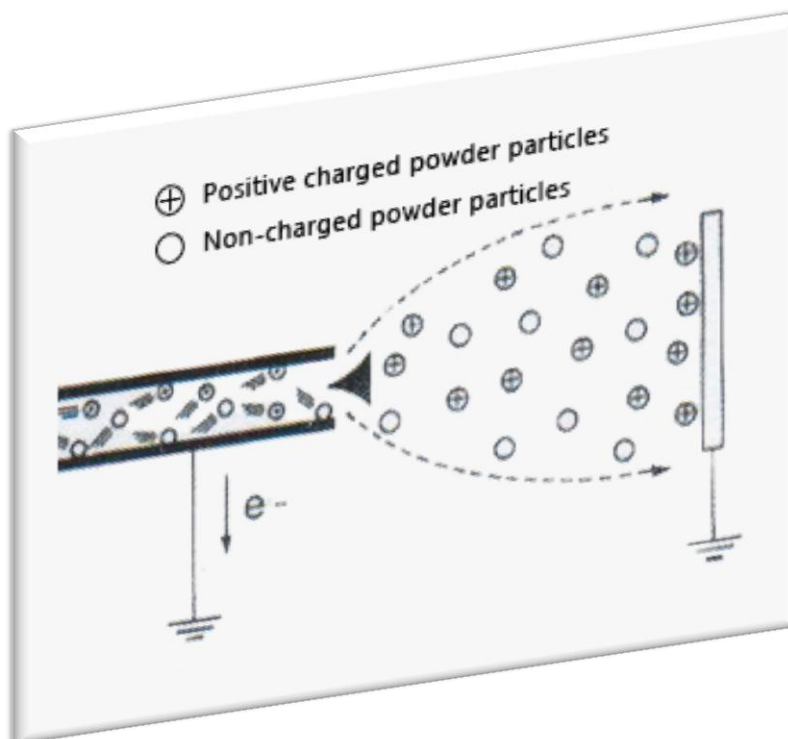
Princip nanášení práškových nátěrových hmot spočívá v nanášení v elektrostatickém poli vysokého napětí.



- Aplikace
 - V aplikačním zařízení je prášková barva smísena s tlakovým vzduchem
 - V aplikačním zařízení dodána prášku elektrostatická energie (způsobuje přitahování částic k výrobku)
 - Práškovou barvu je nutno vytvrdit

Způsoby nabíjení práškové hmoty

- Třením o vnitřní stěny aplikační pistole (TRIBO)



- Pomocí elektrody vysokého napětí (STATIKA, KORONA)

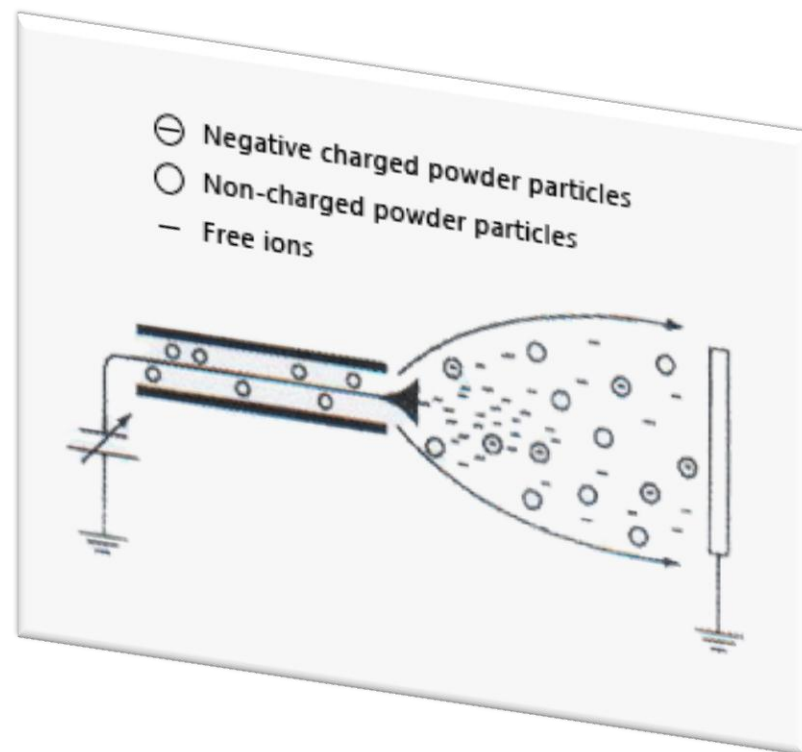
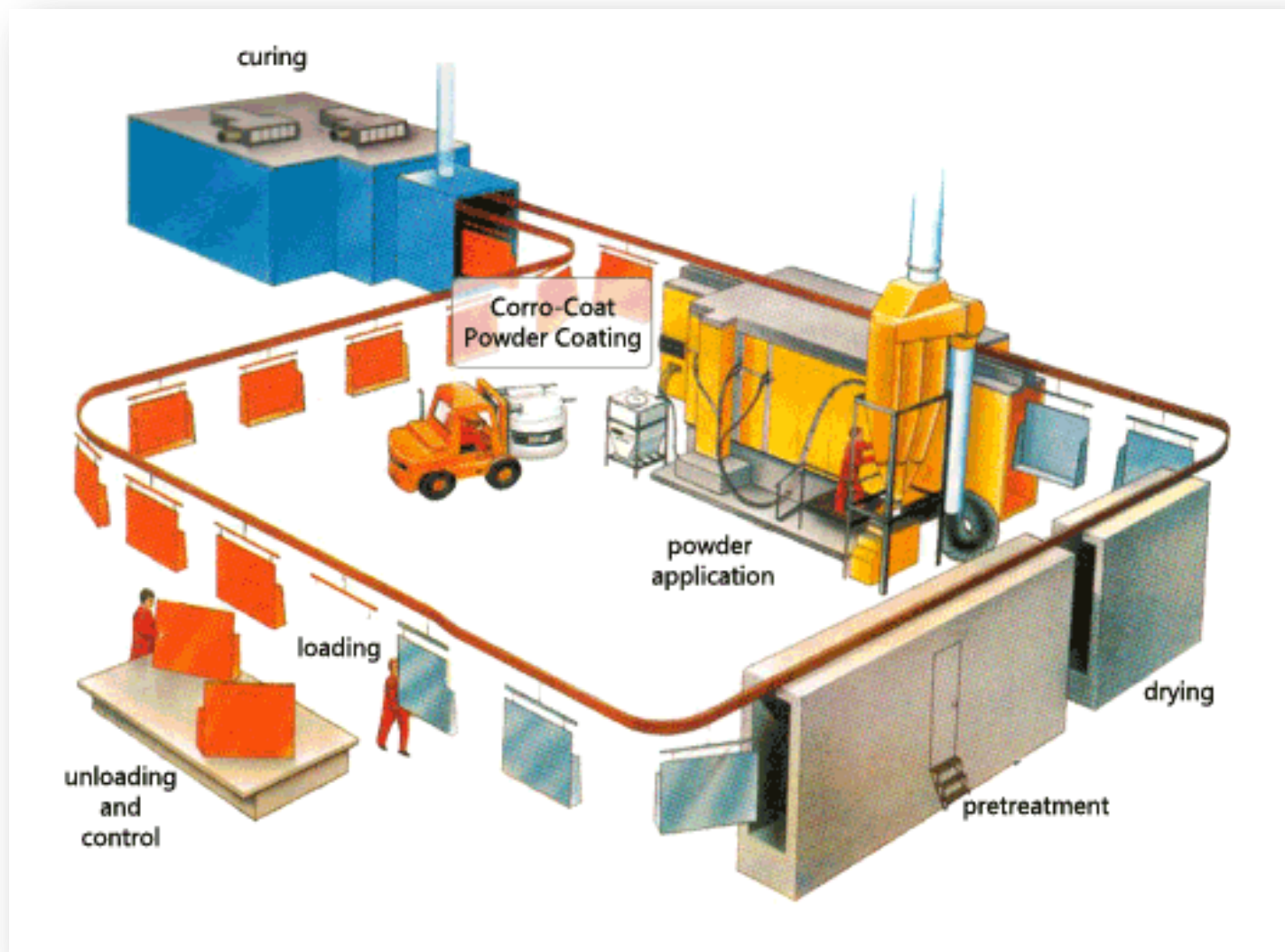


Schéma uspořádání práškové lakovny



Výhody

- Příznivé pro životní prostředí (bez rozpouštědel)
- Příznivé využití materiálu (téměř 100%)
- Jednoduché zařízení pro nanášení
- Vynikající vlastnosti povrchu – korozní, otěrová odolnost
- Dosažení tloušťek až 150 μ m jednou operací
- Nevyžadují následné schnutí
- Bohatá nabídka – barvy, odstíny, struktura...

Nevýhody

- Nutné nové technologické pracoviště
- Minimální teploty vytvrzování 120 až 140°C, zpravidla 160 až 200°C
- Potřeba delšího času při změně barevného odstínu
- Možnost vzniku povlaků o nestejnoměrných tloušťkách
– dáno zručností a zkušeností obsluhy

Ukázky zařízení pro technologii povrchové úpravy

- Čištění
- Lakování
- Práškování
- Sušení



Ponorné zařízení pro předúpravu

Taktové zařízení pro předúpravu



Průběžné zařízení pro předúpravu





Zařízení pro lakování plastů





Pracoviště pro ruční lakování



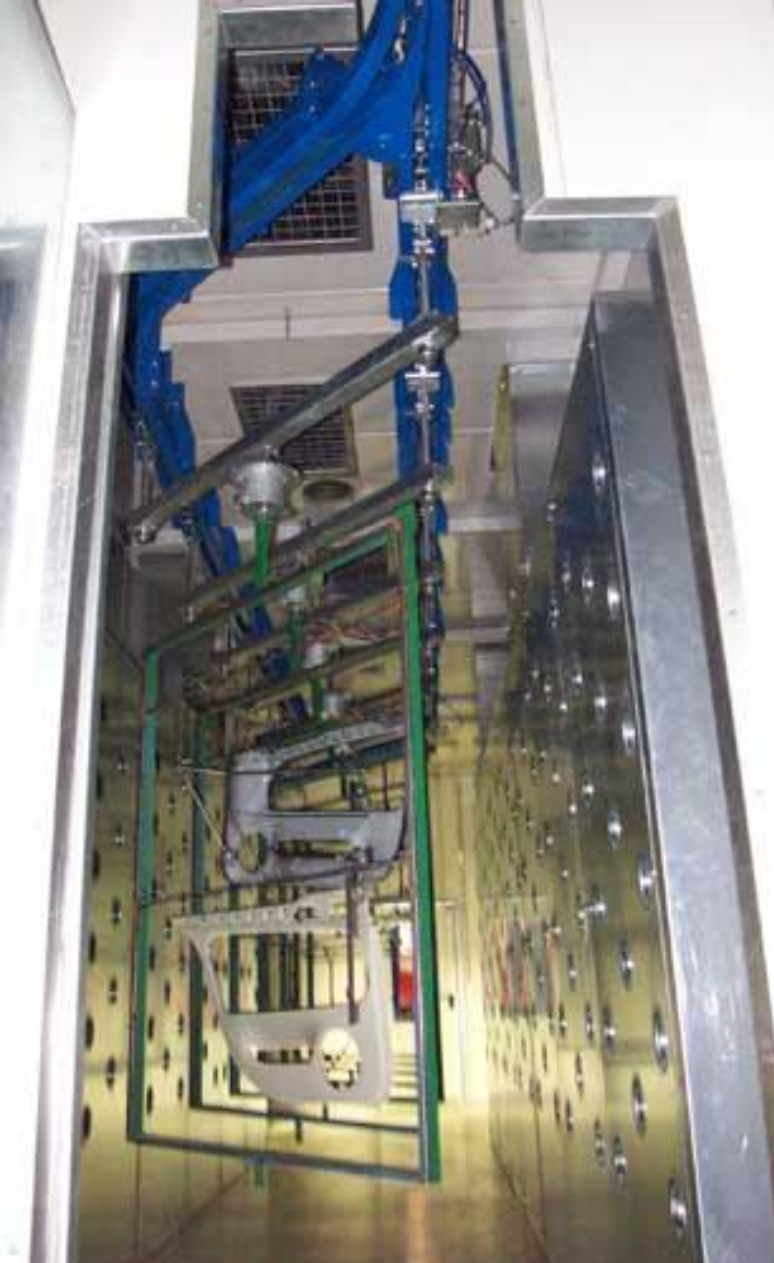


Zařízení pro nanášení prášků



Pece pro vypalování prášků





Sušárny laku

