

■ **ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni**

■ **reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

POVRCHY A JEJICH ÚPRAVY

- přednášky: doc. Ing. Olga Bláhová, Ph.D.
- skripta: Ing. Václav Kraus, CSc.

■ Obsah předmětu

- Povrch a jeho vlastnosti (struktura povrchu, vlastnosti)
- Porušování povrchu (koroze, opotřebení)
- Způsoby ochrany výrobků (úprava prostředí, volba materiálu, konstrukční řešení, elektrochemické a dočasné ochrany)
- Předběžné úpravy povrchu (mechanické, chemické)
- **Organické povlaky (nátěry, plasty, technologie nanášení)**
- Anorganické povlaky (konverzní vrstvy, žárové stříkání, smaltování)
- Kovové povlaky a vrstvy (žárové, ponorem, postřikem, difúzní, fázovou transformací, chemické a elektrochemické, fyzikální a fyzikálně chemické)
- **Hodnocení povrchových úprav - cvičení**



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

POUŽITÁ LITERATURA

V. Kraus:

POVRCHY A JEJICH ÚPRAVY [skripta]

ZČU Plzeň 2000

<http://tzs.kmm.zcu.cz/pou.htm>

J. Stratil:

Nanášení práškových plastů na nekovové materiály.

In: Povrchové úpravy; ročník 4/2001; č.2; Press agency 2001; s.42

Průmyslové spektrum www.mmspektrum.com

Povrchová úprava www.povrchovauprava.cz

Povrcháři www.povrchari.cz

www.smartpainting.cz

www.okcolor.cz

www.sterba-kola.cz/item/lakovna-zasadne-pro-radost

www.coatingpowders.com



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Základní technologické obory PÚ

- **předběžná příprava povrchu**
 - mechanické přípravy povrchu
 - chemické přípravy povrchu
- **povlaky a povlakové systémy**
 - **organické povlaky:**
 - samotné
 - kombinace s jinými technologiemi
 - **anorganické povlaky:**
 - nekovové: smalty, žárové povlaky ...
 - kovové: chemické, elektrochemické, žárové ...

Organické nátěrové hmoty (NH)

Nátěr:

souvislý povlak požadovaných vlastností vzniklý nanesením a zaschnutím jedné nebo několika nátěrových vrstev na upravovaném povrchu

■ **Bariérový účinek** (bez pórů)

■ 80 až 90 % všech povlaků

■ výhody: snadná dostupnost, vytváření, opravitelnost, neomezeno tvarem ani velikostí

■ nevýhody: hořlavost, karcinogenita ...

Použití:

• ochranný účinek (proti povětrnosti, mořské vodě, oleji, ohni ...)

• dekorativní

• signální, svítící, maskovací, tlumící ...

• fungicidní (proti plísním a houbám), baktericidní ...



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Složky NH

■ Pojidla

■ filmotvorné látky

- netěkavé organické látky, zaschnutí → souvislý film
- změkčovadla: ftaláty, adipáty, PCB (polychlorované bifenyly - karcinogenní)

■ rozpouštědla (ředidla): upravují viskozitu

■ Pigmenty

- anorganické (prvky, oxidy kovů, soli)
- organické
- *inhibiční* (zpomalení koroze: Pb_3O_4 , Ca_2PbO_4 , Zn prach ...)
- *neutrální* (neovlivňují korozi: PbCrO_4 , TiO_2 , Fe_2O_3 , Al bronz, slída...)
- *stimulující* (podpora koroze: grafit, saze ...)

■ Plnidla

- nerozpustné v pojivech, úprava technologických vlastností
- většinou jemně mleté minerální látky (vápenec, baryt, mastek ...)

■ Aditiva

- pomocné látky - úprava technologických vlastností
- např. emulgátory, sušidla, sikativy (roztoky sušidel), stabilizátory, zvláčňovadla...

Typy NH a jejich využití

Základní typ NH

Obsah rozpouštědel

Využití

Rozpouštědlové (konvenční)

cca 40 až 60 %

cca 28 %

Vysokосуšinové (VSNH)

cca 15 až 25 %

cca 12 %

Dvoukomponentní

cca 30 až 40 %

cca 10 %

Vodou ředitelné (VRNH)

cca 2 až 10 %

cca 40 %

Ostatní NH a přípravky

cca 20 až 30 %

cca 4 %

Práškové NH (PNH)

bez rozpouštědel

cca 6 %



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Označování NH

A - asfaltové

B - bezrozpuštědlové - polyesterové

C - nitrocelulóзовé

E - práškové

H - chlorkaučukové

K - silikonové

L - lihové

O - olejové, fermežové

P - pomocné lakovací přípravky

S - syntetické

U - polyuretanové

V - vodové a emulzní



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Označování NH

1. číslo za velkým písmenem:

- 1 - fermeže, průhledné, transparentní a bezbarvé hmoty
- 2 - slabě a středně pigmentované hmoty
- 3 - tónovací pasty
- 4 - nástřikové pasty
- 5 - tmely
- 6 - ředidla
- 7 - sušiva, tvrdiva
- 8 - pomocné přípravky pro dokončování vzhledu nátěrového filmu



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

A - asfaltové NH

- **Základní filmotvorné látky:**

přírodní asfalty a živice z destilace ropy a kamenouhelného dehtu

- **Rozpustnost v nepolárních organických rozpouštědlech:**

benzín, toluen, xylen, terpentýn ...

- **Zasychání - na vzduchu**

- vypalování (až 200°C) → pevný, lesklý film

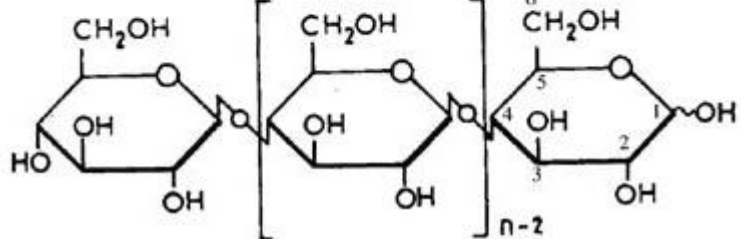
- **Vlastnosti:**

- pružnost

- chemická odolnost

- dobrá v kyselém prostředí mimo koncentrované HNO_3 a H_2SO_4
(oxidační působení)

- horší v povětrnostních podmínkách: O_2 , O_3 , emise ...



C - nitrocelulózové NH

- pojidla:
deriváty celulózy
$$2 \text{HNO}_3 + \text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_8(\text{NO}_2)_2\text{O}_5 + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- malý obsah sušiny:
10 - 27% - nutnost použití
vícevrstevných nátěrů
- rozpouštědla:
estery, butylacetát),
alkoholy, ketony, toluen ...
- změkčovadla:
ftaláty, fosfáty
- rychlé zasychání
30 - 60 min
- malá vydatnost
- vlastnosti:
dobré izolační,
tvrdost, křehkost
malá přilnavost ke kovům:
nutnost primárního nátěru
(olejové, syntetické NH ...)
odolnost:
dobrá proti povětrnosti,
minerálním olejům,
chemikáliím

O - olejové NH

Přírodní a umělé pryskyřice

- zasychání
oxipolymerizačním
způsobem 8 - 72 h
- vydatnost
80 - 250 g.m⁻²
- vlastnosti:
 - odolnost
 - dobrá proti povětrnosti
 - špatná proti chemickým vlivům
 - přilnavost - dobrá



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

S - syntetické NH

Různé typy umělých pryskyřic

- zasychání: na vzduchu nebo vypalování
- vydatnost: 80 - 160 g.m⁻²
- **Epoxidové**
 - dvousložkové
 - chemicky vytvrzující: 160 - 180°C, 10 - 20 min
 - zasychání: rychlé
 - vytvrzení: několik dní
 - přilnavost: výborná k většině povlaků
 - odolnost: dobrá proti nárazům, mechanickému poškození
proti agresivnímu prostředí: uhlovodíky, roztoky zásad
menší proti kyselinám zejména organickým
špatná proti povětrnosti, slunečnímu záření →
ztráta lesku, křídování (vyšší v čisté atmosféře)
 - nevýhoda: možnost vzniku vad při nedodržení poměru obou složek
při nedostatečném promíchání

S - syntetické NH

■ Epoxymatikové

- modifikace epoxidových NH
- **výhody:** tolerantní k předběžné úpravě povrchu
velká tloušťka: **až 400 μm**
- použití: na ručně čištěné ocelové konstrukce při údržbě nátěrů

■ Alkydové

- odolnost: dobrá proti atmosféře
- vícevrstvé nátěry:
informace o nanášené tloušťce mokrého a suchého nátěru
nutnost dodržení doby zasychání (ztráta přilnavosti vrstev),
dlouhé intervaly → špatné zakotvení (přebroušení brusným papírem)



S - syntetické NH

■ Akrylátové

- jednosložkové z akrylátových pryskyřic
- fyzikální zasychání - odpařením rozpouštědla
- odolnost: proti povětrnosti
- dobrá přilnavost k nátěrům: kombinace s polyuretany, alkydy ...

■ Akryluretanové

- obdobné vlastnosti
- nižší dávkování izokyanátové složky
 - nižší cena

■ Rezolové

- rezol: termosetický plast - nevratně tvrdnoucí
 - vznik: polykondenzací fenolu s formaldehydem

P - polyuretanové NH

- - jednosložkové - vytvrzující vzdušnou vlhkostí
- - dvousložkové - chemicky vytvrzující
- **výhody:** vysoká proti povětrnosti, slunečnímu záření
- využití: vrchní vrstva na NH epoxidové, akryluretanové ...

V - vodové a emulzní NH

- **vodou ředitelné:** akrylátové, alkydové, epoxidové, polyuretanové ...
- pojiva - **disperze** (směs látek, z nichž jedna je jemně rozptýlena v druhé),
 - **emulze** (heterogenní směs dvou kapalin, které se vzájemně samovolně nesměšují)
 - nebo jejich kombinace
- vlastnosti: pružnost, vláčnost, vyrovnávají vnitřní pnutí
 - odolnost - proti rázům, vibracím
 - proti atmosféře (dostatečná tloušťka, bez pórů)
- nevýhody: - nutnost dokonale čistého kovového povrchu
 - větší spotřeba NH
 - delší sušení

■ H - chlórkaučukové NH

vlastnosti:

- odolnost
 - nízká proti povětrnosti a organickým látkám
 - vynikající proti chemikáliím, minerálním olejům
- pružnost - vysoká

■ L - lihové NH

vlastnosti:

- lesk - vysoký
- odolnost
 - dobrá proti olejům
 - špatná proti povětrnosti
- otěruvzdornost - dobrá
- nevodivé



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

K - silikonové (polysiloxanové) NH

Dvousložkové nátěry

- vysoká odolnost proti povětrnostním vlivům, slunečnímu záření
- nutnost dobré předúpravy
- použití: na základní zinkový etylsilikátový nátěr...

Silikony: anorganicko-organické polymery s obecným vzorcem $[R_2SiO]_n$,

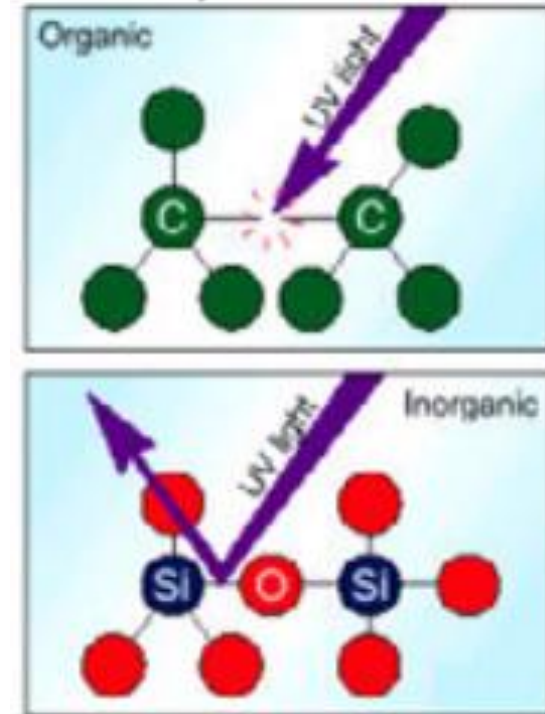
kde R je organický substituent

- chemicky stabilní řetězec -Si-O-Si-O-Si...
- organické skupiny chemicky vázány na volné vazby atomů Si
- stálé vlastnosti v širokém rozmezí teplot: tepelná odolnost silikonových pryží:
-60 až +180°C (speciálně -100 až +260 °C, krátkodobě až +320 °C)
- poměrně inertní vůči živým organizmům
- relativní nehořlavost, dobré elektroizolační vlastnosti, dlouhodobá odolnost vůči UV záření a povětrnostním podmínkám, vodoodpudivost (hydrofobnost) a paropropustnost, dobrá adheze

Fluorované silikony: olejovzdorné (automobilový průmysl)

Využití:

oleje a pasty (zdravotně nezávadné, tepelně vodivé a zároveň elektroizolační), emulze silikonových olejů, impregnace na stany, bundy, jednosložkové tmely vulkanizující vzdušnou vlhkostí za normální teploty, dvousložkové kaučuky vulkanizující po přidavku katalyzátoru, pro výrobu pružných forem a k zalévání součástek, hydrofobizační přípravky (odpuzují vodu), laky (vysoce tepelně odolné), tmely (ochrana osazených desek plošných spojů, sanitární a stavební využití), odpěňovače, kosmetika (mýdla, sprchové gely, šampony, pěny na holení...), ploutve, koupací čepice, prsní implantáty, silikonové náramky, pěny (těsnění např. kabelových průchodů), kuchyňské náčiní (formy na pečení, vály...)



Zinkové NH

Zinc rich paints - nátěry s vysokým obsahem zinku - zinkování za studena

- **Pojivo:** organické, anorganické
- **Jednosložkové, dvousložkové**
- **Pigment:** Zn prach → nátěr: **až 96 % zinku**

Zinkové etylsilikátové NH

- **rozpuštědla:** organická
- **vytvrzení:** vlhkost 50 - 80% (nižší → měkké, stírá se)
- urychlení:** postřík vodou
- stupeň vytvrzení:**

MEK test: kousek hrubší bavlněné tkaniny nasycené metyletylketonem se přitlačí palcem k nátěru a provede se 50 dvojitých tahů dlouhých 50 mm, výsledek se hodnotí podle stupnice uvedené v normě

Zinkové NH na bázi vodního skla (vodný roztok Na_2SiO_3) - **rozpuštědlo:** voda

- **Předúprava:** tryskání, $R_a = 25 - 60 \mu\text{m}$
- **Tloušťka:** 75 - 200 μm , vyšší → praskání, odlupování
- **Pórovitost po nanesení** → vrchní nátěr:

rychle nanesený: puchýřky, pění - až za několik měsíců - dle počasí

Technologie nanášení NH

Hlediska

- předmět
(velikost, tvar, množství ...)
- požadované vlastnosti nátěru
(vzhled, tloušťka, namáhání ...)
- kvalita povrchu
(pórovitost, stupeň čistoty -
předběžné úpravy ...)
- vlastnosti NH
(rychlost zasychání,
slévatelnost, vodivost ...)
- ekonomie
(materiál, pracnost ...)
- ekologie

Příprava povrchu, např.:

- dokonalé odstranění starého nátěru
- odstranění koroze, špíny, mastnoty
- možno i použití chemické lázně
- opláchnutí
- vyschnutí
- pískování nebo otryskávání
- ofoukání od zbytků nečistot
- fosfátování
- chromátování
- eloxování

Vliv na

- zakotvení
- zasychání
- podkorodování

Technologie nanášení tekutých NH

Prostory:

- prostor pro předúpravy
- prostor pro nanášení NH - jedna nebo několik technologických operací
- prostor pro vytěkání povlaku
- prostor pro sušení nebo vypalování povlaku
sušení při 20°C: 0,5 až 24 hod. i více
sušárny: 60 - 180°C
- prostor pro chlazení výrobku

Ekologie:

- odsávání vzdušniny, čištění odpadních vod (přestřiky...)

Technologie nanášení tekutých NH

Metody:

- Ruční nanášení
- Pneumatické stříkání
- Vysokotlaké stříkání
- Stříkání v ohřátém stavu
- Stříkání v elektrostatickém poli
- Máčení
- Navalování
- Elektrochemické nanášení
- Chemické nanášení



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Technologie nanášení

Ruční

- výkon 10 - 15 m².h⁻¹



Pneumatické stříkání

- výkon 40 - 200 m².h⁻¹

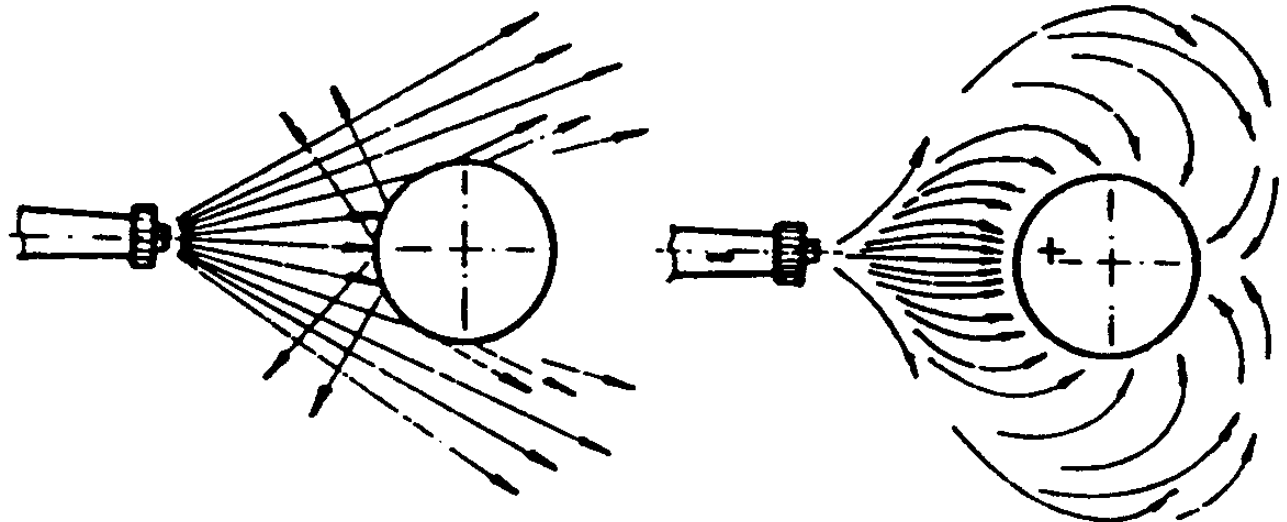


Technologie stříkání

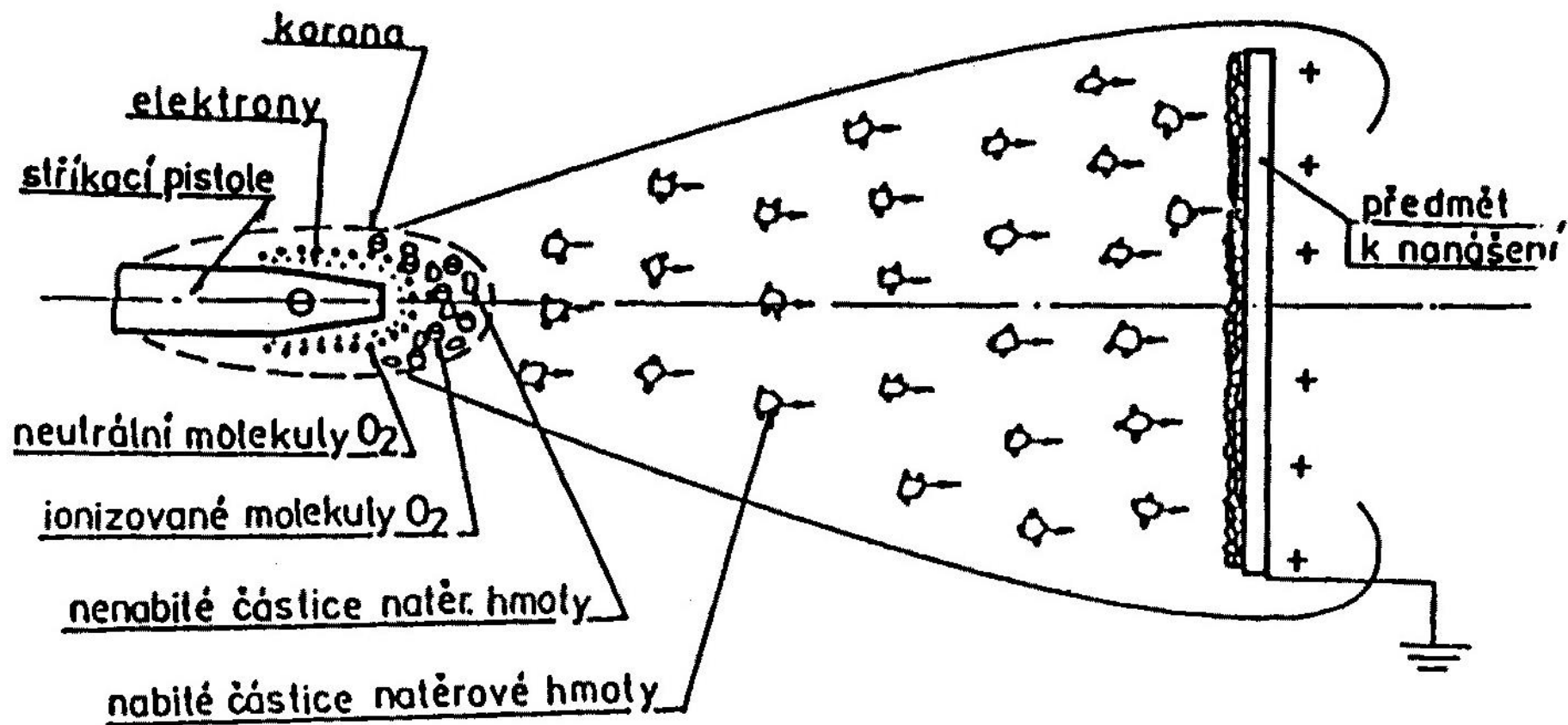
Vysokotlaké stříkání – pro vysokosušinové NH

Stříkání v ohřátém stavu – urychlení zasychání

Stříkání v elektrostatickém poli:

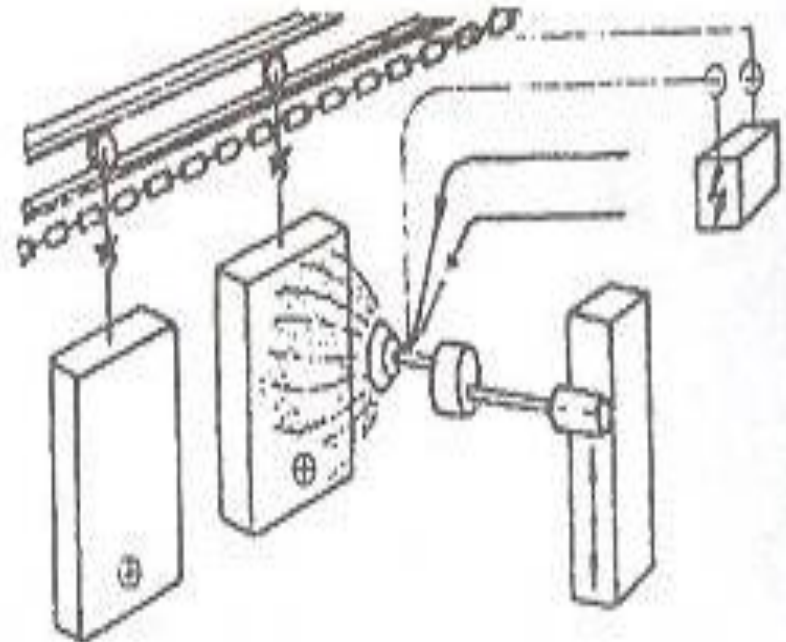
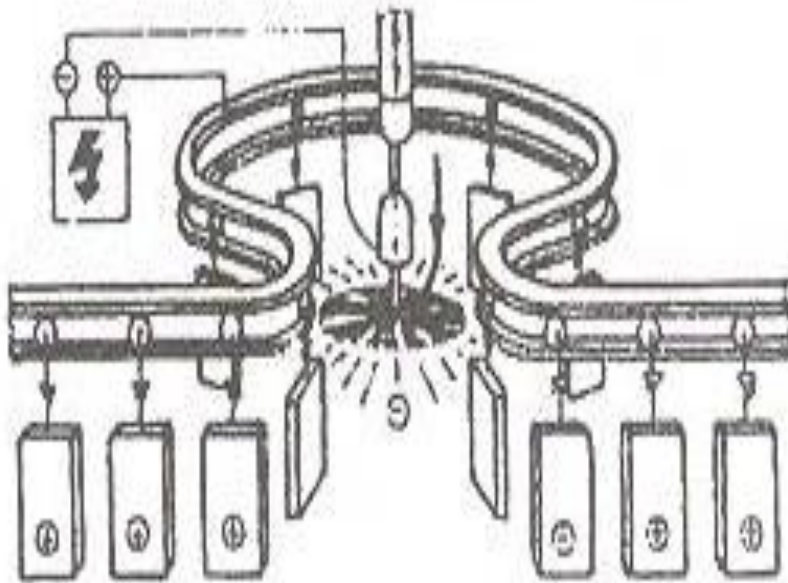


Stříkání v elektrostatickém poli



Stříkání na kontinuálních linkách

- rotačním kotoučem
- rotačním zvonem



Pracovní linka

Parametry linky:

- Délka až 320 m
- Max. nosnost jednoho pole 100 kg
- Možnost oboustranného nanášení
- Vytvrzovací teplota 100 - 250°C
- Rychlost dle druhu a tloušťky materiálu



Zavěšení výrobku



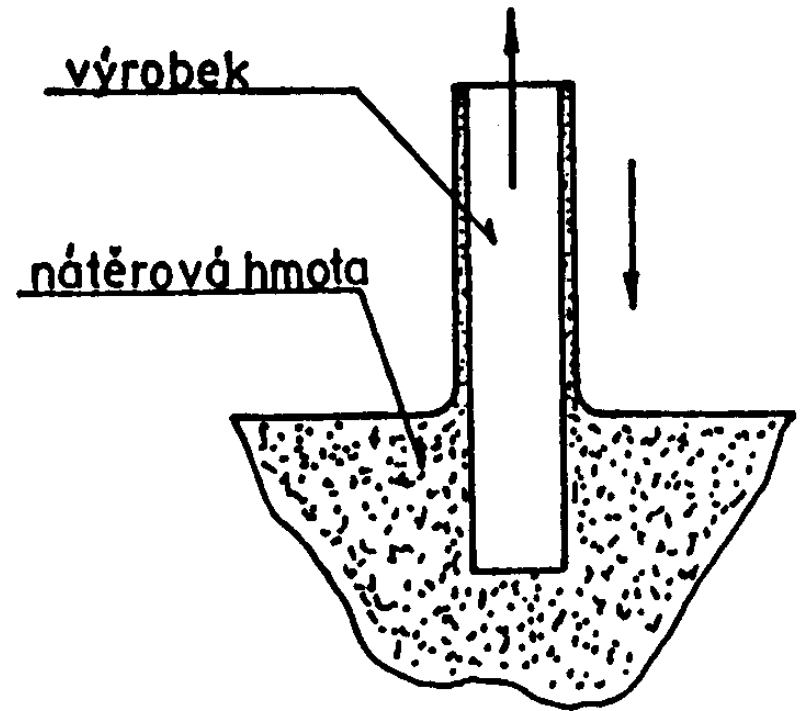
Vysoušecí komora



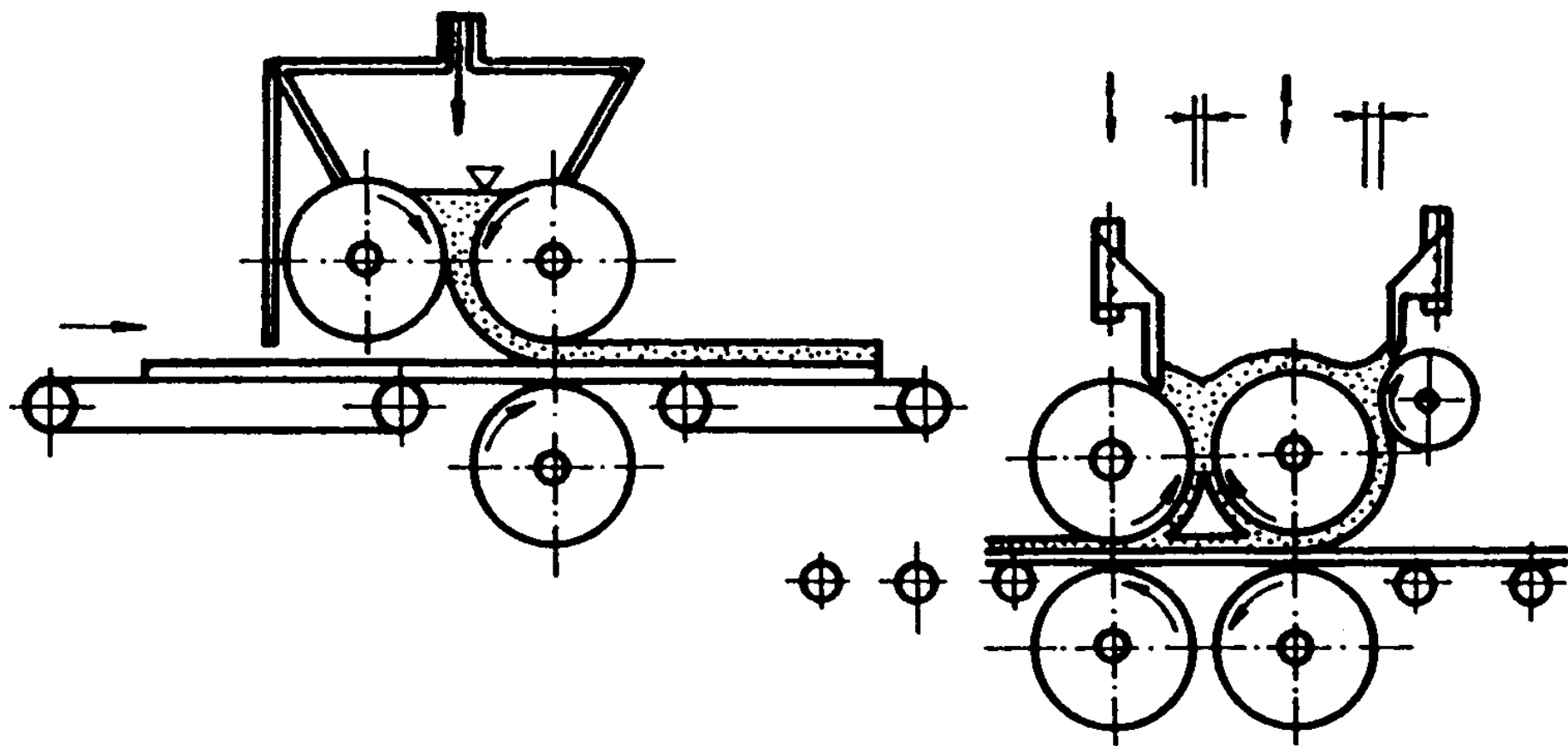
Nanášení máčením

Ekonomický proces:

- Ztráty:
 - odkap po vynoření
 - odpar ředidel
- Pro velké série
 - lze mechanizovat
- Vhodný tvar výrobků
 - bez „kapes“
- Míchání
 - proti usazování
- Udržování vhodné konzistence



Nanášení poléváním a navalováním



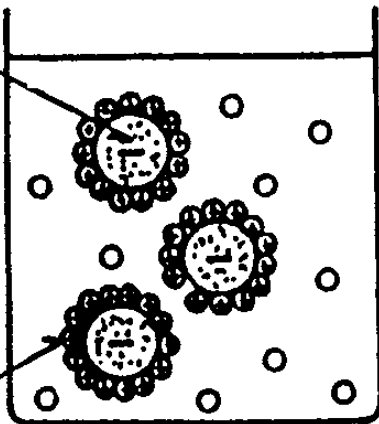
Elektrochemické (elektroforézní) nanášení

Speciální epoxidové nebo akrylátové polymery (pryskyřice)

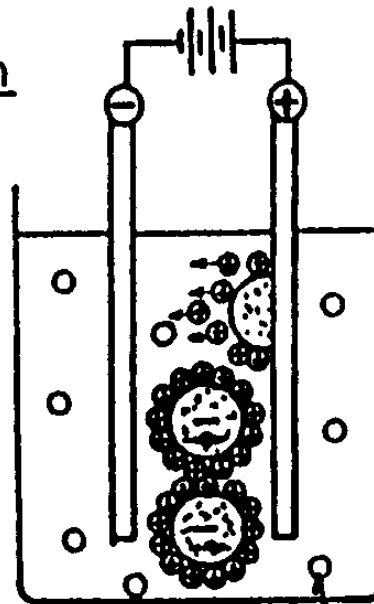
■ **anaforéza: pryskyřice = aniont**

v praxi od r. 1963 - Ford

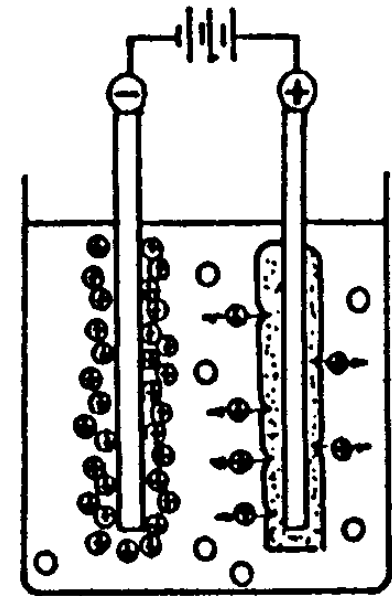
částice natěr. hmoty s negativním
elektrickým nábojem



vodní molekula s pozitivním el. nábojem



vodní molekula bez el. náboje



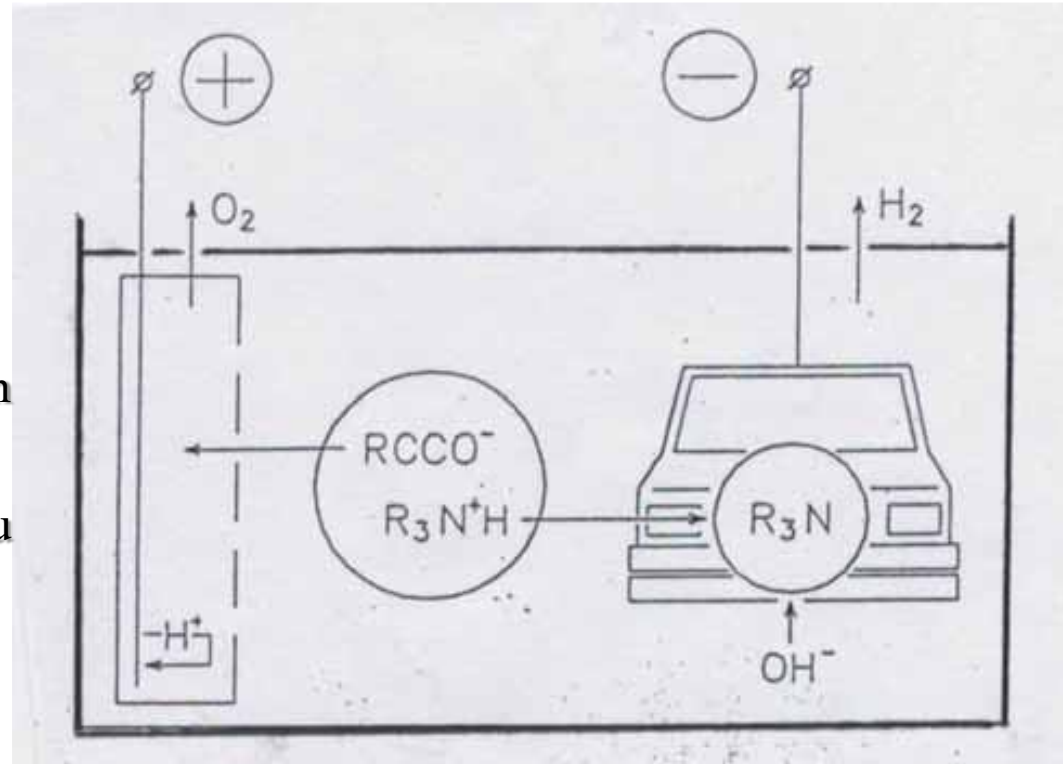
Elektrochemické (elektroforézní) nanášení

Speciální epoxidové nebo akrylátové polymery (pryskyřice)

■ **kataforéza: pryskyřice = kationt** v praxi od r. 1978 - Francie

Postup:

- předúprava: chem. odmaštění, zbavení koroze, okují, homogenní jemnozrný Zn(Fe) - fosfát
- funkční roztok barvy
- katoda - výrobek, pomocná anoda
- stejnosměrné napětí 250 - 400 V →
 - migrace iontů k elektrodám:
 - elektrolyza vody: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
 - elektrodepozice barvy:
 - kationt barvy na katodě neutralizován hydroxylovým aniontem → ztráta rozpustnosti, ulpění na výrobku
- neulpělá barva zpět do lázně
- acetátové anionty z barvy na anodu → stabilita barvicí lázně
- **polymerizace: 165 - 180°C cca 15 minut**



Elektrochemické (elektroforézní) nanášení

Složky funkční kataforézní lázně - homogenně rozmíchány v DEMI (demineralizované) vodě:

- pryskyřice (pojivo)
- pasta (pigment) – určuje odstín barvy
- aditiva (rozpouštědla, pH regulátor)

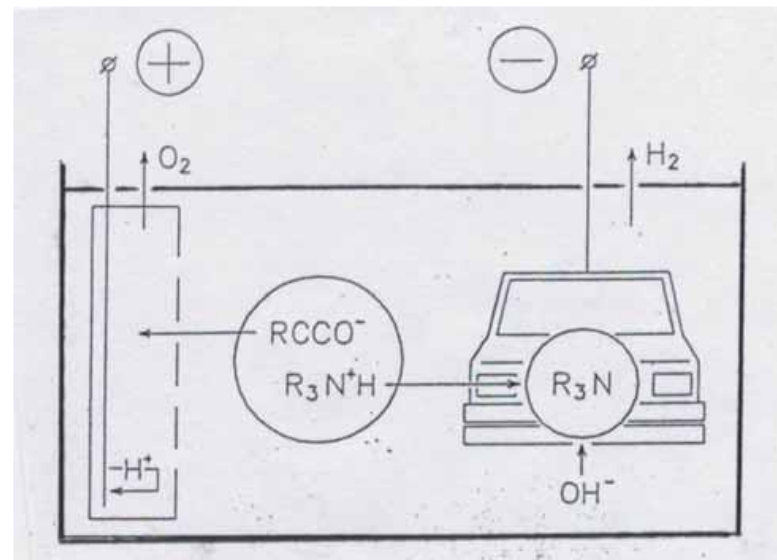
Výhody kataforézního lakování:

- vynikající antikorozní odolnost při malé tloušťce (**cca 25 μm**) - 1000 h v solné mlze
- vysoká zabíhavost i do nepřístupných míst (dutiny)
- plně automatický proces s vyloučením lidského faktoru
- krátká doba lakování 150 - 250 s
- vysoká účinnost procesu - více než 99% využití barvy
- rovnoměrná tloušťka - snadná kontrola kvality
- ekologie: DEMI voda - majoritní rozpouštědlo, obsah organických rozpouštědel pod 2%

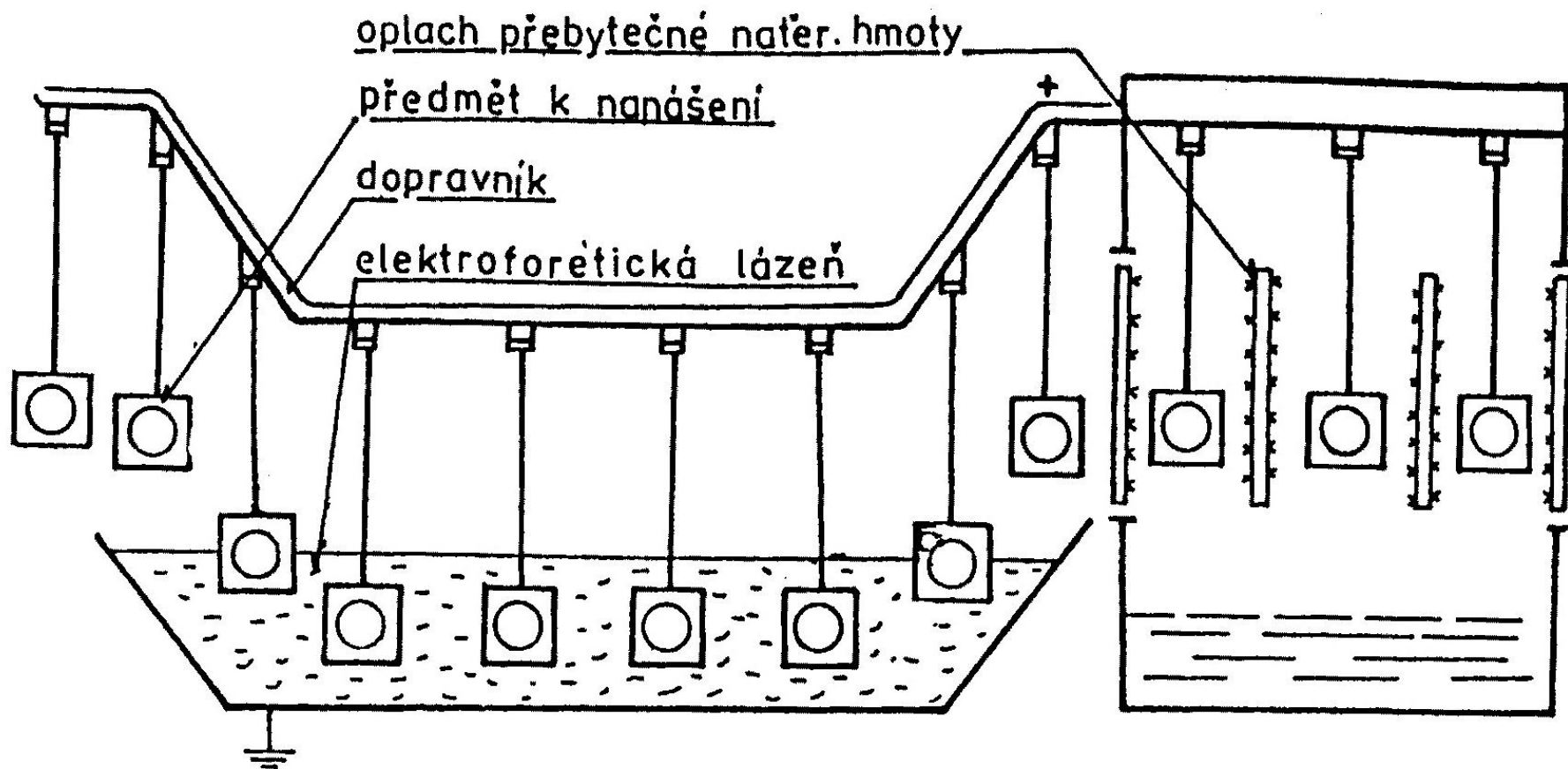
→ ekonomická výhodnost

Požadavky na výrobky:

- vodivost
- lze ponořit
- snesou teplotu 150 - 200°C



Elektrochemické (elektroforézní) nanášení



Sušení a vypalování nátěrů

Vytvrzování:

- Fyzikální (odpar)
- Chemické
(polymerizace: UV...)

Dle teploty

- zasychání
- přisoušení
- vypalování

Fáze:

- vypaření
- zasychání do stavu manipulace
- zasychání do stavu tvrdosti
- stárnutí



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

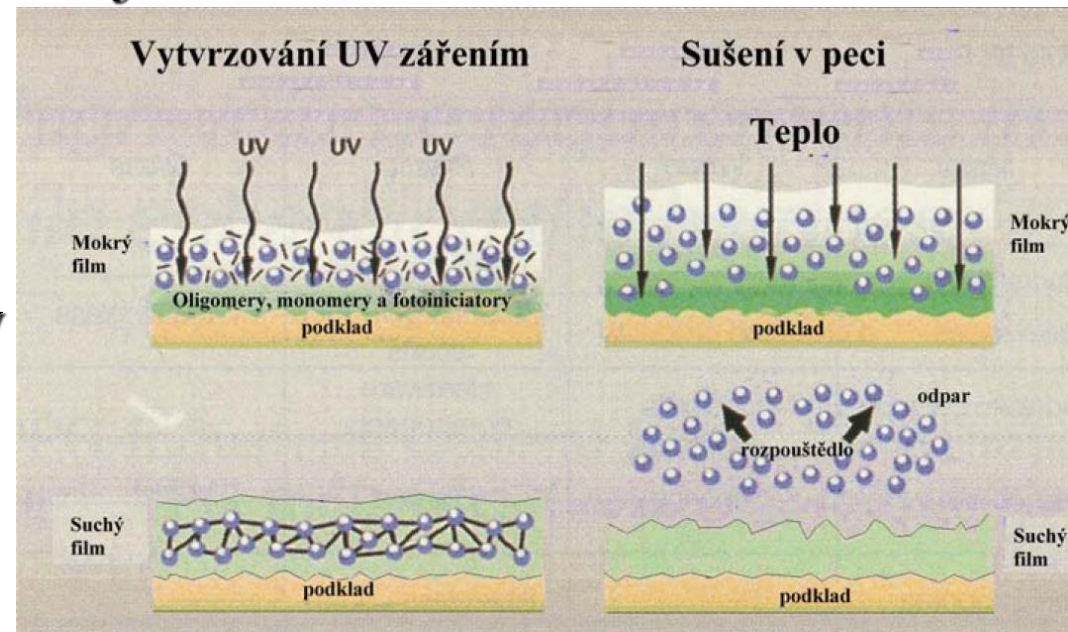
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

NH vytvrzované UV zářením

UV - laky

fotopolymerizující materiály spolu s fotoiniciátory pro UV vytvrzování:

- pryskyřice typu nenasycených polyesterů nebo jednoduchých epoxyakrylátů
- alifatické uretan-akryláty - vynikající odolnost vůči vzniku trhlinek a žloutnutí
- polyester-akryláty
- akryl-akryláty
- modifikované epoxy-akryláty
- kationtově vytvrzované cykloalifatické epoxidy
- dobrá adheze k různým druhům substrátů



UV - lak

Klasický lak 36

NH vytvrzované UV zářením

Bezpečnost UV laků

- složení: akrylátové pryskyřice a monomery speciálně určené pro tuto technologii - bezpečnější a méně toxické než některé složky vodou ředitelných a rozpouštědlových laků
- vysoký nebo žádný bod vzplanutí
- velmi malá nebo žádná emise VOC (volatile organic compounds - těkavé organické sloučeniny)
- velmi nízká toxicita
- nepatří mezi mutageny a karcinogeny
- odpad nepatří do žádné třídy nebezpečnosti
- neabsorbují se kůží jako např. rozpouštědla
- velmi nízká tenze par - snížené nebezpečí inhalace
- bezpečná technologie

NH vytvrzované UV zářením

Bezpečnost zařízení

- přeexpozice UV zářením: zrudnutí kůže
- expoziční limity pro UV záření
- stínění, oděv, brýle
- bezpečnostní spínače, vypnutí zařízení, pokud jsou stínící kryty odstraněny
- osobní dozimetry: detekce el.- mag. záření
- expozimetry: měření intenzity světla



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

NH vytvrzované UV zářením

Porovnání nákladů

- konvenční lak: $\approx 33\%$ sušiny
 - 1l laku: $\approx 13\text{ m}^2$ suchého filmu tloušťky $25\text{ }\mu\text{m}$
- „UV lak“: $\approx 99,7\%$ obsah sušiny $\rightarrow$ vyšší cena za 1 l
 - 1l laku: $\approx 40\text{ m}^2$ suchého filmu tloušťky $25\text{ }\mu\text{m}$

$\rightarrow$ nižší cena za 1 m^2 o 9%
- sušicí pece pro konvenční laky - částečný výkon, i když se nelakuje
- UV lampy - provoz pouze v čase expozice vytvrzované vrstvy

$\rightarrow$ nižší náklady na energii

NH vytvrzované UV zářením

Nároky na provozní plochu

- Sušící pece pro konvenční tepelné vytvrzování: délka 15 až 30 m, plocha 50 až 90 m²
- UV zařízení ekvivalentního výkonu: plocha 5 až 9 m²

Časové nároky

Konvenční lakování:

- Lakování 2 min
- Sušení 15 - 30 min
- Ochlazování 10 - 25 min

Lakování UV laky:

- Lakování UV 2 min
- vytvrzování 2 min



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

NH vytvrzované UV zářením

Produktivita

- nevytváří se nánosy laku uvnitř stříkací kabiny → snížení času na čištění mezi směnami a o víkendech
- kratší časy vytvrzování → vyšší výkon linky
- rychlejší vytvrzení → menší možnost znečištění povrchu nalakovaných dílů → menší zmetkovitost



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

NH vytvrzované UV zářením

Výhody

- technologie bezpečná k životnímu prostředí, šetrná a umožňující splnit velmi náročné požadavky
- efektivní lakování s extrémně nízkými emisemi, bezpečné a konkurence schopné oproti konvenčním lakům a zařízením

Využití

- hlavně automobilový průmysl

Ochrana ocelových konstrukcí NH

Předúpravy:

- **Otryskávání**
 - kovově čistý povrch
 - vhodná drsnost
- **Čištění vysokotlakým vodním paprskem**
 - pro odstranění mastnoty a rozpustných solí
- **Moření**
 - odstranění okují (oxidy železa) - po nátěru: podrezavění
 - ocelové profily a plechy válcované za tepla
 - nákladný proces - velkovýroba
- **Odmašťování**
 - mastnoty a nečistoty - zabraňují dokonalému zakotvení nátěru
 - odmašťovací přípravky na vodné bázi
 - technický benzin - když se provádí odmašťování jen občas
 - nové konstrukce - zvýšená pozornost při čištění svarů a jejich okolí



Ochrana ocelových konstrukcí NH

■ Čištění povrchů dříve natřených

- ochranný nátěr ztrácí časem svoji funkci → zhotovení údržbového nátěru
- předúprava:
 - ruční a mechanizované kartáčování: zbylá rez obsahuje sírany, absorbovanou vodu, popř. chloridy - podporují průběh koroze → krátká životnost zhotovených nátěrů
 - nanesení stabilizátorů rzi na okartáčovaný povrch, obsahují kyselinu fosforečnou a tanin - nízká přilnavost nátěrů ve štěrbinách, kde dochází ke koncentraci stabilizátorů → vhodné na rovinné plochy

■ Vliv podmínek při zhotovování nátěrů

- Teplota:
 - předepsané minimální teploty - teplota povrchu obvykle nižší než teplota vzduchu (chladné noci)
 - vysoká teplota - nepříznivý vliv: rychlé odpaření rozpouštědel a ředidel póry
- Čas:
 - vícevrstvé nátěry - dodržení intervalů mezi zhotovováním jednotlivých vrstev: dlouhé intervaly: snížení ochranné účinnosti - uzavření prachových částic, často rozpustných → vznik pórů

Degradace nátěrů v atmosféře

■ Vlivy na odolnost NH:

- druh pojiva:
 - epoxidové nátěry: sluneční záření: ztráta lesku, destrukce
- druh použitého pigmentu: vliv na rychlost pronikání kyslíku, vody a agresivních složek ovzduší (oxid siřičitý ...)
 - nátěry s bariérovým mechanismem ochrany (tloušťky 300-400μm)
- tepelná roztažnost základního materiálu a nátěrů:
 - ocel a jiné kovy: vyšší teplotní koeficient tepelné roztažnosti než nátěry: tepelné namáhání → ztráta přilnavosti
- vnitřní pnutí: vliv na přilnavost a ochranné vlastnosti
 - nátěry vystavené zvýšeným teplotám a nátěry dlouhodobě vystavené atmosférickým podmínkám

Nátěry pro atmosférické podmínky

- **Akrylátové nátěry**
- **Alkydové nátěry**
- **Epoxymatikové nátěry**
- **Polyuretanové nátěry**
- **Polysiloxanové nátěry**
- **Nátěry z vodou ředitelných nátěrových hmot**
- **Zinkové nátěry**



Vlastnosti nátěrů

■ Tloušťka nátěru

- ❑ ochrana bariérovým mechanismem - závisí na tloušťce
- ❑ optimální tloušťka - neuplatňuje se pronikání korozního prostředí kapilárami
- ❑ zvýšení tloušťky → zvýšení účinnosti nátěrů
→ zvýšení vnitřního pnutí → odlupování
- ❑ vystavení účinkům atmosféry → snížení tloušťky, destrukce
- ❑ 2 vrstvy: **tloušťka až 400 μm**
- ❑ vznik pórů - přítomnost vzduchu v nátěru, nevhodný způsob promíchávání dvousložkové směsi
- ❑ *Stanovení tloušťky nátěrů*
 - ❑ destruktivní a nedestruktivní metody
 - ❑ elektromagnetické přístroje



Vlastnosti nátěrů

■ Přilnavost (adheze) nátěrů

- ❑ ne zcela čistý povrch - vrstvička oxidů
- ❑ vhodné přísady do NH → vznik pevných chemisorpčních a adsorpčních vazeb mezi složkami nátěru a oxidy -
- ❑ přilnavost se mění s časem

❑ *Stanovení přilnavosti nátěru*

- ❑ mřížková zkouška - nejpoužívanější metoda
- ❑ metoda křížového řezu - dva řezy do nátěru ve tvaru kříže s úhlem 45° o délce 25 mm, odtrhnutí lepící páskou - 6 stupňů přilnavosti
- ❑ odtrhávací zkouška - pro nátěry o tloušťkách nad $250\ \mu\text{m}$
 - ❑ adhezní pevnost = síla, která je zapotřebí k odtržení jednotky plochy nátěru v MPa

Vlastnosti nátěrů

■ Pórovitost nátěrů

- ❑ nebezpečná pro nátěry s adhezním nebo bariérovým mechanismem
- ❑ klesá s rostoucí tloušťkou
- ❑ vlivy:
 - ❑ druh NH
 - ❑ druh rozpouštědla
 - ❑ podmínky zhotovování nátěrů
- ❑ rozměry pórů a vlastnosti jejich stěn: vliv na možnost pronikání korozního prostředí
- ❑ nutné kontrolovat především v úložných zařízeních: nádrže na chemické a agresivní látky
- ❑ *Stanovení pórovitosti*
 - ❑ nedestruktivní metody - malé tloušťky
 - ❑ vysokonapěťová zkouška - velké tloušťky

Vlastnosti nátěrů

Barva

Barevné odstíny NH dle RAL

- dnes mezinárodní systém, vyvíjený od roku 1927
- RAL: Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen (Říšský výbor pro dodací podmínky)

- Vzorník RAL Classic: 213 odstínů
- Vzorník RAL Design: 1625 odstínů

1xxx – žlutá a béžová

2xxx – oranžová

3xxx – červená

4xxx – fialová

5xxx – modrá

6xxx – zelená

7xxx – šedá

8xxx – hnědá

9xxx – bílá a černá

Bedingungen y)	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007
	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015
	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023
	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031
	1032	1033	1034	2000	2001	2002	2003	2004
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068
	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076
	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084
	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092
	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100
	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108
	2109	2110	2111	2112	2113	2114	2115	2116
	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124
	2125	2126	2127	2128	2129	2130	2131	2132
	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140
	2141	2142	2143	2144	2145	2146	2147	2148
	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156
	2157	2158	2159	2160	2161	2162	2163	2164
	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172
	2173	2174	2175	2176	2177	2178	2179	2180
	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188
	2189	2190	2191	2192	2193	2194	2195	2196
	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204
	2205	2206	2207	2208	2209	2210	2211	2212
	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220
	2221	2222	2223	2224	2225	2226	2227	2228
	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236
	2237	2238	2239	2240	2241	2242	2243	2244
	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252
	2253	2254	2255	2256	2257	2258	2259	2260
	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268
	2269	2270	2271	2272	2273	2274	2275	2276
	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284
	2285	2286	2287	2288	2289	2290	2291	2292
	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300
	2301	2302	2303	2304	2305	2306	2307	2308
	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316
	2317	2318	2319	2320	2321	2322	2323	2324
	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332
	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340
	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348
	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356
	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364
	2365	2366	2367	2368	2369	2370	2371	2372
	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380
	2381	2382	2383	2384	2385	2386	2387	2388
	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396
	2397	2398	2399	2400	2401	2402	2403	2404
	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412
	2413	2414	2415	2416	2417	2418	2419	2420
	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428
	2429	2430	2431	2432	2433	2434	2435	2436
	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444
	2445	2446	2447	2448	2449	2450	2451	2452
	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460
	2461	2462	2463	2464	2465	2466	2467	2468
	2469	2470	2471	2472	2473	2474	2475	2476
	2477	2478	2479	2480	2481	2482	2483	2484
	2485	2486	2487	2488	2489	2490	2491	2492
	2493	2494	2495	2496	2497	2498	2499	2500
	2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508
	2509	2510	2511	2512	2513	2514	2515	2516
	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524
	2525	2526	2527	2528	2529	2530	2531	2532
	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540
	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548
	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556
	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572
	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	2580
	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588
	2589	2590	2591	2592	2593	2594	2595	2596
	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604
	2605	2606	2607	2608	2609	2610	2611	2612
	2613	2614	2615	2616	2617	2618	2619	2620
	2621	2622	2623	2624	2625	2626	2627	2628
	2629	2630	2631	2632	2633	2634	2635	2636
	2637	2638	2639	2640	2641	2642	2643	2644
	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652
	2653	2654	2655	2656	2657	2658	2659	2660
	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668
	2669	2670	2671	2672	2673	2674	2675	2676
	2677	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684
	2685	2686	2687	2688	2689	2690	2691	2692
	2693	2694	2695	2696	2697	2698	2699	2700
	2701	2702	2703	2704	2705	2706	2707	2708
	2709	2710	2711	2712	2713	2714	2715	2716
	2717	2718	2719	2720	2721	2722	2723	2724
	2725	2726	2727	2728	2729	2730	2731	2732
	2733	2734	2735	2736	2737	2738	2739	2740
	2741	2742	2743	2744	2745	2746	2747	2748
	2749	2750	2751	2752	2753	2754	2755	2756
	2757	2758	2759	2760	2761	2762	2763	2764
	2765	2766	2767	2768	2769	2770	2771	2772
	2773	2774	2775	2776	2777	2778	2779	2780
	2781	2782	2783	2784	2785	2786	2787	2788
	2789	2790	2791	2792	2793	2794	2795	2796
	2797	2798	2799	2800	2801	2802	2803	2804
	2805	2806	2807	2808	2809	2810	2811	2812
	2813	2814	2815	2816	2817	2818	2819	2820
	2821	2822	2823	2824	2825	2826	2827	2828
	2829	2830	2831	2832	2833	2834	2835	2836
	2837	2838	2839	2840	2841	2842	2843	2844
	2845	2846	2847	2848	2849	2850	2851	2852
	2853	2854	2855	2856	2857	2858	2859	2860
	2861	2862	2863	2864	2865	2866	2867	2868
	2869	2870	2871	2872	2873	2874	2875	2876
	2877	2878	2879	2880	2881	2882	2883	2884
	2885	2886	2887	2888	2889	2890	2891	2892
	2893	2894	2895	2896	2897	2898	2899	2900
	2901	2902	2903	2904	2905	2906	2907	2908
	2909	2910	2911	2912	2913	2914	2915	2916
	2917	2918	2919	2920	2921	2922	2923	2924
	2925	2926	2927	2928	2929	2930	2931	2932
	2933	2934	2935	2936	2937	2938	2939	2940
	2941	2942	2943	2944	2945	2946	2947	2948
	2949	2950	2951	2952	2953	2954	2955	2956
	2957	2958	2959	2960	2961	2962	2963	2964
	2965	2966	2967	2968	2969	2970	2971	2972
	2973	2974	2975	2976	2977	2978	2979	2980
	2981	2982	2983	2984	2985	2986	2987	2988
	2989	2990	2991	2992	2993	2994	2995	2996
	2997	2998	2999	3000	3001	3002	3003	3004
	3005	3006	3007	3008	3009	3010	3011	3012
	3013	3014	3015	3016	3017	3018	3019	3020
	3021	3022	3023	3024	3025	3026	3027	3028
	3029	3030	3031	3032	3033	3034	3035	3036
	3037	3038	3039	3040	3041	3042	3043	3044
	3045	3046	3047	3048	3049	3050	3051	3052
	3053	3054	3055	3056	3057	3058	3059	3060
	3061	3062	3063	3064	3065	3066	3067	3068
	3069	3070	3071	3072	3073	3074	3075	3076
	3077	3078	3079	3080	3081	3082	3083	3084
	3085	3086	3087	3088	3089	3090	3091	3092
	3093	3094	3095	3096	3097	3098	3099	3100
	3101	3102	3103	3104	3105	3106	3107	3108
	3109	3110	3111	3112	3113	3114	3115	3116
	3117	3118	3119	3120	3121	3122	3123	3124
	3125	3126	3127	3128	3129	3130	3131	3132
	3133	3134	3135	3136	3137	3138	3139	3140
	3141	3142	3143	3144	3145	3146	3147	3148
	3149	3150	3151	3152	3153	3154	3155	3156
	3157	315						

E - povlaky z práškových laků

Princip:

- Natavování a stékání částic prášku

Výhody (porovnání s NH):

- technologicky nenáročné, úspora energií → nižší cena
- úspora ředidel, snadnost likvidace odpadů
→ ochrana životního prostředí
- vysoká kvalita jednovrstvého povlaku → úspora času
- vysoká využitelnost materiálu
- bezpečnost provozu při přípravě i skladování
- možnost automatizace → úspora pracovního prostoru
- vysoká chemická a korozní odolnost → úspory materiálu a surovin
- lepší krytí nerovností povrchu

Nevýhoda:

- neobsahují antikorozi pigmenty → kombinace s anorganickými nekovovými povlaky, např. fosfátovými - současné zvýšení přilnavosti povlaku ke kovovému podkladu

E - povlaky z práškových laků

Použití:

- ocel, pozinkovaný plech, hliník, měď a jejich slitiny, nekovové materiály

Vlastnosti:

- otěruvzdornost
- odolnost vůči vyšším teplotám
- barevná stálost
- antibakteriálnost
- nesmáčivost povrchu
- definovaný elektrický odpor či vodivost
- fasádní kvalita
- neměnnost vlastností i v extrémních podmínkách atmosféry

E - povlaky z práškových laků

Termosety (teplem vytvrzující polymery):

- **Epoxidové práškové barvy (EP)**
pro interiéry
velmi dobrá odolnost proti korozi a některým chemickým látkám
- **Polyesterové práškové barvy (PES)**
pro exteriéry
vysoká odolnost proti UV záření a ostatním povětrnostním vlivům
- **Epoxipolyesterové práškové barvy (PEP),** tzv. hybridní („mixy“)
nejčastěji používané práškové barvy
pro interiéry
pro výrobky krátkodobě vystavované povětrnostním vlivům
- **Polyuretanové práškové barvy (PUR)**
velmi odolné vůči povětrnostním vlivům
transparentní polyuretanové práškové laky
- **Akrylátové práškové barvy (AC)**
pro exteriéry
vysoká odolnost vůči chemickým látkám

Práškové barvy

Polyamid 11



- pro povlakování kovových součástí
- nevyžaduje vytvrzování
- různé technologie:
 - elektrostatické stříkání: tloušťka 80 - 200 μm
 - nanášení prášku na přehřátý díl
 - žárové nanášení
 - rotační povlakování
 - nanášení ve fluidním loži: tloušťka 300 - 500 μm



Fluidizace: uvedení částic do stavu vznosu

Fluidizované částice se chovají jako kapalina

- v zásobnících práškové barvy je porézní dno, kterým prochází fluidizační plyn (vzduch) , který uvede částice práškové barvy do fluidního stavu
- prášek se chová jako kapalina a je dopravován hadicí ve fluidním stavu do aplikační pistole **54**

Práškové barvy

Polyamid 11

Vlastnosti:

- malá absorpce vlhkosti
- vynikající odolnost proti otěru
- výborná odolnost proti nárazu
- nízký koeficient tření
- vynikající pružnost
- nízká měrná hmotnost: $1,05 - 1,15 \text{ g/cm}^3$
- odolnost proti - povětrnosti
 - vodě: odpadní, mořské
 - solné mlze
 - elektrochemické korozi
 - uhlovodíkům, rozpouštědlům a dalším chemikáliím



Zinkové práškové barvy

- Epoxidové prášky s 40 - 60 % Zn
- Postup: předúprava: kvalitní otryskání
základní povlak: prášek se zinkem
vytvrzování: 160 - 180°C, 10 - 20 min
vrchní povlak(y): práškové nebo rozpouštědlové NH
- **Nátěr: až 96 % zinku:** částice Zn se dotýkají → bariérová ochrana
+ katodická ochrana → ochrana proti podkorodování, bodové korozi
- Malá tloušťka 40 - 60 μm : zkouška v solné mlze:
2000 h. do výskytu červené rzi
- Kombinace s polyesterovým nátěrem s tl. 60 μm : zkouška v solné mlze:
5000 h. do výskytu červené rzi
- Přilnavost k oceli: cca 10 MPa
- V praxi od 1998: nákladní automobily - bez závad
- Vyšší cena prášků: 240 - 280 Kč/kg: cena povlaků vyšší cca o 30% →
vysoká kvalita, ekologicky výhodné

Použití práškových barev

- pračky, ledničky, sporáky, mikrovlnné trouby
- kovový nábytek, bytové doplňky, trezory, zámky, věšáky
- kryty spotřební elektroniky a výpočetní techniky
- jízdní kola, sportovní nářadí a posilovací stroje
- kancelářské a studijní pomůcky,
- magnetické tabule
- lžice na boty, otvíráky
- brzdové destičky, disky kol,
- kovové části interiéru
- komponenty motocyklů
- radiátory, hasící přístroje, dopisní schránky
- osvětlovací tělesa
- lahve na parfémy
- okrasné květináče, pouzdra na cigarety
- elektrorozvodné skříně
- kovové podhledy, armatury ...



Technologie nanášení povlaků z prášků

S předehříváním

- vířivé (fluidní) nanášení
- plátování
- žárové stříkání
- bezplamenné stříkání
- disperzní nanášení
- nanášení plastizolu

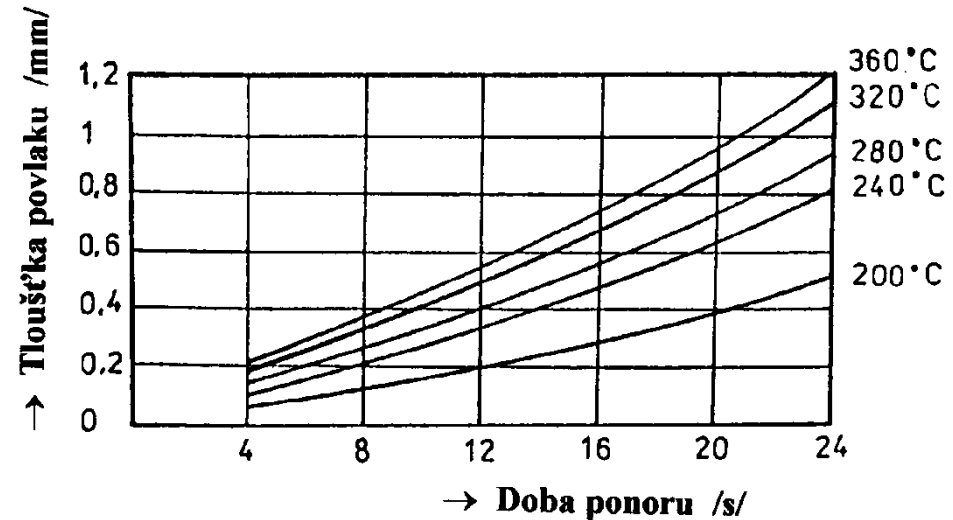
V elektrickém poli

- elektrostatické nabíjení
- tribostatické nabíjení



Vířivé (fluidní) nanášení

- Tloušťka do 1 mm
- Využití prášku 100%
- Doba povlakování do 10 s
- Méně investičně náročné



Postup:

vysokotlaký polyetylén

- Ohřev předmětu nad teplotu tání prášku
- Ponor do provzdušňovaného prášku - chová se jako kapalina
- Přitavení prášku k povrchu předmětu - rozliv → souvislý povlak
- Termoplasty: předmět s povlakem vychladne
- Reaktoplasty: další ohřev → zesíťování – vytvrzení

Nanášení práškových barev v el. poli

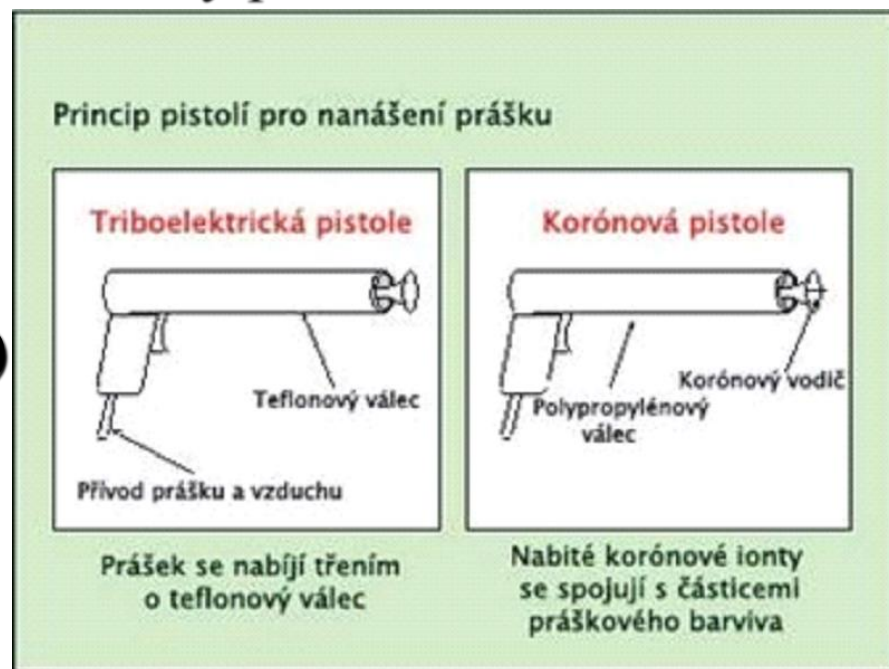
- předúprava povrchu: odmaštění, moření, fosfátování, chromátování
- aplikační zařízení: smíchání prášku s tlakovým vzduchem
→ zásobník → aplikační pistole → výrobek
- „nabíjení“ prášku: elektrostatická energie → přitahování částic k výrobku + ulpění

a) triboelektrická pistole: tření o vnitřní stěny pistole z teflonu

- vhodné pro epoxidy
- snadná údržba
- větší tloušťky

b) korónová pistole:

- elektroda VN napětí (70-100 kV)
→ korónový výboj



Nanášení práškových barev v el. poli

Vlivy na kvalitu povlaků

■ Kvalita stlačeného vzduchu

- čistý a suchý
- maximální přípustná koncentrace vody $1,3 \text{ g/cm}^3$, oleje $0,1 \text{ g/cm}^3$

■ Kvalita vzduchu v lakovně

- relativní vlhkost (ideální je mezi 45 - 50 %)

■ Kvalita práškového plátu

- vlhkost prášku nesmí být vyšší než 0,4 %
- teplota skelného přechodu by měla být pod 50°C
- maximální podíl částic o velikosti 35 - 40 μm

■ Dobré uzemnění předmětu

Vlastnosti povlaků

- Tloušťka povlaků pod 100 μm
- Rovnoměrnost, dekorativnost
- Tepelné zpracování do 200°C po dobu 10 až 20 minut



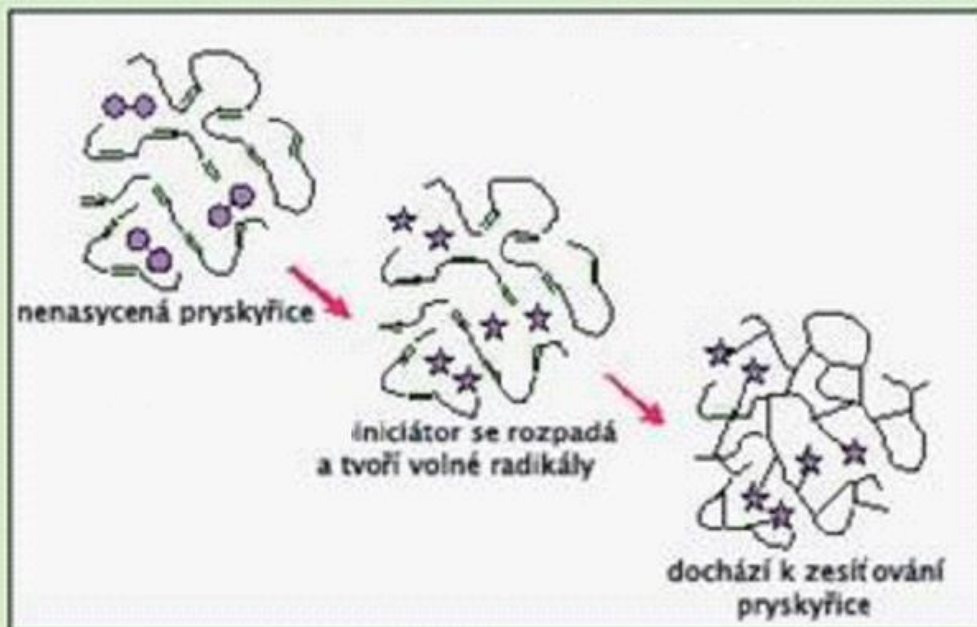
Vypalování práškových barev

- vytvrzovací pece: komorové, průjezdné
- tavení prášku: $T = 60 - 80^{\circ}\text{C}$ (bod skelného přechodu) →
vyváření souvislé vrstvy
- vypalování: v intervalu teplot ($160 - 200^{\circ}\text{C}$, tepelně odolné: vyšší T)
spodní hranice: teplota, při které začíná polymerace
někdy s katalyzátory
- vyjmutí, zchladnutí, montáž
- kompletace, zabalení, expedice

Výhody:

- jednovrstvý nátěrový systém
- vynikající adheze
bez základních nátěrů
- bez následného schnutí
- vysoká produktivita práce
→ ekonomické úspory

Schématické znázornění vytvrzovací reakce



Označování práškových barev

prášková barva KOMAXIT
Epoxipolyester

E 2317/0136 ← Označení práškové barvy

Štítek na balení
práškové barvy
komaxit
PRÁŠKOVÉ BARVY BALASOVI, s.r.o.

lesk:	polomat	
netto:	25kg	← Obsah balení
typ plochy:	hladká	
zpracování:	e-stabika a tribo	← Způsob aplikace
Vytvrzování		
Při 180°C/ 20 min	při 170°C/40min	← Doporučené vytvrzování
(platí po zahřátí výrobku na příslušnou teplotu)		
spotřebuje do:	07 / 2005	← Datum spotřeby (měsíc / rok)
výrobní šarže:	1283 / 1	← Číslo výrobní šarže
SKP:	243022	
PN:	13-2001	

Bližší informace o použití a vlastnostech
viz: katalogový list nebo www.komaxit.cz

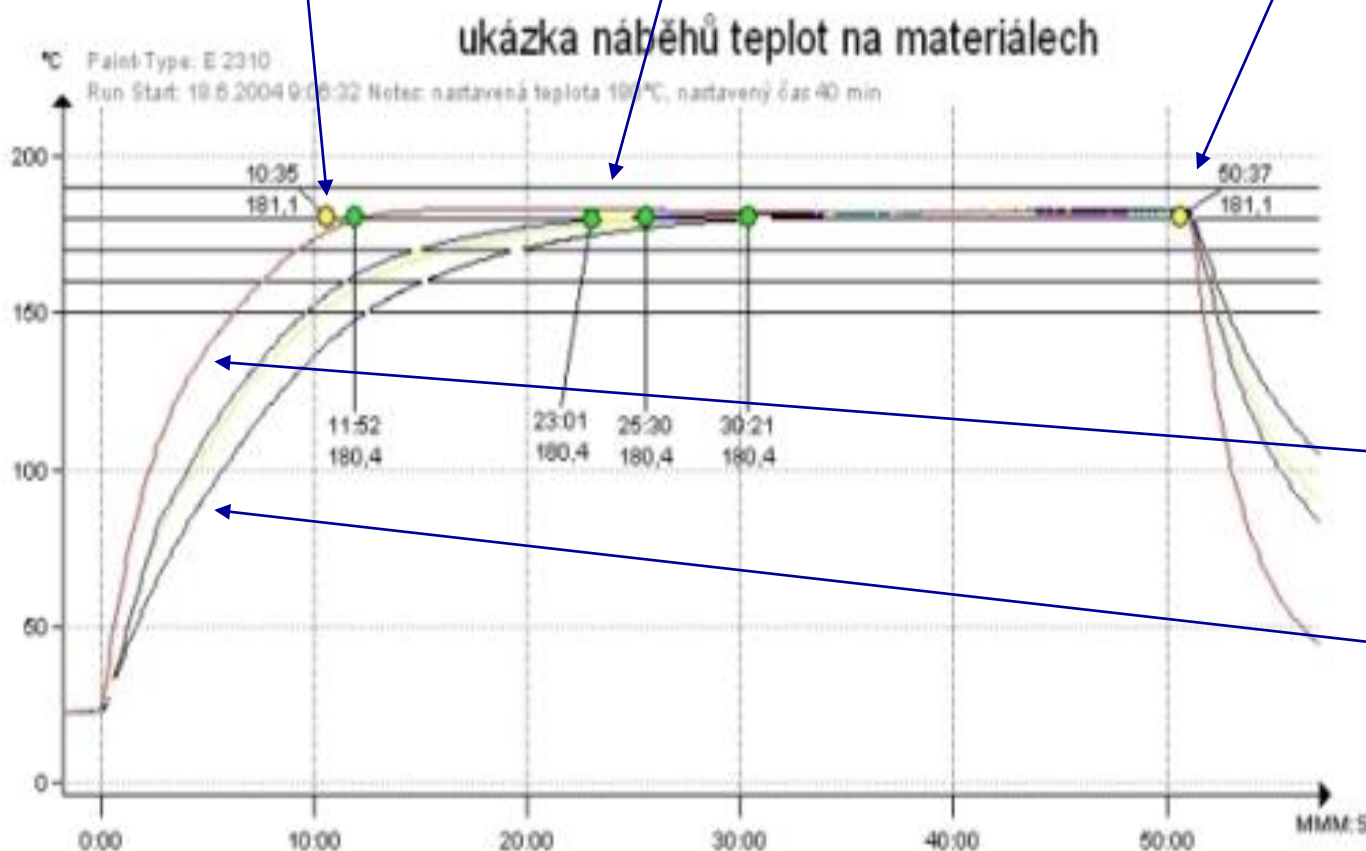
13 ←  Číslo kartonu při plnění

Doba vypalování

První žlutý bod:
čas, kdy bylo dosaženo
teploty vzduchu 180°C
a začal odečet 40 min.

Zelené body:
čas, kdy plechy dosáhnou
nastavenou teplotu 180°C

Druhý žlutý bod:
ukončení odečtu vytažení
výrobků z pece



Tloušťka materiálu	Čas vypálení od dosažení teploty vzduchu 180°C
1 mm	10 minut
5 mm	18 minut
10 mm	23 minut

Červená křivka:
teplotní průběh
na plechu
s tloušťkou 1 mm

Modré křivky:
plechy s větší
tloušťkou

Nedodržení parametrů vypalování

- vytvrzování pod doporučenou T :
polymerace barvy: pomalá a nedokonalá
negativní vliv na "hladkost" → "pomerančová kůra"
- pomalý náběh T :
negativní vliv na "hladkost"
- vytvrzování nad doporučenou T :
vznik vad ve vrstvě a na povrchu barvy
degradace pryskyřic, pigmentů →
 - praskání a loupání barvy při úderu
 - nedostatečný mat
 - horší chemická a povětrnostní odolnost
 - kratší životnostmírné přepálení - menší problém než nedopálení
přepalování - ekonomicky nevýhodné



Optimalizace vypalování

- Dodržení teploty a času
- Měření teplotního průběhu přímo na výrobku a měření teploty vzduchu v komorové i průběžné peci:
měřicí přístroj i sondy (termočlánky) zajíždějí spolu s výrobkem do pece
- Měření rychlosti náběhů T na výrobku: rozdíly v teplotách na výrobcích a v různých místech pece
- Vyhodnocení: zjištění, jak je barva na výrobku za daných podmínek vypálena, následně odvodit příčiny vad



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Odlupování práškové barvy

Důvody:

a) **znečištění podkladu** mastnotou či nesoudržnými částicemi:
oloupaná barva se neláme a je pružná

b) **špatné vypálení:**

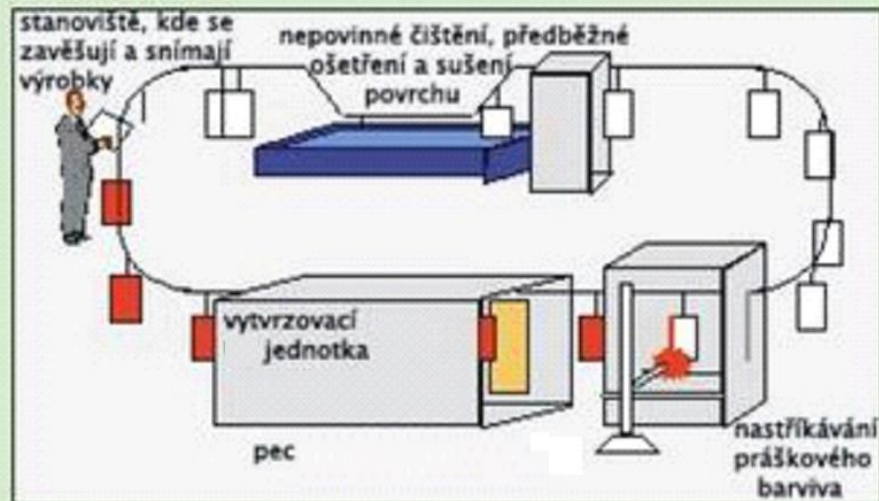
kousky odloupenuté barvy nejsou pružné, při ohybu prasknou
ohyb plechu s barvou: nevypálená barva praskne v místě ohybu, loupe se
barva vypálená na méně než 70% doporučené T

- odlupuje se již při slabém úderu
- nevypálené matné barvy:
 - lesklejší než dobře vypálené



Pracovní linky

Struktura linky pro nanášení prášku



Technologie a jejich účinnost

Technologie nanášení NH

Ztráty NH při nanášení

Štětcem	3 až 5 %
Válečkem (ručně)	3 až 5 %
Pneumatické stříkání	20 až 70 %
Vysokotlaké stříkání (vysokосуšinové NH)	20 až 70 %
Nástřik teplé NH (urychlení zasychání)	20 až 50 %
Elektrostatické stříkání	10 až 40 %
Clonování	10 až 20 %
Polévání	10 až 20 %
Máčení	10 až 20 %
Navalování (plechy)	5 až 10 %
Elektrochemické nanášení (vodouředitelné NH)	10 až 20 %
Elektrostatické nanášením práškových NH	10 až 15 %
Fluidní nanášení práškových NH	10 až 15 %

Metoda sol-gel

- chemická metoda přípravy speciálních nekovových materiálů (oxidy apod.)
- homogenizace výchozí složky v roztoku →
sol → gel

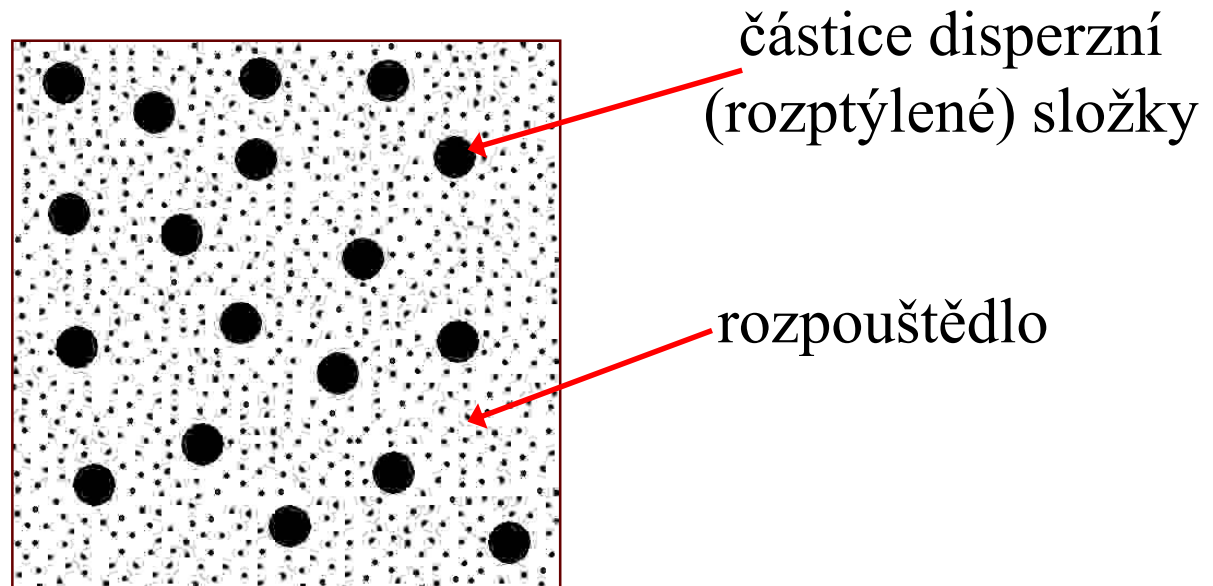


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Sol

- Koloidní roztok
- Částice: 1 nm až 1000 nm



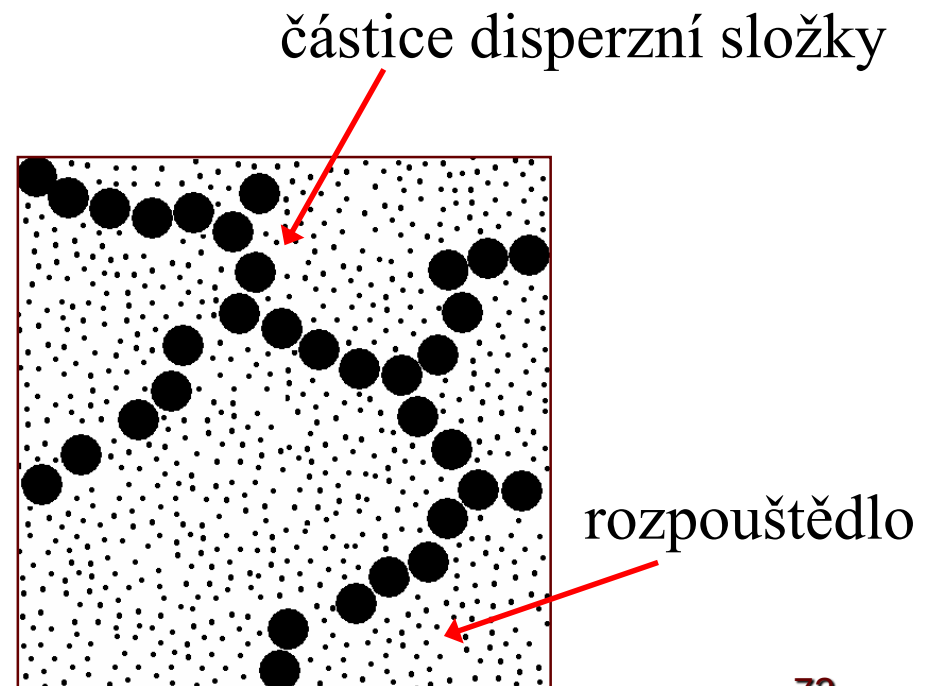
Gel

Gelace:

- částice disperzní složky se srážejí a vzájemně se vážou → prostorové propojení
- roste viskozita
- ztuhnutí → gel:

struktura:

prostorová vysoce porézní síť
v pórech je rozpouštědlo

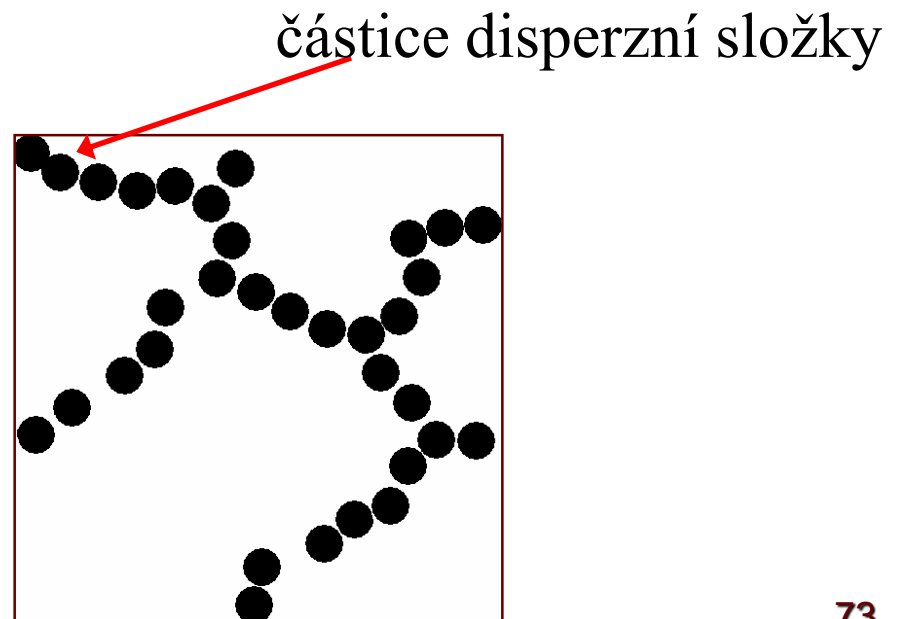


Xerogel

- odpaření rozpouštědla (25 - 100°C) → xerogel
- zpevnění struktury gelu
- v pórech místo rozpouštědla vzduch
- vysoce porézní struktura
- velký měrný povrch

např.:

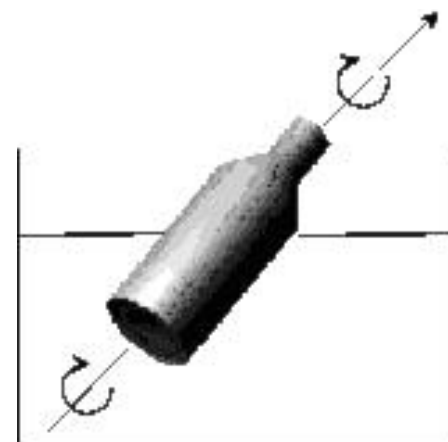
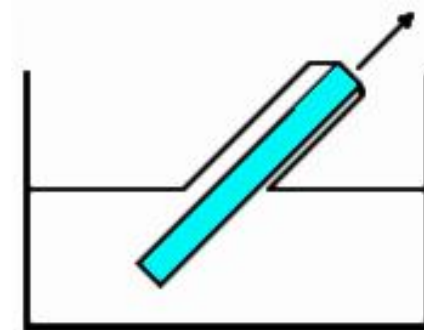
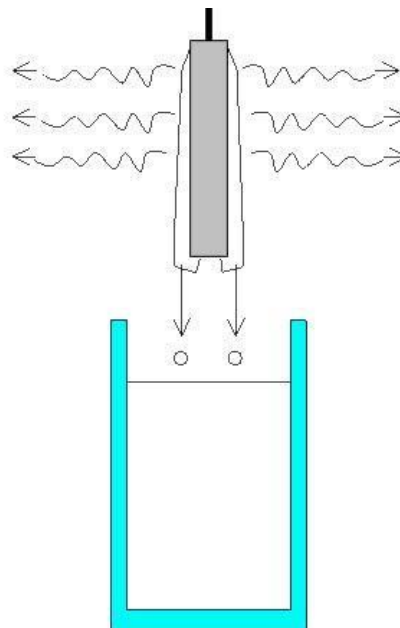
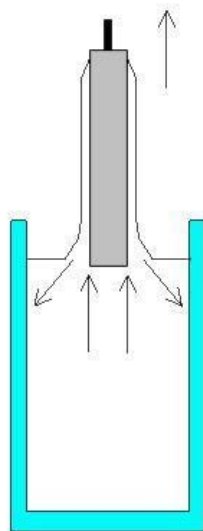
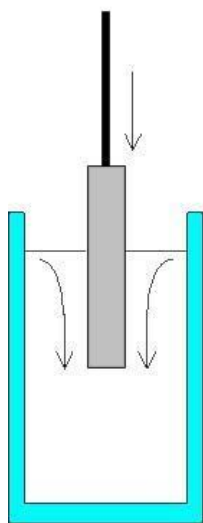
- silikagel
 - pórovitý SiO_2
 - pohlcovač vlhkosti
- gelace solu vodního skla
 - vodný roztok Na_2SiO_3



Technika DIP-COATING

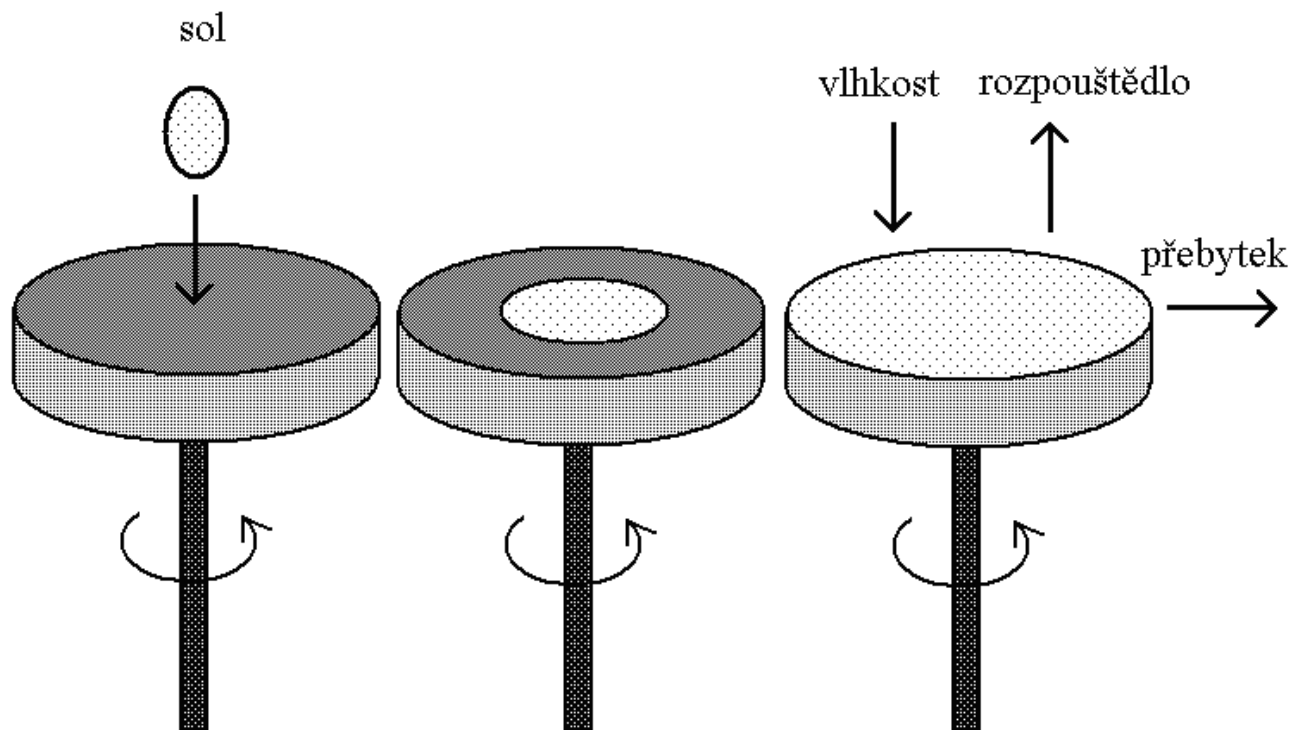
Dip-coating (vytahování):

- substrát ponořen do kapaliny (solu)
- konstantní teplota a atmosférické podmínky
- vytahování konstantní rychlostí



Technika SPIN-COATING

- rotace substrátu kolem vlastní osy kolmé na nanášenou plochu
- skla „spin-on“ - mikroelektronika
- skla s rotační symetrií, např. optické čočky
- tloušťka vrstvy: několik stovek nm až $10\text{ }\mu\text{m}$

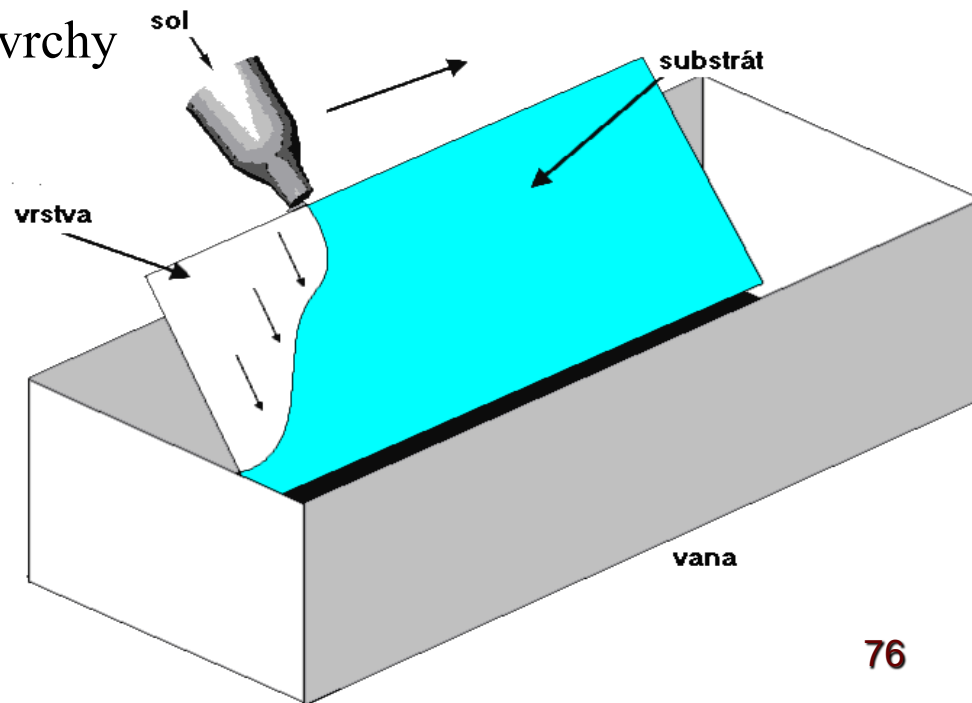


Technika FLOW-COATING

- nanášení roztoku na substrát
- modifikace vlastností skel:
 - např: nanášení vrstev z polykarbonátu na automobilová skla

výhody:

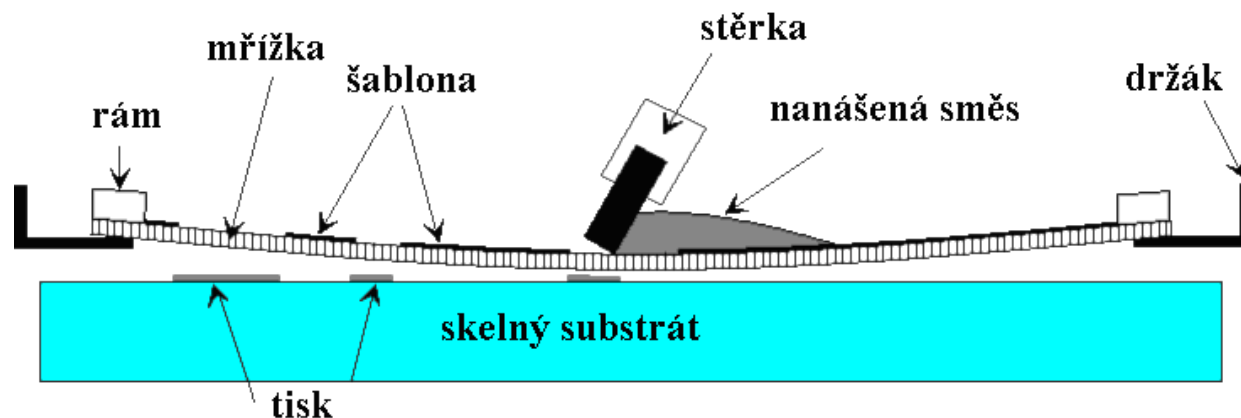
- nanášení vrstev i na zakřivené povrchy
- nanášení na velké plochy



Technika PRINTING

Printing (sítotisk)

- použití: automobilová a dekorativní skla, skleněná dvířka sporáků ...
- postup:
 - materiál (organický polymer) pomocí sítotisku se nanese na sklo
 - sušení tepelně nebo UV zářením (substrát i nanášený film musí mít podobnou hodnotu teplotní roztažnosti, aby vrstva při výpalu a chladnutí nepopraskala)
 - tepelné zpracování
 - tloušťka vrstvy: desítky až stovky μm



Aplikace metody sol-gel

Sol-gel vrstva - chemická vazba na povrch

Tloušťka:

- běžně 20 až 150 nm
- při opakovaném nanášení nebo ve speciálních případech až stovky μm

Aplikace:

- nanášení různými technikami
- zpolymerování - působením UV světla nebo přidavkem katalyzátorů
- tepelné zpracování - anorganické vrstvy

Použití:

- antikorozní vrstvy na kovové povrchy: hliník, ocel ...
- optické a elektrooptické komponenty
- ochranné a dekorační povlaky



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

■ ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni

■ reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY