

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Koroze

**Definice:** je to postupné, samovolné rozrušování kovů následkem jejich chemického nebo elektrochemické reakce s okolním prostředím. Je to jev nežádoucí, který způsobuje postupně snižování užitečných vlastností materiálu. Projevuje se změnou vzhledu a úplným rozpadem kovu.

**Korozí můžeme rozřadit z několika hledisek:**

1. podle vnitřního mechanismu na korozi chemickou a elektrochemickou
2. podle druhu korozního prostředí na korozi atmosférickou, v kapalinách a půdní
3. podle kombinace s vnějšími činiteli na korozi při mechanickém namáhání, při únavě materiálu (korozní únava), korozní praskání a vibrační koroze
4. podle druhu korozního napadení na korozi rovnoměrnou a nerovnoměrnou, přičemž nerovnoměrná má opět řadu forem

### Koroze podle vnitřního mechanismu

Vzniká přímým působením kovu a prostředí, kterým je nevodivá kapalina nebo plyny. V praxi probíhá hlavně v oblasti přehřáté páry, kde vzniká oxidace podle chemické reakce  $Me + H_2O \rightarrow MeO + H_2$ . Nebo při ohřevu oceli v peci, kde korodovaná vrstva se projeví ve formě okují.

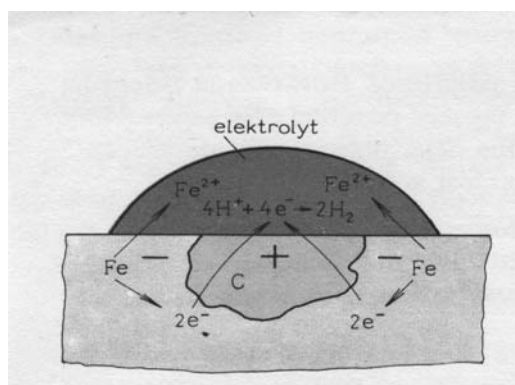
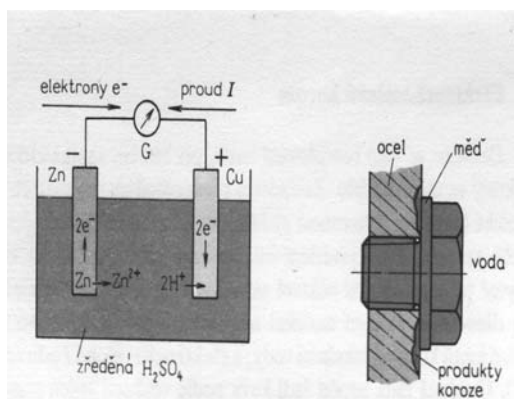
### Koroze elektrochemická

Vzniká za předpokladu, že jsou splněny tyto tři základní podmínky:

- existence místa s rozdílným el. potenciálem
- tato místa musí být spojena na krátko
- nutnost přítomnosti vodivého prostředí (elektrolyt)

Materiál s nižším potenciálem tvoří anodu (méně ušlechtilý kov), materiál s vyšším potenciálem tvoří katodu (ušlechtilější kov). Důsledkem elektrotechnické koroze je, že méně ušlechtilý kov se rozpouští na úkor kovu ušlechtilého.

Obr. elektrochemická koroze



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### **Koroze podle prostředí**

#### **Koroze atmosférická**

Nastává tehdy, je-li vlhkost aspoň 60 %. Korozní děj probíhá pod tenkou vrstvou vody, nasycené rozpuštěnými složkami atmosféry. Činitelé, kteří ovlivňují atmosférickou korozi, jsou: vlhkost, teplota a množství nečistot v ovzduší.

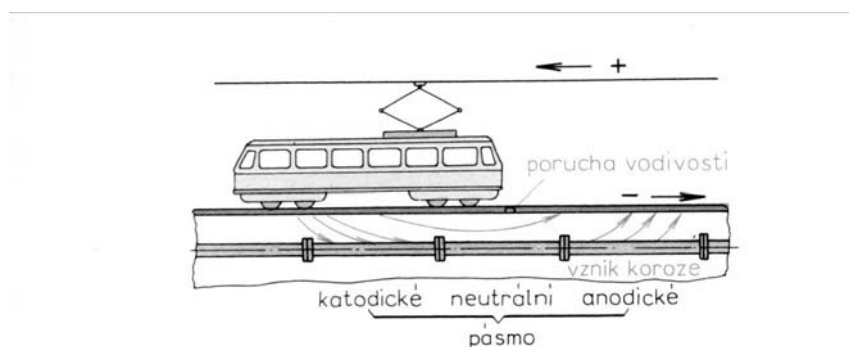
#### **Koroze v kapalinách**

Největší význam má koroze ve vodě. Má elektrochemický charakter a činitelé, kteří ovlivňují korozi v kapalinách, jsou: pH faktor, kyselost vody a množství plynů obsažených ve vodě.

#### **Koroze půdní**

Má rovněž charakter elektrochemické koroze. Její příčinou je vlhkost a soli obsažené v půdě a navíc zde můžou přistupovat tzv. bludné proudy, které se do půdy dostávají ze zdrojů stejnosměrného proudu přes koleje tam, kde je špatná izolace. V místě, kde proud vstupuje, vzniká katodové pásmo, tam, kde vystupuje, vzniká pásmo anodové, které podléhá korozi.

Obr. koroze půdní



### **Koroze při únavě materiálu**

Vzniká tehdy, je-li materiál namáhán jakýmkoliv druhem střídavého namáhání za současného působení korozního prostředí. V takovém případě se materiál poruší dřív, než dosáhne meze pevnosti.

### **Korozní praskání**

Vzniká tehdy, jestliže je materiál namáhán tahem za současného působení korozního prostředí. Projevuje se vznikem trhlin, které se šíří kolmo na směr působení tahového napětí.

### **Vibrační koroze**

Vzniká při tření oceli s jakýmkoliv materiálem za současného působení vibračního pohybu při mezních hodnotách součinitele tření. Této korozi se čelí mazáním tuhými mazivy jako je grafit. Tato koroze se nejčastěji projevuje u lopatek vodních turbín.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Koroze podle vzhledu

#### Koroze rovnoměrná

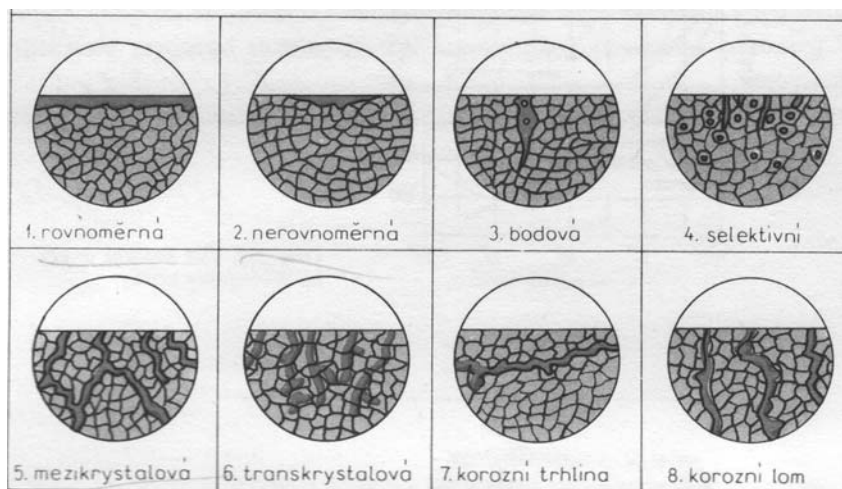
Tato koroze je méně nebezpečná, protože napadá materiál po celém povrchu rovnoměrně. Někdy tato koroze může působit i příznivě jako ochrana.

#### Koroze nerovnoměrná

Je více nebezpečná, protože napadá materiál jen v určitém místě. Mezi tuto korozi řadíme:

- korozi bodovou: šíří se směrem do středu a napadá jen určité místo
- korozi mezikrystalickou: postupuje po hranicích zrn
- korozi transkrystalickou: šíří se napříč zrn
- korozi selektivní: vzniká pouze u materiálu, který se skládá ze dvou fází a napadá pouze jednu z nich

obr. koroze rovnoměrná a nerovnoměrné



### Ochrana proti korozi

#### Vhodnou volbou materiálu

Při volbě materiálu se využívají jejich specifické vlastnosti, zejména jejich stálost v různých prostředích. Nejlepší stálost materiálu z kovu mají ušlechtilé kovy, jejich slitiny, korozivzdorné oceli a v úvahu přicházejí i plasty. V případě, kdy nelze spolehlivě určit nejhodnější materiál, musíme provést korozní zkoušky, které jsou určeny normou.

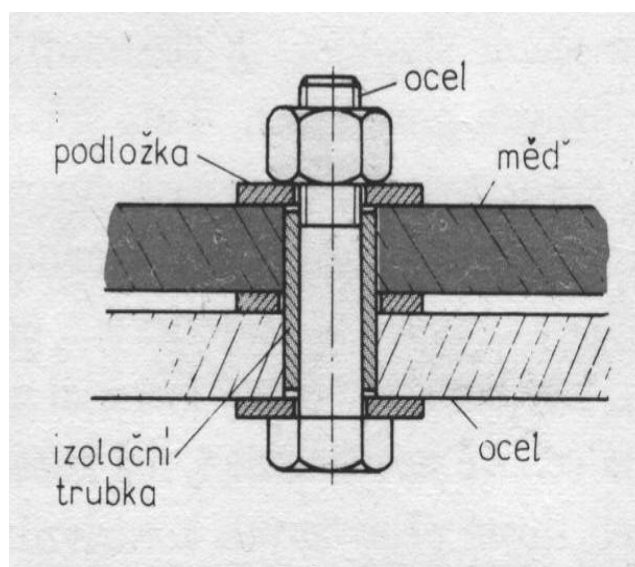
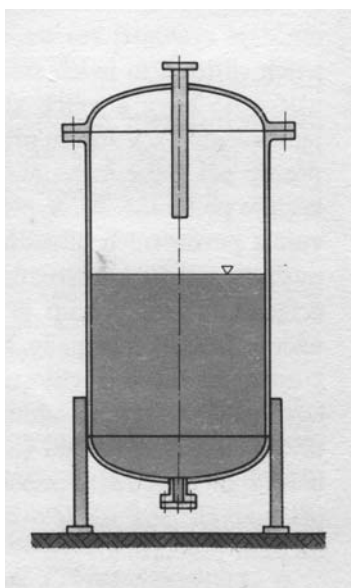
#### Konstrukční a technologické úpravy

V praxi se běžně vyskytují výrobky, jejichž konstrukční nebo technologické provedení způsobuje nebo urychluje korozi. Nejčastěji jsou to tyto chyby: místní přehřívání materiálu, vytváření korozních makročlánků, soustředování usazenin, nevhodné tvary z hlediska předpokládané ochrany povlaky, nevhodné provedení svarů a nevhodná kombinace korozních a mechanických namáhání. Mezi nejpoužívanější konstrukční úpravy patří:

### INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- zabránění vzniku mikročlánků pomocí vhodné izolace
- zabránění usazování nečistot vhodnou konstrukcí ocelových nádob
- zabránění vzniku makročlánku při svařování vhodnou volbou elektrod a přídavného materiálu
- tam, kde dochází k úbytkům průřezu materiálu, dáváme přídavek na korozi, který odpovídá znehodnocení materiálu během předpokládané životnosti výrobku.
- tam, kde vzniká kombinace korozního a mechanického namáhání se situace řeší kombinací volby materiálu, konstrukční úpravou i úpravou korozního prostředí

obr. konstrukční úpravy



Mezi technologické úpravy patří:

- tepelné zpracování ke snížení vnitřního prnutí
- dokončovací metody obrábění, které zvyšují odolnost proti opotřebení a mez únavy a tím i odolnost proti korozi.

### Ochrana proti korozi úpravami korozního prostředí

Zvýšení korozní odolnosti kovů lze dosáhnout i tím, že se korozní prostředí přizpůsobí korozním vlastnostem kovů. Upravují se tak kapalná i plynná prostředí, a to:

- snížením koncentrace korozně aktivních látek** – u plynného prostředí musíme snížit vlhkost pomocí vysoušedel jako je např. oxid hlinitý nebo vápenatý, u kapalného prostředí se musí snížit množství plynů zejména kyslíku a to způsobem chemickým i fyzikálním.
- pomocí inhibitorů**, které snižují rychlost koroze.

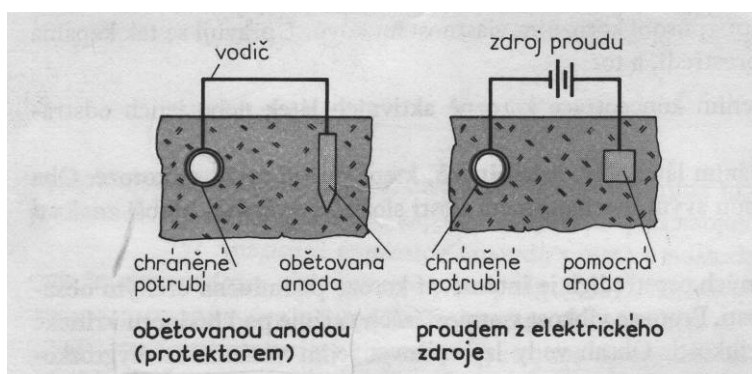
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Elektrochemická ochrana

Podstata této metody spočívá v záměrné změně potenciálu kovu vůči danému elektrolytu. Tím, že ovlivňujeme polarizaci kovu, chráníme jej proti korozi. Nejznámějším způsobem elektrochemické ochrany je katodická ochrana, kterou lze dosáhnout dvěma způsoby:

- vytvořením stejnosměrného okruhu proti směru korozního proudu, kdy zdrojem elektrického stejnosměrného proudu je uměle vytvořený galvanický článek. Katodu tvoří chráněný kov, anodu kov, který se bude rozpouštět na úkor katody.
- vytvořením stejnosměrného proudu pomocí selénového nebo křemíkového usměrňovače s volitelnými parametry.

Obr. elektrochemická ochrana



### Ochrana povlaky

Jde o nejrozšířenější způsob protikorozní ochrany. Tento způsob umožňuje navrhovat materiály s potřebnými vlastnostmi bez ohledu na odolnost vůči korozi. Tímto způsobem zlepšíme i estetický vzhled výrobku. Podle funkce rozdělujeme povlaky na:

1. Povlaky, které úplně izolují základní materiál od korozního prostředí. Musí být zcela souvislé a nepórovité. Patří sem povlaky z keramických smaltů, povlaky na oceli z ušlechtlejších kovů než ocel, povlaky z plastů a pryží.
2. Povlaky, které chrání základní materiál částečně na základě své elektrochemické funkce. Má-li povlakový kov vzhledem k základnímu materiálu záporný potenciál, vytvoří v póru anodu, rozpouští se a korozní zplodiny zabraňují dalšímu pronikání korozního prostředí k základnímu materiálu. Příkladem takové koroze je koroze pozinkovaného nebo pocínovaného ocelového plechu.
3. Povlaky z materiálu, které mají schopnost odstraňovat z pronikajícího prostředí jeho složky, urychlující korozi. Do tohoto typu patří nátěry, které jsou vždy propustné pro vodu a kyslík. Ochranná schopnost spočívá v tom, že základní nátěrová hmota obsahuje inhibitory.

#### Technologický postup při vytvoření povlaku:

- čištění a úprava povrchu (kartáčování, moření, odmašťování, tryskání, broušení, leštění)
- vytváření povlaku (kovový, nekovový, keramický)
- konečná úprava povrchu (leštění apod.)

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Před nanášením povlaku se provádí kontrola, zda povrch není **masný, mokrý a zrezivělý**.

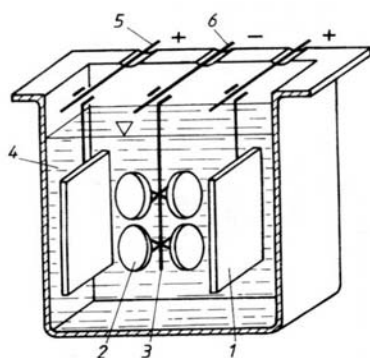
### Kovové povlaky

Pro hodnocení ochranných kovových povlaků je rozhodující tloušťka povlaku a jeho poréznost. S tloušťkou povlaku roste jeho životnost, neboť se současně snižuje počet korozně významných pórů.

Nanášení kovových povlaků se nazývá pokovování. Podle způsobu nanášení kovů dělíme pokovování na:

1. **Chemické:** podstata spočívá ve vytvoření tenké vrstvy chemické sloučeniny se základním kovem. Kovové povlaky se vylučují bez účinku vnějšího zdroje elektrického proudu, probíhá čistě vlivem chemické reakce, kdy se kov s nižším potenciálem potáhne kovem, který se vyloučí z roztoku jeho soli a má vyšší potenciál. Nejdůležitější je niklování, protože niklové potahy jsou dobře přilnavé, stejnoměrně pokrývají libovolné tvary jako např. dutiny, závity apod.
2. **Galvanické:** podstatou je elektrolýza, kdy anoda, což je materiál, kterým chceme pokovovávat, se rozpouští a vyloučí se na katodě, což je pokovovaný materiál. Tímto způsobem se pokovují prakticky všechny běžné konstrukční materiály a pro dekorativní účely se pokovují i některé plasty.
3. **Žárové pokovování:** spočívá v ponoření základního materiálu do roztavené kovové lázně příslušného kovu, jehož teplota je nižší, než je bod tání základního materiálu. Předpokladem tohoto způsobu je dokonale očištěný povrch, zbavený všech oxidů a jiných nečistot mořením. Aby předmět mezi mořením a ponořením do lázně na povrchu neoxidoval, chrání se ponořením do tavidla. Nejčastěji se provádí žárové cínování jako ochrana před organickými kyselinami, atmosférické korozi a vodě. Žárové zinkování jako nejčastější ochrana proti vlivům atmosféry. Žárové hliníkování se uplatňuje místo cínování a zinkování při výrobě pásů a drátů a žárové pokovování je nejlepší způsob ochrany proti korozi v chemickém průmyslu.
4. **Metalizování:** spočívá v nanášení jemných částic velkou rychlostí na předem připravený (zdrsněný) povrch pomocí stlačeného vzduchu speciálními stříkacími pistolemi. Částičky k povrchu mechanicky přilnou a vytvoří souvislou vrstvu libovolné tloušťky. Jako povlakový kov používáme hlavně olovo jako protikorozní ochrana chemických zařízení, zinek jako velmi účinnou ochranu proti atmosférické korozi a korozi v kapalinách a hliník jako protikorozní ochrana potravinářského a chemického zařízení a vodních staveb.
5. **Difúzní:** podstata spočívá v nasycování povrchu základního materiálu jiným kovem. Difúzní procesy jsou možné jedině tehdy, tvoří-li oba materiály tuhé roztoky. Nejdůležitější jsou povlaky zinkové, hliníkové a chromové jako ochrana proti atmosférickým vlivům a proti korozi za vysokých teplot.
6. **Kondenzační:** podstatou je přeměna materiálu, kterým pokovujeme na páru, kterou pak vedeme proudem netečného plynu na základní materiál, který má nižší teplotu a dojde ke kondenzaci (zkapalnění). Celý proces probíhá ve vakuu.

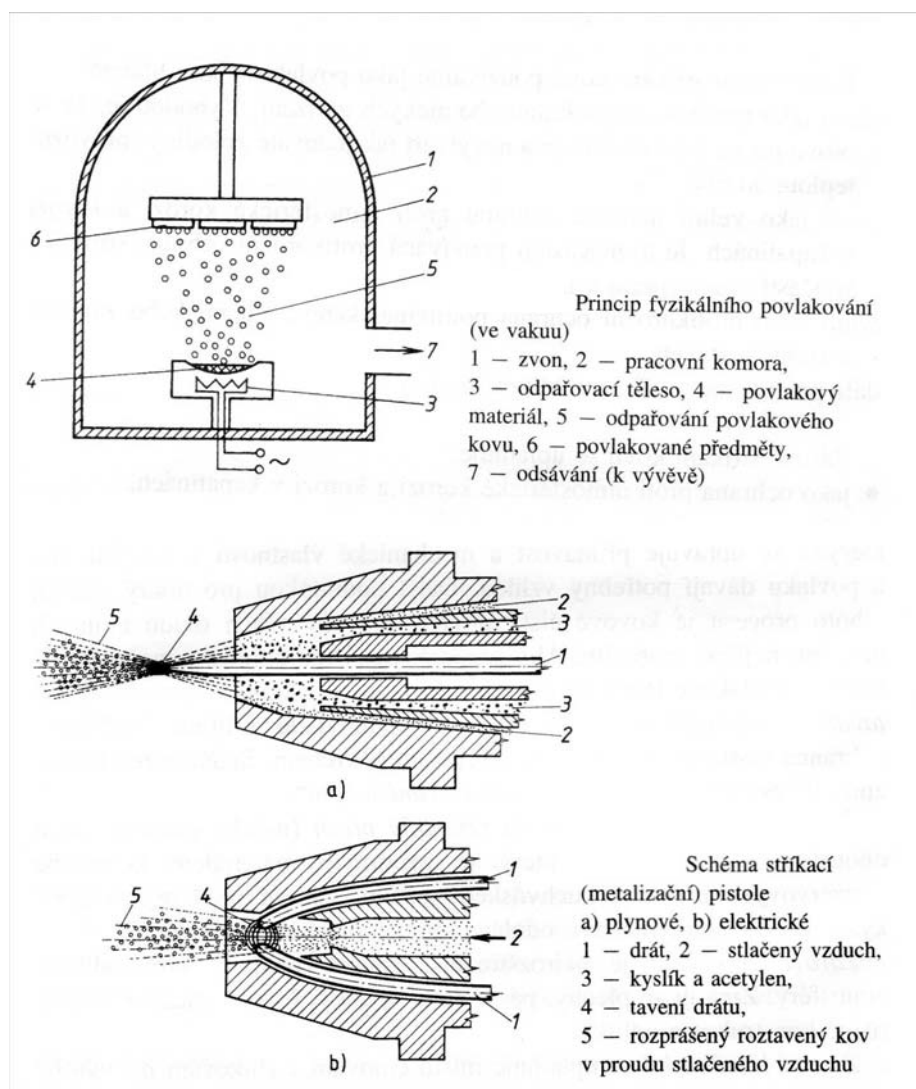
Obr. nanášení povlaků



Elektrolytické (galvanické)  
pokovování  
1 – povlakový kov (anoda), 2 – součásti  
(katoda), 3 – závěs pro součásti,  
4 – elektrolyt, 5 – anodová tyč,  
6 – katodová tyč

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr.kondenzační pokovování a metalizování



### Nátěry

Nátěr je souvislý povlak požadovaných vlastností, který vzniká nanesením a zaschnutím jedné nebo několika nátěrových vrstev na výrobek v tekutém nebo těstovitém skupenství. Účelem nátěru je snížení rychlosti koroze. Funkci snížení rychlosti koroze má zejména suřík (směs kyslíku a olova).

Označení jednotlivých nátěrových hmot je velkými písmeny a čtyřmístnou číselnou skupinou. Odstín se značí dalším čtyřčíslím. Písmeno označuje základní použitou surovinu.

A.....asfaltový nátěr

O.....olejový nátěr

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- C.....celulózový nátěr
- H.....chlorkaučukový nátěr
- L.....lihový nátěr
- P.....pomocný nátěr
- S.....syntetický nátěr
- V.....vodový nátěr

### Způsoby nanášení:

- Ruční nanášení (štetcem)
- Máčení
- Stříkání pomocí stříkací pistole
- Elektrostatické nanášení, které je založeno na principu přitažlivosti dvou částic s rozdílným elektrickým nábojem. Rozprášené kapičky nátěrové hmoty mají záporný náboj, takže jsou přitahovány ke stříkanému předmětu s opačnou polaritou

Obr. Nanášení nátěrových hmot

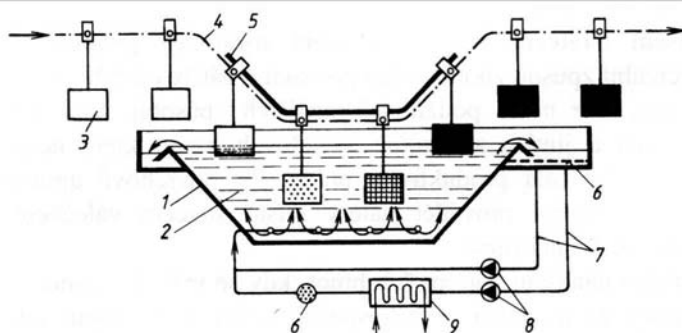


Schéma nanášení nátěrových hmot máčením

- 1 – máčecí vana, 2 – nátěrová hmota, 3 – součásti, 4 – dopravník, 5 – trolejové vedení,  
6 – filtr, 7 – potrubí, 8 – čerpadla, 9 – výměník tepla

### Povlaky ze smaltu

Smaltování je způsob ochrany povrchu, při kterém nanášíme na kovy skelný povlak tzv. smalt. Smalty jsou sklovité látky, jejichž chemické a fyzikální vlastnosti jsou upraveny tak, aby byly schopny po natavení přilnout k povrchu kovů a vytvořit tak dobrou korozní odolnost. Před nanášením vrstvy musíme nejdříve povrch očistit a to buď mechanicky otryskáváním, nebo chemicky mořením. Vrstvu smaltu nanášíme poléváním, máčením nebo stříkáním. Způsob nanášení je buď suchý, nebo mokřý. Povlak může být buď vícevrstvý (základní smalt a jedna nebo několik vrstev krycího smaltu) nebo jednovrstvý.

- **suchý způsob:** základní smalt v mokřém stavu nanášíme poléváním nebo stříkáním na suchý předmět. Po vysušení se předmět vypaluje v peci a na rozžhavený předmět se sype krycí smalt.
- **mokřý způsob:** základní smalt se nanáší jako u suchého způsobu, ale po vypálení necháme výrobek vychladnout a teprve potom nanášíme stříkáním mokřý krycí smalt, který znovu vypalujeme v peci při teplotě 800 – 950 °C podle druhu smaltu.

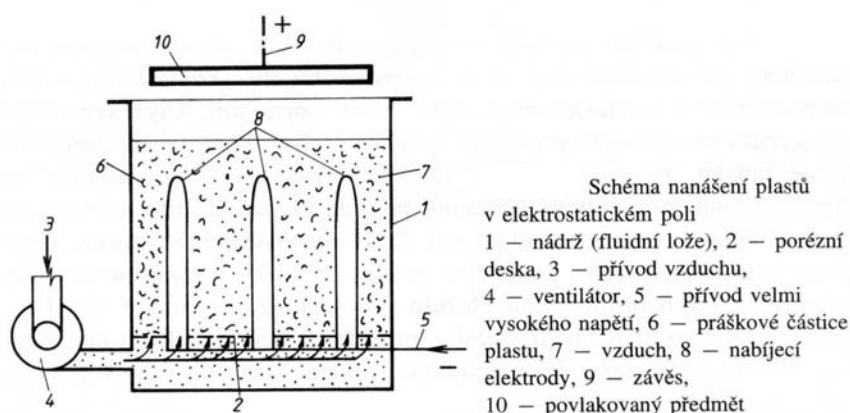


## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Povlaky z plastů a pryží

Nejčastěji se nanášejí ve formě prášků přímo na ohřátý povrch, na kterém se nataví a vytvoří ochranný povrch. Povlaky vytváříme z řady polymerů jako např. polyvinilchloridu, polyetylen, polyamidu, akrylátů, teflonu, celulózy a různých směsí z přírodních a syntetických kaučuků. Povlaky z plastů nejčastěji nanášíme žárovým stříkáním a ve fluidním poli.

Obr. Nanášení plastu



### Nekovové anorganické povlaky

Jsou to uměle vytvořené povlaky oxidů, fosforečnanů a chromanů kovů. Jejich podstatou je vytvoření tenké vrstvy z povrchu vlastního základního kovu nebo povlaku v příslušné lázni chemickou popř. elektrochemickou reakcí. Zvětšujeme tím odolnost proti korozi, přilnavost nátěrových hmot k základnímu materiálu a také se využívá jako dekorační úprava povrchu předmětu.

**Oxidická vrstva** – vytváří se chemickou oxidací pro zlepšení vzhledu výrobků z nelegovaných ocelí, ale účinek ochrany, proti korozi je malý.

**Eloxování** – je úprava povrchu hliníku oxidací (vytvoření oxidu hlinitého působením elektrolytu). Tato vrstva je velmi tenká, tvrdá, odolná mechanickému opotřebení, nevodivá a korozivzdorná

**Fosfátová vrstva** – vzniká chemickou reakcí základního kovu zejména oceli a zinku s fosforečnany, při které vznikají povlaky krystalických fosforečnanů. Výhodou fosfátování je nízká cena. Používá se běžně pod nátěry ke zvýšení odolnosti proti atmosférické korozi. Nevýhodou fosfátování je hrubý povrch, ale toho se může využít tam, kde chceme snížit tření, neboť fosfátovaný povrch dobře drží mazadlo.

**Chromátová vrstva** – vytváříme v lázních, které obsahují kyselinu chromitou. Rozšířené je chromátování pozinkovaných výrobků, kdy se v podstatě zvyšuje odolnost proti korozi. Chromátová mezivrstva podstatně zvyšuje přilnavost organického nátěru a zabraňuje rezavění pod nátěrem.

### Klimatologie

Klimatické účinky přispívají ke vzniku koroze. Jde vlastně o atmosférický vliv, který vede nejen k trvalým změnám materiálu, ale k urychlení destrukce výrobku a ke změně parametru. Atmosférické vlivy se uplatňují trvale nebo přechodně, prakticky u všech strojních součástí (výrobků).

Klimatické podmínky rozdělujeme se zřetelem na oblast pro, kterou jsou charakteristické.

- makroklima (klima velkých zeměpisných oblastí charakteristické svým celoročním průběhem)



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- mezoklima (jedná se o klima menších oblastí. Např. průmyslová výroba, moře.)
- mikroklima (klima vnitřních prostor a objektů)

### Korozní agresivita okolního prostředí se udává v těchto stupních

1. velmi málo agresivní
2. málo agresivní
3. středně agresivní
4. silně agresivní
5. velmi silně agresivní

### Zkoušení odolnosti materiálu a povlaku proti korozi

#### Zkoušky se dělí:

1. provozní zkoušky (zkoušky trvají delší dobu)
2. laboratorní zkoušky (klade se požadavek krátkého trvání zkoušky)

#### Provozní zkoušky

získané informace se musí vztahovat pouze na místa konané zkoušky, protože provozní podmínky se na různých místech liší. (teplotou proudění, prostup teplot)

#### Laboratorní zkoušky

Tyto zkoušky napodobují působení všech rozhodujících korozních činitelů v daném prostředí. Zkouší se jak v kapalném tak i v plynném prostředí. Nevýhodou této zkoušky je, že se musí provést kvalifikovanými pracovníky.

### Otázky a úkoly:

1. Vysvětlete podstatu koroze
2. Vyjmenujte druhy koroze podle různých hledisek
3. Vysvětlete chemickou korozi
4. Popište podmínky pro vznik elektrochemické koroze.
5. Jaký je důsledek galvanického článku?
6. Popište druhy koroze z hlediska vzhledu.
7. Vyjmenujte způsoby protikorozní ochrany.
8. Uveďte příklady konstrukčních úprav, které zmenšují rychlost koroze.
9. Popište elektrochemickou ochranu proti korozi.
10. Vyjmenujte způsoby nanášení kovových povlaků a vysvětlete jejich podstatu.
11. Proveďte rozdělení povlakového materiálu.
12. Jaké znáte nekovové povlaky?



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Nadpisy – 1. úroveň – Arial tučný 12**

***Nadpisy – 2. úroveň – Arial tučný kurzíva 11***

**Nadpisy – 3. úroveň – Arial tučný 11**

Normální text – Arial 10