



Technologie I

Slévání a svařování

Iva Nováková

Koroze

- Korozi lze definovat jako ***samovolně probíhající nevratný proces*** postupného narušování materiálu ***chemickými a fyzikálně-chemickými vlivy prostředí***.
- Konečným důsledkem koroze je částečné, nebo úplné rozrušení materiálu.
- Korozi podléhají téměř všechny materiály (kovy a jejich slitiny, plasty, keramika, silikáty atd.).
- Koroze se může projevovat postupně od pouhé změny vzhledu až po ztrátu celistvosti.

- Korozi lze rozdělit podle následujících kritérií:
 - Podle charakteru korozních dějů - ***chemická*** a ***elektrochemická*** koroze.
 - Podle prostředí, kde k ní dochází - ***koroze v atmosféře, ve vodě (kapalinách), v plynech a v půdě***.

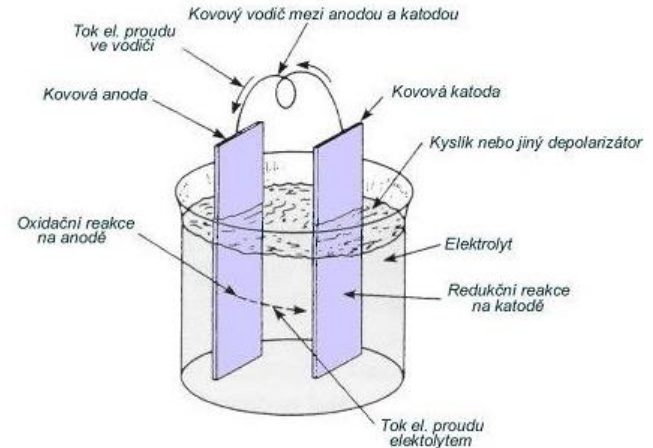
Chemická koroze

- Je rozrušování kovových materiálů vlivem **chemického působení** vnějšího prostředí.
- Chemické reakce probíhají v elektricky nevodivém prostředí (plyny, vzduch, neelektrolyty – např. nafta).
- Typickým příkladem – oxidace za vyšších T – na povrchu kovů se objeví vrstva oxidů.
- Je-li vrstva oxidů pórovitá, nebo lehce odpadá z povrchu – reakce může probíhat tak dlouho, až se celý materiál rozruší.
- Je-li vrstva nepropustná, nebo dobře přilne k povrchu – reakce se zastaví nebo zpomalí (např. zelená patina u mědi, oxidační vrstva Al_2O_3 u hliníku).



Elektrochemická koroze

- Mechanismus je odlišný od chemické koroze (reakce s prostředím).
- Vzniká při styku materiálu s elektricky vodivým prostředím - dochází ke změnám spojeným s přenosem elektrického náboje.
- Korozním prostředím jsou elektrolyty – kapalná roztoky kyselin, zásad a solí rozpuštěných ve vodě.
- Každá korozní reakce v sobě zahrnuje dvě na sobě nezávislé dílčí reakce – **anodovou a katodovou**.
- Obě reakce jsou spřažené a nemohou probíhat samostatně, pokud korodujícím kovem neprochází žádný vnější elektrický proud.

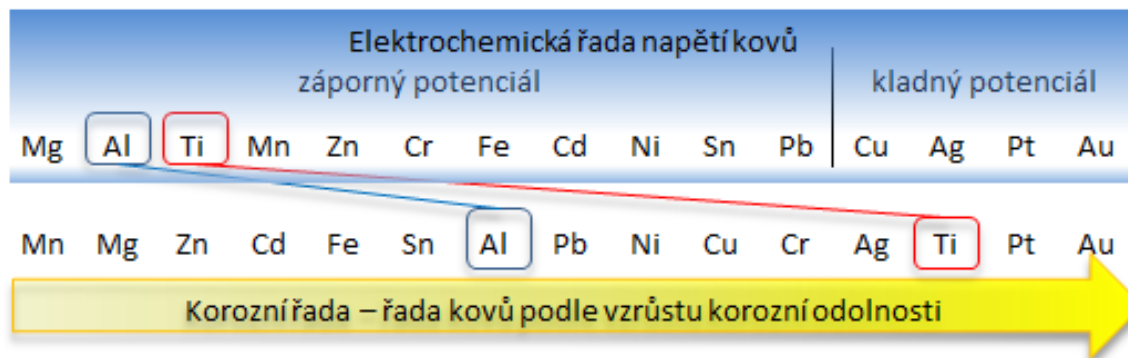


Elektrochemická koroze

- **Anodová reakce** – probíhá na anodě - dochází při ní k oxidaci kovu (korozi) = odevzdání elektronu = anoda se rozpouští = z kovu vznikají oxidační kationty, které jsou buď rozpustné v prostředí nebo vytváří málo rozpustné produkty.
- **Katodová reakce (depolarizační)** – přebytečné elektrony na anodě přechází na katodu, kde redukuje oxidační činidlo obsažené v elektrolytu = depolarizace (vybití nebo jiné odstranění elektronů vzniklých anodovou reakcí),
- Anodová i katodová reakce probíhají současně - rychlost koroze je řízena buď anodovou, nebo katodovou dílčí reakcí, popř. oběma současně.
- Podle okolností mohou obě reakce probíhat buď na stejném místě povrchu korodujícího kovu (homogenní kov, složení roztoku stejné po celé ploše dotyku s kovem) nebo odděleně.
- Vytvářejí-li korozní zplodiny na povrchu kovu ochrannou vrstvu = kov přechází do pasivního stavu (velmi malá rychlost koroze).
- **Korozní makročlánek** = spojení 2 kovů nebo **korozní mikročlánek** = v rámci mikrostruktury.

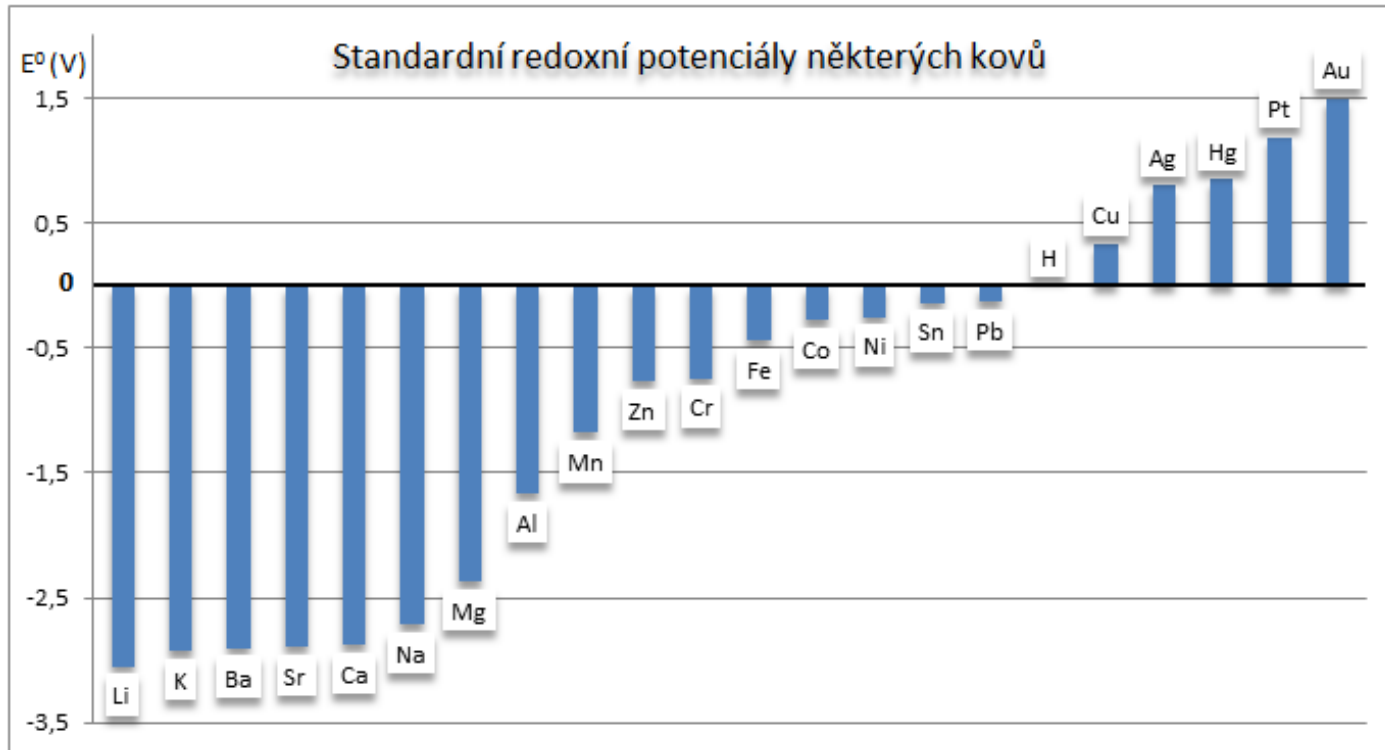
Elektrochemická koroze

- **Elektrochemická ušlechtilost kovů** - standardní elektrodový potenciál [V] = napětí vzniklé při ponoření kovu do elektrolytu s normální koncentrací kovových iontů, proti vodíkové elektrodě, jejíž elektrochemický potenciál byl smluvně stanoven na 0 V,
 - Postavení kovů v řadě potenciálového napětí je významné z hlediska intenzity koroze.
 - Ušlechtilé $E_o > 0$, neušlechtilé kovy $E_o < 0$ - nejmenší odolnost = největší záporný potenciál.



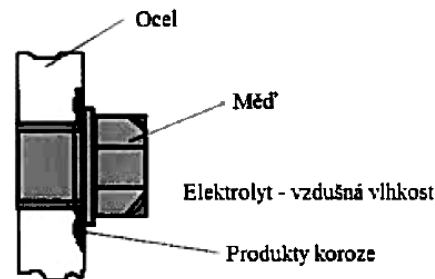
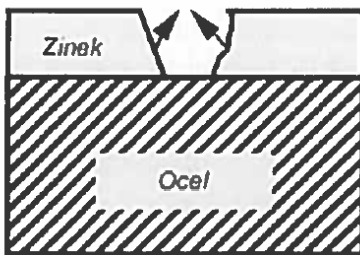
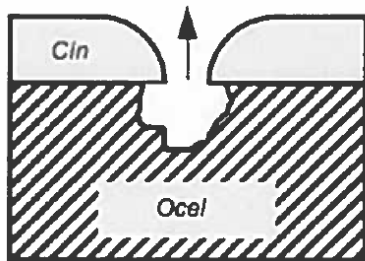
- Skutečná korozní odolnost však zcela neodpovídá stupnici vztažené k vodíkové elektrodě = příčinou je tvorba povrchových oxidických vrstev brzdících anodovou reakci (oxidaci).

Elektrochemická koroze



Elektrochemická koroze

- Spojení Fe a Cu = Fe koroduje (anoda) – konstrukční chyba.
- Ocelový plech pozinkovaný – Zn je méně ušlechtilý kov než Fe = proto koroduje = chrání tedy Fe i v místě, kde je povlak porušen.
- Ocelový plech pocínovaný – Sn je ušlechtilejší než Fe a Fe v porušeném místě povlaku koroduje.



- Mikročlánky – nehomogenní struktura, nečistoty, vměstky = čistější kovy odolávají korozi lépe než méně čisté.
- Mikročlánky – vznikají v kovu i tvářením za studena, místa rozdílného tepelného zpracování, popř. v místě svaru, atd.

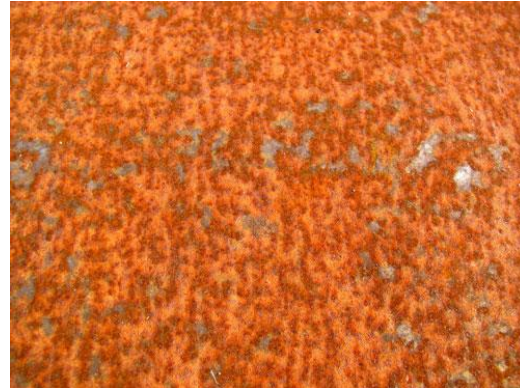
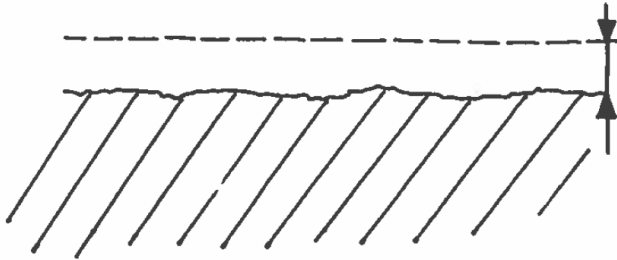
Rozdělení koroze dle prostředí působení

- **Koroze atmosférická** – zpravidla se uplatňují elektrochemické reakce probíhající v tenké vrstvě elektrolytu vytvořeného na povrchu kondenzací vzdušné vlhkosti = důležitými faktory je vlhkost, kyslík a znečištění atmosféry.
- **Koroze ve vodě** – významný vliv má typ vody (sladká, poloslaná, slaná) = rychlost koroze je ovlivňována teplotou vody, obsahem kyslíku a množstvím a druhem látek rozpuštěných ve vodě. Rozeznávají se tři druhy koroze ve vodě – podponorová, se střídavým ponorem a postřiková.
- **Koroze v plynech** – koroze kovů vystavených účinku plynného prostředí za vyšších teplot = převážně chemické děje - rozhodující je obsah kyslíku.
- **Koroze v půdě** – tvořena fází tuhou, kapalnou i plynnou – patří mezi zvláštní případy koroze v roztocích elektrolytů.
 - Prostá půdní koroze – základní příčinou je vznik a činnost korozních článků.
 - Koroze bludnými proudy – nastává, když se proud vrací do zdroje nikoliv po vodiči, ale částečně vodivou zemínou – urychlení dějů. Zdrojem bludných proudů jsou elektrifikované železnice, trolejové vedení atd.

Formy koroze

Rovnoměrná koroze

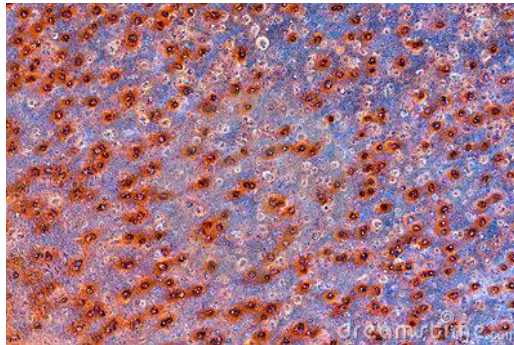
- Je jedním z nejběžnějších korozních napadení velkých ploch.
- Probíhají zde anodické i katodické děje rovnoměrně po celé ploše.
- Vzniká i v případech, kdy je na povrchu nerozpustná vrstva korozních produktů = za předpokladu, že vrstva umožňuje rovnoměrnou difúzi iontů po celém exponovaném povrchu.
- Příkladem jsou koroze uhlíkových ocelí nebo zinku.



Formy koroze

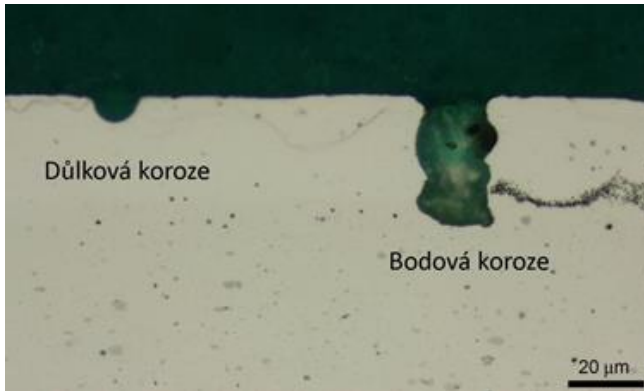
Nerovnoměrná koroze

- Napadá materiál jen v určitých plochách povrchu do různé šířky a hloubky.
- Vzniká při makroskopicky rozdílných vlastnostech kovu, různé rychlosti proudění prostředí = vytvořeny podmínky pro rozdílnou rychlost korozního napadení.
- skvrnitá, důlková a bodová, laminární, štěrbinová, mezikrystalová, transkrystalová, selektivní.
- ***Skvrnitá koroze*** - probíhá pouze v omezeném počtu míst, kde tak vznikají mělké důlky či skvrny.
 - Zbývající povrch kovu přitom není korozně napaden.



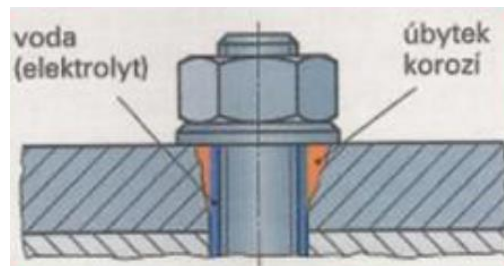
Formy koroze

- **Důlková koroze** - hloubka napadení nepřevyšuje největší průměr důlku.
 - Typickým příkladem - korozní napadení vnitřního povrchu trubek z uhlíkové oceli v uzavřených teplovodních systémech.
- **Bodová koroze** = pitting - hloubka napadení je podstatně větší než průměr.
 - u materiálů, na jejichž povrchu vzniká v daném korozním prostředí pasivní vrstva (korozivzdorné oceli, hliník a jeho slitiny).



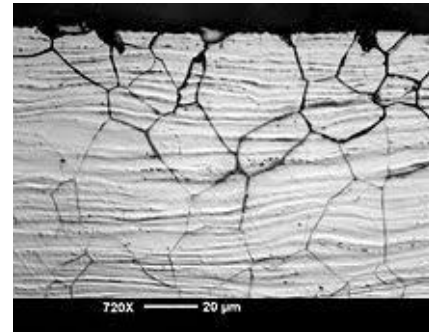
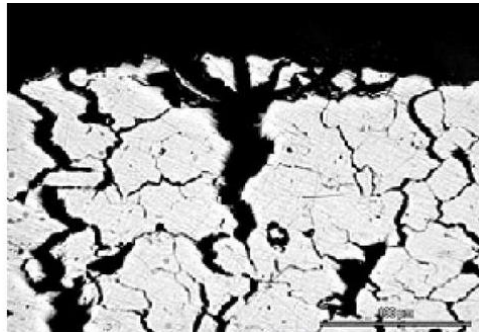
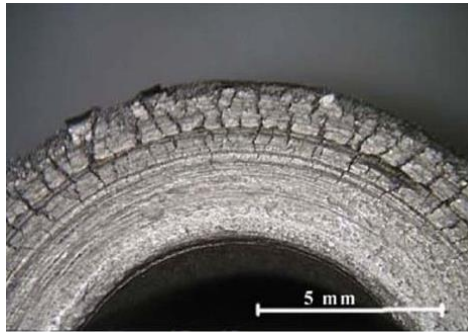
Formy koroze

- **Laminární** - terasovité odleptání materiálu = přednostně po hranicích jednotlivých vrstev, např. u válcovaných nebo vrstvených materiálů, které se oddělují v šupinách;
 - u kovů, které jsou méně odolné než jejich oxidy, např. při válcování Cu může dojít zaválcování oxidů a při korozi může dojít k odlupování v šupinách.
- **Štěrbínová** - objevuje se v jemných kapilárách nebo ve štěrbinách, resp. spárách.
 - v dutinách se hromadí vlhkost = vznikají koncentrační články urychlující korozi = např. mezera mezi bodově svařenými plechy, při kontaktu kovových povrchů v důsledku jejich drsnosti, atd.



Formy koroze

- **Mezikrystalová** - napadá rozhraní mezi zrna - materiál ztrácí pevnost a může dojít k jeho rozkladu - na povrchu kovu nemusí být vidět,
 - nečistoty na hranicích zrn, nebo místní obohacení nebo vyčerpání jednoho nebo více legujících prvků = hranice zrn se chovají jako anoda, zrna jako katoda.
 - např. u korozivzdorných ocelí, slitin Al-Cu a u některých slitin na bázi Cu nebo Mg.



- **Transkrystalová** – současné napadení hranic zrn a současně vlastních zrn = v praxi zřídka.
- **Selektivní** – napadení jedné nebo více fází slitiny tvořené různými strukturami = odzinkování mosazí.

Ochrana materiálu proti korozi

Možnosti, jak korozi zabránit, nebo ji zpomalit na přijatelnou míru a zvýšit tak životnost:

- Volba vhodného materiálu;
- volba vhodného konstrukčního řešení;
- úpravu korozního prostředí odstraněním, nebo snížením stimulační složky;
- elektrochemická ochrana kovového povrchu;
- tvorba ochranných povlaků na základním materiálu.

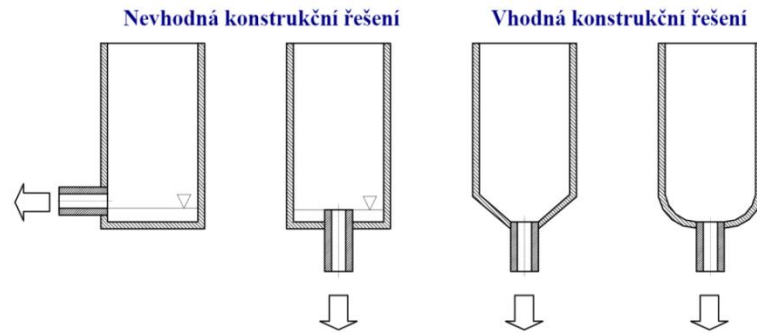


Volba vhodného konstrukčního materiálu

- Různé kovové materiály a jejich slitiny korodují různou rychlostí nebo mají různou náchylnost k jednotlivým druhům koroze.
- **Volba vhodného materiálu** je podmíněna těmito vlivy:
 - Maximální teplota, při které je materiál používán,
 - složením prostředí a koncentrací jednotlivých agresivních látek
 - intervaly působení vlivu prostředí,
 - druhem spojování vodivých materiálů,
 - napětím uvnitř materiálů,
 - druhem namáhání, chvěním, nárazy atd.,
 - cenou navrženého materiálu.

Volba vhodného konstrukčního řešení

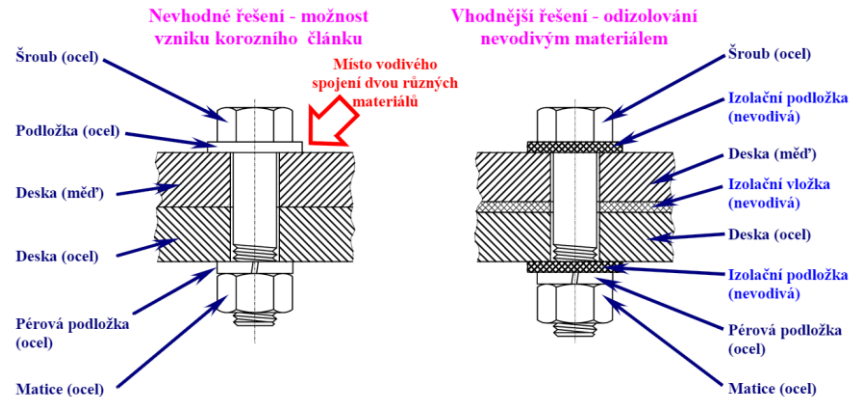
- Předcházení **konstrukčním a technologickým chybám**, které korozi podporují:
 - dlouhodobý styk materiálu s agresivním prostředím – zamezení úpravou tvaru tak, aby nikde nedocházelo k usazování agresivních látek a aby plocha styku materiálu s agresivním prostředím byla co nejmenší,



- koncentrace namáhání v určitých místech součástí – snaha o rovnoměrné rozložení namáhání,
- nerovnoměrné tepelné zatížení součástí - konstrukce by měla vyloučit místní přehřívání zařízení a dostatečný odvod tepla,

Volba vhodného konstrukčního řešení

- vysoké rychlosti proudění a náhlé změny směru = odtrhávání vzniklých korozních produktů,
- vytváření korozních makročlánků - při spojování materiálů s různým elektroodovým potenciálem,



- **Optimální technologie výroby** - operace mohou nežádoucím způsobem ovlivnit odolnost materiálu,
 - nepříznivé např.: pnutí v důsledku použité technologie (svařování, tváření, tepelné zpracování),
 - vznik elektrických makročlánků,
 - hrubý povrch po obrábění atd.

Úprava korozního prostředí

- ***Odstraněním složky způsobující korozi***
 - Snížení vlhkosti prostředí = aby nedocházelo k její kondenzaci na povrchu materiálu a tím ke vzniku galvanických článků - k tomuto účelu jsou užívána vysoušedla, která na sebe váží vlhkost (kysličník vápenatý, kysličník hlinitý, silikagel),
 - zavedení ochranné atmosféry.
- ***Použitím inhibitorů koroze***
 - přidáním látek, které zpomalují průběh koroze = ovlivnění vlastností prostředí pomocí pasivačních prostředků,
 - chrání povrch kovu v daném prostředí = změni vlastnosti fázového rozhraní kov – prostředí,
 - k ochraně ocelí se užívá například dusitan sodný, který svou reakcí s korozním prostředím vytváří na povrchu ocelových součástí pasivní vrstvu.

Elektrochemická ochrana kovového povrchu

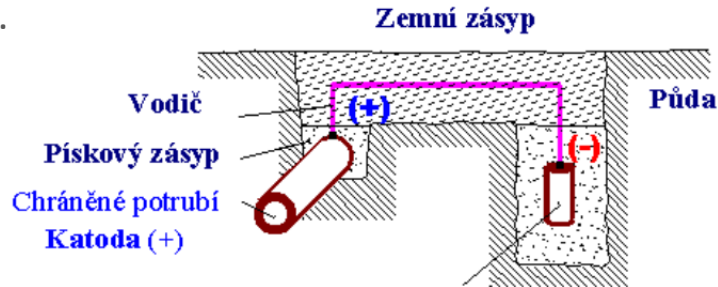
- Podstata spočívá v záměrné změně elektrodového potenciálu kovu vůči elektrolytu.
- Tato změna je způsobena ovlivňováním velikosti proudu na rozhraní kov – elektrolyt.

- **Katodická ochrana kovu** - předmět se stává katodou = vůči působení korozních činidel je imunní.
 - Katodická ochrana obětovanou elektrodou,
 - Katodická ochrana vnějším zdrojem proudu

- **Anodická ochrana kovu** - použitelná pouze u materiálů snadno vytvářejících pasivní vrstvu.
 - Chráněný předmět se připojuje na anodu a silnou polarizací se posune jeho elektrodový potenciál do oblasti pasivity (obnovuje se pasivní vrstva porušovaná korozí v daném prostředí).

Elektrochemická ochrana kovového povrchu

- **Katodická ochrana obětovanými anodami**
 - Pomocí obětované elektrody, která je zhotovena z materiálu s nižším elektrodovým potenciálem, než má chráněný materiál – např. pro ocel se užívá obětovaná elektroda zhotovená ze Zn, Al, Mg.
 - Současnou podmínkou je, aby samovolná korozní rychlost anody nebyla příliš velká a také aby nedošlo k její pasivaci.
 - Používá se pro ochranu potrubí, plynovodů, nádrží uložených v zemi, pro ochranu lodních trupů a šroubů, atd.

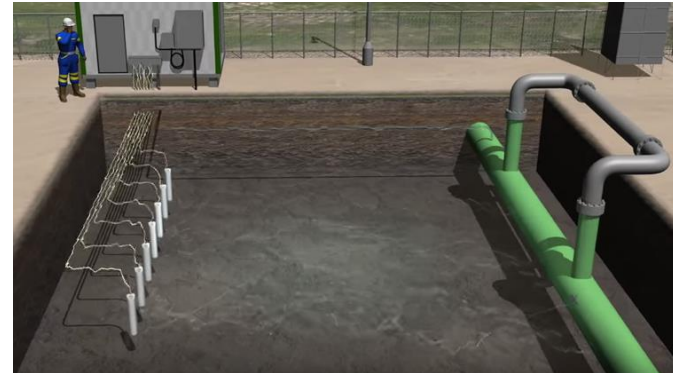
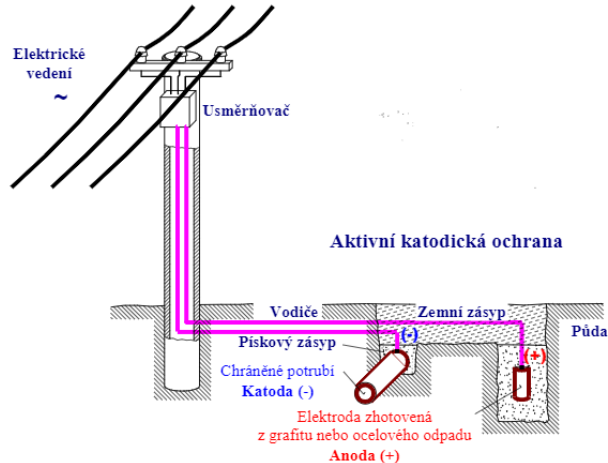


Obětovaná anoda
Anoda (-)
Kov stojící v elektrochemické řadě
napětí vlevo od chráněného kovu



Elektrochemická ochrana kovového povrchu

- **Katodická ochrana vnějším zdrojem proudu**
 - Chráněný předmět je připojen na záporný pól stejnosměrného zdroje = stane se katodou = přestane korodovat.
 - Anoda = z relativně málo rozpustného vodivého materiálu = aby ochrana nevedla k rychlému znehodnocení - grafit (prostředí Cl), olovo (prostředí SO₂), titan, korozivzdorné oceli.
 - Vnější zdroj SS proudu - umožňuje chránit rozsáhlé objekty s malým počtem anod.



Elektrochemická ochrana kovového povrchu

- **Anodická ochrana** - chráněný předmět je anodou.
 - Metoda použitelná pouze u materiálů snadno vytvářejících pasivní vrstvu.
 - Vyvolání a udržení pasivního stavu = posun potenciálu materiálu do oblasti pasivity.
 - Chráněný materiál je anodou a koroduje = korozní rychlost je podstatně menší, než kdyby byl v aktivním stavu a korozní úbytky jsou technicky únosné.
 - Použití - ochrana chemických zařízení z uhlíkové oceli, korozivzdorných ocelí a titanu v prostředích, kde jsou tyto materiály pasivovatelné.
 - Vnější zdroj SS napětí: udržuje potenciál v oblasti pasivity: $E_P < E < E_T$.



Ochranné povlaky proti korozi

- **Nejrozšířenější způsob protikorozní ochrany** = aplikace povlaků na základní materiál, který není dostatečně odolný v daném prostředí.
- **Povrchová úprava:**
 - vytvoření souvislé a nepropustné povrchové vrstvy - dokonale izoluje materiál od prostředí,
 - umělé vytvoření slitiny nebo sloučeniny s lepší odolností proti korozi,
 - ochrana základního materiálu elektrochemicky metodou katodické ochrany;
 - povrchová vrstva obsahuje složky, které svým účinkem zmírňují agresivitu korozního prostředí.
- Odolnost daného povlaku závisí na jeho odolnosti v daném prostředí, jeho pórovitosti, prostupnosti pro složky korozního prostředí a přilnavosti k podkladu.

Povrchové úpravy - obecně

- změna mikrogeometrie povrchu, změna struktury povrchových vrstev,
- umělé vytvoření nových vrstev s odlišným chemickým složením, fyzikálními vlastnostmi.

Podle účelu:

- čištění a předběžné úpravy,
- povrchové úpravy zvyšující odolnost proti korozi,
- povrchové úpravy zajišťující požadovaný vzhled výrobku,
- povrchové úpravy pro dosažení specifických funkčních vlastností povrchu (např. třecích vlastností, elektrických vlastností, atd.),



Podle charakteru vytvořené povrchové vrstvy:

- anorganické – kovové, oxidické, keramické (sklovité)
- organické – nátěrové, plastové, konzervační.



Ochranné povlaky

Podle způsobu vytvoření povrchové vrstvy:

- chemickými reakcemi,
- galvanickými elektrochemickými procesy,
- využitím difúze,
- využitím vakua,
- máčením, stříkáním, poléváním,
- plátováním, navařováním, atd.

Čištění a předběžné úpravy

Povrch znečištěn - látkami vázanými k povrchu mechanicky (mastnota, prach, atd.),

- látkami vázanými k povrchu chemicky (oxidy, rez, okuje, atd.).

- požadovaná čistota – závisí na druhu povlaku – nejchoulostivější jsou galvanické povlaky, méně nátěry hmot a difúzní povlaky,
- Nečistoty - mechanicky vázané nečistoty – odmašťováním,
- chemicky vázané nečistoty – mořením nebo mechanickými úpravami (tryskání, omílání, broušení, kartáčování, leštění),
- úpravami se získá také vhodná mikrogeometrie a mikrostruktura povrchu.

Čištění a předběžné úpravy - chemické

- způsob úpravy - chemická činidla reagují s nečistotami na povrchu materiálu,
 - **Odmašťování** – volba prostředku závisí na materiálu dílu a typu znečištění (alkalické roztoky, organická rozpouštědla, opalování (300° - 700°C), vysokotlaké odmašťování (až 60 MPa), atd.
 - **Moření** - odstraňování oxidických nečistot (rez, okuje) z povrchu působením kyselin a louhů (pro ocel nejčastěji H_2SO_4 , HNO_3 a H_3PO_4).
- následuje oplach vodou a případná pasivace v lázni s přísadou sloučenin Cr.



Čištění a předběžné úpravy - mechanické

- tryskání, omílání, broušení, kartáčování, leštění,
- účelem - čištění povrchu materiálu (odstranění okují),
 - vytvoření podmínek pro zakotvení povlaku,
 - zlepšení mechanických vlastností (zvýšení pevnosti, meze únavy),
 - vzhledové požadavky.

Tryskání – tryskací materiál se vrhá velkou rychlostí proti povrchu součásti,

- zrna dopadající na povrch - doprovázeno plastickou deformací povrchové vrstvy = dochází ke zvýšení napětí v povrchových vrstvách (zpevnění materiálu),
- charakter povrchu – vliv má – tvrdost, zrnitost, tvar, typ materiálu a hmotnost zrna,
- kvalita povrchu – vliv má režim tryskání – rychlost letu, úhel dopadu, tvrdost materiálu součásti, atd.
- Zařízení – tryskače - pneumatické tryskače,
 - mechanické tryskače – metací kola.



Čištění a předběžné úpravy - mechanické



Tryskače závěsné



Tryskače průběžné s metacími koly

Čištění a předběžné úpravy - mechanické

- **Omílání** – především pro menší díly oblých tvarů (do cca 1kg),
 - na mokro s použitím keramických nebo plastových tělísek - do pracovní nádoby se přidávají kapaliny, které zvyšují účinky omílacích tělísek během procesu omílání a provádí pasivaci povrchu.
 - nevýhoda - nerovnoměrný úběr z povrchu předmětu (největší úběr na hranách),
 - je ovlivněno parametry - průměr a otáčky bubnu, čas, tvar a velikost součástek, druh a velikost omílacích těles, druh a množství kapaliny, naplnění bubnu, poměr množství součástek a těles.



Čištění a předběžné úpravy - mechanické



Omílání odlitků ve vibračním žlabu



Vibrační omílání odlitků s kruhovou nádobou

Čištění a předběžné úpravy - mechanické

- **Broušení** = je zpravidla základ pro kartáčování a leštění,
 - brusné kotouče – plstěné, dřevěné, látkové = je nalepeno brusivo,
 - brusné pásy – papírové, textilní.



- **Kartáčování:**
 - kartáč s ocelovými dráty - odstraňování hrubých nečistot,
 - kartáče s přírodními nebo umělými vlákny - zjemnění upraveného povrchu před leštěním,



- **Leštění:**
 - kotouče – plstěné nebo látkové, ale nejsou polepeny brusivem,
 - leštící prostředek – pasta.



Vytváření povlaků – chemickou cestou

- povlaky vzniklé **chemickou reakcí mezi základním materiálem a chemickým roztokem**,
 - zlepšují korozní odolnost,
 - zlepšují přídržnost následujících povlaků (organických nátěrů),
 - zlepšují vzhled předmětu.
- Založeno na oxidačních procesech – oxidické vrstvy,
- výhodou je rovnoměrná tloušťka povlaku.

Barvení ocelí:

- povrch oceli exponován v chemickém roztoku s vysokou oxidační schopností = vznikají tenké různé zabarvené povlaky pro dekorativní a částečně antikorozní účely (povlaky – hnědé, modré a černé).
- **Černění** - za studena – tenká vrstva, krátká životnost, spíše dekorativní,
 - za tepla – vrstva v řádech setin do 0,1 μm , korozní ochrana (šrouby, zbraně....).

Oxidace hliníku:

- technicky málo významná – omezené tloušťky povlaku s nízkou odolností (většinou eloxování).

Vytváření povlaků – chemickou cestou

Chromátování:

- vytváří se ochranné pasivační vrstvy chromových sloučenin,
- základem je dvojchroman draselný $K_2Cr_2O_7$,
- vzniklé pasivační vrstvy – zbarveny žlutě až zeleně,
- odolnost lehkému koroznímu namáhání a hlavně základ pro nanášení organických povlaků,
- Postup - odmaštění, popř. moření – ponoření do lázně (několik desítek s) – osušení.

Fosfátování:

- hlavně pro ocel a Zn,
- na povrchu se vytvoří krystalická vrstva nerozpustných fosforečnanů,
- vrstva je porézní – nepoužívá se jako konečná úprava povrchu, ale jako podklad pod nátěry, příprava povrchu před tvářením, atd.

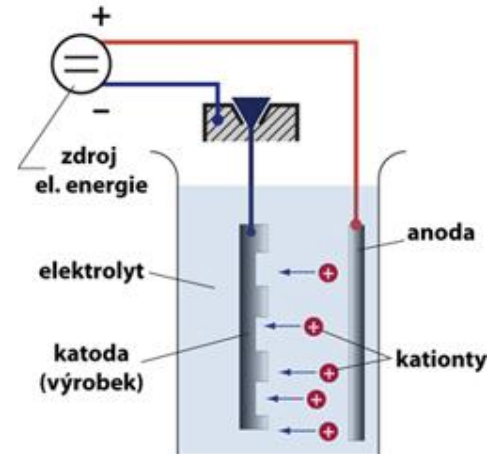
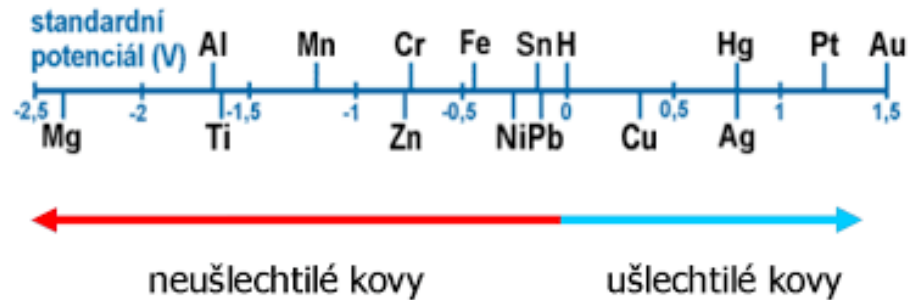


Hliníkový díl – žlutý chromát – čirý



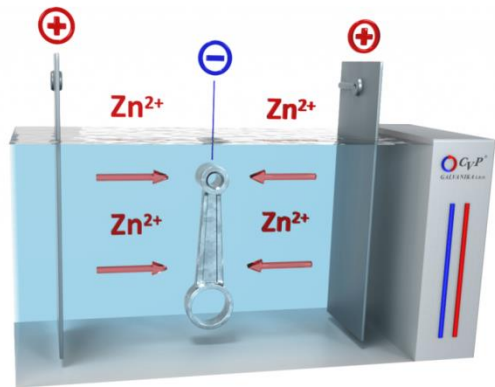
Vytváření povlaků – elektrochemickou cestou

- elektrolytické (galvanické) vylučování kovů,
- vytvoření ochranných protikorozních vrstev, funkčních povlaků a povlaků zlepšujících vzhled,
- galvanické mědění, mosazení, zinkování, niklování, chromování, atd.,
- tloušťky povlaků dosahují 10^{-3} až 10^{-4} mm,
- průchodem stejnosměrného elektrického proudu roztokem vhodné soli příslušného kovu = kov se vylučuje na záporném pólu – katodě (pokovované součástky), anodou je kov, kterým pokovujeme.



Vytváření povlaků – elektrochemickou cestou

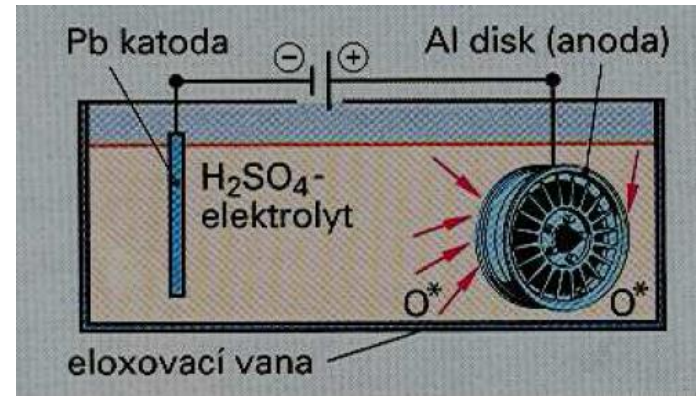
- *Galvanické zinkování*



Vytváření povlaků – elektrochemickou cestou

Eloxování

- pro hliníkové díly,
- řada způsobů – nejčastěji v roztoku H_2SO_4 ,
- díl zapojen jako anoda = na hliník se váže atomární kyslík a vytváří vrstvu Al_2O_3 ,
- tloušťka oxidické vrstvy = standardně 15-20 μm ,
- ochrana proti korozi, vzhled.
- Postup: odmaštění a moření – oplach – anodická oxidace – oplach – barvení – oplach – utěsnění pórů – sušení.



Tepelné povrchové úpravy

Žárové pokovování v roztavených kovech:

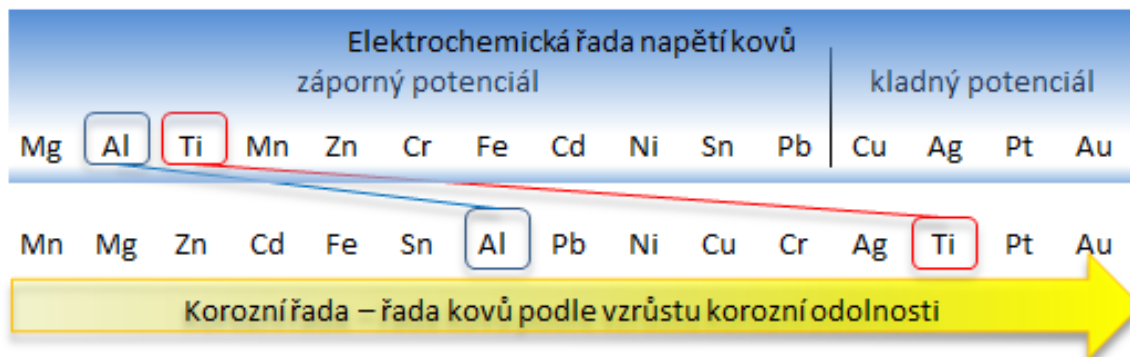
- **Zinkování** - nejlevnější ochrana oceli proti korozi,
 - nejrozšířenější způsob pro ochranu plechů, pásů, trubek, drátů.....
 - pěkný vzhled, pružné povlaky, zpracování běžnými technologiemi (kromě svařování),
 - povlak – hodnotí se podle hmotnosti Zn v gramech na 1m^2 (povlak vystavený vnější atmosféře musí mít minimálně $600\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$).



Tepelné povrchové úpravy

Žárové pokovování v roztavených kovech:

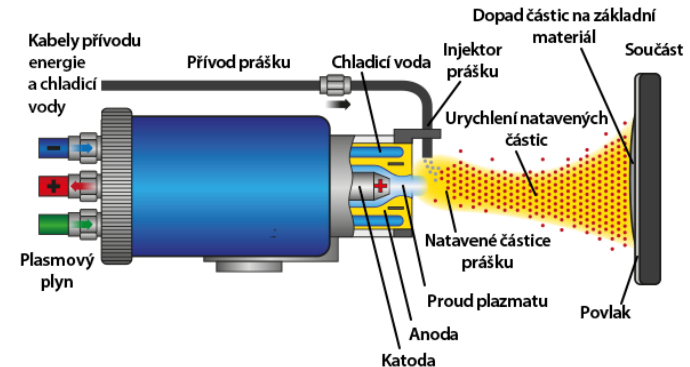
- **Cínování** - starý způsob povrchové úpravy – známý již od středověku,
 - chrání před korozí, lesklý povrch = nesmí být porézní,
 - zdravotně nezávadný – v potravinářském průmyslu, úprava plechů pro konzervy;
 - výborné pájecí vlastnosti – elektrotechnický průmysl.
- **Hliníkování** - povlak odolává v různých atmosférách desetiletí,
 - nevýhodou - pórovité povlaky – nebezpečí koroze Fe (vzhledem k ušlechtilosti Al a Fe).



Tepelné povrchové úpravy

Žárové stříkání – metalizace:

- jemné natavené částice kovu a nekovu s dostatečnou kinetickou energií se transportují na povlakovaný povrch a po ztuhnutí vytvoří povlak,
- využití pro aplikaci kovových povlaků s odlišnými fyzikálními a chemickými vlastnostmi proti základnímu kovu, popř. pro renovaci,
- povlaky z vysoce tavitelných kovů a slitin, oxidů, karbidů, boridů, atd.
- využití pro nanášení vysokožárovzdorných povlaků a povlaků s maximální odolností opotřebení.
- žárové nástřiky - nástřik roztaveným kovem;
 - nástřik práškovým kovem;
 - nástřik drátovou pistolí.



Žárové stříkání plazmou

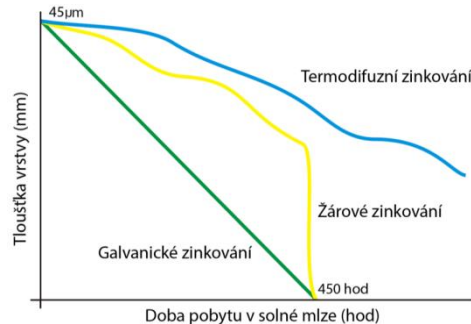
Tepelné povrchové úpravy

Difúzní pokovování

- při úpravě oceli - difuze zinku, chromu, hliníku, křemíku, apod.
- využívá se buď přímého styku částic kovu nebo par s povrchem základního materiálu.

Difúzní zinkování

- antikorozní ochrana bez změny původních rozměrů předmětů,
- difuzním napouštěním ocelových předmětů zinkem v pracovní peci naplněné zinkovým práškem, reakce probíhá v rotující elektrické peci při teplotách 360 - 430 °C,
- difuzní zinkování z par zinku - předměty se umísťují ve zvláštních uzavřených retortách a žíhají se při teplotě 870 °C.



Vzorky po 1500 h v solné mžce



Změna tloušťky vrstvy v solné komoře

Tepelné povrchové úpravy

Skelné a krystalické povlaky

- Smalty (na kovovém podkladu) a glazury (na keramickém podkladu) na bázi silikátových skel,
- keramické povlaky (oxidické, karbidické, nitridické nebo kombinované) nanášené obvykle žárovým stříkáním na kovový i nekovový podklad.

Smalty

- vodní suspenze sklovitých fází nebo práškových částic - vypalováním vznikne sklovitý povlak, která prostřednictvím adhezní mezivrstvy pevně lpí na podkladu.
- smalty – smaltéřská frita – dle podkladového materiálu.

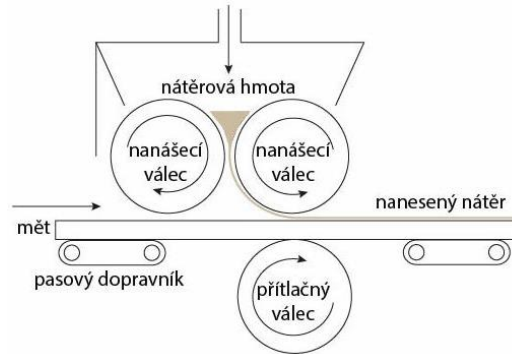


Organické povlaky

Nátěrové hmoty a nátěry - nejběžnější způsob,

- zamezují přístupu vody a agresivních složek k povrchu – vrstva je vždy porézní - proto obsahují antikorozi pigmenty a inhibitory koroze - ty zneškodňují agresivní složky, které difundují k podkladu.
- nátěry – ochranné, dekorativní, signální, maskovací.....
- technologie nanášení – podle - velikosti, tvaru a množství upravovaných předmětů, požadované tloušťky nátěru, kvality podkladu, vlastností nátěrových hmot, atd.

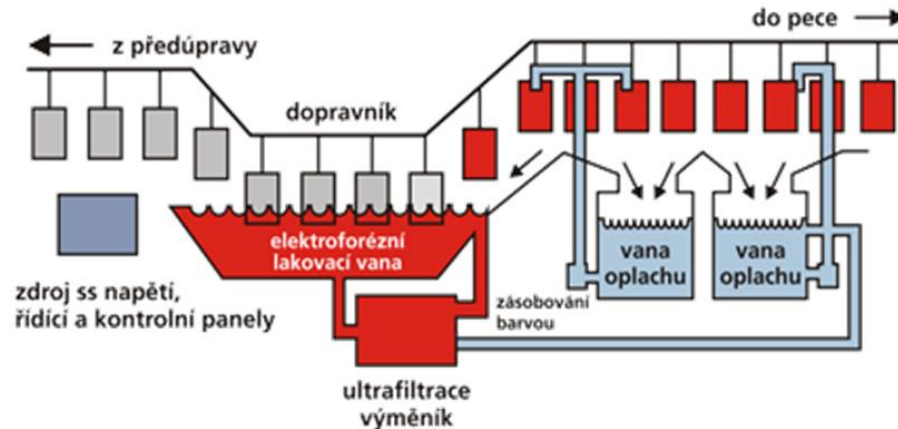
- štětcem,
- navalováním,
- namáčením,
- poléváním,
- stříkáním,
- elektrostatické nanášení,
- elektroforézní nanášení.



Organické povlaky

Kataforézní nanášení (kataforéza, KTL):

- elektricky vodivý předmět (katoda) se ponoří do lázně s nátěrovou hmotou,
- působením stejnosměrného proudu – vytvoří se elektrické pole, které usměrní pohyb barvy směrem ke katodě = na povrchu výrobku se vylučuje povlak,
- s narůstající tloušťkou roste odpor vrstvy a tím klesá rychlost vylučování - vylučování pokračuje přednostně na místech s doposud malou tloušťkou vrstvy = tvorba velmi rovnoměrného povlaku,
- tloušťka běžně 15 a 30 μm , při extrémních požadavcích až okolo 45 μm .



Organické povlaky

Povlaky z plastických hmot:

- povlaky musí být bezpórovité – mechanismus ochrany – bariéra,
- obvykle se používají termoplasty PE, PA, teflon, kaučuky, atd.
- životnost povlaku – určována difuzí korozního prostředí do povlaku a technologií jeho nanášení,
- Nanášení:
 - žárové stříkání,
 - vířivé (fluidní) – předehřáté předměty = do zvířeného prášku a akumulovaným teplem se povlak slíne,
 - plátování – termoplasty PVC, PE, PA,
 - nanášení v elektrickém poli.



Aplikace polyetylenových povlaků na armatury



Aplikace PA povlaků