

Úvod do technologie povrchových úprav

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Povrchové úpravy (PÚ)

PÚ jsou jednou ze základních výrobních technologií, která zasahuje do všech výrobních odvětví.

Zvolená technologie PÚ ovlivňuje:

- Spolehlivost
- Kvalitu
- Prodejnost
- Užitnou hodnotu

VÝROBKU

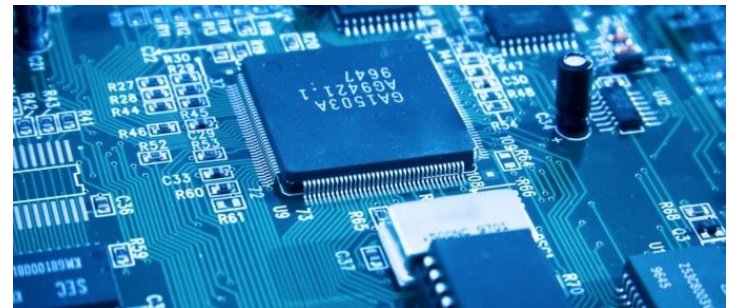


Účel povrchových úprav

→ pro získání určitého stavu a vlastností povrchu výrobku

Požadované vlastnosti:

- Odolnost proti opotřebení
- Odolnost proti korozi
- Odolnost proti žáru
- Elektrické vlastnosti
- Magnetické vlastnosti
- Potřebný vzhled



Koroze

Samovolně probíhající **nevratný** proces postupného **narušování** a **znehodnocování** materiálu chemickými a fyzikálně-chemickými vlivy prostředí.

Korozi podléhají téměř všechny materiály!



Korozní systém

= materiál + prostředí + vzájemné působení

Faktory ovlivňující korozní systém:

- Materiál
- Prostedí
- Korozní rychlost



Koroze kovů

Koroze kovů = děj, při kterém kov obvykle přechází do oxidovaného stavu

Oxidace kovů = kov ztrácí elektrony

Kov v přírodě

- Oxidy
- Sulfidy



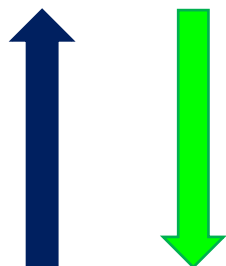
Kov v praxi

- Čistý kov
- Slitiny kovů



Princip koroze

NESTABILNÍ STAV
- uspořádaný



STABILNÍ STAV
- neuspořádaný



OCEK

ENERGIE



ENERGIE

ŽELEZNÁ RUDA



KOROZNÍ PRODUKTY



Dělení koroze

1. Podle druhu korozních dějů:

- Chemická
- Elektrochemická

2. Podle reakčního prostředí:

- Atmosféra
- Kapaliny
- Plyny
- Půda



Půdní koroze potrubí.

Dělení koroze

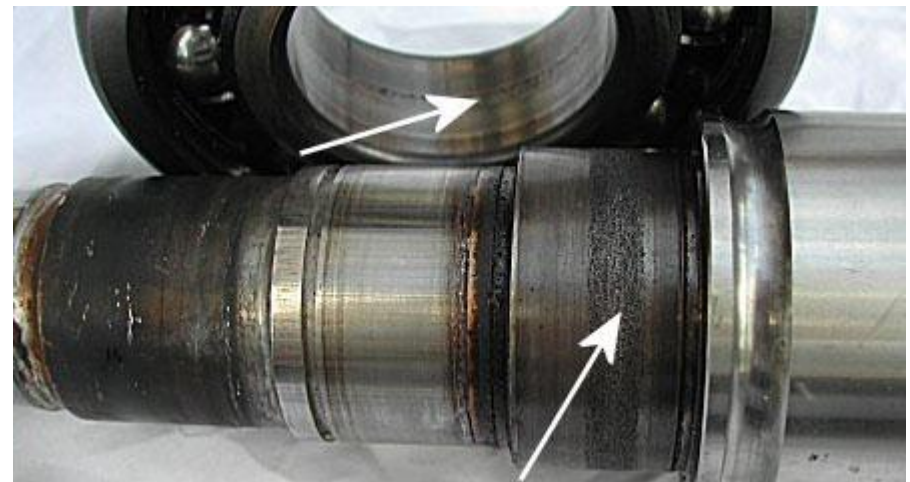
3. Podle formy napadení:

- Rovnoměrná
- Nerovnoměrná

4. Podle činitele podporující korozi:

- Koroze bludnými proudy
- Koroze za napětí
- Koroze vibrační

Vibrační koroze při působení
smykového tření strojních součástí.



1. Druhy koroze

Chemická koroze

chemická reakce prostředí s materiálem

Prostředí: elektricky nevodivé – bez elektrolytu

Pohyb částí: na vzdálenost atomů

Vznik:

- Elektricky nevodivé a málo vodivé materiály
- Kovy v plynech za vyšších teplot - **okuje**
- Kovy v redukujících plynech – **H₂ křehkost**
- Kovy v nevodivých organických prostředích

1. Druhy koroze



Koroze skla za vysokých teplot v alkalickém prostředí myčky nádobí.



Okuje na povrchu válcované tyče.

1. Druhy koroze

Elektrochemická koroze

Vznik a průběh za přítomnosti elektrolytu

Prostředí: elektricky vodivé – v elektrolytu

Pohyb částí: na velkou vzdálenost

Vznik:

- Kovy ve vodě a vodných roztocích
- Atmosférická koroze
- Půdní koroze
- Koroze v tekutých kovech

1. Druhy koroze



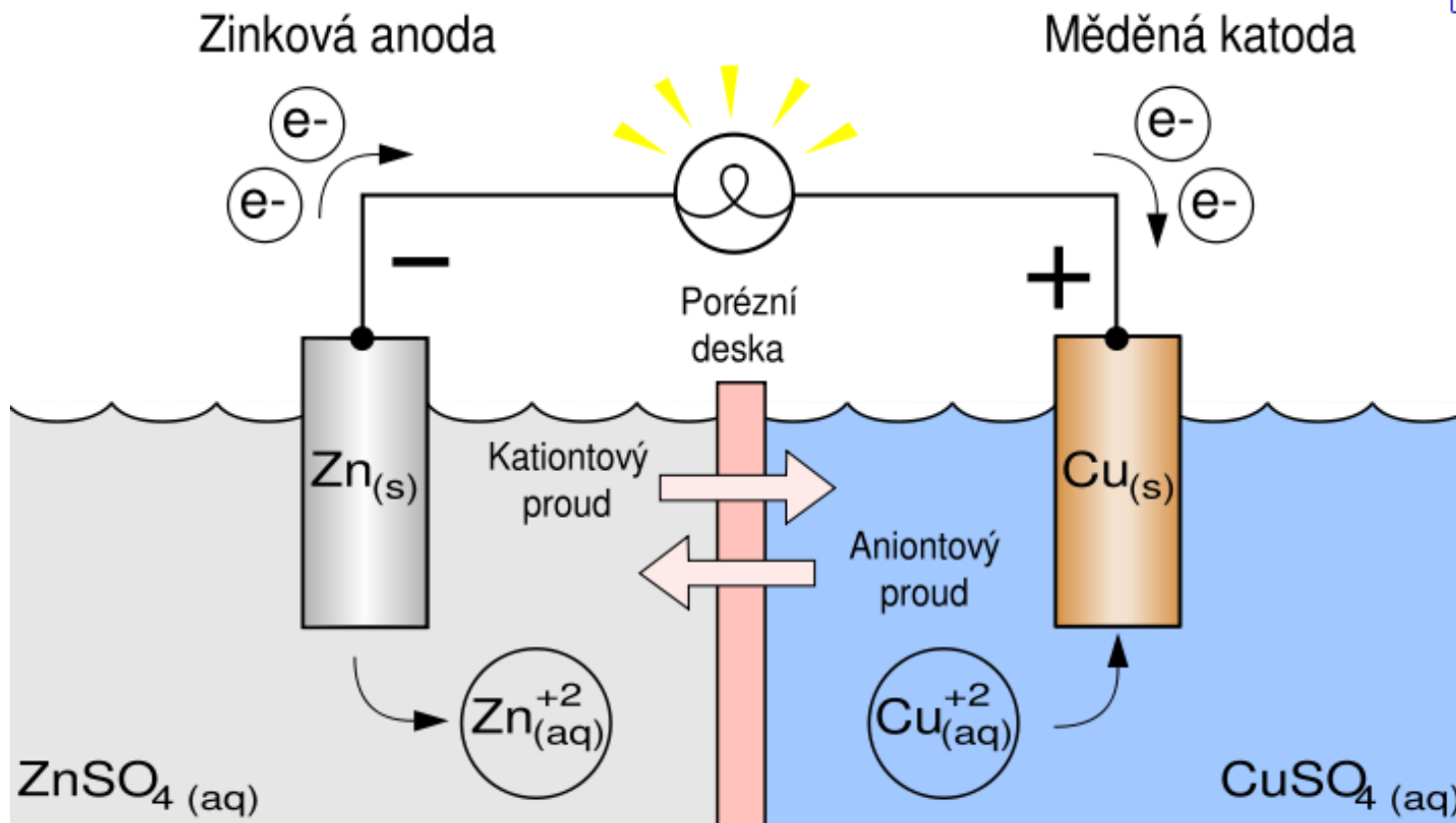
Koroze mědi – měděnka na parapetu.



Koroze ocelového potrubí na teplou vodu.

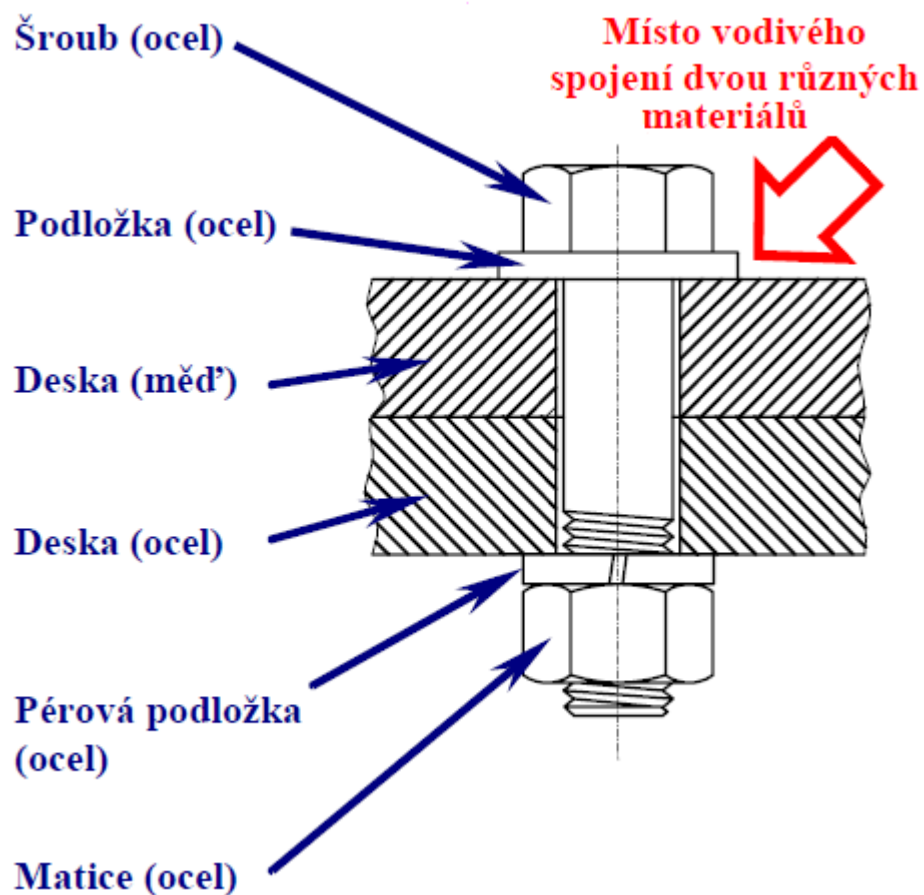
Korozní (galvanický) článek

- dva **různé** kovy v elektrolytu
- stejný kov různě zpracovaný

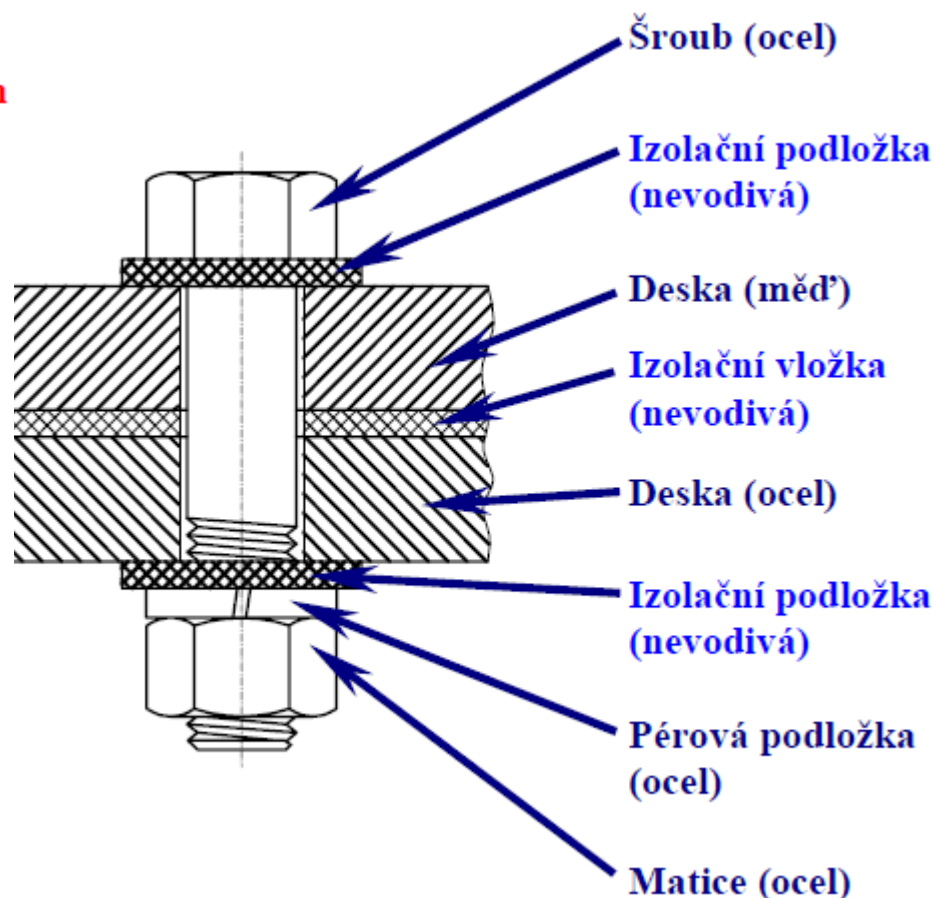


Korozní článěk v praxi

Nevhodné řešení



Správné řešení



Korozní člunek v praxi



Korozní člunek – měděný okap + zinkované uchycení.



Korozní člunek – šroub z uhlíkové oceli + korozivzdorná příruba.

2. Korozní prostředí

Atmosféra

Nejčastější korozní prostředí – vodivé

Mechanismus: elektrochemické reakce

- Anodická – oxidace (koroze) kovu
- Katodická – redukce složky v prostředí

Faktory:

- Materiál – čistota, drsnost, tepelné zpracování
- Prostředí – vlhkost, znečištění, teplota
- Konstrukční řešení

2. Korozní prostředí

Atmosféra

Korozní agresivita – dle ČSN ISO 9223

Stupeň	Korozní agresivita
C 1	velmi nízká
C 2	nízká
C 3	střední
C 4	vysoká
C 5	velmi vysoká

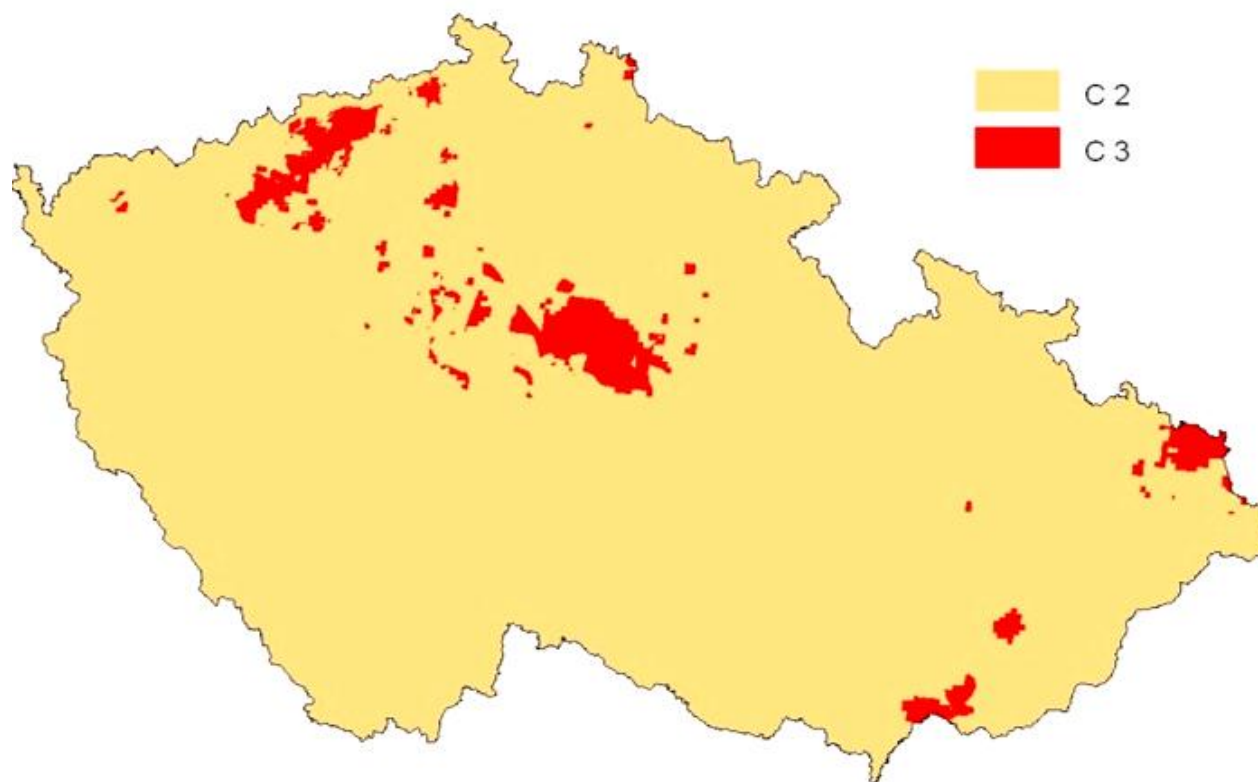
Zahrnuje: materiál, znečištění SO₂, vzdušnou salinitu, dobu ovlhčení

2. Korozní prostředí

Stupeň	Příklady typických prostředí mírných klimatických pásem	
	Venkovní	Vnitřní
C1 velmi nízká		Vytápěné budovy s čistou atmosférou, např. kanceláře, školy, obchody, hotely
C2 nízká	Atmosféry s nízkou úrovní znečištění, převážně venkovské prostředí	Nevytápěné budovy s možností kondenzace vlhkosti, např. sklady, sportovní haly
C3 střední	Městské a průmyslové atmosféry s mírným znečištěním oxidem siřičitým; přímořské prostředí s nízkou salinitou	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší, např. výroby potravin, prádelny, pivovary, mlékárny
C4 vysoká	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s mírnou salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doky na mořském pobřeží
C5-I velmi vysoká (průmyslová)	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší
C5-M velmi vysoká	Přimořské prostředí s vysokou salinitou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním

2. Korozní prostředí

Korozní agresivita – uhlíková ocel



Vypočet proveden podle rovnice ISO/DIS 9223

2. Korozní prostředí



Koroze ocelové rozhledny na Studenci v prostředí C2.



Koroze kotevního řetězu lodi v prostředí C5-M.

2. Korozní prostředí

Kapalina

Vodivá

- Roztoky solí, kyseliny
- Mechanismus: elektrochemické reakce

Nevodivá

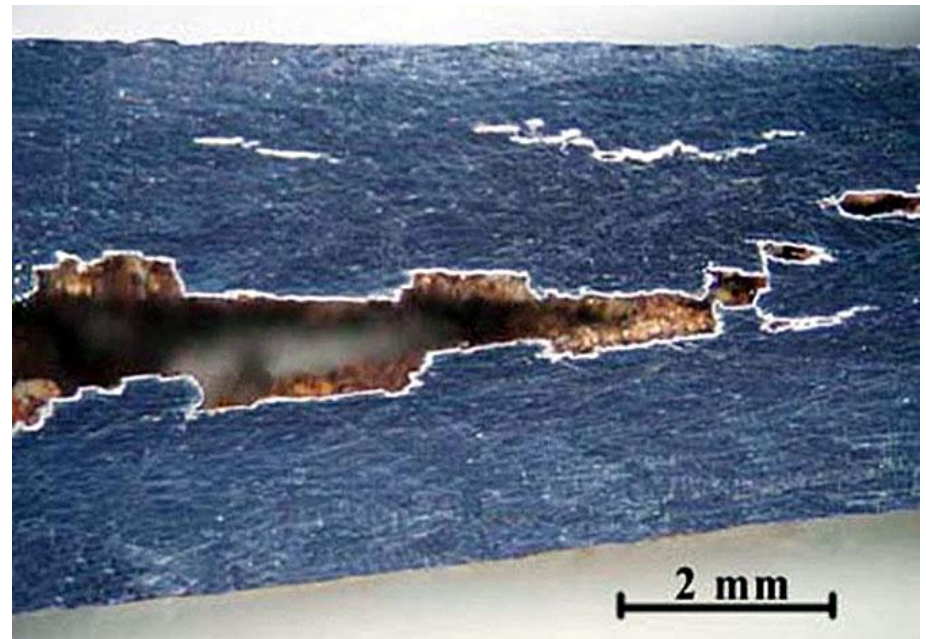
- Zkapalněné plyny (N_2 , O_2), alkoholy, ropa, benzín
- Mechanismus: chemické reakce

2. Korozní prostředí

Plyn Redukční

- H_2 , N_2 , NH_3
- Mechanismus: reakce s nekovovými složkami uvnitř materiálu

Vodíková křehkost oceli –
projev navodíkování materiálu
v redukčním plynu.



2. Korozní prostředí

Plyn Oxidační

- O_2 , CO_2 , SO_2
- Mechanismus: reakce s kovem za vzniku korozních produktů



Koroze ocelové pružiny v oxidačním plynu.



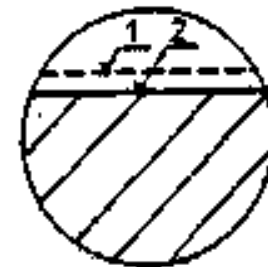
Koroze měděné střechy v oxidačním plynu.

3. Formy koroze

Rovnoměrná

úbytek materiálu po celém povrchu

Výhoda: lze stanovit rychlost úbytku



Rovnoměrná koroze ocelového stožáru. Rovnoměrná koroze ocelového trupu vraku

3. Formy koroze

Nerovnoměrná

Nevýhoda:

- Nelze stanovit rychlost úbytku
- Nemusí být vidět



Nerovnoměrná



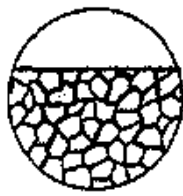
Bodová



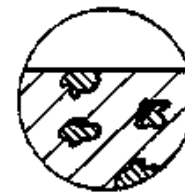
Transkrystalová



Důlková



Interkrystalová



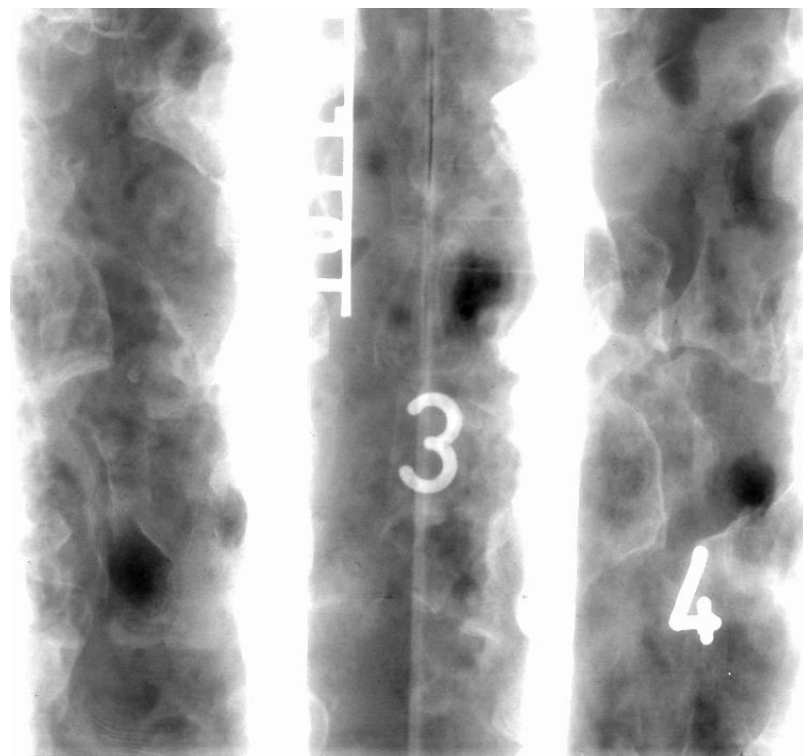
Selektivní

3. Formy koroze

Důlková koroze



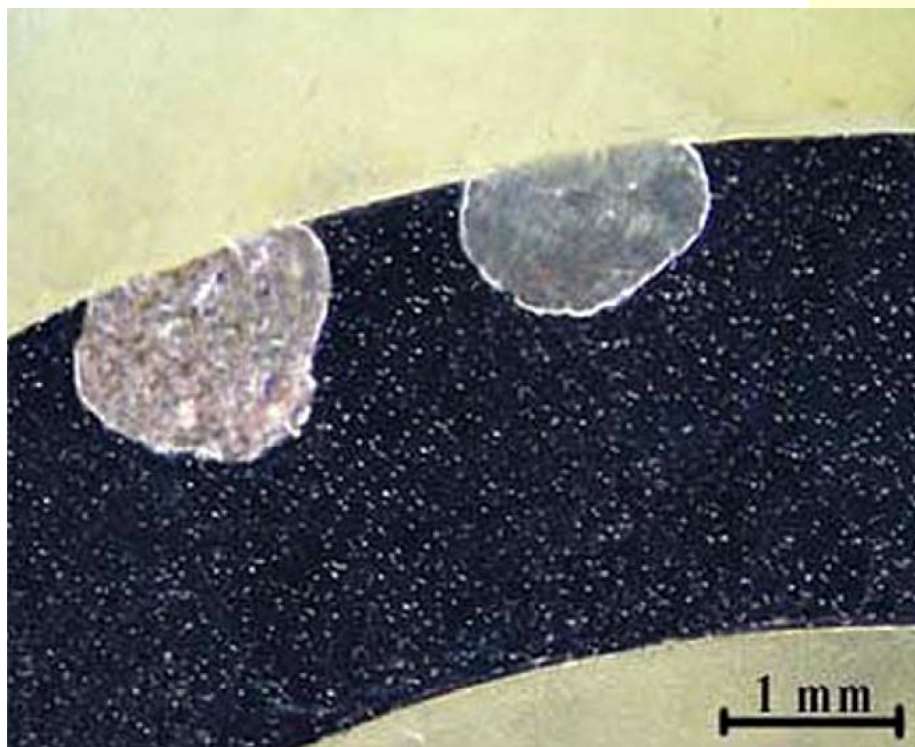
Vnitřek ocelové trubky na teplou vodu.



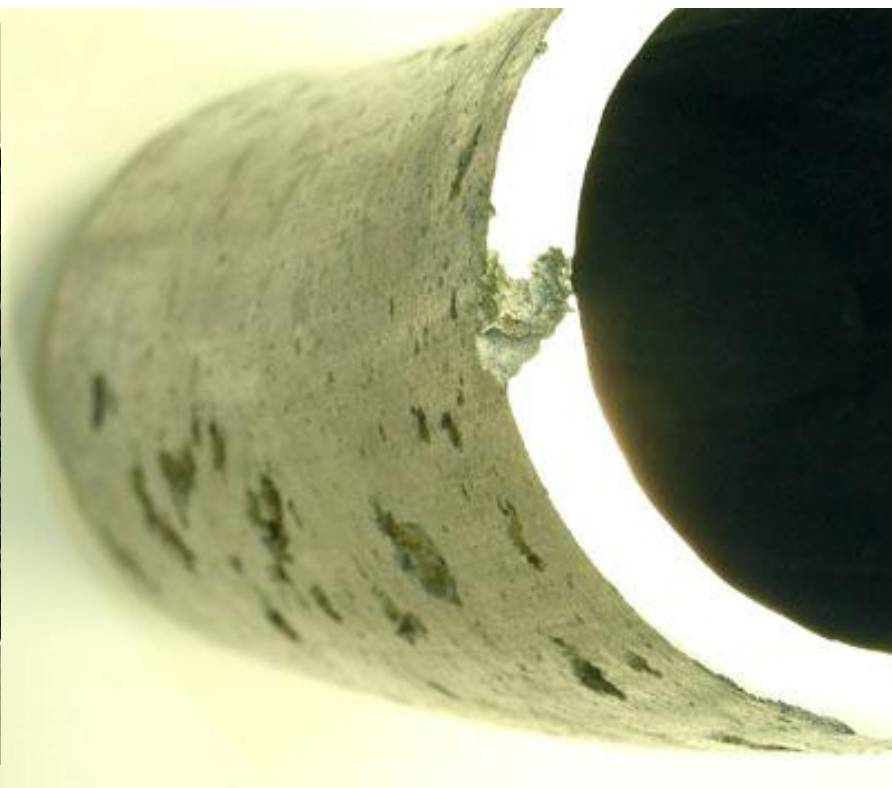
Rentgenogram trubky s důlkovou korozí (tmavé skvrny).

3. Formy koroze

Bodová koroze



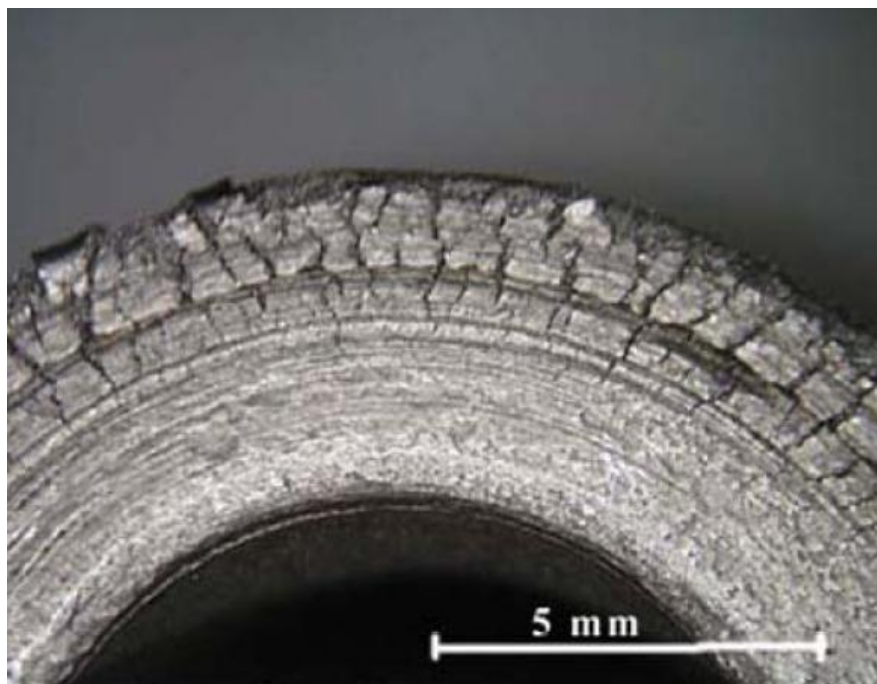
Řez ocelovou trubkou.



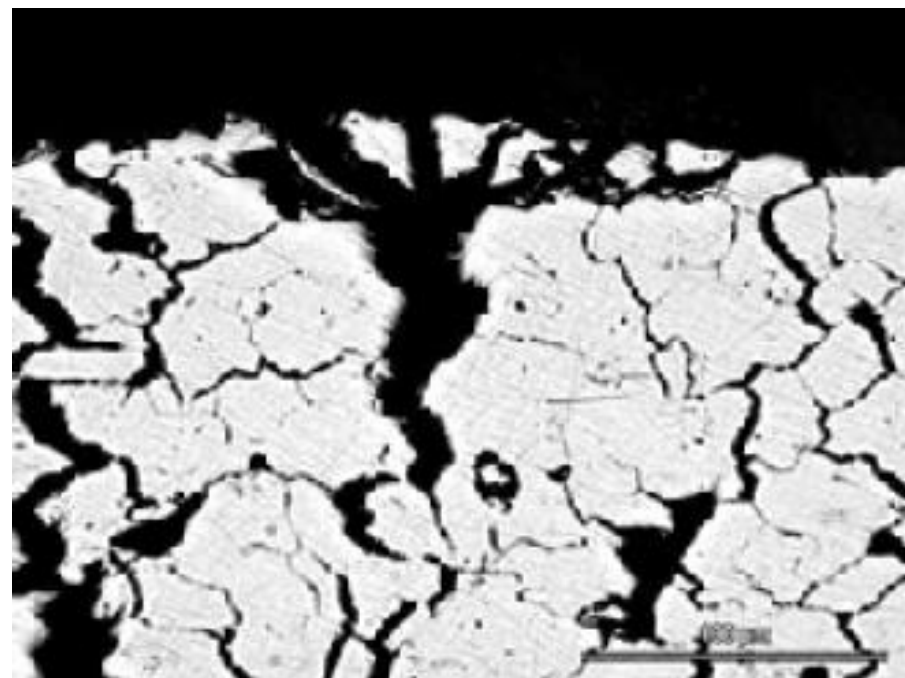
Povrch hliníkové trubky.

3. Formy koroze

Interkrystalová koroze



Koroze při pohledu na povrch pásku z korozivzdorné oceli. .



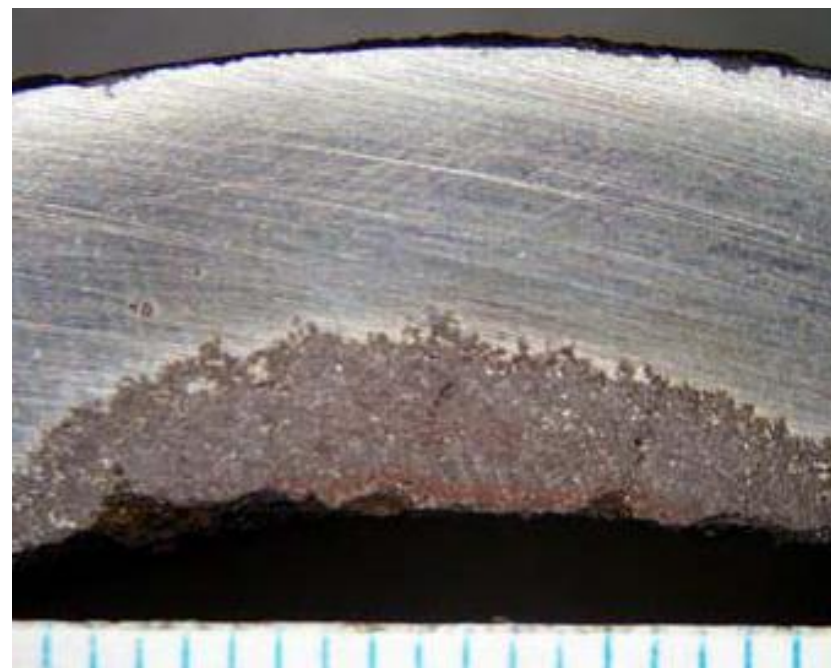
Koroze na řezu, pásek z korozivzdorné oceli.

3. Formy koroze

Selektivní koroze



Selektivní koroze mosazné trubky –
odzinkování v pitné vodě. .



Korozní napadení (spongióza) železné
matrice v šedé litině.

Ochrana proti korozi

Úprava korozního prostředí

Odstranění korozně aktivní složky:

- Snížení vlhkosti – silikagel
- Snížení množství kyslíku ve vodě
- Použití ochranné atmosféry N_2 , CO_2

Použití inhibitorů zpomalujících korozní proces



Ochrana proti korozi

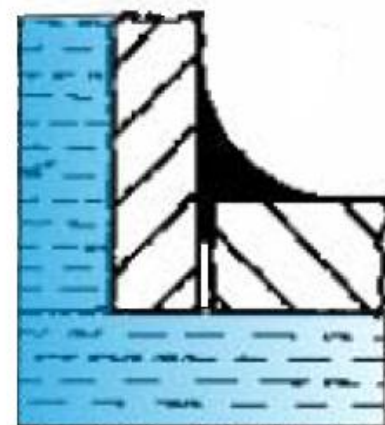
Volba materiálu

- **Termodynamická stálost v daném prostředí:** neoxidující kyseliny – Au, Pt, Cu, Ni
- **Schopnost pasivace:** vytvoření tenké ochranné oxidické vrstvy na Al, Ti
- **Vytvoření tlusté vrstvy korozních zplodin,** které chrání před další korozí – Cu, Zn, Pb
- **Použití materiálu, který nemá sklon k nebezpečné formě koroze**

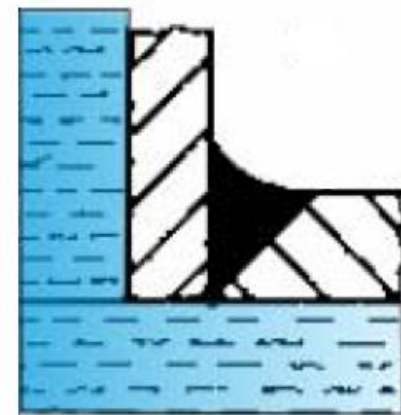
Ochrana proti korozi

Návrh vhodného konstrukčního řešení

Špatně



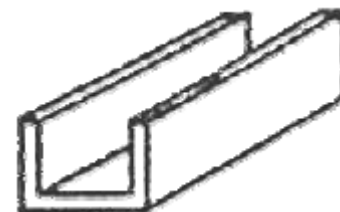
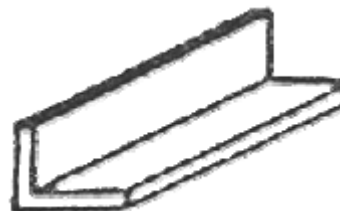
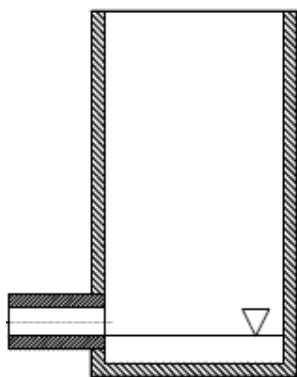
Správně



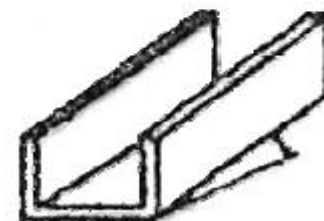
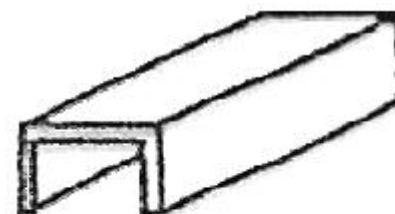
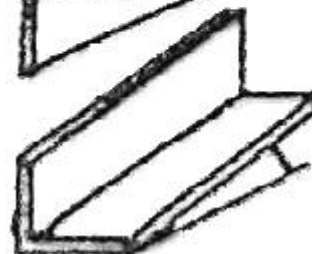
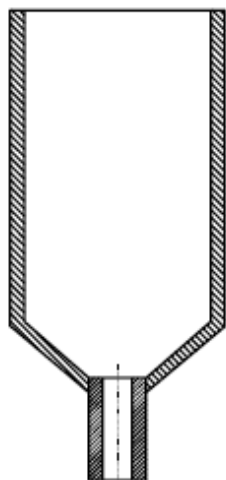
Ochrana proti korozi

Návrh vhodného konstrukčního řešení

Špatně



Správně



Ochrana proti korozi

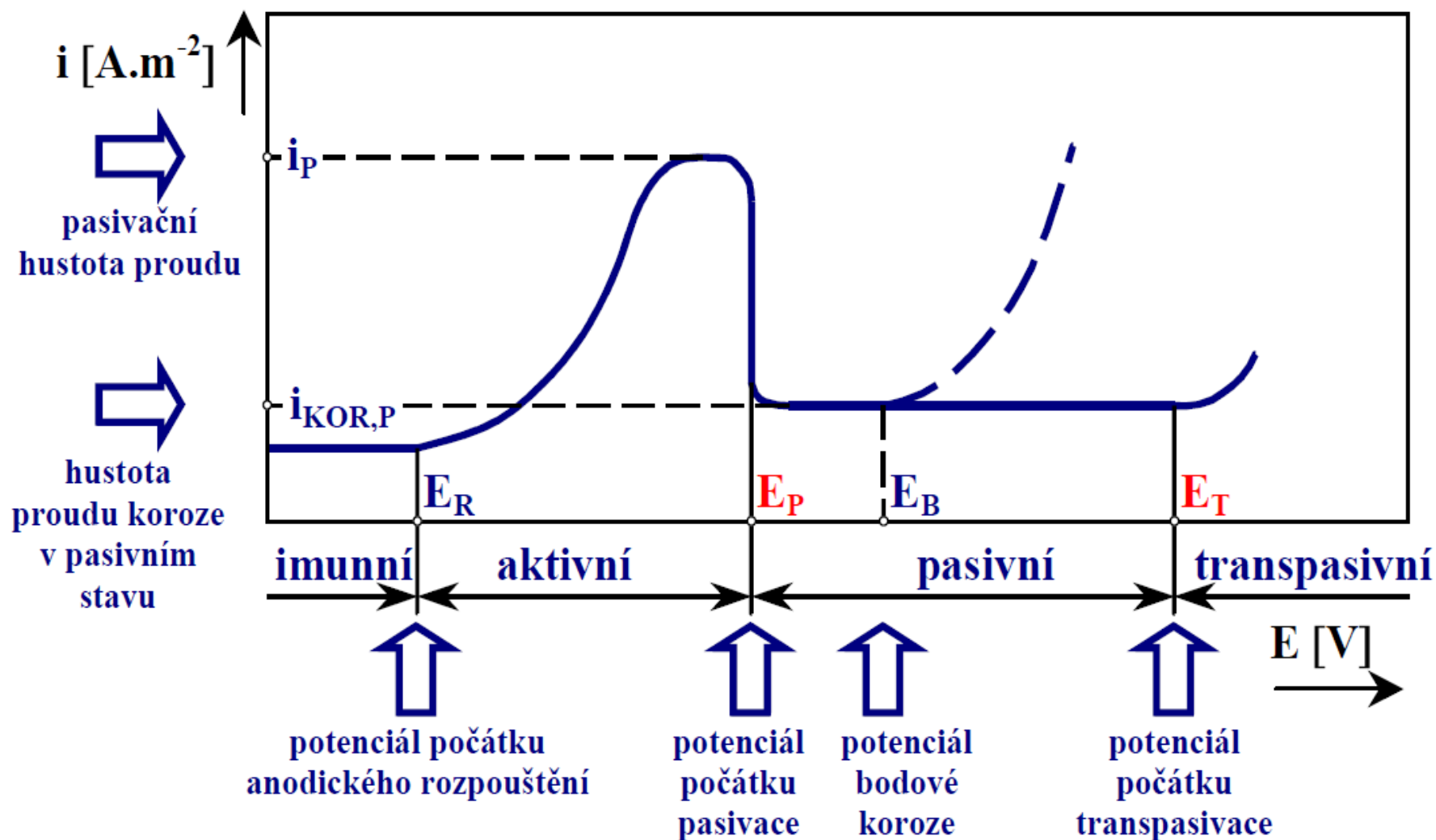
Elektrochemická ochrana

- Ochrana při elektrochemické korozi
- Změna potenciálu kovu vůči prostředí

3 potenciálové oblasti:

- **Aktivní stav** – dochází ke korozi
- **Imunitní stav** – kov má zápornější potenciál než aktivní stav, koroze neprobíhá
- **Pasivní stav** – kov má kladnější potenciál než aktivní stav, koroze neprobíhá

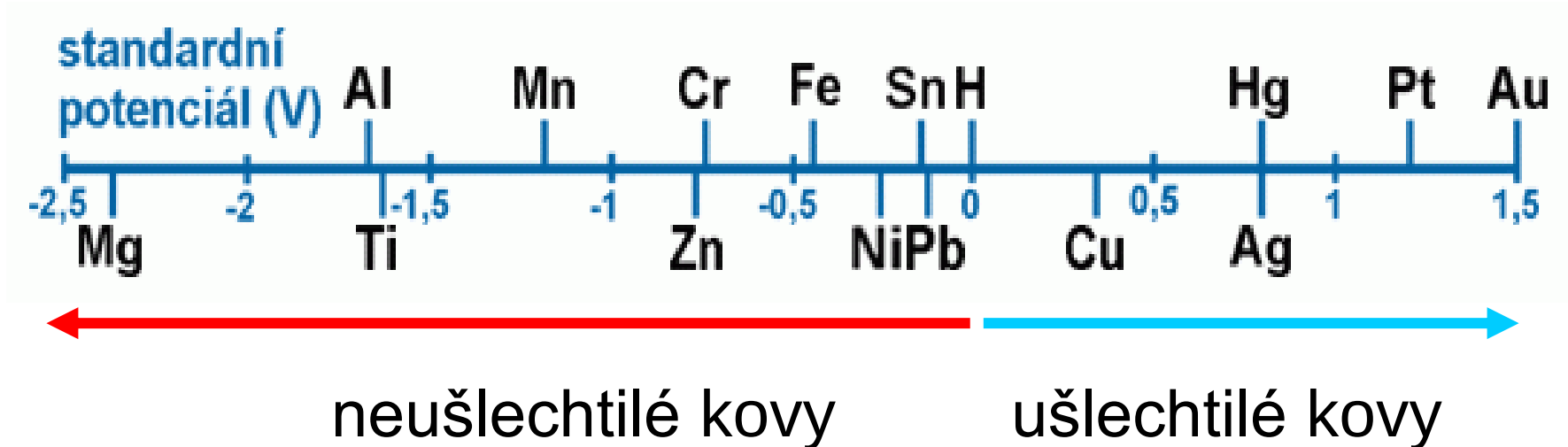
Ochrana proti korozi



Ochrana proti korozi

Elektrochemická řada potenciálů

→ základ pro elektrochemickou ochranu



Ochrana proti korozi

Katodická ochrana

Chráněný kov (katoda) → stav imunity

Katoda: uhlíková ocel

Anoda: Al, Zn, Mg

Provedení:

- Obětovaná anoda – rozpouští se místo katody
- Pomocí vnějšího zdroje proudu

Aplikace:

Dálkové potrubí, bojler, podzemní nádrže, lodě

Ochrana proti korozi

Katodická ochrana – Obětovaná anoda

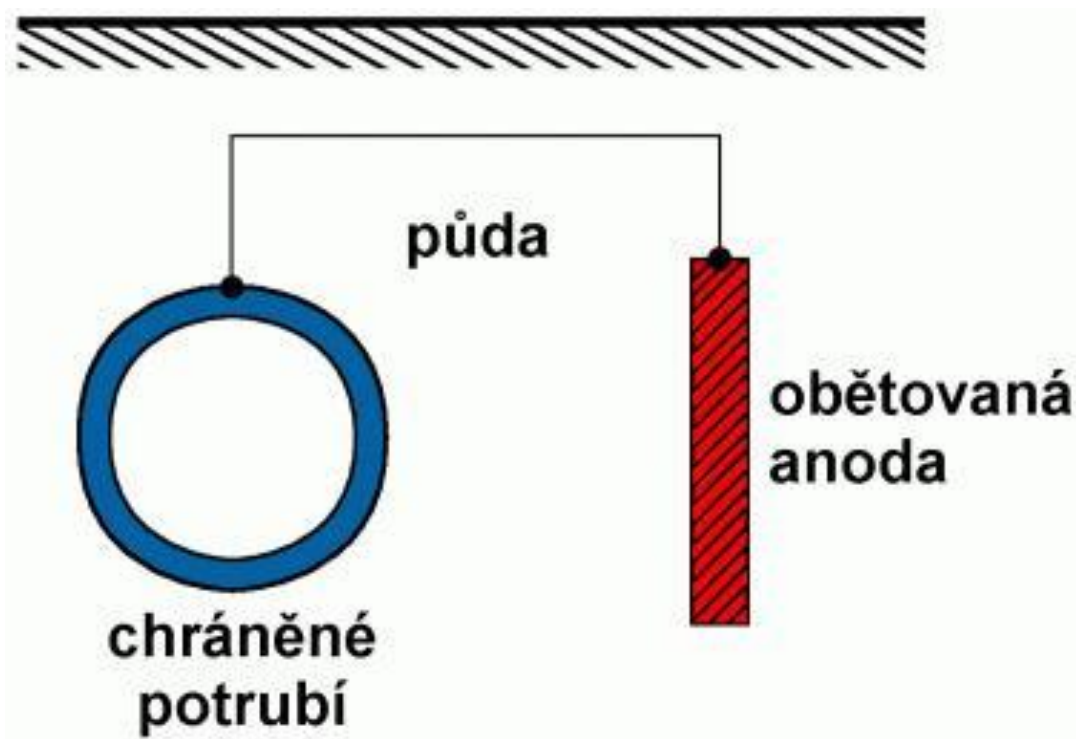


Schéma zapojení obětované anody.



Postupná degradace obětované hořčíkové anody bojleru.

Ochrana proti korozi

Katodická ochrana – Vnější zdroj proudu

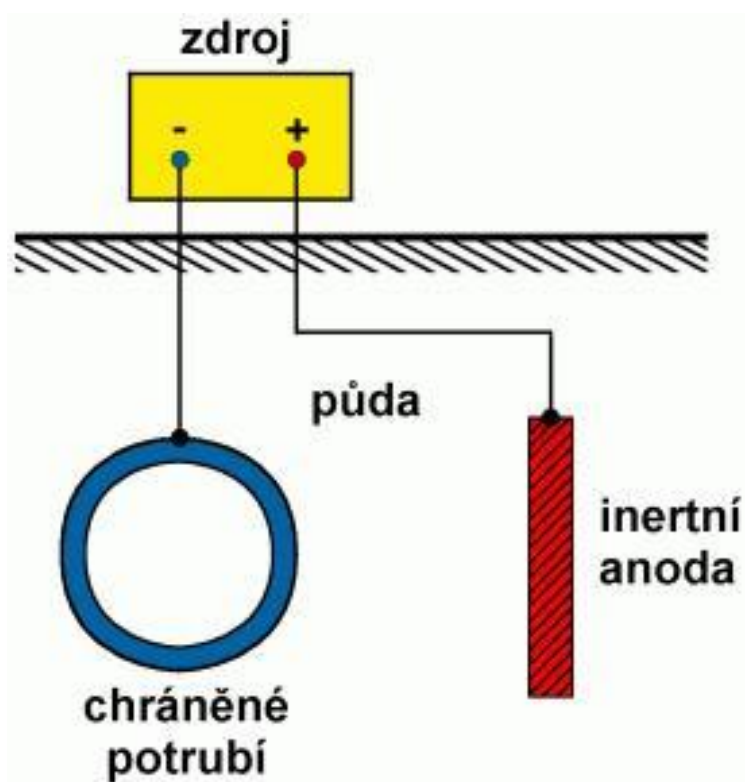


Schéma zapojení katodické ochrany s vnějším zdrojem proudu.



Potrubí s inertními anodami před zapojením anodické ochrany..

Ochrana proti korozi

Anodická ochrana

Chráněný kov (anoda) → stav pasivity

Nejedná se běžnou ochranu

Anoda: CrNi korozivzdorné oceli

Katoda: ušlechtilý kov – Pt, Au, Ag

Aplikace:

Potravinářské tanky, nádrže na kyselinu sírovou, výměníky tepla

Ochrana proti korozi

Anodická ochrana

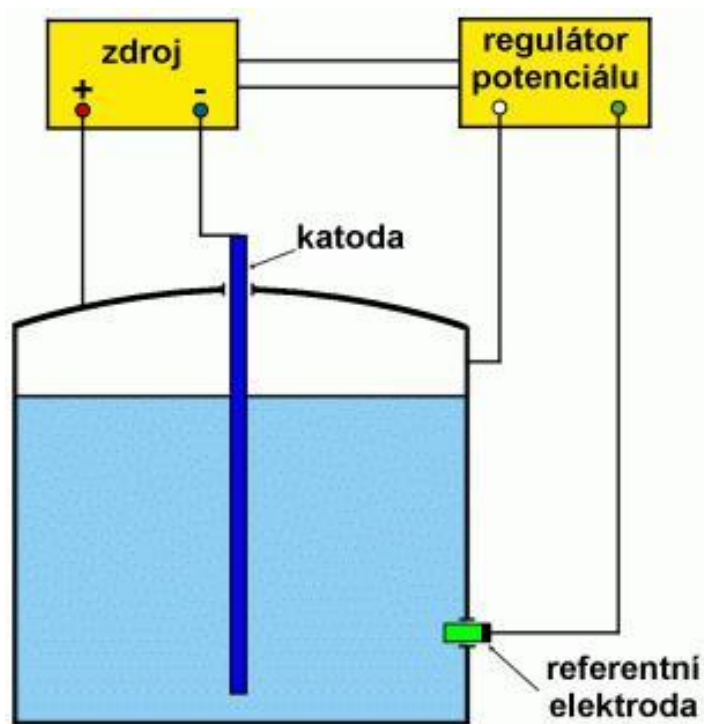
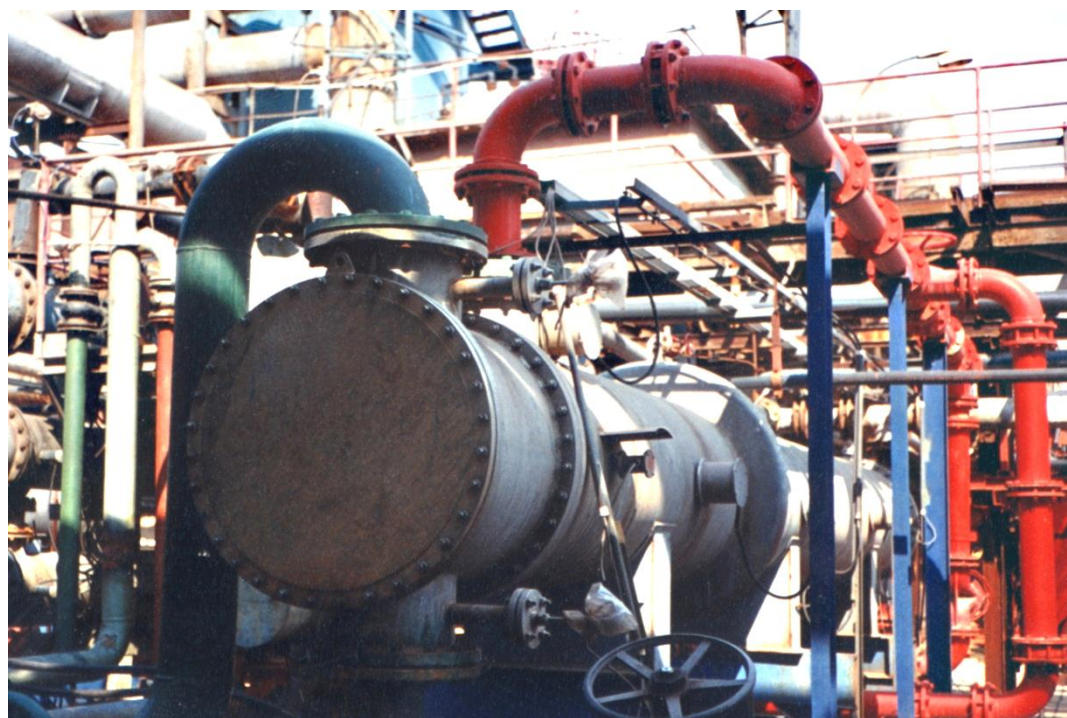


Schéma zapojení anodické ochrany potravinářského tanku.



Anodicky chráněný výměník tepla z korozivzdorné oceli..

Ochrana proti korozi

Povrchové úpravy

Vhodně zvolená PÚ poskytuje:

- Katodickou ochranu – zinkové povlaky
- Bariérovou ochranu – nátěrové hmoty
- Inhibiční účinky – inhibované základové nátěry

Pro správné plnění funkce je nutná:

- Přilnavost povlaku
- Celistvost povlaku

