

Koroze kovových materiálů



- Kovy, mechanismy koroze, ochrana před korozi

1

Kovy

		Metals																Nonmetals and Noble gases						dual properties										
		Metals										Nonmetals and Noble gases						dual properties																
1	1A	H	2A																	3A	4A	5A	6A	7A	8A	He								
2		Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne									
3		Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B	1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar																	
4		K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr															
5		Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe															
6		Cs	Ba																	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7		Fr	Ra																	Unq	Unp	Unh	Uns	Uuo	Uue									
6		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																		
7		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																		

- Kovy
- Polokovy
- Nekovy

2

Kovy

- Vysoká elektrická a tepelná vodivost
- Lesklé
- Kujné a tažné
- V přírodě se vyskytují převážně ve formě sloučenin, výjimku tvoří tzv. ryzí kovy
- Se stoupající teplotou vodivost kovů klesá, naopak při nízkých teplotách vykazují některé kovy *supravodivost*
- Pohlcují elektromagnetické záření v širokém rozsahu vlnových délek
- Ve sloučeninách vytvářejí kationty, velmi ochotně reagují s kyslíkem
- Oxidy kovů jsou zásadotvorné

3

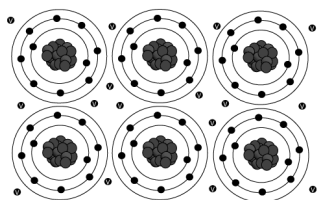
Kovy

- Alkalické kovy – 1. skupina
- Kovy alkalických zemin – 2. skupina
- Přečodné kovy – 3.-12. skupina
- Vnitřně přečodné kovy – lanthanoidy a aktinoidy
- Triely – 13. skupina: Al, Ga, In, Tl
- Tetrelly – 14. skupina: Ge, Sn, Pb
- Pentely – 15. skupina: Sb, Bi
- Chalkogeny – 16. skupina: Te, Po
- Halogeny – 17. skupina: At

4

Kovová vazba

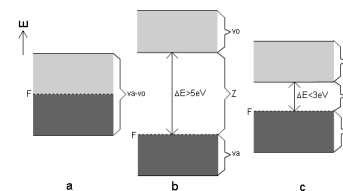
- Tvořena valenčními elektrony náhodně rozptýlenými mezi kationty kovů
- Díky tomuto uspořádání jsou kovy dobré vodiče elektřiny a tepla a jsou kujné



5

Pásová teorie

- Vysvětluje vodivost v kovech
- Překryvem vazebných orbitalů jednotlivých atomů v mřížce kovu vznikají energetické pásy
- Tyto pásy představují intervaly energií, které mohou elektrony v kovu nabývat – *dovolené pásy*
- Oblasti energií, které se nacházejí mimo tyto pásy se nazývají *zakázané pásy*



6

Slitiny

- Homogenní směs dvou a více kovů
- Nejčastěji pevná, ale může být i kapalná (Na/K, Woodův kov, Fieldův kov)
- Důležité slitiny
 - Ocel – Fe, C, další legující prvky. Obsah uhlíku musí být menší než 2,11 %. Při vyšším obsahu uhlíku jde o *litiny*.
 - Bronz – slitina mědi a barevného kovu (Sn, Al, Mn, Ni, Be, Pb, ...)
 - Mosaz – slitina mědi a zinku
 - Pájký – eutektické slitiny kovů, tající při nízké teplotě. Používají se k pájení – pevnému spojování kovových materiálů.
 - Tvrdé pájký – tají nad 500 °C, obvykle slitiny Cu, Al, Ag
 - Měkké pájký – tají pod 325 °C, slitiny cínu, často s olovem

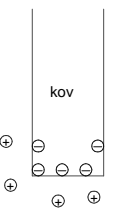
7

Elektroodový potenciál

- Každý kov vložený do vody se částečně rozpouští a ionizuje.



- Elektrony zůstávají vázány ke kovové elektrodě, která získává záporný náboj.
- Kationty kovu přecházejí do roztoku.
- Proces se zastaví samovolně, když vzniklý potenciálový rozdíl zabrání dalšímu rozpouštění kovu – ustaví se dynamická rovnováha.
- Podobná situace nastane pokud ponoříme kovovou elektrodu do roztoku její soli. Pokud je koncentrace iontů kovu dostatečně velká, bude převažovat proces zachycování iontů roztoku kovovou elektrodou a elektroda se nabíje kladně.



8

Elektrodotový potenciál

- Potenciál E kovové elektrody je dán *Nernstovou rovnicí*.

$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \log [Me^{n+}]$$

kde E° je *standardní elektrodotový potenciál*, n je počet elektronů uvolněných při ionizaci a $[Me^{n+}]$ je koncentrace iontů Me^{n+} .

- Standardní elektrodotové potenciály jsou specifické pro každý kov.

Cs ⁺ /Cs	-3,08	Al ³⁺ /Al	-1,66	Ni ²⁺ /Ni	-0,25
Li ⁺ /Li	-3,05	Zn ²⁺ /Zn	-1,54	Sn ²⁺ /Sn	-0,14
K ⁺ /K	-2,92	Mn ²⁺ /Mn	-1,19	Pb ²⁺ /Pb	-0,13
Ba ²⁺ /Ba	-2,90	Cr ³⁺ /Cr	-0,91	W ³⁺ /W	-0,11
Sr ²⁺ /Sr	-2,89	Zn ²⁺ /Zn	-0,76	H ⁺ /H ₂	0,00
Ca ²⁺ /Ca	-2,87	Cr ³⁺ /Cr	-0,74	Cu ²⁺ /Cu	+0,34
Na ⁺ /Na	-2,71	Fe ²⁺ /Fe	-0,44	Ag ⁺ /Ag	+0,80
La ³⁺ /La	-2,52	Cd ²⁺ /Cd	-0,40	Hg ²⁺ /Hg	+0,85
Mg ²⁺ /Mg	-2,37	Tl ⁺ /Tl	-0,34	Pd ²⁺ /Pd	+0,99
Be ²⁺ /Be	-1,85	Co ²⁺ /Co	-0,28	Au ³⁺ /Au	+1,50

9

Becketovova řada kovů

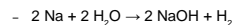
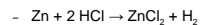
- Vytvořena N.N. Becketovem
- Obsahuje kovy seřazené podle hodnoty standardního elektrodotového potenciálu
- Umožňuje snadno odhadnout reaktivitu a vlastnosti kovů
- Kovy se záporným potenciálem (před vodíkem) jsou *neušlechtilé*
- Kovy s kladným potenciálem jsou *ušlechtilé*

K, Na, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sb, Pb **H** Cu, Ag, Hg, Au, Pt

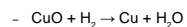
10

Beketovova řada kovů

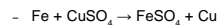
- Neušlechtilé kovy reagují s kyselinami (některé i s vodou) za vzniku vodíku:



- Ušlechtilé kovy dokáží oxidovat vodík a sami se redukovat:



- Kov stojící v řadě vlevo dokáže redukovat kovy s vyšším elektrodotovým potenciálem:



11

Koroze

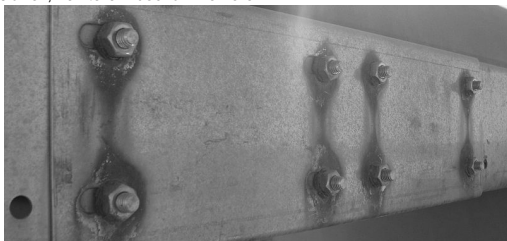
- Koroze je samovolné, postupné rozrušení kovů či nekovových organických i anorganických materiálů (např. horniny či plasty) vlivem chemické nebo elektrochemické reakce s okolním prostředím. Může probíhat v atmosféře nebo jiných plynech, ve vodě a jiných kapalinách, zeminách a různých chemických látkách, které jsou s materiálem ve styku. Toto rozrušování se může projevovat rozdílně; od změny vzhledu až po úplný rozpad celistvosti.
- Koroze je obrovský ekonomický problém na prevenci koroze a nápravu následků korozního poškození jsou vynakládány obrovské částky.



12

Mechanismy koroze

- Koroze – přechod kovu (materiálu) do stabilnější formy
- *Chemická koroze* – přímá reakce mezi kovem a korozním činitelem v elektricky nevodivém prostředí
- *Elektrochemická (galvanická) koroze* – v systému existuje galvanický článok, ve kterém dochází ke korozi



Galvanická koroze v místě kontaktu dvou různých kovů

13

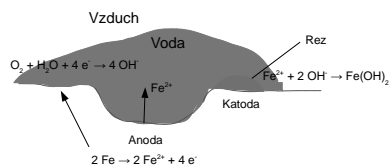
Chemická koroze

- Probíhá nejčastěji za vysokých teplot v suchých plynech
- Koroze roztavenými kovy – nedochází k oxidaci kovu, ale jen k rozpouštění konstrukčních kovů nebo vzniku nežádoucích fází
- Koroze organickými látkami
- Karbonylová koroze
- Nitridová koroze
- Hydridová koroze
- Vibrační koroze – koroze třením
- Kavítace – většinou fyzikální proces, ale často doprovázen chemickými změnami

14

Elektrochemická koroze

- Nejčastější typ koroze kovů
- Platí zde pravidlo „Nemíchej kovy!“ („Don't mix metals!“)
- Pro vznik elektrochemické koroze musí být splněny tři podmínky:
 1. Standardní elektroodové potenciály kovů musí být dostatečně rozdílné
 2. Kovy musí být vodivě propojeny
 3. Vodivé spojení musí být realizováno pomocí elektrolytu



15

Další typy koroze

- Vysokoteplotní koroze
- Koroze bludnými proudy – poměrně rychlý typ koroze. Vzniká díky přítomnosti tzv. bludných proudů, které se šíří půdou.
- Mikrobiální koroze – mikroby nenapadají přímo kovy, ale některé jejich metabolické produkty mohou být agresivní samy nebo v kombinaci s látkami v okolí.

16

Atmosférická koroze

- Nejčastější druh koroze (z hlediska korozního prostředí)
- Hlavními korozními činiteli jsou vlhkost (a její změny), prach a korozivní plyny (O_2 , CO_2 , SO_2 , N_2)
- Kondenzací vzdušné vlhkosti vzniká na povrchu předmětu tenká vrstva vody o tloušťce typicky 50-150 μm (platí pro hodnotu vlhkosti vyšší než 60 %).
- Kyslík působí jako depolarizátor, čímž urychluje průběh koroze. Proniká vrstvou vody a účastní se katodické reakce.

17

Atmosférická koroze

- Norma STN ISO 9223 klasifikuje atmosféru do pěti stupňů podle korozní agresivity:
 - C1 - velmi nízká: atmosféry uzavřených, klimatizovaných místností, v nichž nedochází ke kondenzaci vody
 - C2 - nízká: vztahuje se na prostory, v nichž dochází k občasné kondenzaci
 - C3 - střední: odpovídá suchým klimatům
 - C4 - vysoká: odpovídá vlhkým oblastem za působení atmosférických nečistot průmyslových měst, přístavů aj.
 - C5 - velmi vysoká

18

Korozní činitelé

- Čistota kovu – příměsi, nečistoty a poruchy urychlují korozi
- Aktivní povrch – větší povrch (např. zdrsňený po mechanickém poškození) usnadňuje korozi
- Prostředí – přítomnost agresivních látek usnadňuje korozi, inertní prostředí korozi zpomaluje
- Teplota a vlhkost
- pH prostředí

19

Ochrana před korozí

- Pasivace - samovolný nebo řízený vznik ochranné bariéry (vrstvy) na povrchu kovu, která chrání kov před okolním prostředím a zpomalí nebo zcela zabraňuje rozšíření koroze
- Správná volba materiálu – je nutné zvážit podmínky, v jakých se bude předmět nacházet a účel, kterému má sloužit
- Konstrukční úpravy – omezení korozních činitelů např. úpravou hladkosti stěn nádrže, způsobu proudění kapalin, atd.
- Úprava korozního prostředí
- Elektrochemická ochrana
- Ochranné povlaky

20

Úprava korozního prostředí

- Inhibitory – zpomalují korozi, např. vytvořením pasivní vrstvy, oxidačními vlastnostmi nebo tvorbou nerozpustného povlaku na povrchu
- Inhibitory mohou být organické látky, např. želatina i anorganické látky, např. křemičitany
- Další možností je změna fyzikálních charakteristik prostředí – teploty, tlaku, mechanického napětí, vibrací, ...
- Snížení koncentrace agresivních látek v prostředí – vysoušedla, změna cirkulace vzduchu, odstranění kyslíku, ...

21

Elektrochemická ochrana

- Ovlivňuje se hodnota elektrochemického potenciálu
- Katodová ochrana
 - posun potenciálu k zápornějším hodnotám
 - připojení zařízení na záporný pól stejnosměrného zdroje proudu
- Anodová ochrana
 - posun potenciálu ke kladnějším hodnotám
 - pouze pro pasivovatelné kovy
 - chráněný kov je připojen na kladný pól a vytváří se na něm ochranná vrstva, příp. se udržuje v oblasti potenciálové pasivity kovu

22

Ochranné povlaky

- Nejčastější typ antikorozi ochrany
 - 70 % organické povlaky
 - nátěry
 - 20 % kovové povlaky
 - galvanické pokovování
 - pokovování z tavenin
 - difuzní pokovování
 - 10 % jiné druhy

23