Vypracovala: Andrea Michalcová

Petra Popelková

**ELEMENTÁRNÍ KOVY**

Kovové prvky mají velký technický význam např. ve stavebnictví, elektrotechnice, strojírenství a spotřebním průmyslu.

Rozšíření kovů v přírodě: mezi nejrozšířenější kovy v přírodě patří: Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti.

Obecné metody výroby kovů:

Průmyslová výroba všech kovů spočívá v uskutečňování řady operací, které lze roztřídit:

1. těžba rudy

2. nechemické separační postupy

3. chemické separační postupy a postupy, kterými se upravuje kvalita surovin

4. chemický děj, který vede ke vzniku surového elementárního kovu

5. rafinační postupy, které zlepšují čistotu kovu

* **Výroba kovů redukčními pochody:**

Pochody spočívají v redukci sloučeniny kovu na elementární kov za pomoci vhodného redukovadla. Uskutečňují se při vyšších teplotách. Jako redukovadla se používají:

*1.* *elementární nekovy* (H2, C, aj): 2 AgCl + H2 → 2 Ag + 2 HCl

 2 Sb2O3 + 3C → 4 Sb + 3CO2

*2. elementární kovy a polokovy* (Al, Mg, Ba, Ca, Zr, Fe, Si, aj): Fe2O3 + 2 Al → 2 Fe + Al2O3

 BeF2 + Mg → Be + MgF2

*3. sloučeniny* (CO, SO2, KCN, CaC2, aj): MgO + CaC2 → Mg + CaO + 2 C

 PbMoO4 + CO + Na2CO3 → Pb + Na2MoO4 + 2 CO2

*Redukce vodíkem* poskytují relativně čisté kovy. Jsou ale drahé a náročné z hlediska bezpečnosti. Redukce spočívá v žíhání kovu v proudu vodíku. Nejsnáze se redukují vodíkem oxidy a halogenidy kovů. Sulfidy kovů se přímo vodíkem neredukují, žíháním na vzduchu se převádí nejdříve na oxid. Pro přípravu neušlechtilých kovů nelze redukci vodíkem použít.

*Redukce oxidů kovů uhlíkem* se používají běžně. Směs oxidu a koksu se vyhřívá v elektrické peci nebo se potřebná teplota dosahuje spalováním uhlíku. Výroby založené na tomto principu nejsou nákladné, ale čistota kovů není příliš vysoká. Další nedostatek tohoto postupu je v tom, že silně elektropozitivní kovy tvoří s uhlíkem karbidy, takže se takto nemohou vyrábět.

*Redukce oxidů kovů elementárními kovy nebo polokovy (=metalotermie)* jsou reakce velmi exotermické. Slouží k přípravě málo ušlechtilých kovů (u těch, jejichž výroba redukcí uhlíkem nebo vodíkem je obtížná). Jako redukující kov se používá Al, Si, Mg, aj.

K *redukci halogenidů kovů roztavenými neušlechtilými elementárními kovy (Krollova metoda*) slouží roztavený hořčík, vápník, sodík, aj.

 Při technologii založené na *substitučních reakcích* je v tavenině nebo v roztoku ušlechtilý kov vyredukován kovem méně ušlechtilým.

 HgS + Fe → Hg + FeS

Cu2+ + Fe → Cu + Fe2+

Méně užívané jsou technologie, při nichž se kov získává *redukčním působením nějaké sloučeniny*. Patří sem žíhání v proudu CO, redukční tavení s kyanidy alkalických kovů, termická reakce s CaC2, aj. Velké uplatnění má postup používaný při výrobě kovů z rud sulfidů, při němž se část rudy převádí pražením na oxid.

 2 PbS + 3 O2 → 2 PbO + 2SO2

a po uzavření přívodu vzduchu se vzniklý oxid redukuje zbylým sulfidem

 2 PbO + PbS → 3 Pb + SO2

* **Výroba kovů tepelným rozkladem sloučenin**

Tepelný rozklad tuhých látek se provádí ve válcích nebo trubicích, v nichž je látka uložena. Reakční prostor se zahřívá zvenčí destilací, odsáváním nebo se procházejícím ochranným plynem odvádějí těkavé produkty.

Plynné látky se rozkládají na vyhřátém kovovém vláknu nebo drátu.

Metalurgicky se nejčastěji využívají *rozklady oxidů a azidů kovů*. Oxidy většiny kovů jsou termicky stálé. Labilní jsou oxidy vysoce ušlechtilých kovů, které jsou pro tento postup vhodné.

2 HgO → 2 Hg + O2

U azidů je termická labilita pravidlem. Přípravu kovu rozkladem azidu lze uskutečnit pouze tehdy, pokud azid nemá sklon k explozivnímu rozkladu. Neexplozivní jsou azidy vysoce elektropozitivních, neušlechtilých kovů.

 Ba(N3)2 → Ba + 3 N2

Z rozkladných reakcí plynných látek jsou významné tepelné dekompozice některých karbonylů, halogenidů a hydridů.

 [Ni(CO)4] → Ni + 4CO  *(Mondův proces)*

Řadu kovů (Zr, Ti, Si, Nb, W, aj) lze připravovat *van Arkelovou-de Boerovou metodou* (rozklad jodidů a bromidů na žhavém vlákně).

 TiI4 → Ti + 2I2

* **Výroba kovů elektrolytickými postupy**

Tyto postupy patří k nejpoužívanějším metalurgickým technologiím. U některých kovů je elektrolýza jedinou cestou jejich výroby. Rozlišují se postupy, při nichž jsou elektrolyzovány *vodné roztoky*, a technologie využívající elektrolýzu *tavenin* látek.

*Elektrolýza vodných roztoků* se uskutečňuje při normální teplotě. Do roztoku jsou ponořeny vodivé elektrody pod stejnosměrným napětím. Na katodě dochází k redukčním dějům. Anoda působí oxidačně na složky přítomné v roztoku.

Mnoho kovů se na katodě z vodného roztoku nevylučují. Jsou to kovy neušlechtilé a kovy, jejichž standardní elektronový potenciál je vysoce záporný (Li, K, Na, Ca, Al, Zr, Cs, La, Be, aj). Při pokusu vyloučit tyto kovy z vodného roztoku běžným způsobem dochází na katodě k redukci protonů na elementární vodík:

 2 H3O+ + 2e- → H2 + 2 H2O

Plynný vodík uniká z prostoru katody a kov se nevylučuje, protože na povrchu katody probíhá pouze děj popsaný uvedenou rovnicí.

 Existují i kovy (Gc, Mo, W, Ti), jejichž standardní elektronový potenciál má přijatelnou hodnotu, ale přesto se z vodných roztoků nevylučují. Příčiny jsou složité a nebyly doposud plně objasněny.

 *Elektolytické rozklady tavenin* se uskutečňují při vyšších teplotách, než tomu bylo u vodných roztoků. Kov vyredukovaný na katodě je nejčastěji kapalný a buď se z elektrolyzéru odčerpává, nebo je v určitém místě chlazen pod teplotu tání a mechanicky se odstraňuje. Exhalace provázející tavné elektrolýzy jsou ekologickým problémem. Reakce na anodě jsou zdrojem znečištěného kyslíku nebo halogenů a plyny uvolňované z prostoru elektrolyzéru se v důsledku koroze elektrod špatně zachycují.

* **Rafinace kovů**

Čistota primárně vyráběného kovu je závislá na tom, o jaký kov se jedná, jaká metoda byla použita na jeho přípravu, na výchozí surovině, atd. Primárně vyrobený kov většinou nevyhovuje svou čistotou účelům, a proto se musí čistit. K tomu slouží chemické, fyzikálně chemické a fyzikální postupy, které nazýváme *rafinace.* Jsou založeny na dvou postupech.

Podstatou prvního je převedení kovu na vhodnou sloučeninu, která se poté fyzikálně chemickou metodou oddělí od reakčních zbytků. (např. čištění surového niklu, čištění titanu, rafinace zlata, aj.)

Druhou cestou je postup, kdy jsou chemicky napadeny nežádoucí příměsi v surovém kovu. Reakcí jsou převedeny na snadno separovatelnou formu. (např. tavení surového cínu s bezvodým chloridem cínatým. Fe a Pb, přítomné jako nečistoty, se odstraní reakcemi)

Fe + SnCl2 → FeCl2 + Sn

Pb + SnCl2 → PbCl2 + Sn

 Fyzikální metody rafinace kovů slouží převážně k získávání materiálů o vysoké čistotě. Patří sem pochody za sníženého tlaku, zonální rafinace a pěstování monokrystalů kovů.

**Výroba a použití kovů:**

**LITHIUM (Li)**

* obsažen v křemičitanech (lepidolit, spodumen), fosforečnanech a v některých ložiskách chloridů
* ***výroba:*** tavnou elektrolýzou směsi LiCl a KCl při 400°C, metalometricky působením Ca nebo Al z Li2O nebo LiOH při 800-1000°C
* ***využití****:* teplonosné médium v jaderných reaktorech, redukční prostředek v organické syntéze, polymerační katalyzátor, zušlechťující a deoxidační přísada v metalurgii kovů

**SODÍK (Na)**

* součástí chloridů (NaCl), v mořské vodě
* ***výroba***: tavnou elektrolýzou směsi NaCl při 600-650°C, rafinace destilací za sníženého tlaku
* ***využití:*** k výrobě kovů (Ti, Zr, U, Th) redukcí kapalným sodíkem, v organické syntéze, při výrobě tetraethylolova

**DRASlÍK (K)**

* součástí chloridů (sylvín, karnalit)
* ***výroba:*** karbidotermicky při 600-800°C z KF nebo KCl, metalotermicky z KCl, tavenou elektrolýzou KOH, KNO3, rafinace destilací za sníženého tlaku
* ***využití:*** teplonosné médium v jaderných reaktorech, slitina se sodíkem jako redukovalo v organické syntéze

**RUBIDIUM (Rb) A SESIUM (Cs)**

* jejich zdrojem jsou matečné louhy po zpracování karnalitu a některé draselné soli (karnalit, kainit)
* ***výroba:*** metalotermicky redukcí oxidů, chloridů, hydroxidů a chromanů nebo tavnou elektrolýzou chloridů a hydroxidů.
* ***využití:*** speciální těžkotavitelná skla (Rb), elektronika a osvětlovací technika (Rb. Cs)

**BERYLLIUM (Be)**

* vyskytuje se v hlinitokřemičitanech (beryl) a křemičitanech
* ***výroba:*** tavnou elektrolýzou směsi BeCl2 a NaCl při 350 oC, metalotermicky redukcí BeF2 nebo BeCl2 nebo redukcí BeO uhlíkem
* ***využití:*** moderátor neutronů v jaderných reaktorech, výroba slitin

**HOŘČÍK (Mg)**

* součást chloridů (karnalit) a uhličitanů (dolomit, magnesit)
* ***výroba:*** tavnou elektrolýzou MgCl2, rafinace destilací za sníženého tlaku, redukcí MgO uhlíkem, karbidem vápenatým nebo křemíkem (ferrosilicium)

**2 MgO + Si + 2 CaO → 2 Mg + Ca2SiO4**

* ***využití:*** zušlechťování kovů, výroba kovů Krollovým způsobem, organická syntéza

**VÁPNÍK (Ca)**

* součást uhličitanů (vápenec) a fluoritu
* ***výroba:*** tavnou elektrolýzou směsi CaCl2 a CaF2 při 700 až 800 oC, metalotermicky reakcí CaCl s elementárním hliníkem:

**3 CaCl2 + 2 Al → 2 AlCl3 + 3 Ca**

* ***využití:*** výroba kovů kalcinotermií, slitina Pb - Ca jako ložiskový kov, deoxidant při výrobě oceli

**BARYUM (Ba)**

* složka barytu a witheritu
* ***výroba:*** elektrolýzou BaCl2, redukcí BaO hliníkem nebo křemíkem:

**3 BaO + Si → BaSiO3 + 2 Ba**

* ***využití:*** slitina Pb-Ba jako ložiskový kov

**HLINÍK (Al)**

* vyskytuje se zejména jako součást bauxitu a některých hlinitokřemičitanů
* ***výroba:*** tavnou elektrolýzou Al2O3 v kryolitu nebo chiolitu, čistý hliník se připravuje z bauxitu Bayerovou metodou:

**AlO(OH) + NaOH + H2O → Na[Al(OH)4]**

**2 Na[Al(OH)4] + CO2 → 2 Al (OH)3 + Na2CO3**

Nebo chemickou subhalogenidovou metodou

**Al2O3 + 3 C + AlCl3 → 3 AlCl + 3 CO**

**3 AlCl → 2 Al + AlCl3**

* ***využití:*** ve slitinách jako konstrukční materiál, aluminotermie, organická syntéza

**GALIUM (Ga)**

* izomorfně se vyskytuje v bauxitu, sfaleritu a v některých druzích uhlí
* ***výroba:*** elektrolýzou vodných roztoků gallitanu sodného, tavnou elektrolýzou CaCl3
* ***využití:*** polovodičová technika, sluneční články

**THALIUM (Tl)**

* provází olovo a zinek v některých jejich rudách
* ***výroba:*** redukcí TlCl kyanidem draselným, cementací zinkem z vodného roztoku síranu thallného, elektrolýzou vodného roztoku síranu thallného
* ***využití:*** slitiny s kovy

**CÍN (Sn)**

* součást kassiteriu a sulfidických rud
* ***výroba:*** redukcí SnO2 uhlíkem

**SnO2 + 2 C → Sn + 2 CO**

* ***využití***: protikorozní ochrana kovových materiálů, výroba kovů a speciálních slitin

**OLOVO (Pb)**

* vyskytuje se zejména v sulfidických rudách (galenit) a jiných minerálech
* ***výroba:*** redukcí PbO uhlíkem (pražně - redukční pochod) nebo redukcí PbO výchozím PbS (pražně - reakční pochod)

**2 PbO + PbS → 3 Pb + 2 SO2**

* ***využití:*** výroba kovů, konstrukční materiál, výroba akumulátorů a tetraethylolova

**ARSEN (As)**

* nachází se zejména v sulfidických rudách
* ***výroba:*** tepelným rozkladem arsenopyritu, rozkladem Fe-As a redukcí oxidu arsenitého uhlíkem
* ***využití:*** polovodičová technika, příprava slitin

**ANTIMON (Sb)**

* součást sulfidických rud, popřípadě oxidů
* ***výroba:*** redukcí SbO2 uhlíkem, redukcí Sb2O3 uhlíkem nebo redukcí Sb2S3 elementárním železem
* ***využití:*** výroba slitin, ochranné povlaky na některé kovy

**BISMUT (Bi)**

* nachází se hlavně v sulfidech, oxid-solích a v izomorfních příměsích sulfidických rud
* ***výroba:*** redukcí Bi2S3 elementárním železem, cementací vodných roztoků bismutitých solí železem nebo redukcí Bi2O3 uhlíkem:

**Bi2O3 + 3 C → 2 Bi + 3 CO**

* využití: speciální slitiny

**TITAN (Ti)**

* vyskytuje se v oxidických rudách
* ***výroba:*** redukcí plynného TiCl4 hořčíkem, redukcí K2[TiF6] kapalným sodíkem, redukcí TiO2 hydridem vápenatým, případně metalotermií ilmenitových koncentrátů
* ***využití:*** konstrukční materiál, výroba slitin

**ZIRKONIUM (Zr) A HAFNIUM (Hf)**

* nachází se v zirkonu a baddeleyitu a v izomorfních příměsích hafnia
* ***výroba:*** redukcí halogenidů obou kovů nebo K2[ZrF6] kapalnými kovy, případně redukcí koncentrátů s velkým obsahem ZrO2 křemíkem nebo hliníkem
* ***využití:*** konstrukční materiál, slitiny (Zr), hafnium nevýznamné

**THORIUM (Th)**

* součást monazitů
* ***výroba:*** metaotermicky redukcí fluoride, chloridů nebo oxidů sodíkem nebo vápníkem, tavnou elektrolýzou směsi K [ThF5] s KCl a NaCl
* ***použití:*** slitiny, jaderné procesy

**VANAD (V)**

* jeho zdrojem jsou rudy železa, olovnato-mědnato-nikelnaté a uranové rudy, příp. Ropa
* ***výroba:*** kalciotermií nebo silikotermií V2O5, redukcí nebo elektrolýzou chloridů
* ***využití:*** legování oceli, magnetické slitiny

**NIOB (Nb) A TANTAL (Tl)**

* výskytují se v tantalite, samarskitu a ciničito-wolframových rudách
* ***výroba:*** redukcí oxidů a redukcí nebo tavnou elektrolýzou komplexních fluoridů
* ***využití:*** konstrukční materiál, slitiny, přísady do nerezavějící oceli

**CHROM (Cr)**

* nachází s v chromitu
* ***výroba:*** redukcí chromitu v elektrické peci uhlíkem, aluminotermicky z čistého Cr2O3 s elektrolýzou vodných roztoků kyseliny chromové
* ***využití:*** přísada do ocelí (ferrochrom), slitiny, ochrané povlaky na kovy

**MOLYBDEN (Mo)**

* zejména se nachází v molybdenitu
* ***výroba:*** redukcí nebo tavnou elektrolýzou MoO3
* ***využití:*** legování oceli a litiny, vakuová technika a elektronika

**WOLFRAM (Wo)**

* obsahují jej hlavně minerály wolframit a scheelit
* ***výroba:*** redukcí WO3 vodíkem, uhlíkem, zinkem nebo aluminotermicky
* využití: legování oceli, výroba slinutýh karbidů, slitiny

**URAN (U)**

* vyskytuje se v minerálech a v tzv. uranových slídách
* ***výroba:*** redukcí UF4 hořčíkem nebo vápníkem
* ***využití:*** palivové články pro jaderné reaktory

**MANGAN (Mn)**

* součást oxidických rud (zejm. burel), často doprovází železo v rudách
* ***výroba:*** redukcí oxidů manganu uhlíkem v elektrické peci, aluminotermicky z Mn3O4 a elektrolýzou roztoku síranu manganatého
* ***využití:*** deoxidační a zušlechťovací přísada k ocelím a ke slitinám niklu

**ŽELEZO (Fe)**

* vyskytuje se v rudách (magnetit, hematit, limonit, siderite, pyrit, aj.)
* ***výroba***: čisté železo se získává redukcí oxidů železa vodíkem, elektrolýzou vodných roztoků železnatých solí a termickým rozkladem a získává se také redukcí železa uhlíkem
* ***využití:*** konstrukční a nástrojový materiál, speciální sloučeniny, katalyzátor

**KOBALT (Co)**

* nachází se v sulfidických rudách železa, mědi, niklu, zinku a olova nebo v arsenidech
* ***výroba:*** redukcí Co3O4 uhlíkem nebo vodíkem, příp. redukcí roztoku síranu kobaltnatého
* ***využití:*** žáruvzdorné slitiny, legování oceli na výrobu magnetů, výroba cermetů

**NIKL (Ni)**

* je součástí zejména sulfidických rud
* ***výroba:*** redukcí NiO uhlíkem nebo směsí CO a H2, případně elektrolýzou vodného roztoku síranu nikelnatého
* ***využití:*** konstrukční materiál, legování oceli, výroba slitin

**PLATINOVÉ KOVY**

* vyskytují se jako součást ryzí platiny, případně s Ni, Fe, aj.
* ***výroba:*** termickým rozkladem nebo redukcí vodíkem
* ***využití:*** elektrotechnická zařízení, katalyzátory

**MĚĎ (Cu)**

* součást křemičitanových, sulfidických, oxidických a oxid-uhličitanových rud
* ***výroba:*** redukcí Cu2O účinkem Cu2S, redukcí plynného chloridu měďného vodíkem a elektrolýzou vodných roztoků síranu měďnatého
* ***využití:*** elektrotechnický průmysl, tepelná technika, potravinářský průmysl, slitiny

**STŘÍBRO (Ag)**

* zdrojem jsou sulfidické rudy olova, mědi, zinku a niklu, malá část z argentitu
* ***výroba:*** oddělením stříbra ze surového olova krystalizací z taveniny nebo separací pomocí zinku, amalgamací elementárního stříbra nebo kyanidovým loužením a následnou cementací zinkem
* ***využití:*** klenoty, mince, umělecké předměty, chemická zařízení, optika, elektrotechnika

**ZLATO (Au)**

* vyskytuje se jako elementární kov
* ***výroba:*** amalgamací nebo kyanidovým loužením s následnou cementací zinkem
* ***využití:*** klenoty a umělecké předměty, rubínové sklo, zubní lékařství, technická zařízení

**ZINEK (Zn)**

* nachází se především v sulfidických rudách (sfalerit)
* ***výroba:*** elektrolýzou vodného roztoku síranu zinečnatého nebo redukcí ZnO uhlíkem při 1200 oC

**ZnO + C → Zn + CO**

* ***využití:*** pozinkování kovů, slitiny, organické sloučeniny

**RTUŤ (Hg)**

* vyskytuje se v přírodě v elementární formě nebo je obsažena v rumělce
* ***výroba:*** rozkladem za nepřístupu vzduchu pálením s oxidem vápenatým nebo tzv. srážením železem nebo pražení rudy na vzduchu při 500 oC

**HgS + O2 → Hg + SO2**

* ***využití:*** amalgační výroba stříbra a zlata, amalgamové elektrody při elektrolýze, fyzikální, elektrochemické a elektrotechnické přístroje a zařízení