**Kapitola 23, ELEMENTÁRNÍ KOVY**

Výskyt

* Mezi první desítkou prvků nejrozšířenějších v přírodě je i 7 kovů – Al, Fe, Ca, Na, K, Mg a Ti

Vznik

* Základní pochod = tuhnutí magmatu (tavenina převážně křemičitanů mnoha různých kovů)
* Tuhnutí magmatu:
  + První fáze
    - Likvidace = odměšování dvou kapalných fází (nej. oddělování kapalného FeS)
    - Vznik: oxidy, křemičitany, fosforečnany kovů, elementární platinové kovy, diamant
  + Druhá fáze
    - Spontánní tuhnutí valné části dosud kapalného magmatu
    - Vznik krystalů horninotvorných nerostů (křemičitany a hlinitokřemičitany)
  + Třetí fáze = pegmatitová fáze
    - Krystalizace posledních kapalných zbytků magmatu
    - Vznikají již jen žilní nerosty vyplňující mezery mezi bloky horninotvorných minerálů
  + Čtvrtá fáze = pneumatolytické pochody – po ztuhnutí magmatu
    - Voda a další těkavé sloučeniny (fluoridy a chloridy těžkých kovů) jsou ve ztuhlém magmatu přítomny jako plynné komponenty
    - vznikají krystaly minerálů obsahující Sn, W, Mo, Fe
  + Hydrotermální procesy
    - Při poklesu teploty v hornině pod kritický bod vody (374°C)
    - Křemen, především sulfidy těžkých kovů (Bi, As, Cu, Zn, Pb, Sb, Hg, Au, U)

Výroba

* Obecně:

1. **Těžba rudy** - mechanická manipulace s nerostem
2. **Nechemické separační postupy** sloužící ke zvýšení poměrného zastoupení aktivní komponenty - založeno na fyzikálně-chemických jevech a principech (magnetická separace, frakční rozpouštění)
3. **Chemické separační postupy** a postupy, kterými se upravuje chemická kvalita suroviny
4. **Chemický děj** vedoucí přímo ke vzniku surového elementárního kovu:

REDUKČNÍ POCHODY - Redukce sloučenin kovu (nej.jeho oxidu nebo halogenidu) na elementární

kov chemickým účinkem vhodného redukovala

TEPELNÉ ROZKLADY - Tuhé látky – rozklad v trubicích nebo ve válcích, v nichž je látka uložena na

lodičce nebo přímo na dně reakčního prostoru

- Plynné látky – rozklad na vyhřátém kovovém vláknu, drátu, kontaktním

tělese nebo na lokálně vyhřívané části rozkladné trubice

- Mondův proces – výroba velmi čistého práškového Ni: Ni(CO4) Ni + 4 CO

ELEKTROLÝZA – nejpoužívanější, u některých kovů je to jediná cesta výroby

* + Elektrolýza vodních roztoků - Při normální teplotě (výjimečně vyšší – do 100°C)

Do roztoku v tzv. elektrolytické vaně jsou vnořeny vodivé elektrody pod stejnosměrným napětím

* + Elektrolýza tavenin - Vyšší teploty (vnější ohřev nebo vývin tepla při průchodu proudu lázní)

Kov vyredukovaný na katodě je nejčastěji kapalný (vyšší teplota než je bod tání kovu)

1. **Rafinační postupy** zlepšující čistotu kovu
   * + Primární kov většinou svou čistotou nevyhovuje účelům – musí se čistit
     + Fyzikálně chemické postupy: elektrolýza, extrakce, měniče iontů, zonální rafinace

Využití

* kov elementární forma požadované produkty a výrobky

LITHIUM

* Z - lepidolit, spodumen
* V- tavná elektrolýza směsi LiCl a KCl při 400 °C
* P - zušlechťující a deoxidační přísada, teplonosné médium v jaderných reaktorech

SODÍK

* Z - halit NaCl, mořská voda
* V - tavná elektrolýza směsi NaCl
* P - výroba tetraethylolova v organické syntéze

DRASLÍK

* Z - sylvín KCl, karnalit
* V - tavnou elektrolýzou KOH, KNO3nebo K2CO3 rozpuštěných v tavenině KCl

P - teplonosné médium v jaderných reaktorech

RUBIDIUM, CESIUM

* Z – karnalit, lepidolit
* V - tavnou elektrolýzou chloridů nebo hydroxidů
* P – těžkotavitelná skla (Rb), elektronika (obrazovky), osvětlovací technika (výbojky Rb, Cs)

BERYLLIUM

* Z – beryl, fenakit
* V - tavnou elektrolýzou směsi BeCl2 a NaCl při 350°C, na grafitové anodě vzniká chlor, na niklové

katodě práškové Beryllium

* P - moderátor neutronů v jaderných reaktorech

HOŘČÍK

* Z - dolomit CaMg(CO3)2; magnesit MgCO3
* V - tavnou elektrolýzou MgCl2 s přídavkem KCl, LiF, NaF nebo CaCl2 při 650 – 750 °C; na grafitové

anodě vzniká chlor, na železné katodě kapalný hořčík

* P - zušlechťování kovů (zejména hliníku, mědi a železa), výroba kovů Krollovým způsobem

VÁPNÍK

* Z - vápenec CaCO3, dolomit, fluorit (kazivec) CaF2
* V - metalotermicky reakcí CaCl2 s elementárním hliníkem: 3 CaCl2 + 2 Al 2 AlCl3 + 3 Ca
* P - výroba kovů kalciotermií, slitina Pb-Ca – jako ložiskový kov, deoxidační přísada při výrobě oceli

STRONCIUM

* Z - izomorfně v některých minerálech obsahujících Ca, vzácné: stroncianit SrCO3, celestin SrSO4
* V - tavná elektrolýza směsi SrCl2 a KCl při 700 °C, metalotermicky z SrO (aluminotermií)

BARRYUM

* Z - baryt BaSO4, witherit BaCO3
* V - elektrolýza vodného roztoku BaCl2 za použití rtuťové katody
* P - Pb-Ba jako ložiskový kov

RADIUM

* Z - koncentrát připravený při zpracování uranových rud

HLINÍK

* Z - bauxit AlO(OH) x Al(OH)3
* V - Tavnou elektrolýzou Al2O3 rozpouštěného v tavenině kryolitu (Na3AlF6) nebo chiolitu; na katodě (C) vzniká kapalný Al, na anodě (C) se vyvíjí O2 a poskytuje s uhlíkem elektrody CO a CO2
* P - slitiny hliníku (konstrukční materiál, elektrické vodiče, antikorozní povlaky), aluminotermie

GALLIUM

* Z - izomorfně přítomno v bauxitu, sfaleritu a v některých druzích uhlí
* V - elektrolýza vodných roztoků gallitanu sodného, tavná elektrolýza GaCl3
* P - polovodičová technika, sluneční články

INDIUM

* Z - provází olovo, zinek a cín
* V - cementace zinkem z vodného roztoku síranu inditého
* P – polovodiče, zušlechťující komponenta ložiskových kovů

THALLIUM

* Z - provází olovo a zinek - přímý zdroj je ulétavý prach z pražení těchto sulfidických rud
* V - redukce TiCl kyanidem draselným, cementace zinkem z vodného roztoku síranu thallného
* P - slitiny s některými kovy (Pb, Ag, Au, Hg)

GERMANIUM

* Z - ulétavý prach (popílek) při spalování některých druhů uhlí, provází zinkové rudy
* V - redukce GeO2 vodíkem při 550°C
* P - polovodiče

CÍN

* Z - kassiterit SnO2
* V - redukce SnO2 uhlíkem při 1300°C SnO2 + 2 C Sn + 2 CO
* P - protikorozní ochrana kovových materiálů, výroba pájecích kovů

OLOVO

* Z - galenit PbS, anglesit PbSO4, cerussit PbCO3
* V - redukce PbO uhlíkem při 1000°C = pražně-redukční pochod (redukci předchází pražení rudy)
* P - výroba akumulátorů, tetraethylolova

ARSEN

* Z - sulfidické rudy (arsenopyrit FeAsS), arsenid (FeAs2)
* V - tepelný rozklad arsenopyritu při 700 – 800°C FeAsS FeS + As
* P - polovodiče, slitiny

ANTIMON

* Z - sulfidické rudy (antimonit Sb2S3)
* V - redukceSb2O3 uhlíkem po předchozím pražení Sb2S3 2 Sb2O3 + 3 C 4 Sb + 3 CO2
* P - výroba slitin, ochranné povlaky na některé kovy

BISMUT

* Z - sulfidy (bismutinit Bi2S3), oxid-soli (bismutit)
* V - Redukce Bi2S3 elementárním železem při 700°C („srážení“) Bi2S3 + 3 Fe 2 Bi + 3 FeS
* P - Speciální slitiny (magnetické Bi-Mn, použití v jaderné technice)

SKANDIUM, YTTRIUM, LANTHANOIDY

* Z - La,Ce,Pr,Nd,Sm – cerit, monazit, apatity; ostatní lanthanoisy + Z + Sc – gadolinit; Pm v přírodě není
* V - Tavná elektrolýza soli/elektrolýza vodných roztoků solí
* P – přísady v hutnictví Fe

TITAN

* Z – oxidické rudy (rutil, anatas, brookit TiO2)
* V – Redukce plynného TiCl4 hořčíkem při 900°C (Krollův postup) za sníženého tlaku
* P – vynikající konstrukční materiál (lehký, pevný, chemicky odolný)

ZIRKONIUM A HAFNIUM

* Z – zirkon (ZrSiO4), baddeleyit (ZrO2), izomorfní příměs hafnia
* V – redukce halogenidů obou kovů kapalnými kovy (Krollova metoda)
* P – Zirkonium jako výborný konstrukční materiál (jaderná technika)

THORIUM

* Z – fosforečnany vzácných zemin (monazit)
* V – metalotermicky (redukce fluoridu, chloridu nebo oxidu thoričitého sodíkem neb vápníkem)
* P – výchozí látka pro výrobu 23392 U jaderným procesem (U pak slouží jako jaderné palivo)

VANAD

* Z – rudy železa s obsahem vanadu, v minerální složce některých rop (venezuelská)
* V – Kalciotermie nebo Silikotermie z V2O5 při 900°C: V2O5 + 5 Ca + 5 CaCl2 2 V + 5 CaO . CaCl2
* P – legování oceli, magnetické slitiny (Co-Fe-V)

NIOB, TANTAL

* Z – niobičnan-tantaličnany (columbit, tantalit)
* V – Redukce Nb2O5 uhlíkem za sníženého tlaku (1000°C)
* P – konstrukční materiály vysoké pevnosti (raketová jaderná technika); přísada do nerezavějící oceli

CHROM

* Z – chromit FeCr2O4
* V – redukce chromitu v elektrické peci uhlíkem (vzniká ferrochrom),
* P – ferrochorom jako legující přísada do oceli, ochranné povlaky (galvanické pokovování)

MOLYBDEN

* Z – molybdenit MoS2
* V – redukce koncentrátů obsahujících až 90% MoO3 uhlíkem nebo aluminotermicky (ferromolybden)
* P – legování oceli a litiny (kolejnice), vakuová technika

WOLFRAM

* Z – wolframit, scheelit CaWO4
* V – Redukce uhlíkem nebo vodíkem z čistého WO3, metalotermicky redukcí WO3 zinkem
* P – ferrowolfram na legování oceli, obráběcí zařízení

URAN

* Z – minerály, v jejichž struktuře je UO2 nebo UO3 (uraninit, smolinec)
* V – redukce UF4 hořčíkem nebo vápníkem UF4 + 2 Mg U + 2 MgF2
* P – palivové články pro jaderné reaktory

MANGAN

* Z – burel MnO2, doprovod železných rud
* V – redukce oxidů manganu uhlíkem v elektrické peci MnO + C Mn + CO
* P – deoxidační a zušlechťující přísada k ocelím a ke slitinám niklu

RHENIUM

* Z – vzácné, doprovází molybden v MoS2
* V – redukce KReO4 nebo NH4ReO4 vodíkem při 1000°C
* P – slitiny s platinou a wolframem (velká tvrdost a chemická odolnost)

ŽELEZO

* Z – magnetit Fe3O4, hematit Fe2O3, limonit FeO(OH), siderit FeCO3, sulfidické rudy (pyrit, markasit FeS2)
* V - Chemicky čisté železo se získává redukcí oxidů železa vodíkem při 1000°C

Technické železo s obsahem uhlíku se získává redukcí oxidů železa uhlíkem (CO) ve vysokých pecích

* P – konstrukční a nástrojový materiál (ocel, litina), katalyzátor

KOBALT

* Z – arsenidy (smaltin CoAs2)
* V – Redukce Co3O4 uhlíkem při 1 100°C, elektrolýza vodného roztoku síranu kobaltnatého
* P – vysoce žárovzdorné slitiny (raketová a jaderná technika, tryskové motory), endoprotézy

NIKL

* Z – sulfidické rudy (pentlandit, millerit NiS)
* V – Redukce NiO uhlíkem při 1260°C, redukce NiO sněsí CO a H2 při 400°C
* P – legování ocelí, slitiny magnetických vlastností, slitiny pro letecký průmysl

PLATINOVÉ KOVY

* Z – ryzí přírodní platina
* V – termický rozklad při 1000°C nebo redukce uhlíkem při 1000°C sloučenin typu (NH4)2(PtCl6)
* P – elektrotechnika (Pt velmi odolává korozi)

MĚĎ

* Z – chalkopyrit CuFeS2, covellin, kuprit Cu2O, malachit, azurit
* V – redukce Cu2O účinkem Cu2S v tzv. měďařském konvertoru Cu2S + 2 Cu2O 6 Cu + SO2
* P – elektrotechnika, potravinářský průmysl

STŘÍBRO

* Z – hl. zdrojem jsou sulfidické rudy olova, zinku, mědi a niklu, stříbřité sulfidické rudy (argentit Ag2S)
* V – Oddělení stříbra ze surového olova získaného ze stříbronosných rud – krystalizací z taveniny olova

(pattinsonováním) nebo separací pomocí zinku (pakesování)

* P – výroba klenotů a mincí, optika (zrcadla), katalyzátory, elektrotechnika

ZLATO

* Z – v přírodě jako elementární kov, doprovází sulfidické rudy mědi, olova a zinku
* V – amalgamace elementárního zlata, kyanidové loužení
* P – klenoty a umělecké předměty, rubínové sklo, zubní lékařství

ZINEK

* Z – hlavně sulfidické rudy (sfalerit ZnS)
* V – redukce ZnO uhlíkem při 1200°C ZnO + C Zn + CO
* P – pozinkování kovových materiálů (plech, trubky, dráty)

KADMIUM

* Z – zinkové rudy s obsahem kadmia
* V – Prvé frakce zinku destilující z retorty obsahují hodně Cd – Cd získáme vydestilováním
* P – alkalické akumulátory, lehkotavitelné slitiny a speciální pájecí kovy, legování mědi

RTUŤ

* Z – rumělka (cinnabarit HgS), v přírodě i v elementární formě
* V – Pražení rudy na vzduchu při 500°C a kondenzaci rtuťových par HgS + O2 Hg + SO2
* P – amalgamové elektrody při elektrolýze, amalgamační výroba stříbra a zlata

PbO + bfjdsbCO Pb 2