

1. Elementární kovy

- Elementární forma kovu označuje chemicky čistou kovovou látku
- Elementární kovy i jejich slitiny mají obrovský technický význam (materiály ve strojírenství, elektrotechnice, stavebnictví i spotřebním průmyslu)
- Těžba a získávání (čištění) kovů je však složitý a velmi nákladný proces, který zahrnuje různé fyzikální i chemické postupy
- Z deseti nejrozšířenějších prvků na Zemi je sedm kovů (hliník, železo, vápník, sodík, draslík, hořčík a titan)

2. Obecné metody výroby kovů

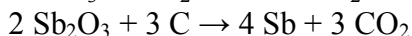
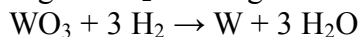
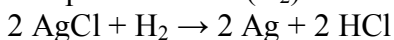
Výskyt a dostupnost jednotlivých rud určuje způsob výroby a zpracování. Průmyslovou výrobu kovů můžeme obecně (zjednodušeně) rozdělit do pěti základních kroků:

1. těžba rudy,
2. nemechanické separační postupy sloužící ke zvýšení zastoupení aktivní komponenty,
3. chemické separační postupy a postupy, kterými se upravuje chemická kvalita suroviny,
4. chemický děj vedoucí přímo ke vzniku surového elementárního kovu
5. rafinační postupy zlepšující čistotu kovu.

2.1. Výroba kovů redukčními pochody

- Metoda využívá nejčastěji redukci oxidu nebo halogenidu daného kovu za využití vhodného redukčního činidla. Aby se zvýšila rychlost reakce, zvyšuje se teplota soustavy
- Jako redukovač se používají například:

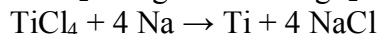
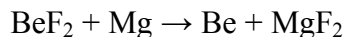
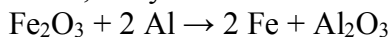
Z **Elementárních nekovů** to jsou například vodík (H₂) nebo uhlík (C).



Redukce vodíkem poskytuje poměrně čisté kovy, ale je drahá a nebezpečná. Spočívá v prostém žihání sloučeniny kovu v proudu vodíku. Tento způsob nelze použít na získávání neušlechtilých kovů.

Redukce oxidů kovů uhlíkem patří k nejběžnějším, nejpropracovanějším, nejstarším a zároveň nejlevnějším metodám. Směs oxidu a koksů se zahřívá v elektrické peci nebo spalováním uhlíku a následně probíhá několik různých chemických reakcí. Čistota kovů však není vysoká a použití takto získaných kovů je tedy omezené.

Při použití **elementárních kovů a polokovů** můžeme teoreticky použít jakýkoli kov, který stojí v Beketově řadě v levé části od kovu, který se snažíme získat.

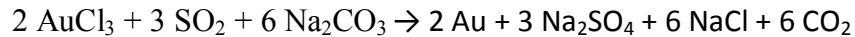
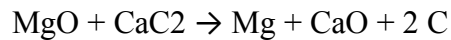
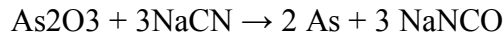
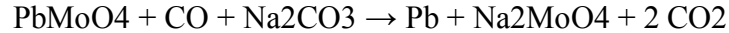


Reakce jsou exotermní a slouží k přípravě málo ušlechtilých kovů, které běžně nepřipravujeme redukcí vodíkem nebo uhlíkem.

Podobnou metodou je tzv. *Krollova metoda*, která spočívá v redukci halogenidů kovů roztavenými neušlechtilými elementárními kovy, např. hořčíkem, vápníkem nebo sodíkem.

Metalometrie a Krollova metoda jsou však značně drahé, protože spotřebovávají elementární kovy, které se musejí předtím obtížně připravovat. Někdy je také potřeba pracovat za sníženého tlaku nebo v inertní atmosféře.

Poslední skupinou redukčních činidel jsou **redukující sloučeniny**, např. oxid uhelnatý (CO), oxid siřičitý (SO₂), acetylid vápenatý (CaC₂), nebo kyanid draselný (KCN).

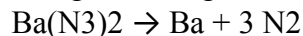
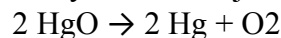


Nejpoužívanější z těchto metod jsou žíhání sloučeniny v proudu oxidu uhelnatého, nebo termická reakce s karbidem vápenatým. Takto připravené kovy jsou vysoce pórovité, houbovité nebo dokonce prášky. Následně se tedy ztavují na kompaktní materiál.

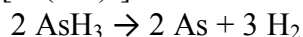
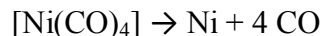
2.2. Výroba kovů tepelnými pochody

Tepelný rozklad tuhých látek se obvykle provádí v trubicích nebo ve válcích, kde je látka uložena na lodičce nebo na dně reakčního prostoru.

V metalurgii se nejčastěji používá **rozklad oxidů a azidů**, ostatní sloučeniny se rozkládají pouze výjimečně. Pro tuto metodu jsou nejvhodnější oxidy ušlechtilých kovů, protože na rozdíl od oxidů neušlechtilých kovů jsou nestálé. Naopak u azidů je potřeba vysoce elektro pozitivních kovů (neušlechtilé), protože azidy ušlechtilých kovů mají tendenci k explozivnímu vybuchování.



Pokud se zaměříme na rozkladné reakce kovů, jsou pro nás důležité hlavně **dekompozice karbonylů, halogenidů a hydridů**. Jako příklad můžeme uvést například *Mondův proces*, kterým se získává velmi čistý nikl, nebo arsen.



Poměrně velké množství kovů (titan, zirkon, hafnium, vanad atd.) se může připravovat **van Arkelovou-de Boerovou metodou**, která spočívá v rozkladu jodidů (popř. bromidů) na žhavém vlákně.

2.3. Výroba kovů elektrolytickými postupy

Elektrolytické postupy patří mezi nejpoužívanější postupy získávání čistých kovů. Pro některé je tento způsob jediným způsobem průmyslové výroby. Používáme elektrolyzu roztoků solí nebo tavenin.

Elektrolýza vodných roztoků se provádí za normální teploty, pouze výjimečně za teploty vyšší než 100 °C. Elektrody se stejnosměrným proudem se ponoří do elektrolytické vany. Na katodě poté probíhá redukční děj a vzniká na ní elementární kov, zatímco na anodě probíhají děje oxidační. Roztok může být elektrolytem průběžně doplňován, popř. se může jako anoda použít surový kov, který se v důsledku anodické reakce rozpouští a je vylučován na katodě v elementární formě. Tento děj se potom nazývá *elektrolytická rafinace kovů*.

Tento proces však nebude probíhat s velmi neušlechtilými kovy, protože na katodě by vznikal pouze vodík. Tento jev lze pro některé neušlechtilé kovy potlačit pokrytím katody vrstvou rtuť. Vyloučený kov poté okamžitě reaguje za vzniku amalgamu. Některé kovy (i z ušlechtilých) se však do dnes s nevysvětlitelných důvodů nevylučují.

Elektrolytický rozklad tavenin se uskutečňuje při vysokých teplotách. Tavenina je zahřívána díky průchodu elektrického proudu nebo vnějším ohřevem. Jelikož na katodě se vylučuje tekutý kov, musí být odčerpáván nebo v určitém místě zchlazován. Pokud je zchlazován, vzniká pórovitý kov a musí být následně přetavován. Tento postup se uplatňuje především na nejneušlechtilější kovy, protože je zabráněno jejich reakci se vzduchem.

3. Rafinace kovů

Čistota po získání kovu z jeho rudy záleží na druhu kovu, způsobu přípravy apod. Ve většině případů není dostačující. Následují tedy procesy dalšího čištění, které se obecně nazývají *rafinace*. Z formálního hlediska dělíme způsoby rafinace na chemické metody a metody fyzikálně chemické.

Chemické metody se dále dělí na dvě hlavní cesty. 1. cesta spočívá v přeměně kovu na vhodnou sloučeninu, která se následně separuje od nečistot (proběhne jedno, či více pročištění) a následně se kov redukuje na elementární formu. 2. cesta označuje proces, při kterém nereaguje kov, ale naopak nežádoucí příměsi v surovém kovu. Nečistoty se tedy převádí na jednoduše separovatelné sloučeniny tak, aby kov v této reakci nereagoval. Z nečistot se na povrchu většinou vytváří struska, která se následně odsaje.

Mezi **fyzikálně chemické metody** řadíme velké množství dějů např. elektrolyzu, extrační postupy, destilaci, termický rozklad a řadu dalších. Nejpoužívanější ze všech je *elektrolyza*.

4. Výroba a použití některých kovů, surovinové zdroje

Hliník

- Výskyt
 - Převážně oxidy-hydroxidy (bauxit $\text{AlO}(\text{OH}) \cdot \text{Al}(\text{OH})_3$ s obsahem Fe^{III} , Mn^{IV} , SiO_2 aj.)
 - Výjimečně také hlinitokřemičitany (nefelin $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)
- Výroba
 - Tavenou elektrolyzou Al_2O_3 rozpuštěného v kryolitu nebo chiolitu
 - Na (grafitové) katodě se vylučuje kapalný hliník
 - Na (grafitové) anodě se vyvíjí O_2 a s uhlíkem elektrody poté tvoří CO a CO_2
 - Čistý Al_2O_3 je připravován z bauxitu, a to nejčastěji Bayerovou metodou; na bauxit se působí roztokem NaOH za zvýšeného tlaku a zvýšené teploty $\text{AlO}(\text{OH}) + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
 - Touto operací se oddělí Fe^{III} , Mn^{IV} a SiO_2 ; karbonatací (zaváděním CO_2) se v roztoku $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ vyloučí $\text{Al}(\text{OH})_3$
 $2 \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - Ten se dehydratuje kalcinací při 1200°C
 - Připravený hliník se rafinuje opět tavnou
- Využití
 - Výroba slitin hliníku (konstrukční materiály, elektrické vodiče, antikorozi povlaky aj.)
 - Aluminotermie
 - Organická syntéza

Železo

- Výskyt
 - Oxidické rudy (magnetit Fe_3O_4 , hematit Fe_2O_3 , limonit $\text{FeO}(\text{OH})$)
 - Uhličitany (siderit FeCO_3)
 - Sulfidické rudy (pyrit, markasit FeS_2 , pyrhotin FeS)
- Výroba
 - Chemicky čisté železo se získává redukcí oxidů železa vodíkem při 1000°C , elektrolyzou vodných roztoků železnatých solí a termickým rozkladem $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$

- Redukcí oxidů železa uhlíkem (oxidem uhelnatým) ve vysokých pecích se získává technické železo s obsahem uhlíku (šedé nebo bílé podle toho, zda se uhlík stačil nebo nestačil při chladnutí vyloučit v grafitové formě)
- Zmenšování obsahu uhlíku vznikají oceli
- Využití
 - Hlavní, univerzální a široce užívaný konstrukční a nástrojový materiál (ocel, litina)
 - Speciální účely (ferity, magnetické slitiny)
 - Jako katalyzátor pro přípravu některých sloučenin

Vápník

- Výskyt
 - Uhličitany (vápenec CaCO_3 , dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
 - Fluorit (kazivec CaF_2)
- Výroba
 - Tavnou elektrolýzou směsi CaCl_2 a CaF_2 při teplotě 700 – 800 °C
 - Na železné katodě narůstá vrstva vápníku
 - Elektroda se zvolna mechanicky zvedá a z taveniny se vytahuje ingot surového Ca
 - Metalometricky reakcí CaCl_2 s elementárním hliníkem

$$3 \text{CaCl}_2 + 2 \text{Al} \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 + 3 \text{Ca}$$
 - Rafinace destilací za sníženého tlaku
- Využití
 - Výroba kovů kalciothermií
 - Slitina Pb – Ca má použití jako ložiskový kov
 - Deoxidační přísada při výrobě oceli

Sodík

- Výskyt
 - Převážně chloridy (halit NaCl)
 - Křemičitany – velmi rozšířené, ale nepoužívají se na výrobu
- Výroba
 - Tavnou elektrolýzou směsi NaCl s některými dalšími halogenidy (CaCl_2 , NaF aj.) při teplotě nad 600 °C. Na grafitové anodě vzniká chlor, na železné katodě kapalná sodík.
 - Rafinuje se destilací za sníženého tlaku.
- Využití
 - Výroba tetraethylolova v organické syntéze
 - Při výrobě kovů (Ti, Zr, Th, U) k redukci kapalným sodíkem
 - K výrobě některých sloučenin sodíku

Draslík

- Výskyt
 - Převážně chloridy (sylvín KCl , karnalit $\text{KMgCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ apod.)
- Výroba
 - Karbidometricky při 600 - 680°C z KF nebo KCl :

$$2\text{KF} + \text{CaC}_2 \rightarrow 2 \text{K} + 2\text{C} + \text{CaF}_2$$
 - Metalotermicky z KCl redukcí sodíkem při 840°C (vzniká slitina sodíku s draslíkem)

- Tavnou elektrolyzou KOH, KNO₃ nebo K₂CO₃ rozpuštěných v tavenině KCl. Rafinace destilací za sníženého tlaku
- Využití
 - Teplonosné médium v jaderných reaktorech
 - Slitina se sodíkem jako redukční činidlo v organické syntéze

Hořčík

- Výskyt
 - Hlavně chloridy (karnalit KMgCl₃ · 6 H₂O, bischofit MgCl₂ · 6 H₂O)
 - Uhličitan (dolomit CaMg(CO₃)₂, magnesit MgCO₃)
- Výroba
 - Tavnou elektrolyzou MgCl₂ s přidavkem KCl, LiF, NaF nebo CaCl₂ při teplotě okolo 700 °C; na grafitové anodě vzniká chlor, na železné katodě kapalný hořčík. Rafinace přetavením a destilací za sníženého tlaku
 - Redukcí MgO uhlíkem, karbidem vápenatým nebo křemíkem (ferrosiliciem) při teplotách 1200 – 2200 °C Rafinace destilací za sníženého tlaku

$$2 \text{MgO} + \text{Si} + 2 \text{CaO} \rightarrow 2 \text{Mg} + \text{Ca}_2\text{SiO}_4$$
- Využití
 - Zušlechťování kovů (zejména hliníku, mědi a železa)
 - Výroba kovů Krollovým způsobem
 - Organické syntézy (Grignardova činidla)

Titan

- Výskyt
 - Oxidické rudy
- Výroba
 - Redukcí plynného TiCl₄ hořčíkem při 900 °C (Krollův postup) za sníženého tlaku nebo pod ochrannou atmosférou vzácného plynu
 - Elektrolyza TiCl₄ nebo tavná elektrolyza K₂[TiF₆]
 - Redukce K₂[TiF₆] kapalným sodíkem, redukce TiO₂ hydridem vápenatým
 - Metalotermie ilmenitových koncentrátů hliníkem nebo křemíkem za vzniku slitiny železa s titanem (ferrotitan)
 - Předrafinace destilací TiCl₄, finální rafinace kovu van Arkelovou-de Boerovou metodou
- Využití
 - Konstrukční materiál vynikajících vlastností (lehký, pevný, chemicky odolný, snáší relativně vysoké teploty) a výroba slitin s železem a hliníkem