

7.2. METALLIDE SAAMINE MAAGIST

Metallilised elemendid looduses

Vaid väheseid metalle (eelkõige väärismetalle) leidub looduses ehedana, st lihtainena. Enamik metallilistest elementidest esineb looduses ühenditena (mineraalidena) mitmesugustes maakides. Maagid koosnevad tavaliselt mitmest ainest, sisaldades peale vajaliku metalliühendi veel mitmesuguseid teisi aineid, nn kõrvalaineid.

See, millist tüüpi ühendina metalliline element looduses esineb, sõltub elemendi omadustest. Pikaajalistes looduslikes protsessides on keemilised elemendid moodustanud selliseid ühendeid, mis on kõige püsivamad.

- Kõige aktiivsemad metallid, mis moodustavad valdavalt ioonseid ühendeid, esinevad looduses põhiliselt mitmesuguste sooladena. Leelismetallid esinevad sageli kloriididena, leelismuldmetallid ja magneesium aga karbonaatide või sulfaatidena, sest need on vähemlahustuvad kui vastavad kloriidid.
- Paljudele vähemaktiivsetele metallidele on iseloomulikud oksiid-**sed mineraalid**. Ka looduses kõige levinumad metallilised elemendid, alumiinium ja raud, moodustavad oksiidseid mineraale. Raud leidub looduses nii raud(III)oksiidina (punases ja pruunis rauamaagis) kui ka raud(II)- ja raud(III)-segaoksiidina Fe_3O_4 (magnetiidis ehk mustas rauamaagis).
- Osa metallilisi elemente esineb looduses peamiselt **sulfiididena**, näiteks PbS (pliiiläik), ZnS (tsinklääk) jt. Ka raual esineb sulfiidne mineraal – FeS_2 (püriit)*.

Metallide tähtsamaid mineraale

Tabel 7.1

Mineraali tüüp	Ühendi valem**
Oksiid	Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , SnO_2 , MnO_2
Sulfiid	PbS, ZnS, FeS_2 , Cu_2S , HgS
Kloriid	NaCl, KCl
Karbonaat, sulfaat	MgCO_3 , CaCO_3 , CaSO_4 , BaSO_4

* Püriit ei ole tavaline sulfiid, vaid polüsulfiid, milles esinevad ka värvli aatomite omavahelised keemilised sidemed.

** Osa tabelis esitatud mineraalidest võib oma koostises sisaldada ka vett, näiteks $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kips), või olla keerukam oksiidi ja hüdroksiidi vahepealne ühend, näiteks $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (boksiit), $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (pruun rauamaak) jt.

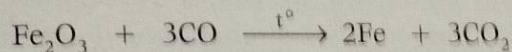
Metalli saamine maagis sisalduva metalliühendi redutseerimisel

Metalli saamiseks tuleb metalliühendit redutseerida. Enamasti toimub see kõrgel temperatuuril. Redutseerijana võib kasutada mitmesuguseid aineid – süsinikku, süsinikoksiidi (CO), vesinikku, aktiivsemaid metalle (peamiselt Al, Mg või Na).

Redutseerimine süsiniku või süsinikoksiidiga

Kõige enam kasutatakse redutseerijana süsinikku (kivisöe töötlemisel saadava koksina) või süsinikoksiidi (mida saadakse lähtudes koksist). Metallide suuremahulisel tootmisel on oluline, et tooraine oleks odav ja kergesti kättesaadav. Redutseerimist süsiniku või süsinikoksiidiga kõrgel temperatuuril nimetatakse **karbotermiaks** (meetodi nimetus viitab süsinikule ja reaktsiooni toimumise kõrgele temperatuurile). Seda võimalust kasutatakse kõige enam raua, aga ka tsingi, plii ja mitmete teiste metallide saamisel.

Rauda redutseeritakse süsinikoksiidi toimel erilistes suurtes ahjudes (nn kõrgahjudes). Näiteks raud(III)oksiidi sisaldava maagi korral toimub reaktsioon:



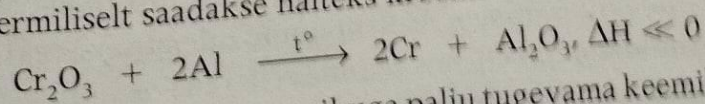
Kõrgahjuprotsessis ei teki saadusena puhas raud, vaid malm, mis sisaldab lisandina süsinikku (2–5 %) ning mõnevõrra ka teisi lisandeid.

Malm on habras ja raskesti töödeldav. Malmtoodete valmistamiseks valatakse sulamalmi vastava kujuga vormidesse. Malmist tehakse näiteks kütteradiaatoreid, pliidiraudu jms.

Põhiosa toodetavast malmist kasutatakse terase saamiseks. Teras on malmiga võrreldes oluliselt paremini töödeldav ja mehhaaniliselt vastupidavam. Ka teras sisaldab süsinikku, kuid vähem kui malm (kuni 2%). Terases on malmiga võrreldes vähem ka teisi mittemetallilisi lisandeid (räni, fosfor, väävel). Eriteraste saamiseks lisatakse terasele tema omadusi parandavaid lisandeid (eelkõige teisi siirdemetalle).

Redutseerimine alumiiniumiga

Paljude metallide saamiseks karbotermia siiski ei sobi. Sel juhul kasutatakse redutseerijana aktiivsemaid metalle, eelkõige alumiiniumi kui suhteliselt odavat metalli. Redutseerimist alumiiniumiga nimetatakse **aluminotermiaks**. Selles reaktsioonis eraldub palju soojust, paiskub üles kõrge tulesammas ja kogu protsess toimub mõne hetkega. Aluminotermiliselt saadakse näiteks kroomi:



Alumiinium moodustab hapnikuga palju tugevama keemilise sideme kui kroom, seetõttu ongi reaktsioon tugevalt eksotermiline.

Lisalugemist

Maagi töötlemine

Maakidest metalli tootmine on tavaliselt keerukas, mitmeetapiline protsess. Enne maagis sisalduva metalliühendi redutseerimist on vaja maaki sageli eelnevalt töödelda.

• Rikastamine

Paljudel juhtudel vajab maak kõigepealt rikastamist vajaliku mineraali suhtes. Rikastamisel eraldatakse maagist suurem osa kõrvalainetest. Maagis sisalduvate ainete üksteisest eraldamine kasutatakse enamasti ära nende ainete füüsikaliste omaduste erinevust, näiteks erinevat tihedust, mürguvust, või magnetilisi omadusi.

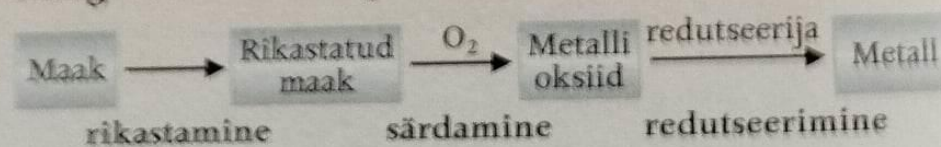
• Särdamine

Enamasti saadakse oksiidide redutseerimisel puhtam ja paremate omadustega metall, kui sulfiidide ja mitmete teiste ühendite redutseerimisel. Seepärast on paljude maakide töötlemisel järgmiseks etapiks metalliühendi üleviimine oksiidiks. See toimub särdamisel ehk kuumutamisel õhuhapniku juuresolekul. Sulfiid oksüdeerub, tekib vastava metalli oksiid ja eraldub SO_2 .



Särdamisel eralduv vääveldioksiid püütakse kinni ja kasutatakse mitmesuguste väävliühendite, eelkõige väävelhappe tootmiseks. Vääveldioksiidi kogumine on ühtlasi vajalik, vältimaks keskkonnareostust.

Maagi töötlemise etapid



Raua tootmine

Vaatleme lähemalt kõrgahjuprotsessi. Ülevalt viiakse kõrgahju peenestatud rauamaak, kivisöe-koks (süsinik) ja lubjakivi. Segule juhitakse altpoolt vastu kõrge temperatuurini (umbes 900°C) kuumutatud õhk. Mitmete reaktsioonide tulemusena tekib kõrgahjus süsinikoksiid (CO), mis redutseerib raua oksiididest metallilise raua. Raud eraldub kõrgahjus valitseva kõrge temperatuuri mõjul sulametallina. Lubjakivi laguneb kuumuse toimele, tekkiv