

ЛЕЖИШТА МЕТАЛИЧНИХ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА

Лежишта гвожђа (Fe)

- Гвожђе несумњиво представља најважнији метал у људској цивилизацији, чијим се обимом производње и примене још увек у знатној мери одређује степен развијености једне земље. Историјски посматрано његова примена започиње око 4 000 година пре нове ере, од када су познати предмети изграђени од гвоздених метеорита. Топљење гвожђа из његових руда започело је око 1 000 година пре нове ере, чиме је после бронзаног обележен период гвозденог доба.
- У континуитету развоја металургије гвожђа значајан је период средњег века, а затим, посебно XIX, када је за топљење гвожђа почео да се користи камени угаљ и кокс. У периоду XX века започиње значајна и обимна производња и примена челика, посебно висококвалитетних, тврдих, нерђајућих и отпорних на киселине и алкалије, легираних са Mn, Cr, Ti, V, Ni, Co, W, Mo, Nb, Ta, B. Исто тако дошло је до великих промена у технологији производње сировог гвожђа и челика (електропоступци и коришћење природног гаса и др.)
- У ендегним условима гвожђе се појављује у асоцијацији са Ti, V у базичним стенама, а са Cr, Ni (Co) у ултрабазичним, а у егзогним творевинама обично са Mn и Al.
- У природи је регистровано преко 300 минерала Fe, међутим, неупоредиво мањи број представља минерале руда, који се практично користе за добијање гвожђа, односно челика и феролегура. Најзначајнији рудни минерали Fe су (осим пирита који није руда Fe):

Naziv minerala:	Sadržaj Fe:
magnetit ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ili Fe_3O_4)	72,4
martit, hematit (Fe_2O_3)	70,0
limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)	48-63
siderit (FeCO_3)	48,3
šamozit, turingit (složeni silikat Fe)	27-38
pirit (FeS_2)	46,6

- У рудама Fe као штетне компоненте, чији се садржај лимитира су S, P, As, Cu, Pb, Zn а за економику процеса топљења значајан је однос $\text{CaO} + \text{MgO} : \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ у руди, чији је повољан коефицијент преко 1. Минимални садржај откопавања износи око 20% Fe у рудама које се релативно лако обогаћују.

ГЕНЕТСКИ И ЕКОНОМСКИ ТИПОВИ ЛЕЖИШТА

- Гвожђе је заступљено у бројним генетским типовима ендегних и егзогних и метаморфогних лежишта. У оквиру ендегних то су раноматмска, касноматмска, карбонатитска, скарновска и хидротермална лежишта (вулканогено-седиментна). Од егзогних то су лежишта коре распадања и седиментна. И најзад, метаморфогена, везана за средње фазије метаморфизма.

Hrom – Titan - Vanadijum

Geohemijske karakteristike, ciklus i distribucija hroma

Hrom pripada grupi polivalentnih elemenata. Sa stanovišta ležišta mineralnih sirovina, od interesa su njegova jedinjenja sa oksidacionim stanjima 2+, 3+ i 6+. Pripada grupi litofilnih elementa, a u sredini siromašnoj kiseonikom pokazuje halkofilne karakteristike.

U stenama i ležištima mineralnih sirovina blisko je vezan za Ni, Mg, Al i Fe.

Minerali i rude hroma

Hrom u prirodi gradi relativno mali broj minerala (oko 30). Osnovni industrijski izvor za njegovo dobijanje su hromspinel - hromit.

Oblast primene hroma

Osnovna oblast primene hroma je područje metalurgije. Koristi se za oplemenjivanje specijalnih vrsta čelika kojima povećava čvrstinu i tvrdinu. Čelici dobijeni na ovaj način poseduju veliku otpornost na habanje i uticaj hemikalija, a upotrebljavaju se u izradi oklopnih ploča u vojnoj industriji, zatim u mašinskoj industriji za potrebe izrade delova koji trpe velika opterećenja, hemijskoj industriji i drugim granama privrede.

Osim toga, hrom se upotrebljava i za spravljanje različitih legura među kojima su od posebnog značaja ferohrom (legura sa gvožđem) i nihrom (legura sa Ni), zatim za hromiranje metalnih predmeta i dr.

Ležišta hroma

Hrom u prirodi gradi relativno mali broj genetskih i morfostrukturnih tipova ležišta mineralnih sirovina. Najznačajnije koncentracije ove rudne komponente su vezane za endogeni stadijum obrazovanja orudnjenja.

Endogena ležišta hroma

Vezana sa ofiolitskim kompleksima

Podiformna ležišta hromita u tektoniziranim harzburgitima,

Ležišta Bušveld-tipa u kratonizovanim, platformnim delovima Zemljine kore,

Hidrotermalna ležišta

Hidrotermalna ležišta hroma su u odnosu na ležišta magmatske kristalizacije podređenog ekonomskog značaja. U opštem slučaju su malih razmera i niskog kvaliteta.

Ležišta i pojave hroma SCG

Na teritoriji Srbije i Crne Gore su poznata brojna ležišta i pojave hromita malih razmera. Pojedina od njih su ranijih godina otkopavana (rudnik Deva u Đakovičkom masivu, zatim ležišta orahovačkog, ibarskog /Trnava/, lojanskog, maljenskog i drugih masiva), dok su druga istražena na preliminarnom nivou.

Titan

Minerali i rude titana

Titan u prirodi gradi veći broj minerala iz grupe oksida. Grupi rudnih minerala pripadaju ilmenit, u manjoj meri rutil, anatas, brukit

Leukoksen, perovskit

Geohemijske karakteristike , ciklus i distribucija titana

Titan pripada grupi litofilnih elemenata.

U prirodi se javlja u tri valentna stanja: Ti^{2+} , Ti^{3+} i Ti^{4+} , od kojih je najzastupljeniji Ti^{4+} (TiO_2). Trovalentni titan je prisutan u kristalnim rešetkama petrogenih minerala različitih stenskih kompleksa, dok je Ti^{2+} relativno redak u prirodi.

Oblast primene titana

Titan se najvećim delom upotrebljava u vojnoj, mašinskoj i hemijskoj industriji u vidu legura sa drugim elementima periodnog sistema. Osnovna područja njegove primene su Cr-Mo-Ti i Cr-Ni-Ti čelici, dok se u čistom, metalnom stanju i u prahu on upotrebljava u elektrov-akuumskoj tehnici (anode, rentgenske cevi). Takođe predstavlja i laki konstrukcioni materijal visoke čvrstoće koji se primenjuje u avio industriji, zatim za izradu reaktivnih motora i gasnih turbina (legure Ti na bazi karbida),

U hemijskoj industriji za spravljanje raznih belila, lakova, boja, kao barijum-titanat u proizvodnji radio-aparata i dr.

Ležišta titana

Titan u prirodi gradi relativno mali broj ležišta mineralnih sirovina. Razmerama i ekonomskim značajem među njima dominiraju endogena ležišta.

Endogena ležišta titana

U grupi endogenih ležišta titana najznačajnija su ležišta magmatske kristalizacije. Prostorno posmatrano, vezana su za oblasti starih štitova, platformi i geosinklinala, odnosno bazične i ultrabazične stenske komplekse lokalizovane u pomenutim geotektonskim sredinama.

Hidrotermalna ležišta

Hidrotermalna ležišta titana sa ekonomskog stanovišta nisu posebno interesantna budući da sadrže niske koncentracije korisnih komponenti i male rudne rezerve.

Egzogena ležišta titana

Kore raspadanja

Nanosna

Kore raspadanja u kojima se koncentrišu ilmenit i rutil kao stabilni minerali, obrazovane su povoljnim paleoklimatskim uslovima na gabro-anortozitskim masivima i pojedinim metamorfnim stenama. Krajne su retka u svetu, a registrovana su u Rusiji, Ukrajini i Kazahstanu.

Metamorfogena ležišta titana

Metamorfogena ležišta titana su obično malog ekonomskog značaja. Njima pripada oko 2% ukupnih svetskih rezervi ove rudne komponente.

Prema uslovima postanka među njima su izdvojena dva osnovna tipa orudnjenja:

Metamorfisana ležišta titana i

Metamorfna ležišta.

Pojave titana Srbije

Na teritoriji SCG je u pojedinim njenim područjima utvrđeno prisustvo pojava ove mineralne sirovine. One su vezane kako za primarne stenske komplekse bazičnog sastava (prevashodno gabrove sa prelazima u diorite, dijabaze i peridotite), metamorfne stene (amfiboliti, različite vrste škriljaca, gnajsevi), tako i sedimente (nanosi) i pojedina ležišta boksita. Posmatrano sa aspekta

metalogenetskog položaja i vremena formiranja, te su koncentracije titana vezane za Dinarsku, Srpskomakedonsku i Karpato-balkansku metalogenetsku provinciju, odnosno formirane su u prekaledonskoj, kaledonskoj, staro i mladoalpsko metalogenetskoj epohi.

Vanadijum

Geohemijske karakteristike i distribucija vanadijuma

- Vanadijum pripada grupi ferida. U gornjim delovima Zemljine kore ponaša se kao litofilan element, dok su mu siderofilne karakteristike samo naglašene. Pripada i grupi oksifilnih, manjim delom i halkofilnih elemenata.
- U sulfidnoj fazi je poznat u gvožđevitim meteoritima.
- Vanadijum se u prirodi javlja u četiri valentna stanja

Minerali i rude vanadijuma

- U prirodi postoji oko 90 minerala vanadijuma. Najveći broj njih pripada grupi vanadata (minerali sa VO_4 grupom), zatim grupama oksida i silikata.
- Osnovne rude vanadijuma predstavljaju titanomagnetitske, a usputno se dobija pri preradi pojedinih ruda Fe, Ti, U, Pb, Zn, P i nafte. Minimalni sadržaj V_2O_5 u titanomagnetitskim koncentracijama 0,3%.

Oblasti primene vanadijuma

- Primena vanadijuma u različitim granama industrije je započela 1905. godine.
- Koristi se u industriji čelika (oko 85% ukupne svetske proizvodnje) za dobijanje legura velike elastičnosti, tvrdine, otpora na kidanje i habanje, zatim za izradu delova motora koji trpe velika opterećenja, a u leguri sa titanom i u avio industriji.
- Osim toga, vanadijum se primenjuje i u hemijskoj industriji gde se koristi kao zamena za platinu u procesima dobijanja sumporne kiseline, zatim u procesu prerade nafte itd.

Ležišta vanadijuma

- Iako se u prirodi nalazi u višim koncentracijama od olova, cinka, bakra i drugih elemenata, vanadijum retko gradi ležišta mineralnih sirovina u kojima predstavlja dominantnu rudnu komponentu. Najznačajnija i ekonomski najinteresantnija ležišta vanadijuma pripadaju grupama magmatskih i infiltracionih ležišta

NIKL

Geohemijske karakteristike, ciklus i distribucija

- Geohemijski je pretežno siderofilan, ali delom i halkofilan i litofilan element. Njegov klarkov sadržaj u Zemljinoj kori iznosi 0,0058%. Utvrđeno je, međutim, da se primarno značajno koncentriše u ultrabazičnim magmatskim stenama (0,2%), kao posledica izomornog zamenjivanja Mg, delom Fe i Co, kao i u bazičnim stenama (0,016%), što ima bitnog uticaja na genetsku povezanost endogenih i egzogenih ležišta Ni sa ovim kompleksima magmatskih stena.

Minerali i rude nikla

- Poznato je 45 minerala Ni, ali manji broj su značajni kao rudni minerali, a to su sledeći:

Naziv minerala:	Sadržaj Ni:
pentlandit ((Fe, Ni)S)	22-42%Ni
Ni-pirotin (FeS)	do 2%Ni
milerit (NiS)	65%Ni
polidimit (Ni ₃ S ₄)	40-45%Ni
nikelin (NiAs)	44%Ni
gersdorfit (NiAsS)	26-40%Ni
kloantit (NiAs ₃)	14,5-21,2%Ni
garnijerit (NiO*SiO ₂ *H ₂ O)	do 4,6%Ni
nontronit (Fe ₂ (AlSiO ₃ O ₁₀)*(OH) ₂ *nH ₂ O	do 3%Ni

OBLAST PRIMENE

- Nikl je u sastavu legura nekih predmeta bio poznat još pre novog veka. Na bazi svojstava hemijske, mehaničke i termičke stabilnosti, on je dobio prvenstveno primenu u metalurgiji za izradu feroniklovih legura i za izradu nerđajućih čelika. Široko se primenjuje u avio, raketnoj, energetske, hemijske i drugim industrijskim granama. Značajna je primena u izvanredno tvrdim legurama, konstrukcionim materijalima, instrumentima, za niklovanje u druge svrhe.

Ležišta nikla

- Genetske tipove ležišta nikla predstavljaju magmatska, odnosno likvaciona, zatim hidrotermalna i to posebno plutogena, i najzad, ležišta kore raspadanja. Sa ekonomskog aspekta značajna su pre svega ležišta kora raspadanja ultrabazita, a zatim likvaciona i plutogeno-hidrotermalna.

Ležišta i pojave u SCG

- U našoj zemlji poznata su ležišta na Kosmetu (Glavica kod Goleša i Staro Čikatovo kod Glogovca) (sl.120), zatim Ruđinci kod Vrnjačke Banje i brojne pojave u Šumadiji i zapadnoj Srbiji (Maljen, Povlen). U Makedoniji se nalazi ležište Ržanovo, koje je u stvari delom pretaloženo ležište Fe-Ni u formi sloja između serpentinita i krednih sedimenata.

KOBALT

Geohemijske karakteristike, ciklus i distribucija

- Geohemijski pokazuje siderofilna i halkofilna svojstva. Njegov klark u Zemljinoj kori iznosi 0,0018%, a konstatovano je da ga primarno najviše sadrže ultrabazične magmatske stene a zatim bazične, a najmanje intermedijarne i kisele. Kobalt se u prirodnim tvorevinama javlja pretežno u vidu Co^{2+} , ređe Co^{3+} , asocirajući sa Fe, Ni, Mn, S, As na bazi sličnih kristalohemijskih i geohemijskih svojstava.
- Primarno je geohemijski koncentrisan zajedno sa Ni u ultrabazično-bazičnim kompleksima stena, da bi se delom prikupio u hodrotermalnom području pojedinih kiselih intruziva. U egzogenim uslovima, on je relativno migrativan, prenoseći se u vidu bikarbonata ili koloidnih rastvora, obogaćujući se u korama raspadanja ultrabazita, pri čemu se vezuje za Mn i delom razdvaja od Ni.

Minerali i rude kobalta

- U prirodi je poznat veći broj minerala Co, ali manji broj predstavlja rudne minerale, a to su sledeći:

Naziv minerala:	Sadržaj Co:
kobaltonosni pentlandit ((Fe, Ni, Co) ₉ S ₈)	do 3%Co
lineit (Co ₃ S ₄)	57,96%Co
kobaltin (CoAsS)	35,41%Co
glaukodit ((Co, Fe)AsS)	23,85%Co
smaltin ((Co, Ni)As ₃)	20,66%Co
saflorit ((Co, Fe)AsS ₂)	28,23%Co
asbolan (m (Co, Ni)O ₂ *MgO ₂ *nH ₂ O)	do 19%Co
eritrin (Co ₃ As ₃ O ₈ *8H ₂ O)	11-29%Co

OBLAST PRIMENE

- Poznata primena kobaltovih minerala zbog njegove karakteristične kobalt plave boje u ukrasnim predmetima stakla i keramike još od 5.000 godina p.n.e. Međitim, širi razvoj primene kobalta na bazi niza njegovih specifičnih svojstava započinje u XX veku sa razvojem industrije čelika. Najznačajnija je primena za izradu izvanredno tvrdih legura, tzv. stelita (Co, Cu, W, Mo), a zatim za specijalne čelike za instrumente, uređaje, postojeće magnete i dr. On se takođe koristi u hemijskoj, keramičkoj, staklarskoj, industriji boja, medicini i dr.

Ležišta kobalta

- Kobalt se relativno koncentriše u više genetskih tipova ležišta, zajedno sa Ni, ređe gradeći i pojedina sopstvena ležišta. Njegovi genetski tipovi ležišta su likvaciona, skarnovska, plutogeno-hidrotermalna, stratiformna i ležišta kora raspadanja. Ekonomski su, međutim, prvenstveno značajna plutigeno hidrotermalna, a zatim likvaciona i ležišta kore raspadanja.