

## 7.5. OXIDY A HYDROXIDY

Oxidy jsou sloučeniny  $O^{2-}$  s prvky kovovými i nekovovými. Ke skupině oxidů jsou řazeny také přírodní hydroxidy a oxi-hydroxidy (např.  $Fe(OH)_2$  /  $Fe(OH)_3$  / )

### Systém oxidů

Starší učebnice (např. Slavík a kol. 1974) řadí oxidy podle rostoucího podílu kyslíku ve vzorci.

Dnes se většinou používá přirozenější krystalochemická klasifikace, založená na koordinaci kationtu. Podle ní oxidy dělíme na tyto skupiny:

- oxidy s tetraedrickou strukturou
- oxidy s oktaedrickou strukturou
- kombinované tetraedrické + oktaedrické struktury oxidů
- kubické oxidy
- struktury s jiným uspořádáním

Struktury oxidů si můžeme obecně představit jako nejtěsnější uspořádání velkých aniontů  $O^{2-}$ , kationty obsazují dutiny v tomto skeletu kyslíků.

### 7.5.1. Oxidy s tetraedrickou strukturou (minerály $SiO_2$ )

Minerály  $SiO_2$  jsou v zemské kůře velmi rozšířené (křemen). Vyskytují se v několika polymorfních modifikacích ([obr.75\\_1](#)), jejichž vznik je závislý na teplotě a tlaku při jejich krystalizaci. Struktury modifikací  $SiO_2$  jsou tvořené trojrozměrným skeletem vzájemně provázaných tetraedrů  $SiO_4$ .

Pozn. Výjimkou je stišovit, který je oktaedrický.

Nejdůležitější z polymorfních modifikací  $SiO_2$  je křemen. Jde o nejrozšířenější horninotvorný minerál ve svrchní části zemské kůry a na jejím povrchu. Křemen vytváří 2 polymorfní modifikace:

Křemen nižší ( $\alpha$  křemen) - trigonálně trapezodrický

Křemen vyšší ( $\beta$  křemen) - hexagonální

Teplota fázového přechodu obou modifikací je  $573^\circ C$  za atmosferického tlaku.

Vysokoteplotní a nízkotlaké modifikace SiO<sub>2</sub> jsou minerály tridymit a cristobalit (obr.75\_1), které krystalují v dutinách kyselých vulkanitů (Nezdenice). Vysokotlaké modifikace SiO<sub>2</sub> coesit a stišovit nalézáme v meteorických kráterech, kde vznikají za obrovských tlaků a při impaktu. V zemské kůře se netvoří kvůli nevyhovujícím p-T podmínkám.

#### 7.5.1.1. Křemen

Křemen vytváří sloupcovité krystaly. U křemene α jsou hlavními krystalovými tvary trigonální a hexagonální prizma, klence a trigonální trapezodr (obr.75\_2). Krystaly β-křemene představují většinou jednoduché spojky hexagonálního prizmatu a dipyramidy (obr.75\_3). Běžné jsou u krystalů dvojčatné srůsty (alpský, brazilský a japonský obr.75\_4 a,b,c). Agregáty křemene jsou zrnité.

Trojrozměrná struktura křemene se jeví jako kombinace šestičlankových a osmičlankových smyček tetraedrů SiO<sub>4</sub>, v relativně kompaktním uspořádání (obr.75\_5). Tetraedry SiO<sub>4</sub> sdílejí všechny rohové kyslíky s jinými tetraedry SiO<sub>4</sub> (podobné propojení známe u tektosilikátů).

Fyzikální vlastnosti: křemen je nejčastěji bílý, případně šedý – poloprůhledný (obr.75\_6). Vzácněji vytváří řadu různě zbarvených odrůd. Bezbarvý je křišťál (obr.75\_7), fialový ametyst (obr.75\_8), hnědý záhněda (obr.75\_9), černý morion (obr.75\_10), růžový růženín (obr.75\_11) a žlutý citrín. Křemen může být také zbarven cihlově červeně, pokud uzavírá pigment hematitu (železitý křemen). Nápadný je u křemene skelný lesk, relativně vysoká tvrdost 7 a absence štěpnosti. Hustota činí 2.7 g/cm<sup>-3</sup>.

Geneze a výskyt:

Rozšíření křemene je obrovské a tomu odpovídá rozmanitá geneze.

Křemen je podstatný horninotvorný minerál kyselých magmatitů (granit, granodiorit, ryolit, pegmatity /růženín – Bory, Písek; krystaly záhnědy - Bory/, aplity), metamorfitů (fylity, svory, ruly, granulity, kvarcity) i klastických sedimentů (písky, pískovce, droby, slepence).

Křemen je typickým hydrotermálním minerálem na rudních žilách (Au-křemenné žíly ložiska Jílové u Prahy, polymetalické žíly s drúzami ametystu v Banské Štiavnici), minerálem

greisenů (ložisko Cínovec poskytlo i kvalitní krystaly záhněd). Běžné jsou samostatné křemenné žíly, někdy s krystaly křišťálu (Žulová, Velká Kraš).

V nízkoteplotní puklinové alpské paragenezi jsou místy nalézány kvalitní i rozměrné krystaly křišťálu nebo záhnědy (Vysoké Taury, Vernířovice u Sobotína).

Křemen je typický ve výplních dutin paleobazaltů (melafyrů) – ametyst, achát, chalcedon ( v podkrkonoší na lokalitách Kozákov, Stará Paka a Železnice u Jičína).

Křemen má značný průmyslový význam jako sklářská surovina (sklářské písky – ložisko Střeleč pod Troskami). Krystaly křišťálu se využívají pro výrobu optických segmentů přístrojů. Pro tyto účely se dnes monokrystaly křemene vyrábějí uměle. Zbarvené odrůdy křemene jsou polodrahokamy. V rámci různých hornin je křemen využíván ve stavebnictví.

Kromě uvedených minerálů patří do skupiny  $\text{SiO}_2$  také chalcedon, což je mikrokystalická (navenek amorfni) varieta  $\text{SiO}_2$ . Samostatným minerálem je morfologicky i vnitřní stavbou amorfni opál ( $\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ).

Chalcedony mají agregátní mikrostruktury, složené z submikroskopických vláken, zrn a tyčinek, při RTG- analýze odpovídají křemenu.

Vyskytují se společně s křemenem ve varietách s názvy achát, jaspis, onyx, karneol (obr.75\_12). Naleziště jsou např. v dutinách paleobazaltů (melafyrů) v podkrkonoší (Kozákov, Stará Paka).

Opál (obr.75\_13) je amorfni hydratovaný  $\text{SiO}_2$ . Jeho vnitřní stavba je dána uspořádáním malých kuliček o velikosti asi 100 nm. V drahém opálu toto uspořádání láme a rozkládá světlo a způsobuje ohnivý barevný třpyt (obr.75\_14).

Obecné opály různého zbarvení jsou vázány na zvětralinu serpentinitů (Smrček u Nevědice, Křemže), dále na trhliny neovulkanitů (Dubník u Prešova – mléčný a drahý opál).

#### 7.5.2. Oxidy s oktaedrickou strukturou

Do této skupiny patří minerály hematit, korund, ilmenit, rutil a kasiterit, které patří dvěma strukturním typům.

### 7.5.2.1. Hematit, korund a ilmenit

Hematit, korund a ilmenit jsou izostrukturní fáze. Anionty kyslíku ve struktuře (obr.75\_15) tvoří nejtěsnější uspořádání se symetrií hexagonální. Ve 2/3 oktaedrických dutin jsou rozmístěny kationty (Fe, Al, ...). Symetrie krystalu je trigonální.

#### Hematit – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Krystaluje v soustavě trigonální, krystaly jsou tabulkovité. Hlavními krystalovými tvary hematitu jsou klenec a ditrigonální skalenoedr – viz obr.75\_16). Tence tabulkovité krystaly tvoří varieta „spekularit“. Agregáty hematitu jsou velmi variabilní dle geneze: lupenité, zrnité, paprscité („lebník“ - obr.75\_17), práškovité („okry“), může tvořit také oolity.

Fyzikální vlastnosti: krystaly hematitu mají černou barvu a výrazný kovový lesk (obr.75\_16), někdy i náběhové barvy. Barva agregátních vzorků hematitu je černá, hnědá až červená (dle charakteru agregátů) s polokovovým leskem (obr.75\_17). Práškové agregáty jsou matné.

Tvrdoost 5, hustota 5 g/cm<sup>3</sup>. Hematit není štěpný.

#### Geneze a výskyt:

Hematit sedimentogenní geneze je součástí oolitických Fe-rud (obr.75\_18) v ordoviku Barrandienu (Nučice, Zdice) a prekambričké železnorudné páskované formace (BIF) – např. Kursk (Rusko). Formace BIF jsou většinou slabě metamorfované.

Hydrotermální hematit najdeme na sideritových žilách Slovenského rudohoří (často ve varietě spekularit), hematit (často ve varietě lebník) s křemenem je znám z žil v Horní Blatné u Jáchymova.

Hematit může krystalovat také z fumarolových plynů činných sopek (Elba).

Hematit je významná ruda železa.

#### Korund – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Korund krystaluje v soustavě trigonální. Krystaly mají soudečkovitý habitus, na spojkách najdeme nejčastěji klenec, ditrigonální skalenoedr a bazální pinakoid – viz (obr.75\_19).

Agregáty korundu jsou zrnité („smirek“).

Fyzikální vlastnosti: Korund obecné kvality je nejčastěji šedomodrý až šedý (obr.75\_20). Drahokamové odrůdy korundu se nazývají leukosafír (bezbarvý), modrá varieta safír, červený je rubín (obr.75\_21a,b,c). Korund má skelný lesk, vysokou tvrdost 9, hustotu  $4 \text{ g/cm}^3$ . Není štěpný.

Geneze a výskyt:

Korundy nacházíme v některých pegmatitech bohatých hliníkem (Bory u Velkého Meziříčí, Pokojovice u Třebíče).

Druhotně přechází korund díky své vyšší hustotě a odolnosti proti zvětrávání do náplavů (Jizerská louka).

Korund je vzácný minerál, jeho drahokamové odrůdy jsou velmi ceněny v klenotnictví, nekvalitní korund se využívá pro brusné účely. Dnes je rozšířená výroba umělého korundu pro obě jmenovaná použití, monokrystaly korundu se využívají navíc v laserech.

Ilmenit –  $\text{Fe Ti O}_3$

Krystaluje v soustavě trigonální, krystaly jsou tenké tabulkovité, podobné morfologicky hematitu (převládají tvary klenec a ditrigonální skalenoedr – viz (obr.75\_21). Nejčastěji ilmenit vytváří nedokonale omezené tabulky (obr.75\_22), nebo je mikroskopickou akcesorií řady hornin.

Fyzikální vlastnosti: ilmenit je typický černou barvou a kovovým leskem (obr.75\_22), Tvrdost má 5, hustotu  $5 \text{ g/cm}^3$ . Je velmi slabě magnetický.

Geneze a výskyt:

Ilmenit je akcesorickým opakním minerálem v horninách (gabra, granitoidy, bazalty, amfibolity, ruly a j.)

V asociaci s magnetitem tvoří ložiska magmatogenního původu v gabrech

Druhotně se díky své odolnosti a hustotě objevuje v náplavech (Jizerská louka – „iserín“).

Ilmenit je významnou rudou titanu.

### 7.5.2.2. Rutil a kasiterit

Rutil a kasiterit (cínovec) jsou izostrukturální fáze. Atomy Ti (Sn) tvoří tetragonální mřížku prostorově centrovanou a jsou obklopeny oktaedry kyslíků (obr.75\_23). Symetrie krystalu je tetragonální.

#### Rutil – Ti O<sub>2</sub>

Krystaly rutilu jsou krátce sloupcovité, na spojkách najdeme z krystalových tvarů nejčastěji tetragonální prizmata a dipyramidy (obr.75\_24). Hojně jsou u kasiteritu dvojčatné („kolénkovité“) srůsty dle (101), které jsou někdy vícenásobné a cyklické (obr.75\_25). Jehlicovité krystaly rutilu, někdy zarostlé v křemenu, se nazývají varieta „sagenit“ (obr.75\_26).

Fyzikální vlastnosti: barva rutilu je nejčastěji červenohnědá až hnědočerná, má skelný až polokovový lesk, tvrdost 7, vyšší hustotu 4 g/cm<sup>3</sup>. Je velmi odolný vůči zvětrávání.

#### Geneze:

Rutil patří mezi akcesorické minerály v horninách (granulity, amfibolity, ruly,...). Většinou je zde mikroskopický.

Makroskopický rutil najdeme v některých pegmatitech (Věžná u Rožné) a v alpské paragenezi (zde může být ve varietě „sagenit“, bývá zarostlý v křišťálech).

Druhotně se rutil koncentruje v náplavech (Soběslav, Golčův Jeníkov) - (obr.75\_27).

#### Kasiterit (cínovec) – Sn O<sub>2</sub>

Krystaluje v soustavě tetragonální, krystaly jsou krátce sloupcovité. Nejčastějšími krystalovými tvary kasiteritu jsou tetragonální prizmata a tetragonální dipyramidy (obr.75\_28). Hojně jsou dvojčatné srůsty dle (101) - (obr.75\_29). Agregáty kasiteritu jsou zrnité (obr.75\_30).

Fyzikální vlastnosti: barva hnědá až hnědočerná, skelný až polokovový lesk (obr.75\_31), tvrdost 7, nápadně vysoká hustota 7 g/cm<sup>3</sup>. Kasiterit je velmi odolný vůči zvětrávání.

Geneze a výskyt:

Kasiterit je typickým minerálem vysokoteplotních hydrotermálních asociací na hranici pegmatitového a hydrotermálního procesu. Je rudním minerálem ložisek greisenového typu, kde se vyskytuje v asociaci s křemenem, wolframitem, scheelitem, topazem a cinvalditem (Cínovec, Krupka, Horní Slavkov).

Kasiterit je podružným minerálem některých pegmatitů, zejména lithných (Rožná).

Sekundární výskyty i ložiska kasiteritu jsou v náplavech (Malajsie).

Kasiterit je nejdůležitější rudou cínu.

### 7.5.3. Oxidy s kombinovanou tetraedrickou - oktaedrickou strukturou

Do této skupiny oxidů patří tzv. „spinelidy“ (minerály skupiny spinelu). Hojnými spinelidy jsou magnetit, spinel a chromit. Vzácnějšími minerály této skupiny jsou hercynit ( $\text{Fe Al}_2\text{O}_4$ ), gahnit ( $\text{Zn Al}_2\text{O}_4$ ), galaxit ( $\text{Mn Al}_2\text{O}_4$ ) a franklinit ( $\text{Zn Fe}_2\text{O}_4$ ).

Spinelidy představují izostrukturální fáze. Anionty kyslíku tvoří ve struktuře spinelidů (obr.75\_32) nejtěsnější uspořádání se symetrií kubickou. V části tetraedrických i oktaedrických dutin jsou rozmístěny příslušné kationty. Symetrie krystalu je kubická, krystalovým tvarem oktaedr. Pro spinelidy jsou charakteristické dvojčatné srůsty dle roviny oktaedru (111).

#### 7.5.3.1. Magnetit - $\text{Fe}_3\text{O}_4$

Vytváří místy krystaly tvaru oktaedru (obr.75\_33). Nejběžnější vzorky magnetitu představují zrnité masivní agregáty (obr.75\_34), zrna jsou izometrická.

Fyzikální vlastnosti: magnetit má vždy černou barvu s různě výrazným kovovým leskem (obr.75\_35). Tvrdost je 6, hustota  $5 \text{ g/cm}^3$ . Je silně magnetický.

Geneze a výskyt:

Magnetit se vyskytuje v akcesorickém množství v bazických magmatitech. V intruzívech (gabrech) lokálně vytváří ložiska, často v asociaci s ilmenitem (Ural, Švédsko).

Je typický pro Fe-skarny (Malešov u Kutné Hory, Vlastějovice nad Sázavou, Měděnec, Pernštejn u Nedvědice).

Největší ložiska magnetitu (někdy v asociaci s hematitem) jsou sedimentogenní geneze a následně metamorfované. Jde o prekambričskou páskovanou železnorudnou formaci (tzv. BIF) – (Kursk, Rusko).

Magnetit je také rudním minerálem Lahn-Dillského typu (vulkanickosedimentárních), která se u nás těžila u Malé Morávky, Zlatých Hor nebo na Malém dědu v Hrubém Jeseníku.

Jako krystalovaný akcesorický minerál vystupuje magnetit v chloritických břidlicích a krupnicích v okolí Sobotína.

Magnetit je nejkvalitnější rudou železa.

#### 7.5.3.2. Spinel - $MgAl_2O_4$

Tvoří drobnější krystalky tvaru oktaedru (obr.75\_36). Agregáty jsou zrnité, jednotlivá zrna izometrická

Fyzikální vlastnosti: Spinely mohou být čiré, většinou však mají různé zbarvení (obr.75\_37).

Drahokamové odrůdy jsou červené, černá varieta se nazývá „pleonast“ (obr.75\_38). Spinel vykazuje většinou skelný lesk, tvrdost 8 a hustotu  $3.5 \text{ g/cm}^3$ .

Geneze a výskyt:

Spinel je vzácným minerálem v metamorfovaných dolomitických a kalcit-dolomitických mramorech (Sokolí u Třebíče, Stará Červená Voda u Žulové).

Díky své odolnosti vůči zvětrávání se hromadí sekundárně v náplavech (Jizerská louka – pleonast).

Drahokamové odrůdy spinelu jsou vysoce ceněny v klenotnictví.



### 7.5.3.3. Chromit - (Fe, Mg) Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Minerál chromit je pevným roztokem dominantního koncového členu chromitu (Fe Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) a podružně zastoupeného členu magnesiochromitu (Mg Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

Krystaly chromitu jsou velmi vzácné a mají tvar oktaedru. Agregáty bývají masivní, někdy zrnité (obr.75\_39), zrna jsou izometrická.

Fyzikální vlastnosti: chromit je podobný magnetitu. Má černou až černohnědou barvu a kovový lesk, není však magnetický.

Geneze a výskyt:

Výskyty a ložiska chromitu nalézáme v ultrabazických horninách – peridotitech a hadcích (Ural, Albánie). V akcesorickém množství se vyskytuje v hadcích u Nové Vsi u Oslavan, větší agregáty a kusy jsou známy z Drahonína u Tišnova.

Chromit je jedinou rudou chrómu.

### 7.5.3.4. Chrysoberyl - Be Al<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Chrysoberyl je v mineralogickém systému většinou řazen za spinelidy, kvůli stejnému typu vzorce (XY<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Krystaluje v soustavě romboické, krystaly představují obvykle tabulky podle 001 (s rýhováním), časté jsou u chrysoberylu dvojčatné srůsty do písmene V, případně cyklické srostlice (obr.75\_40 a,b,c).

Struktura chrysoberylu (obr.75\_41) je podobná olivínu. Be je v tetraedrické koordinaci, Al v oktaedrické, kyslíky tvoří hexagonální nejtěsnější uspořádání.

Fyzikální vlastnosti: chrysoberyl patří mezi nejtvrďší minerály (tvrdost 8,5). Barva je většinou žlutá – zelená, krystalové plochy mají skelný lesk (obr.75\_42). Drahokamová odrůda "alexandrit" je smaragdově zelená za denního světla, červená v procházejícím a umělém světle.

Geneze a výskyt:

Chrysoberyl je velmi vzácným minerálem některých pegmatitů (Ural - alexandrit), v ČR je znám z sillimanitového pegmatitu "Rasovna" u Maršíkova.

Druhotně se chrysoberyl nalézá lokálně v náplavech.

#### 7.5.4. Oxidy s kubickou strukturou

Kubickou koordinaci kationtů ve struktuře má z běžnějších minerálů pouze uraninit.

##### 7.5.4.1. Uraninit - $\text{UO}_2$ (s příměsemi Pb, Ra)

Uraninit krystaluje v soustavě krychlové, ale netvoří krystaly. Struktura krychlové symetrie je charakteristická kubickou koordinací atomů uranu (obr.75\_43), jde o typ struktury fluoritu.

Uraninit vytváří kusové a ledvinité agregáty (obr.75\_44).

Fyzikální vlastnosti: barva černá, smolný lesk (odtud pochází hornický název „smolinec“), tvrdost 6, hustota 8-10 g/cm<sup>3</sup>. Uraninit je silně radioaktivní.

Geneze a výskyt:

Uraninit je typickým minerálem hydrotermálních žilných ložisek. Vyskytuje se a asociaci s karbonáty, tmavým fluoritem, pyritem ( Příbram, Rožínka - Olší). Druhou formací s uranitem jsou hydrotermální žilná ložiska „pětivrkové formace“ (Jáchymov, Zálesí u Javorníka).

Při zvětrávání uraninitu vznikají typické supergenní fáze - uranové slídy (torbernit, autunit, aj.)

Uraninit je strategickou rudou uranu, dnes zejména pro energetické využití.

#### 7.5.5. Oxidy s jiným uspořádáním struktury

##### 7.5.5.1. Kuprit - $\text{Cu}_2\text{O}$

Krystaluje v soustavě krychlové, krystalovým tvarem je osmistěn, agregáty bývají zrnité.

Struktura kupritu je uvedena na obr.75\_45.

Zbarvení kupritu je za čerstva červené s diamantovým leskem na krystalových plochách, rychle však nabíhá ocelově šedě s polokovovým leskem ([obr.75\\_46](#)). Tvrdost je 4, hustota 6 g/cm<sup>3</sup>.

Geneze a výskyt:

Kuprit se nachází na rudních výskytech a ložiskách Cu, kde vzniká jako produkt oxidace Cu-rud (Běloves u Náchoda). Vzácný je v dutinách paleobazaltů (melafyrů) s Cu-mineralizací, zejména na lokalitě Studenec

7.5.5.2. Columbit - (Fe, Mn) Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> a tantalit - (Fe, Mn)Ta<sub>2</sub>O<sub>6</sub>

Obě fáze vytvářejí kompletní pevný roztok, navíc obsahují malá množství Sn, případně W.

Columbit a tantalit jsou romboické minerály, běžně tvoří tabulkovité krystalky podle 010, habitus krystalů je nejčastěji prizmatický ([obr.75\\_47](#)).

Struktura ([obr.75\\_48](#)) je sice charakterizována pásy oktaedrů (Mn, Fe) O<sub>6</sub> a (Ta, Nb) O<sub>6</sub>, které jsou propojeny sdílením hran. Proto je columbit-tantalit zařazen mezi oxidy s jiným uspořádáním struktury.

Fyzikální vlastnosti: tvrdost 6, polokovový lesk, barva železně černá

Geneze a výskyt:

Minerály řady columbit-tantalit jsou vzácnými akcesoriemi pegmatitů a granitických hornin.

V ČR jsou popsány z většiny větších pegmatitových těles (např. Dolní Bory, Maršíkov).

Druhotně se columbit-tantalit koncentruje v náplavech (Jizerská louka).

Jde o průmyslové minerály pro získávání Nb a Ta.

7.5.6. Hydroxidy a oxid-hydroxidy

7.5.6.1. Hydroxidy gibbsit (hydrargillit) a brucit

Gibbsit -  $\text{Al}(\text{OH})_3$  je jednoklonný minerál s vrstevní strukturou, vytváří tabulkovité krystalky dle 001. Je podobný slídám, s perleťovým leskem. Má dioktaedrickou strukturu (obr.75\_49). Je významnou komponentou bauxitů a lateritů.

Brucit -  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  krystaluje v soustavě trigonální, struktura je vrstevního typu (obr.75\_50). - trioktaedrická. Vytváří tabulkovité krystalky s výbornou štěpností dle (001), s perleťovým leskem. Je podobný mastku. Vyskytuje se na puklinách hadců (Kutná Hora).

#### 7.5.6.2. Oxid-hydroxidy Al a Fe

Diaspor -  $\text{Al O}(\text{OH})$   $\alpha$  modifikace

Boehmit -  $\text{Al O}(\text{OH})$   $\chi$  modifikace

Obě modifikace krystalují v soustavě kosočtverečné.

Diaspor a boehmit jsou součástmi bauxitů (obr.75\_51) a lateritů (vznikají při tropickém zvětrávání Al-bohatých hornin). Bauxity a laterity představují směsi hydroxidů a oxid-hydroxidů Al, jsou celistvé, zemité, různě zbarvené (šedé až načervenalé při příměsi  $\text{FeOOH}$ ) Výskyty jsou známy ze Slovenska, ložiska se nacházejí v Maďarsku na Balkánském poloostrovu.

Bauxity a laterity jsou průmyslovou surovinou pro výrobu hliníku.

Goethit -  $\text{Fe O}(\text{OH})$   $\alpha$  modifikace

Lepidokrokit -  $\text{Fe O}(\text{OH})$   $\chi$  modifikace

Goethit je rombicky krystalující minerál, krystaly bývají jehličkovité (příbramská „sametka“ - obr.75\_52), agregáty vláknité, krápníkovité až celistvé. Barva goethitu je rezavá, hnědá až černá. Je součástí limonitu (obr.75\_53), který považujeme za směs oxidů a hydroxidů Fe.

Lepidokrokit je makroskopicky podobný goethitu, jde rovněž o komponentu limonitu.

Limonit vzniká zvětráváním sulfidů železa, sideritu apod.

Manganit                      Mn O (OH)    □

Krystaluje v monoklinické soustavě, krystalky jsou pseudorombické, prizmatické. Je černý, na vrypu hnědý. Manganit je součástí manganomelanů.

Manganomelany (psilomelan, wad) jsou oxidy a hydroxidy Mn, podobné amorfním látkám.

Wad je černý, zemitý a vytváří nejčastěji dendrity na puklinách hornin ([obr.75\\_54](#)).

Psilomelan je také černý, vyskytuje se v podobě kompaktních agregátů.

Všechny zmíněné oxid-hydroxidy Mn najdeme na ložiskách manganových rud (Chvaletice v Železných horách).