

7.2. PRVKY

Ze známých prvků (viz. periodická tabulka, obr.72_1) se jich jenom málo vyskytuje v elementárním stavu jako nerosty. Je to dáno především silnou slučivostí mnohých prvků s kyslíkem nebo sírou.

Prvky – minerály dělíme v systému podle jejich celkové povahy na:

- kovy (Cu, Ag, Au, Fe, Pt a platinoidy: Os, Ir, Pd, Rh),
Hg – kapalná, přírodní amalgamy -Au
- polokovy (As, Sb, Bi) – vzácné fáze hydrotermálních žil
- nekovy (C – grafit a diamant)
S /+ rosickýit/, Se

7.2.1. Kovy

V rámci kovů rozlišujeme krystalochemicky příbuzné skupiny kovů.

7.2.1.1. Kovy skupiny mědi – Cu, Ag, Au

Struktura kovů skupiny mědi představuje *nejtěsnější uspořádání atomů* se symetrií krychlovou (trojvrstevní) – obr. 72_2, strukturu můžeme také charakterizovat kubickou mřížkou plošně centrovanou – viz obr.72_3.

Měď - Cu

Měď tvoří v přírodě nejčastěji plíšky. Krystaly mědi jsou vzácné, nejspíše nalezneme dendritické útvary (*kostrovité krystaly*) – obr.72_4a, 4b,4c.

Fyzikální vlastnosti: barva kovově červená (na vzduchu pestře nabíhá a hnědne), tvrdost 3, hustota 8.5, vysoká elektrická a tepelná vodivost, kujnost

Geneze:

Měď je nejčastěji druhotného (sekundárního) vzniku (*supergenní* minerál). Vzniká v zóně zvětrávání ložisek Cu (subzóně cementační). Typickými lokalitami jsou Borovec u Štěpánova, Zlaté Hory, Smolník (Slovenské rudohoří).

Vzácně nalezneme primární měď v melafyrech (paleobazaltech), např. v kamenolomu u Studence, známá jsou velká ložiska primární Cu u Hořejšího jezera v Americe.

Jako minerál nemá měď na většině ložisek průmyslový význam, protože je vzácná.

Pozn. Cu se průmyslově získává ze sulfidů (chalkopyrit, bornit, chalkozín,...)

Stříbro - Ag

Vzácně tvoří krystaly, časté jsou drátky nebo dendritické útvary (kostrovité krystaly),

obr.72_5a, b, c.

Fyzikální vlastnosti: barva stříbrná – bílá (na vzduchu tmavne až černá – stříbro se pokrývá vrstvičkou Ag_2S), tvrdost 2, hustota 11, vysoce vodivé, kujné.

Geneze:

Původ stříbra je obdobný mědi. Jde o typicky druhotný (*supergenní*) minerál, vznikající v zóně zvětrávání ložisek Pb-Zn-Ag rud (subzóně cementační). Supergenní Ag je známo především z rudních revírů Příbram, Jihlava, Kutná Hora, Stříbro, Jáchymov, Banská Štiavnica.

V některých hydrotermálních žilných formacích je známo stříbro primární - na žilách pětiprvkové formace na ložiskách Jáchymov nebo Zálesí u Javorníka.

Jako minerál nemá ryzí stříbro většinou průmyslový význam, je vzácné.

Pozn. Ag se získává zejména při úpravě galenitu, jako další kov vedle Pb.

Zlato - Au (+Ag)

Krystaly zlata jsou velmi vzácné, časté jsou zprohýbané plíšky, někdy s náznaky krystalů (oktaedr), rozšířené jsou též dendritické útvary („mechové zlato“) a valounky – „nuggety“ (ang. nuggets) v náplavech, obr.72_6 a, b, c.

Fyzikální vlastnosti: barva zlatožlutá (s přibýváním Ag bledší), kovový lesk, tvrdost 2.5, hustota 19, vysoce vodivé, odolné vůči zvětrávání

Přirozená slitina Au + Ag je nazývána elektrum.

Geneze:

Primární ryzí zlato je typické na hydrotermálních žilách, většinou s křemenem a malým podílem sulfidů (Jílové u Prahy, Kremnica, Roudný u Vlašimi).

Primární zlato je též komponentou na stratiformních sulfidických ložiskách, většinou s pyritem a Cu-sulfidy (Zlaté Hory).

Zlato vzniká také jako druhotný (supergenní) minerál, v zóně zvětrávání ložisek Au-ložisek různé geneze (subzóně cementační) – ložiska Zlaté Hory, Kremnica.

Vzhledem ke své vysoké hustotě a odolnosti vůči zvětrávání tvoří zlato rozsypová (druhotná) ložiska v klastických sedimentech. V nich se akumuluje po uvolnění z matečných hornin a ložisek po jejich zvětrání (povodí Otavy a Vltavy, toky v okolí Zlatých Hor, Hrubý Jeseník).

Ryzí zlato je jediným ekonomicky významným přírodním zdrojem zlata.

7.2.1.2. Železo – Fe

Krystaluje v soustavě kubické. Struktura železa, popsitelná kubickou mřížkou prostorově centrovanou, je uvedena na [obr.72_7](#).

Velmi vzácné je železo pozemského původu (telurické). Je nalézáno v zrnech a kumulacích v některých bazaltech.

Meteorické železo, tvořící tzv. železné meteority, je slitina Fe s podílem Ni (tenit obsahuje 30-45 % Ni, kamacit – 5-10 % Ni). Obě fáze lze rozlišit leptáním naleštěných meteorických želez zředěnou kyselinou dusičnou (Widmanstättenovy obrazce – viz [obr.72_8](#)).

Jako minerál nemá ryzí železo žádný průmyslový význam, je vzácné.

7.2.1.3. Platina – Pt (+ platinoidy: Os, Ir)

Platina krystaluje v soustavě kubické, struktura ([obr.72_9](#)). Většinou se nalézá v zrnech a valouncích ([obr.72_10](#)).

Čistá Pt je ocelově šedobílá s kovovým leskem, hustota je extrémně vysoká - asi 20 g/cm^3 , platina je těžko tavitelná ($2000 \text{ }^\circ\text{C}$). Je vysoce odolná vůči zvětrávání.

Geneze:

Ryzí Pt je vázána na ultrabazické magmatické horniny (peridotity, serpentinity, pyroxenity), v asociaci s chromitem - Ural

Sekundární výskyty platiny známe z náplavů v blízkosti primárních nalezišť.

Ryzí platina je jediným ekonomicky významným přírodním zdrojem platiny a platinoidů.

7.2.2. Polokovy

Z polokovů jsou mezi minerály známy As, Sb a Bi. Jedná se o izostrukturální trigonálně krystalující fáze (struktura na [obr.72_11](#)). As a Sb při vysokých teplotách vykazují neomezenou mísitelnost (úplný *pevný roztok*).

7.2.2.1. Bismut – Bi

Tvoří mikroskopická zrna, vzácněji i makroskopické agregáty (zrnité až celistvé) - [obr.72_12](#).

Fyzikální vlastnosti: čerstvý Bi je stříbřitě bílý s nažloutlým odstínem, časem nabíhá do bronzově červené barvy, lesk má kovový, štěpnost je dokonalá podle báze, $T = 2$, hustota asi 10 g/cm^3 , bod tání $280 \text{ }^\circ\text{C}$. Odraznost v nábrusu 69 %.

Geneze:

Ryzí Bi bývá akcesorickým nerostem pegmatitů (Dolní Bory, Maršíkov, Vápenná) a skarnů (Svratouch, Županovice).

Ložiskové akumulace Bi známe z některých Sn-W greisenů a křemenných žil (Krupka, Horní Slavkov), ekonomické výskyty pocházejí také z žil pětiprvkové formace (Jáchymov, Abertamy, Freiberg).

Na žilných ložiskách Au bývá bismut typickou mikroskopickou akcesorií (Jílové, Kasejovice), podobně je tomu např. v kyzové polymetalické asociaci kutnohorských žil.

Arsen – As

Arsen vytváří většinou celistvé, ledvinité a miskovité agregáty s patrnou radiální stavbou ([obr.72_12](#)). Krystaly jsou vzácné.

Fyzikální vlastnosti: čerstvý As je stříbřitě bílý, rychle nabíhá – tmavne až černá. Lesk je kovový, po oxidaci matný. Štěpnost dokonalá podle báze, $T = 3.5$, hustota 5.7 g/cm^3 .

Odraznost v nábrusech cca 52 %.

Geneze:

Arsen bývá převážně hydrotermální (mezotermální až epitermální), hlavně v sulfoarzenidovém stadiu pětivrzkové formace – Jáchymov, Měděnec, Freiberg (vzorky až 15 cm velké, sbírkové, miskovité agg.). Ojedinělý byl na žilách v Příbrami.

Antimon – Sb

Krystaluje v soustavě trigonální, obsahuje malé příměsi Ag, Bi. Většina vzorků má podobu zrnitých až miskovitých agregátů ([obr.72_13](#)), většinou je mikroskopický, krystaly antimonu jsou velmi vzácné.

Fyzikální vlastnosti: čerstvý antimon je cínově bílý s jemným nažloutlým odstínem, lesk kovový. Je štěpný podle báze, $T = 3$, hustota 6.7 g/cm^3 . V nábrusech je antimon bílý s vysokou odrazností (74 %).

Geneze:

Antimon bývá zarostlý v antimonitu na hydrotermálních ložiskách antimonitových, někdy spolu se zlatem (Krásná Hora u Milešova, Pezinok). Ojediněle býval nalézán jako pozdní nerost na příbramských žilách (asociace pol).

Pozn. „Allemontit“ – starší označení pro slitiny As a Sb, známé např. z Příbrami.

7.2.3. Nekovy

K minerálům ze skupiny prvků-nekovů patří dvě polymorfní modifikace uhlíku - grafit a diamant (viz fázový diagram na [obr.72_14](#)), dále polymorfní modifikace síry. Vzácným polokovem je ryzí selen.

7.2.3.1. Grafit - C

Krystaluje v soustavě hexagonální. Strukturu grafitu (obr.72_15) tvoří vrstvy atomů uhlíku s orientací 001, v rámci těchto vrstev jsou atomy uhlíku poutány silnými *kovalentními vazbami*. Mezi vrstvami jsou relativně velmi slabé a delší zbytkové vazby (*Van der Valsovy síly*). Známé dva polytypy grafitu (hexagonální 2H a vzácnější trigonální 3R). Struktura grafitu určuje níže uvedené fyzikální vlastnosti a morfologické charakteristiky.

Grafit tvoří nejčastěji šupinky, lupenité agregáty až masivní agregáty (obr. 72_16a, b, c). Krystaly grafitu jsou velmi vzácné.

Fyzikální vlastnosti: barva černá, kovový lesk, nízká tvrdost (1). Grafit výborně vodi elektřinu, je dokonale štěpný podle báze /001/, hustota 2.2 g/cm^3 , žáruvzdorný do $3000 \text{ }^\circ\text{C}$

Geneze:

Grafit je metamorfním minerálem středně a silně metamorfovaných hornin (metasedimentů), kde byla původně organická hmota – grafitické ruly, grafitické mramory. Trigonální polytyp grafitu je méně běžný a je typický ve špatně krystalických grafitech, vznikajících za nižší metamorfózy (grafitické břidlice).

Ložiska grafitu v České republice jsou v pestré skupině moldanubika (Český Krumlov, Bližná), velkovrbenské skupině silesika (Velké Vrbno, Petříkov) a v moraviku (Velké Tresné).

Význam: grafit je důležitý průmyslový minerál k výrobě tužek, elektrod, kelímků pro hutnictví, maziv ložisek.

7.2.3.2. Diamant - C

Krystaluje v hexaoktaedrickém oddělení soustavy krychlové. Na krystalech převládá osmistěn, případně jde o spojky osmistěnu s hexaoktaedrem (obr.72_17a, b). Osmistěny někdy dvojčatí podle spinelového zákona.

Jednotlivá zrna diamantu jsou izometrická.

Ukázky diamantu viz. obr.72_18a, b, c.

Struktura diamantu je tetraedrická (obr.72_19 a, b), vazby mezi atomy uhlíku jsou silné - kovalentní, prostorově ideálně rozložené, elektronové obaly atomů se značně překrývají) Velmi pevná struktura určuje níže uvedené fyzikální vlastnosti.

Fyzikální vlastnosti: barva šedá, bílá, drahokamové diamanty jsou bezbarvé, někdy nažloutlé (stopová příměs dusíku). Lesk diamantový (vysoký index lomu (2.4), vysoká světelná disperze. Tvrdost 10, izolant, dobrá štěpnost podle 111, hustota 3.5 g/cm^3 .

Pozn. diamant shoří při $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ na CO_2 .

Geneze:

Vznik diamantu je podmíněn vysokými teplotami a tlaky ve svrchním plášti (viz fázový diagram uhlíku na obr.72_14). Diamant je vázán na matečné horniny kimberlity ev. podobné ultrabazické horniny, provází ho často pyrop.

Sekundární výskyty diamantu jsou v náplavech (Brazílie, Jakutsko)

Velká ložiska jsou těžena zejména v JAR, Namíbii a Jakutsku.

Význam: diamant je důležitý průmyslový minerál (brusné prostředky a obráběcí nástroje, klenotnictví – nejcennější drahokam)

7.2.3.3. Síra - S

Síra má v přírodě 3 modifikace.

Nejhojnější a za normálních podmínek stabilní je α – síra, krystalující v soustavě kosočtverečné (stabilní do $95 \text{ }^\circ\text{C}$).

Výšeteplotní jednoklonnou modifikací je β – síra.

Velmi vzácnou monoklinickou modifikací je χ – síra (minerál rosickýit).

Na krystalech síry α převládají rombské dipyramidy v kombinaci s pinakoidy a prizmaty (obr.72_15 a,b), agregáty jsou zrnité až celistvé, síra často tvoří práškovité povlaky (obr72_16 a, b, c).

Stavebním prvkem struktury síry (obr.72_17 a, b) jsou molekulární prstence S₈, v rámci nich jsou atomy poutány silnými kovalentními vazbami. Periodicky uspořádané skupiny S₈ poutají navzájem pouze slabé zbytkové vazby – *Van der Valsovy síly*.

Struktura určuje níže uvedené fyzikální vlastnosti síry.

Fyzikální vlastnosti: barva žlutá, lesk diamantový na krystalových plochách (vysoké indexy lomu). Tvrdost 2, štěpnost chybí, hustota 2.1 g/cm³, síra hoří.

Geneze:

Prvním genetickým typem výskytů a ložisek síry jsou vulkanogenní akumulace, vznikající sublimací ze sopečných plynů v sopečných oblastech – Sicílie, Japonsko.

Druhým a ekonomicky nejvýznamnějším genetickým typem síry jsou ložiska sedimentární. Vznikají z ložisek sádrovce biochemickou činností sírných bakterií. Sádrovec je redukován na S, za spoluúčasti organických látek – např. metanu). Příklad ložiska – Tarnobrzeg v Polsku. Environmentálně významný je antropogenní vznik síry na hořících haldách uhelných dolů (Ostrava, Kladno, Oslavany).

Význam: síra je velmi důležitý minerál pro chemický průmysl