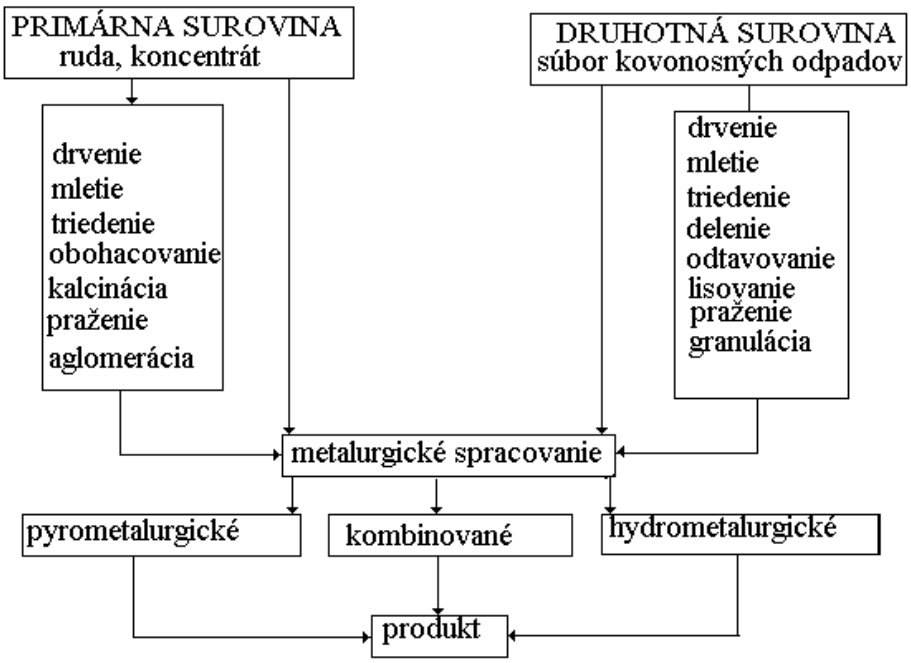
# 2. Účel a prehľad úpravy rúd a druhotných surovín

Nerastné suroviny sa zriedka ťažia v takej forme, aby sa mohli bezprostredne spracovať. S úžitkovým nerastom sa vyťaží aj pomerne veľké množstvo sprievodných jalových, neužitočných nerastov. Niekedy vyťažená nerastná surovina obsahuje viac úžitkových minerálov, ktoré treba oddeliť. Niekedy druhy vyťaženej nerastnej suroviny sú z hľadiska kvalitatívneho zloženia dostatočne čisté, avšak veľkosťou zrna nevyhovujú pre ďalšie spracovanie, takže takú surovinu treba drviť, prípadne mlieť a pod.

Ani druhotné suroviny sa nevyskytujú v takej forme, aby sa mohli bezprostredne spracovať. Odpady neželezných kovov predstavujú širokú škálu rôznych typov a foriem odpadov s veľmi premenlivým zastúpením kovov. Ich spracovanie je možné len rôznou technológiou a kombinovanými metódami. Voľba technológie je daná ich kovnatosťou, obsahom doprevádzajúcich prvkov a zložením ostatného doprevádzajúceho materiálu. Treba vždy posudzovať možnosti komplexného využitia všetkých zložiek odpadov.

Súhrn všetkých procesov, ktorými sa primárne a sekundárne suroviny spracujú, zušľachtia a prevedú do technologicky zúžitkovateľnej formy tvoria úpravu, t.j.prípravnú fázu technologických postupov.




**Obr.2.1 Zjednodušená schéma spoločného spracovania primárnych a druhotných surovín**

## 2.1 Prehľad spôsobov úpravy nerastných surovín a druhotných surovín

Úpravnícke práce môžeme rozdeliť na tri etapy:

**1.Prípravné úpravnícke práce** – patria sem: drvenie, mletie a triedenie. Východisková ruda je zmesou úžitkových minerálov a jalových hornín. Hovoríme, že minerál je prerastaný jalovinou, alebo je vtrúsený v jalovine. Pritom táto vtrúsenosť môže byť jemná, hrubá, rovnomerná, nerovnomerná, agregátová a pod.

Základným predpokladom je dokonalé uvoľnenie úžitkovej zložky od jaloviny a preto musíme minerálne zrno otvoriť. Dosahuje sa to drvením a mletím. Jemnosť drvenia a mletia závisí od jemnosti vtrúsenia.

Rudy neželezných kovov majú väčšinou veľmi jemnú vtrúsenosť rádove 0,1 až 0,01mm. Úlohou prípravných úpravníckych procesov je pripraviť rudu s určitou veľkosťou častíc nevyhnutnou pre ďaľšie rozdružovanie.

**2.Základné úpravnícke práce** –patria sem: procesy rozdružovania minerálov, pri ktorých úžitkové minerály sa zhromažďujú v produkte, ktorý sa nazýva **koncentrát** a jalový produkt, ktorý nazývame odpad. V niektorých prípadoch obohatenie východzej rudy možno vykonať v jednej operácii.

Ak po prvej operácii koncentrát je ešte málo obohatený, potom ho nazývame medziproduktom a odpady ešte nie sú úplne ochudobnené o úžitkovú zložku. V týchto prípadoch sa opakuje operácia obohacovania. Z hľadiska koncentrátov hovoríme o očisťovacej operácii a z hľadiska odpadov hovoríme o kontrólnej operácii.

Ak je ruda dostatočne rozdrvená (rozomletá) nasleduje rozdružovanie. **Rozdružovanie je oddeľovanie úžitkovej zložky od jaloviny na základe ich rozdielnych fyzikálnych a chemických vlastností.**

Podľa princípu použitých fyzikálno-chemických vlastností, rozdružovanie rozdeľujeme na**: a) Gravitačné rozdružovanie -** využíva rozdiel v hustotách medzi úžitkovou a jalovou zložkou. Tento proces prebieha len v kvapalnom prostredí. Ak sa používajú ťažké kvapaliny a rozdružuje sa na princípe archimedového zákona hovoríme o statickom rozdružovaní.

Rozdružovanie v sádzačkách v splavoch a v žľaboch je dynamické rozdružovanie.Pri dynamickom rozdružovaní okrem hustoty je rozhodujúca aj veľkosť zrna.

**b) Flotačné rozdružovacie metódy:** - využívajú rozdielne fyzikálno-chemické vlastnosti povrchu minerálnych zŕn, ktoré môžeme pôsobením flotačných prísad cieľavedome ovplyvňovať.

Minerálne zrniečko úžitkovej zložky sa ovplyvní tak, že sa prichytí ku vzduchovej bubline a vypláva na hladinu odkiaľ sa odoberá. Flotácia je mladšia úpravnícka metóda ako gravitačná, ale v súčasnosti je v úpravníckej praxi najviac využívaná, zvlášť pri úprave rúd neželezných kovov je dominantnou metódou.

**c) Magnetické rozdružovacie matódy:** - využívajú rozdielnu magnetickú vodivosť medzi úžitkovou a jalovou zložkou.

**d) Elektrické rozdružovacie metódy:** - využívajú rozdielnu elektrickú vodivosť úžitkovej a jalovej zložky pri ich vzájomnom oddeľovaní.

Použitie konkrétnej metódy rozdružovania je podmienené:

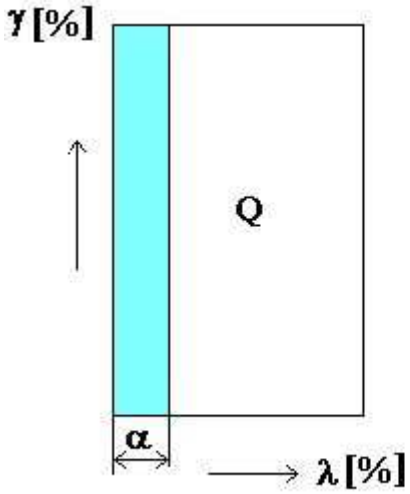
**-Jemnosťou vtrúsenia.** Napríklad pri jemnovtrúsených rudách je gravitačné rozdružovanie neopodstatnené pre veľmi malú veľkosť, teda aj hmotnosť zrniečok úžitkovej zložky. U hruboprerastených rúd zase nepoužijeme flotáciu, ktoré vyžaduje jemné mletie.

**-Ekonomické hľadisko**. Je ďaľším dôležitýn faktorom pre voľbu predúpravy. Napríklad pri úprave železných rúd je flotácia veľmi nákladná. Na druhej strane gravitačné a magnetické metódy sú výhodné.

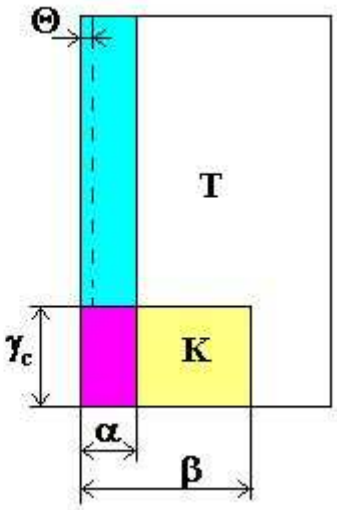
**- Enviromentálne hľadisko.** Je nevyhnutné a zákony priamo ukladajú normatívne, aké a koľko emísií sa môže dostať do ovzdušia, ďalej stupeň znečistenia vratných vôd do prírody a hluk spôsobený prevádzkou.

**3. Pomocné úpravnícke práce:** Cieľom týchto procesov je zníženie vhkosti produktov, tak aby to vyhovovalo normám a získanie recirkulačnej vody pre opätovné použitie v procese rozdružovania. Patria sem odvodňovacie a zahusťovacie procesy, filtrácia a sušenie.

Pre posúdenie jednotlivých produktov a ich kvality používame technologické ukazovatele, najnázornejšie v grafickej podobe.




**Obr.2.1 Znázornenie množstva rudniny a jej kovnatosti**




**Obr.2.2 Znázornenie výťažnosti kovu do koncentrátu**

Plocha štvorca na (Obr.2.1) predstavuje množstvo rudniny (skúmanej vzorky, alebo spracovanej rudy). Na horizontálnej osi sa znázorní kovnatosť ($\lambda$) a na vertikálnej osi sa znázornia hmotnostné výnosy ($\gamma$) jednotlivých produktov. Množstvo kovu rozptýleného v celom objeme danej horniny označíme ($\alpha$).

Celková plocha (Q) predstavuje množstvo rudniny, modrá plocha predstavuje množstvo kovu rozptýleného v celom objeme danej rudniny.

Upravíme východziu rudninu na dva diely, pričom v jednom sa koncentruje úžitková zložka a v druhom jalová hornina. Obdĺžnik (K) na (Obr.2.2) predstavuje množstvo koncentrátu a časť (T) predstavuje množstvo odpadu.

Je zrejmé, že úpravou sa zvýšil obsah kovu z ($\alpha$) vo východzej rude na ($\beta$) v koncentráte a určité množstvo kovu ($\theta$) odchádza do odpadu.

Pomer kovnatosti koncentrátu a kovnatosti rudy sa nazýva **obohatením** (ozn.O)

$$O = \frac{\beta}{\alpha} \tag{2.1}$$

Obohatenie (O) nie je však postačujúcim ukazovateľom, lebo môžeme mať bohatý koncentrát, ale je ho málo a veľa kovu sa stráca v odpade. Preto treba vziať do úvahy aj hmotnostný výnos koncentrátu označovaný ($\gamma_c$).

Hmotnostný výnos koncentrátu je podiel množstva koncentrátu ku množstvu východzej rudy(násobené x 100- výsledok je v %)

$$\gamma_c = \frac{K}{Q} 100\% \tag{2.2}$$

Násobením hmotnostného výnosu obohatením dostaneme nový technologický ukazovateľ- **výťažnosť kovu do koncentrátu ε (%).**

$$\varepsilon = \gamma_c Q = \frac{K\beta}{Q\alpha} 100\% \tag{2.3}$$

V praxi sa obyčajne hmotnostné výnosy a z nich výťažnosť nepočítajú z hmotnostných množstiev, ale nepriamo pomocou bilančných rovníc:

$$\gamma_c + \gamma_t = 100\% \tag{2.4}$$

kde $\gamma_t = \gamma_c - 100$. Súčet množstva kovu v koncentráte a v odpade sa rovná kovu vo východzej rude.

$$\gamma_c \beta + \gamma_t \theta = 100.\alpha \tag{2.5}$$

Riešením sústavy rovníc (2.4) (2.5), pre hmotnostný výnos $\gamma_c$ dostaneme:

$$\gamma_c = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} 100\% \tag{2.6}$$

Pre určenie hmotnostného výnosu nemusíme východziu rudu a produkty vážiť, treba však poznať ich **kovnatosť.** Dosadením (2.6) a (2.1) do (2.3) dostaneme vzťah pre výťažnosť:

$$\varepsilon = \frac{\beta}{\alpha} . \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} 100\% \tag{2.7}$$

Ak potrebujeme porovnať prácu dvoch úpravní, výťažnosť kovu do koncentrátu, (ε) nie je jednoznačným ukazovateľom, lebo nevyjadruje čistotu koncentrátu. Preto sa zavádza nový ukazovateľ- **technická účinnosť rozdružovania.**

Pri ideálnom 100% -nom rozdružení dostali by sme koncentrát o kovnatosti čistého úžitkového minerálu $\beta_{max}$. Hodnota $\beta_{max}$ je pre každý minerál stála veličina a dá sa vypočítať z atómových hmotnostných čísiel.

Prehľad $\beta_{max}$ niektorých minerálov

| | |
|---|---|
| Galenit PbS | 86,6%Pb |
| Sfalerit ZnS | 67,0% |
| Pyrit $FeS_2$ | 46,6% |
| Chalkopyrit $CuFeS_2$ | 34,5%Cu |
| Chalkozín $Cu_2S$ | 79,8% |
| Antimonit $Sb_2S_3$ | 41,4%Sb |

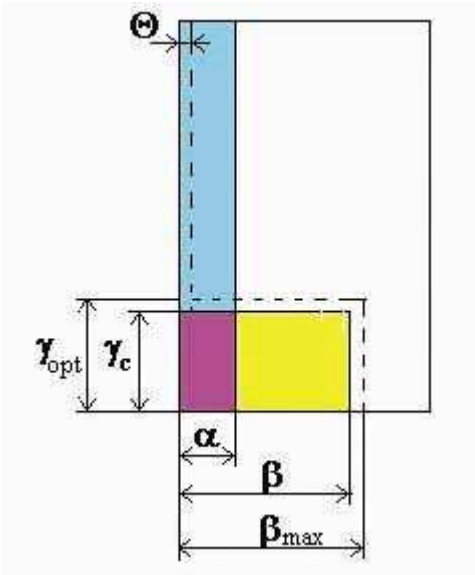
Nech v skúmanej rudnine Q je N(kg) čistého úžitkového minerálu kovnatosti $\beta_{max}$. Potom môžeme napísať rovnicu

$$Q.\alpha = N.\beta_{\max} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{Q.\alpha}{\beta \max}$$

Optimálny hmotnostný výnos bude:

$$\gamma_{opt} = \frac{N}{Q}100 = \frac{Q.\alpha}{\beta_{\max} Q}100 = \frac{\alpha}{\beta_{\max}}100\% \qquad (2.8)$$

Optimálny výnos teda závisí od kovnatosti úžitkového minerálu $\beta_{max}$. (Obr.2.3)




**Obr.2.3 Technická účinnosť rozdružovania**

Technická účinnosť rozdružovania je pomer skutočne dosiahnutého úspechu k optimálne dosiahnuteľnému. Za úspech možno považovať len vyťaženie množstva kovu ktoré znázorňuje plocha za čiarou označujúcou kovnatosť ($\alpha$), lebo táto kovnatosť bola už pred úpravou.

Prakticky sme úpravou vyťažili kov, ktorého množstvo je znázornené obdĺžnikom o ploche $(\beta-\alpha).\gamma_c$ . Množstvo všetkého kovu v rude, ktoré by sme vyťažili za ideálnych podmienok znázorňuje obdĺžnik o ploche $(\beta_{max}-\alpha).\gamma_{opt}$. Technická účinnosť rozdružovania $\eta_r$ bude:

$$\eta_r = \frac{(\beta-\alpha)\gamma_c}{(\beta_{\max}-\alpha)\gamma_{opt}} \tag{2.9}$$

Ak čitateľa aj menovateľa vydelíme hodnotou $\alpha$, dostaneme:

$$\eta_r = \frac{(\alpha-\theta)(\beta-\alpha)}{(\beta_{\max}-\alpha)(\beta-\theta)}.\frac{\beta_{\max}}{\alpha}100\% \tag{2.10}$$