6. Rozdružovanie

Rozdružovanie je proces pri ktorom sa rozdeľuje rubanina na ***koncentrát***, bohatý na úžitkovú zložku a na odpad, ktorý obsahuje prevažne jalové neužitočné sprievodné horniny z rubaniny.

V niektorých prípadoch sa získava aj medziprodukt, v ktorom sa v dôsledku vzájomného jemnejšieho prerastania nepodarilo dostatočne rozdružiť úžitkovú zložku od jalovej. Rozdružovanie teda môžeme považovať za najdôležitejší proces pri úprave nerastných surovín.

Predpokladom úspechu rozdružovania je vzájomné rozpojenie jednotlivých zložiek rubaniny a jej zrnitosť vhodná na využívanie zvoleného princípu rozdružovania. Ďaľšou dôležitou podmienkou je, aby sa jednotlivé zložky rubaniny navzájom rozlišovali svojimi fyzikálnymi alebo chemickými vlastnosťami. Čím väčšie sú rozdiely vlastností minerálnych zložiek, tým ľachšie ich možno rozdružiť.

***Voľba metódy rozdružovania závisí od*:**

1.Technických požiadaviek na produkty rozdružovania
2.Rozdielu medzi zložením a vlastnosťami dobývanej rudy
3.Rozmeru vtrúsenia minerálov
4.Mineralogického zloženia rudy a vlastnosti minerálov
5.Hodnoty úžitkových minerálov

Často sa pri úprave kombinuje viac metód rozdružovania. Vtrúsenie je obyčajne nerovnomerné takže napr.hrubovtrúsené minerály a prerastlina sa ďalej drví alebo rozomieľa a upravuje sa napr.flotovaním. Pri voľbe metódy treba uvažovať aj náklady na úpravu rudy a cenu výsledného produktu, najmä pri chudobných rudách, ktoré sa vyskytujú vo väčšom množstve.

Posúdenie rozdružiteľnosti nerastnej suroviny a efektívnosti rozdružovania sa hodnotí na základe výsledkov frakčnej analýzy. Zisťujú sa obsahy a hustoty frakcií nertastov, kovnatosť a hmotnostný výnos.

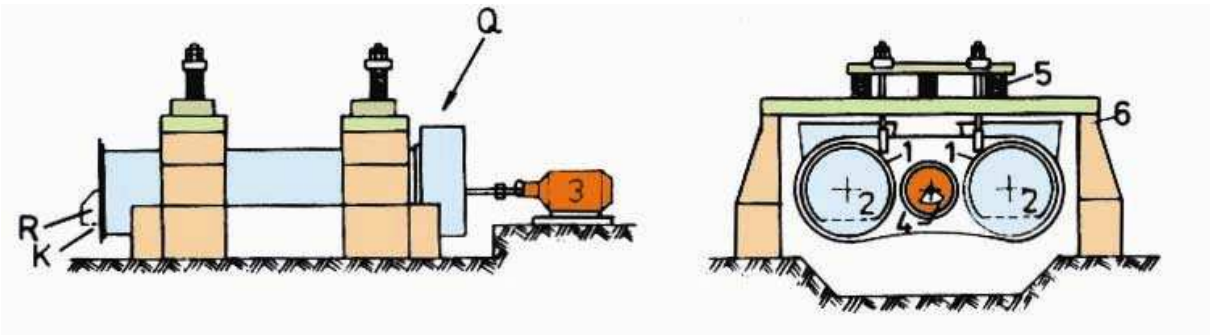
6.1 Preplachovanie

Je postup, pri ktorom sa pomocou vodného prúdu oplachujú a odplavujú bezcenné ílovité zložky z nerastnej suroviny. Preplachovanie sa používa pri úprave železných rúd, neželezných rúd aj vzácnych kovov z ryžovísk, štrkopieskov, fosforitov a iných nerastov

Keď sa má z rudy odplaviť pomerne málo kalov, používajú sa ***preplachovacie bubny.*** Sú to veľmi výkonné zariadenia na preplachovanie nerastných surovín, najmä zahlineného kameniva . (Obr.6.1)

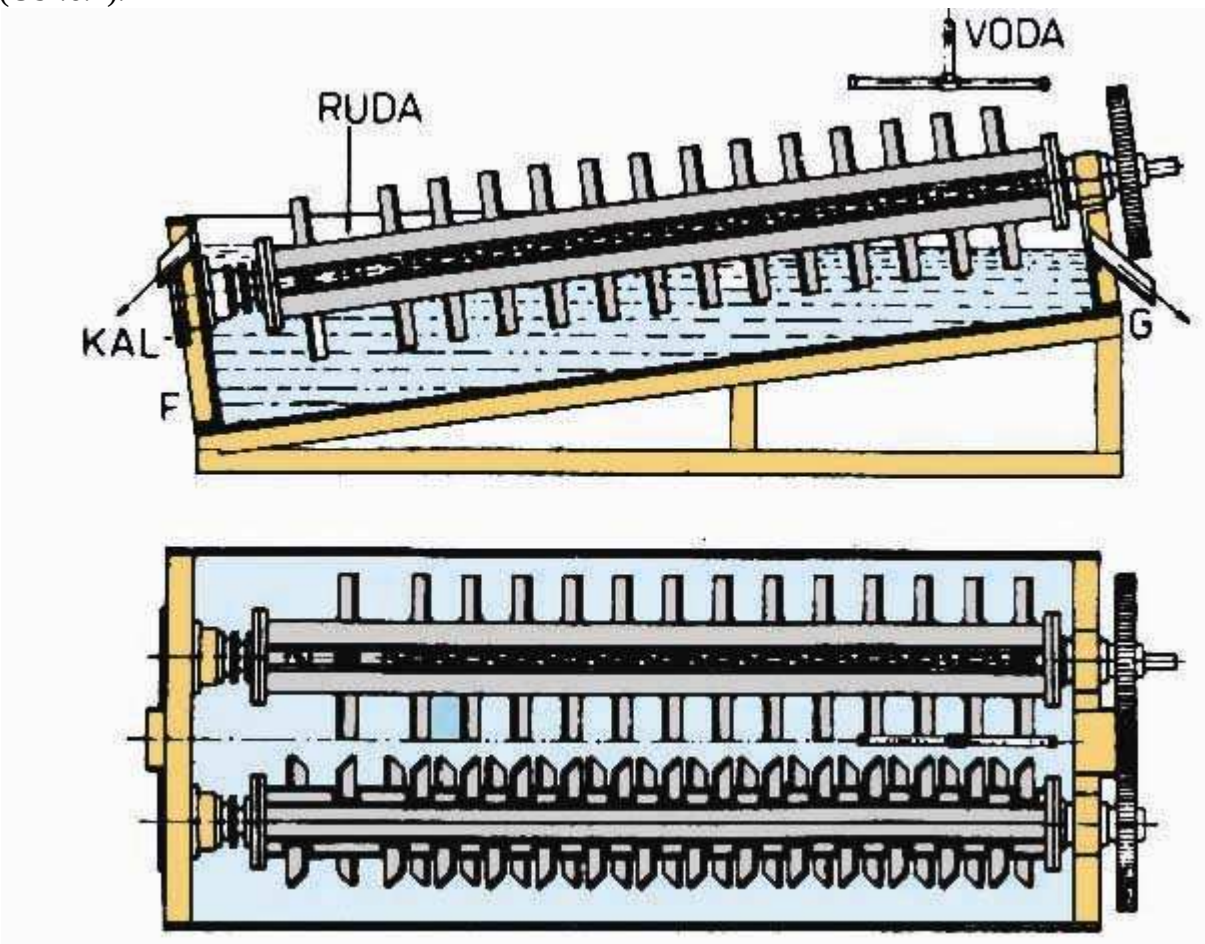
Nerastná surovina sa privádza do dvoch preplachovacích bubnov, ktoré vykonávajú kruhový vibračný pohyb. V dôsledku kruhového vibračného pohybu bubnov dochádza k nárazom preplachovaných zŕn suroviny a rozplavovaniu ílovitých znečistenín vo vode

Rozplavený íl odteká otvormi na dne preplachovacích bubnov. Priemer bubnov v závislosti od veľkosti pračky je 750-900mm, dĺžka 3457m, výkonnosť 40až 100 $t.h^{-1}$.



Obr.6.1 Dvojbubnová vibračná pračka
1- preplachovacie bubny; 2 - odkalovacie dno; 3 - pohon; 4 - nevyvážený zotrvačník pre vibrácie; 5 - pružný záves; 6 - oporný stojan; Q - vsádzka; R - prepáchnutá ruda; K - kal

Na preplachovanie hrubozrnnej rudy sa používa ***žlabový lopatkový preplachovač*** (Obr.6.2).



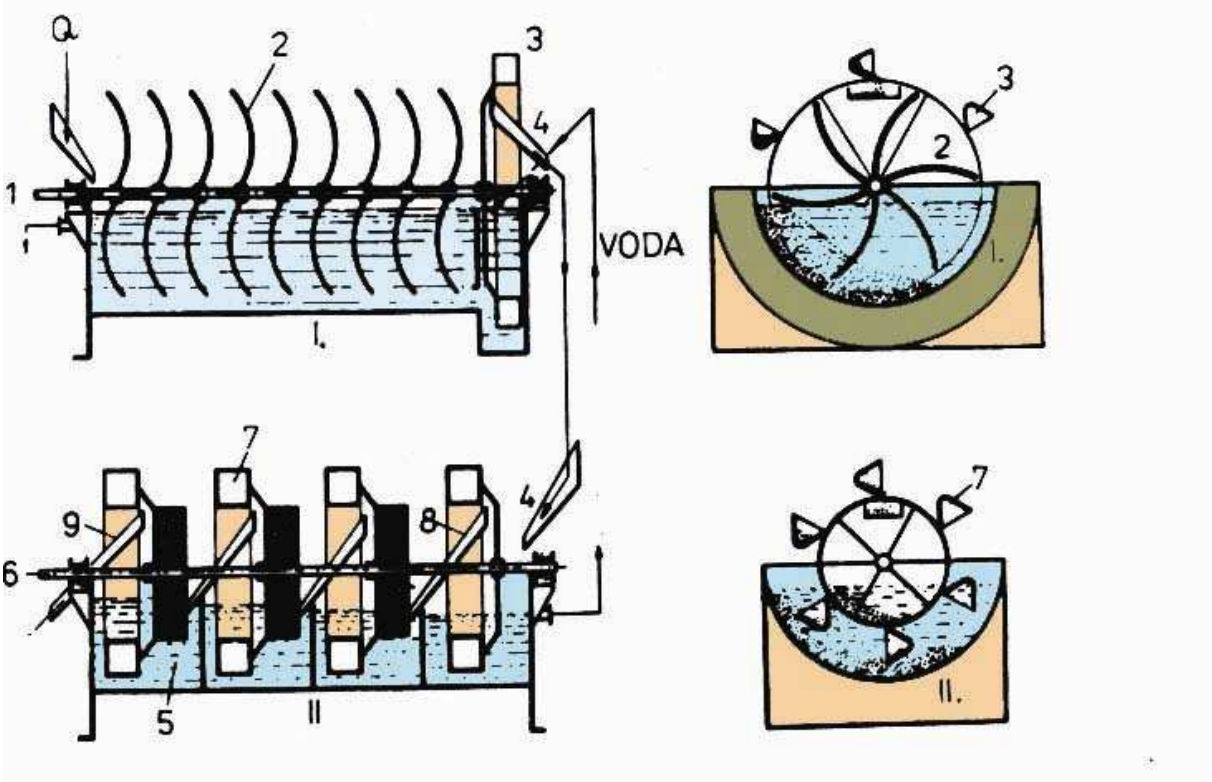
Obr.6.2 Žľabový lopatkový preplachovač

V plochom žľabe naklonenom v smere dĺžky pod uhlom asi 10° otáčajú sa dve štvorhranné osi, na ktorých sú skrutkovito usporiadané široké krátke lopatky. Dĺžka žľabu je 6-10m, šírka 2,4m. Lopatky opisujú kruh priemeru 500 až 1000mm.

Žľabový lopatkový preplachovač je spoľahlivý pri preplachovaní rúd s veľkým obsahom ílu, ktorý môže dosahovať až 90% bez toho, že by boola narušená prevádzka preplachovača. Obidve lopatkové osi sa otáčajú proti sebe tak, že lopatky jednej osi sú nastavené do medzery medzi lopatkami druhej osi.

Surová ruda sa privádza pri dolnej časti preplachovača a preplachovacia voda sa privádza do hornej časti žľabu. Uvoľnený íl sa v suspenzii odplavuje cez spodnú prepadovú stenu preplachovača. Prepláchnutá ruda sa lopatkami dopravuje proti sklonu preplachovača a vynáša sa z jeho horného konca. Výkon preplachovača je 100 až 200 $t.h^{-1}$.

Pre rudu s väčším obsahom ílu a strednej zrnitosti sa používajú preplachovače ***Excelsior*** (Obr.6.3). Ruda sa v nich preplachuje v dvoch stupňoch. Zariadenie sa skladá



Obr.6.3 Preplachovač Excelsior

z dvoch žľabov s polvacovitým dnom. Surová ruda sa privádza do prvého žľabu **I.** Žľab je v horizontálnej polohe. Okolo osi **1** sa otáčajú skrutkovito usporiadané úzke lopatky **2** šabľovitého tvaru, ktoré premiešavajú rudu s vodou, vyvolávajú rozpojovanie kusov stmelených ílom a súčasne posúvajú rudu k vynášacej strane.

Na vynášacej strane je koleso s korčekmi **3**, ktorými sa ruda vyzdvihne z dna a vyklopí na sklzový žľab **4**. Z vynášajúceho sklzového žľabu sa ruda skĺzne do druhého stupňa preplachovača **II,** ktorý tiež má tvar žľabu . Žľab je rozdelený na tri alebo štyri časti **5**, v ktorých sa otáčajú na spoločnej osi **6** pripevnené kolesá s dierkovanými korčekmi **7**.

Korčekové koleso vyzdvihne rudu zospodu žľabu a vyklopí ju na sklzné plechy **8**, po ktorých sa ruda skĺzne vždy do susednej časti. Až po viacnásobnom preložení sa ruda skĺzne po vynášacom skĺznom žľabe **9** von z preplachovača.

6.2 Gravitačné metódy rozdružovania

Gravitačné metódy rozdružovania sú založené na princípe fyzikálnych zákonov, podľa ktorých zmesi zŕn sa navzájom separujú v závislosti na rôznych rýchlostiach pohybu ich zložiek s rozdielnými hustotami v danom prostredí v gravitačnom poli. Prostredie môže byť plynné, alebo kvapalné. Na rýchlosť pohybu v danom prostredí má vplyv okrem hustoty aj veľkosť a tvar zŕn.

6.2.1 Rozdružovanie v ťažkých suspenziách

Rozdružovanie v ťažkých suspenziách je gravitačné rozdružovanie. V súlade s princípom Archimedového zákona zložky s väčšou hustotou ako je hustota prostredia klesajú na dno a naopak zložky s menšou hustotou ako je hustota prostredia sa vznášajú na hladine.

Úlohou je teda vytvoriť prostredie o hustote menšej ako je hustota úžitkovej (ťažšej) zložky, ale ktorej hustota je väčšia ako hustota ľahšej (jalovej) zložky. Oddelenie ťažšej klesajúcej zložky a ľahšej (vznášajúcej sa) , je technický problém, ktorý rieši konštrukcia ťažkotekutinového rozdružovača.

Ťažká suspenzia je zmes jemne rozomletého minerálu vo vode. Jemne rozomletý minerál, ktorý s vodou vytvára suspenziu, **nazýva sa suspenzoidom** alebo zahusťovadlom. Voľba suspenzoidu závisí od požadovanej hustoty suspenzie. Prakticky je **suspenzia v tekutom stave, kým jej hustota je polovica hustoty suspenzoidu**, ktorý ju vytvára.

Po prekročení tejto hranice stráca suspenzia tekutý charakter a viskozita silne stúpa.Aj stúpanie viskozity je však limitované. Po prekročení určitej hranice aj pomerne malé zvýšenie hustoty zapríčiní prudké zvýšenie viskozity a asi pri 45% objemu pevnej látky v suspenzii stráca suspenzia tekutosť.

Okrem objemového množstva pevných látok v suspenzii vplýva na viskozitu i tvar čiastočiek a ich veľkosť. Hranaté zrnká spôsobujú menšiu viskozitu ako oblé zrnká. Čím jemnejší je suspenzoid, tým vyššia je viskozita suspenzie.

Pri voľbe suspenzoidu je dôležitá možnosť znovuzískania-regenerácie zahusťovadla, ktoré prebehlo rozdružovacím pochodom. Regenerácia suspenzie závisí od druhu používaného zahusťovadla. Regeneruje sa obyčajne suspenzia spláchnutá z produktov rozdružovania.

Účelom regenerácie je odstrániť zo suspenzie cudzie primiešaniny, hlavne jemné čiastočky rudy alebo jaloviny, ktoré sa do suspenzie doslali otieraním. Druhým účelom regenerácie je zahustenie suspenzie na žiadúcu hustotu.

Ak je suspenzoid zmagnetovateľný, ako ferrosilícium alebo magnetit, regeneruje sa v magnetických rozdružovačoch.

Zriedené suspenzia sa najprv očistí na sitách od hrubších cudzích primiešanín a vedie sa cez magnetický blok, kde sa zrná zmagnetizujú, vytvárajú zhluky a rýchlejšie sedimentujú.

Zahustená ale znečistená suspenzia sa potom vedie do magnetického rozdružovača, kde sa oddelí magnetický suspenzoid od jemných čiastočiek rudy. Zahusťovadlo, ktoré je flotovateľné regeneruje sa flotačne.

Pre úpravu rúd v ťažkých suspenziách sa vyžaduje pomerne značná hustota, takže požiadavky na zahusťovadlo sú zvlášť vysoké. Na vytvorenie suspenzie sa používajú nasledujúce zahusťovadlá:

1. Magnetit o hustote 5,1g.cm^{-3}. Maximálna hustota ním vytvorenej suspenzie je 2,5g.cm^{-3}. V rudnej úprave sa používa obyčajne s ferrosilíciom, alebo na rozdružovanie v hydrocyklónoch. Je dobre magnetický a regenerovateľný.

2. Galenit o hustote 7,5g.cm^{-3}. Možno dosiahnúť hustotu galenitovej suspenzie až 3,7g.cm^{-3}. V praxi sa obyčajne používa galenitový koncentrát, ktorého hustota je nižšia. Galenit sa ľahko melie, dáva stálu suspenziu a dobre sa regeneruje flotáciou. Nevýhodou je, že sa ľahko mení na kal, čím sa zvyšuje viskozita suspenzie.

3. Arzenopyrit o hustote 6,0g.cm^{-3}(v praxi má koncentrát obyčajne nižšiu hodnotu)

4. Ferosilícium je zliatinou železa a kremíka. Výrába sa v elektrických peciach. Pomer Fe a Si býva rôzny a od neho závisí hustota ferosilície.Pri obsahu 12% Si je hustota ferosilícia 6,8g.cm^{-3}, pri 18% Si 6,5 a pri 25% Si 6,36g.cm^{-3}. V praxi sa používa ferosilícium s obsahom 10-20%Si, najčastejšie 15%. Pri nižšom obsahu Si má ferosilícium vysokú hustotu, ale má vysokú tvrdosť. Pri vyššom obsahu Si znižuje sa hustota a zmenšuje sa magnetičnosť.

Ferosilícium sa v rudnej úprave používa najčastejšie preto, lebo má pomerne vysokú hustotu a dobre sa regeneruje magneticky.

Okrem suspenzií sa pre uvedený účel používajú aj ťažké kvapaliny, napr.**tetrabrometan.**

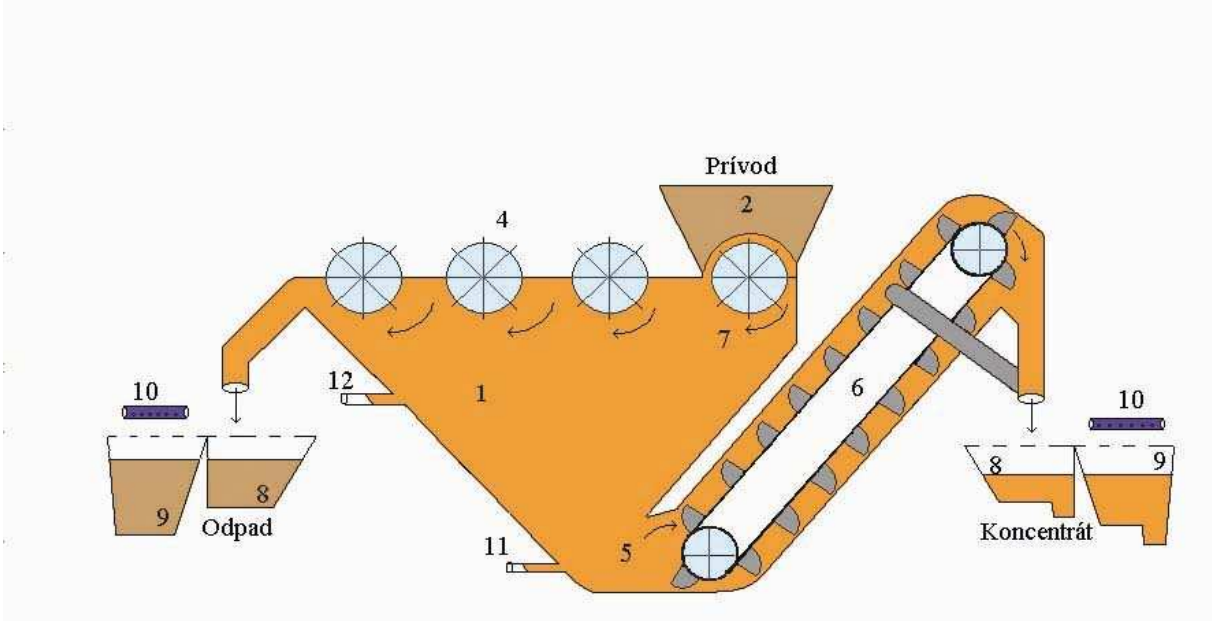
6.2.2 Ťažkosuspenzné rozdružovače

Rozdružovače sú zariadenia na vynášanie produktov rozdružovania. Líšia sa tvarom a spôsobom vynášanian produktov rozdružovania. Podľa tvaru ich delíme na: a)hlboké b)plytké.

V hlbokých rozdružovačoch následkom väčšej výšky sa mení hustota susppenzie, preto ju treba premiešavať. V plytkých rozdružovačoch rudné zrnká vykonávajú kratšiu dráhu od hladiny ku dnu rozdružovača. Preto je výkonnosť plytkých rozdružovačov väčšia a spotreba energie na dopravu koncentrátu nižšia .

Ihlancový rozdružovač s mechanickým vynášaním:

Má tvar obráteného ihlana Obr.6.4. Ruda sa privádza násadkou **2** a v suspenzii sa rozdelí. Jalovina pláva na hladine suspenzie a je usmernená lopatkovými kolesami **4** k vynášacej strane **3**. Koncentrát, ktorý je ťažší ako suspenzia , klesne do spodnej časti rozdružovača **5**, odkiaľ sa vynáša koncentrátovým korčekovým výťahom **6**. Na prívodnej strane rozdružovacej nádrže je dvojkrídlový rotačný podávač **7**, ktorý usmerňuje rudu a zabraňuje jej hromadeniu na jednom mieste.



Obr.6.4 Ihlancový ťažkosuspenzný rozdružovač s mechanickým vynášaním

Jalovina aj koncentrát sú vynášané na sito **8**, na ktorom odtečie voľná suspenzia. Zvyšok suspenzie, ktorý lipne na povrchu upraveného materiálu sa opláchne na ďaľšom site **9** prúdom čistej vody zo sprchy **10**.

K spodnej časti nádrže sa pripája potrubie stlačeného vzduchu **11** pre prípad upchania rozdružovača sedimentom. Čerstvá súspenzia sa privádza potrubím **12** na obidvoch bokoch spodnej polovice rozdružovacej nádrže.

Kužeľový rozdružovač so stlačeným vzduchom :

Koncentrát pri týchto rozdružovačoch vynáša stlačený vzduch. Kužeľové rozdružovače s vynášaním pomocou stlačeného vzduchu môžu byť v dvoch konštrukčných obmenách.

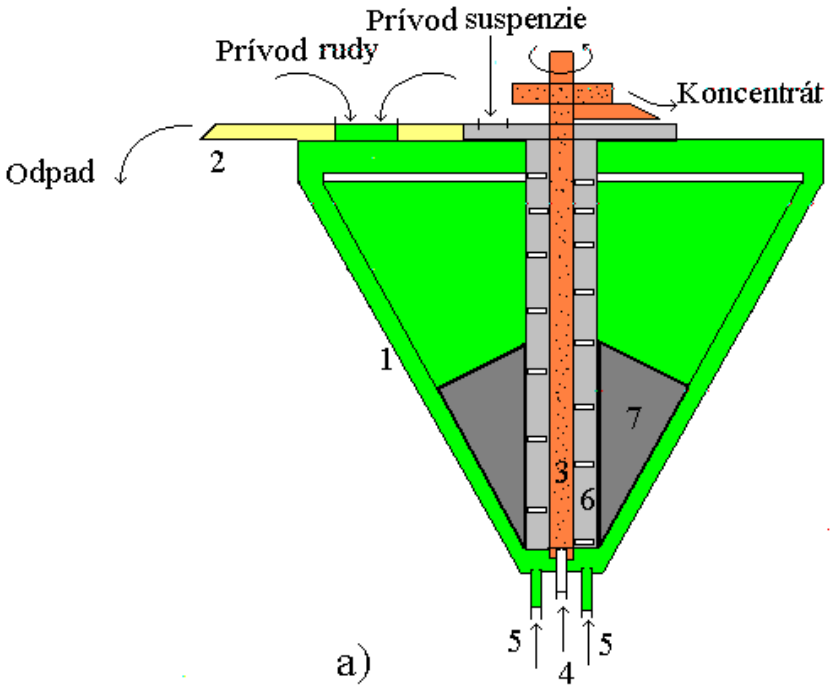
Prvý typ znázorňuje (Obr.6.5a). Hlavnou časťou je kužeľ **1** z oceľového plechu. Na obvode vrchnej časti kužeľa je privarený žľab **2**, ktorým sa vynáša jalovina, ktorá má menšiu hustotu.

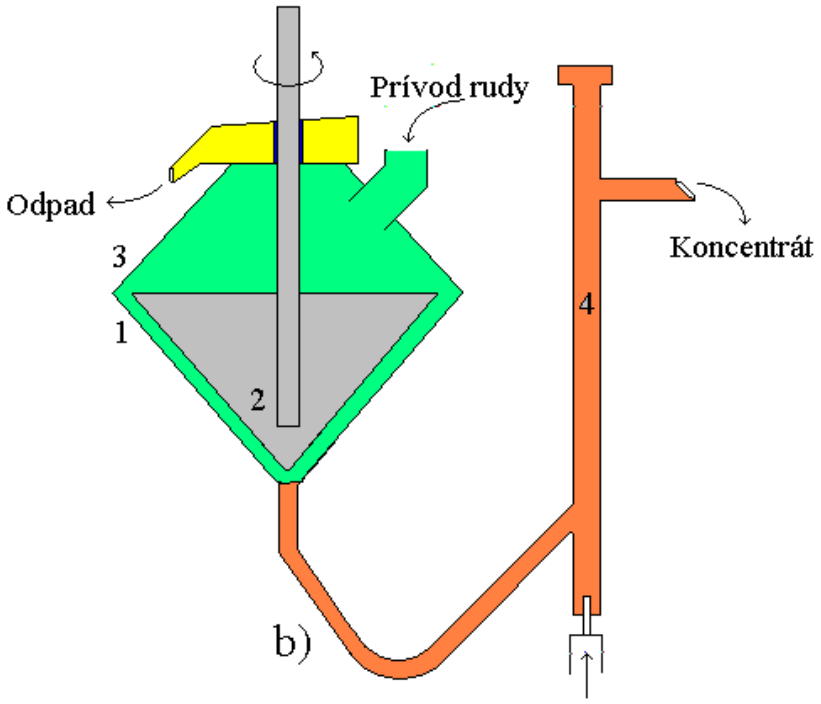
Koncentrát, ktorý má väčšiu hustotu sadá na dno odkiaľ sa vynáša aeroliftovou rúrou **3**, priemeru 150mm. Do aeroliftovej rúry zasahuje zo spodu prívod stlačeného vzduchu **4.** Tlak vzduchu,ktorý vchádza do vynášacej rúry je 0,15 až 0,2 Mpa.

V aeroliftovej rúre sa vytvorí zmes suspenzie, koncentrátu a vzduchu, ktorá prúdi smerom hore.Dve rúrky **5** ustiace do dna kužeľa slúžia ako prívod stlačeného vzduchu potrebného na rozvírenie obsahu nádrže pre prípad upchania.

Sústredne s aeroliftnou rúrkou je zabudovaná druhá rúra **6**, priemeru 300mm. Touto rúrou sa do kúžeľa privádza suspenzia a preto sú v nej v rôznej výške navrtané otvory. Na túto rúru sú primontované dve trojuholníkové lopatky **7**, ktoré sa otáčajú okolo zvislej osi, premiešavajú suspenziu, rovnomerne rozdelia rudu na povrchu tekutiny a usmerňujú plávajúcu jalovinu k obvodu kužeľa, kde prepadá so suspenziou do odvádzacieho žľabu **2**.

Druhý typ rozdružovania s vynášaním pomocou stlačeného vzduchu znázorňuje (Obr.6.5b.)



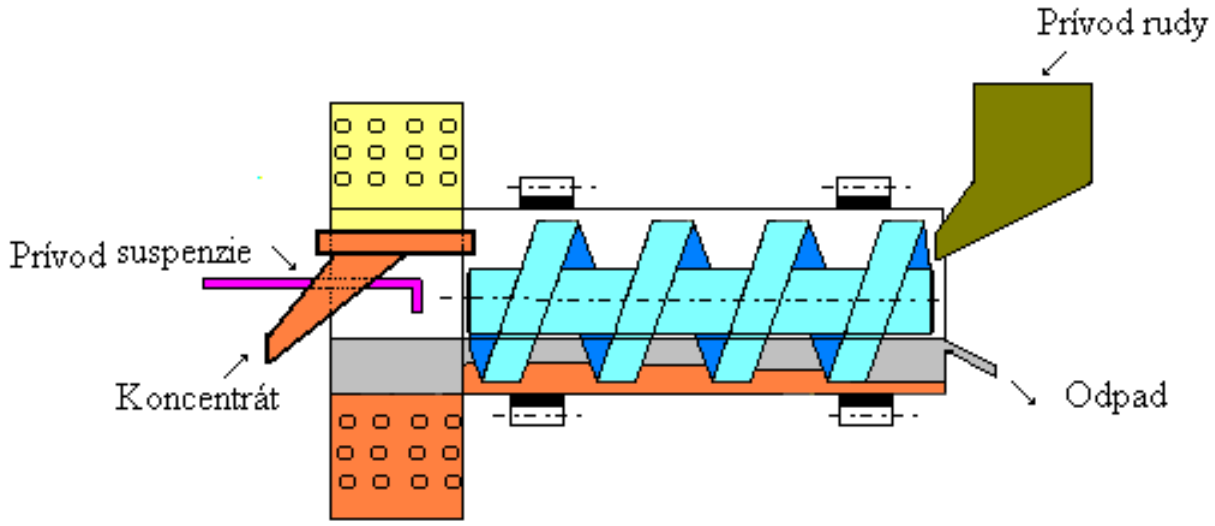


Obr.6.5 Kužeľový ťažkosuspenzný rozdružovač s vynášaním pomocou stlačeného vzduchu

Pri tomto type je základný kužeľ (1) s miešačkou (2) prikrytý druhým zrezaným kužeľom (3).

Vo vrchnej časti je oblasť pokojného rozdružovania. Aeroliftový vynášač (4) je vedľa rozdružovacej nádrže. Výkon rozdružovačov druhého typu je až 80t surovej rubaniny na 1 m^2, kým výkon rozdružovačov prvého typu bez kužeľového nástavca je len 25t na 1m^2.

***Bubnový rozdružovač s vnútorným závitovým dopravníkom*:**



Obr.6.6 Bubnový rozdružovač s vnútorným závitovým dopravníkom

Mierny sklon nádrže a jej rotácia 5-15min^{-1} s vnútorne navareným pásovým závitom pôsobí ako dopravník. Ruda sa privádza otvorom v čelnej stene rozdružovača,suspenzia z opačnej strany. Privádzaním suspenzie a úklonom rozdružovacieho bubna vzniká prúd suspenzie smerom k vynášacej strane.

Ruda privádzaná do bubna sa rozdelí tak, že ľahšia jalovina pláva na hladine a je vynášaná prúdom suspenzie hneď na strane prívodu rudy. Ťažší koncentrát klesá na dno bubna, kde ho unáša závitový dopravník na opačnú stranu ku kolesovému vynášaču, ktorého dierované priečky ho vydvihnú a vyklopia do obvodného žľabu. Koncentrát aj odpad sa potom osprchujú a suspenzia sa regeneruje.Prednosťou bubnového závitového rozdružovača je jednoduchosť konštrukcie.

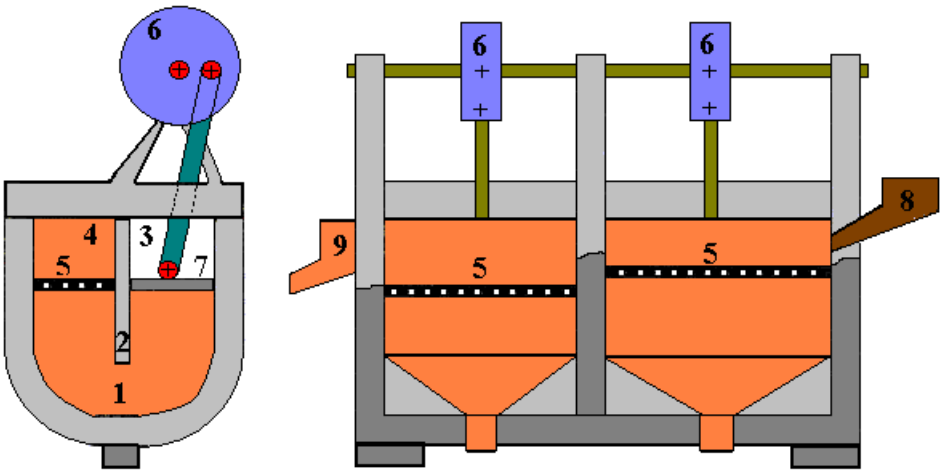
Pásový závit je pevne namontovaný vo vnútri bubna,nedochádza preto k rozomieľaniu poklesnutej zložky. K nedostatkom rozdružovača patrí malá plocha hladiny suspenzie, takže pre väčšie výkony sa musí použiť bubon o väčšom priemere. Výkon bubnového rozdružovača o priemere 1,5m a dĺžke 3,6m na železnú rudu je 50t/hod alebo 20t/hod na 1m^2 pracovnej plochy suspenzie.

Následkom malého objemu je však aj množstvo cirkulujúcej suspenzie menšie. Suspenzia má rovnomernejšiu hustotu, môže sa použiť aj hrubozrnejší suspenzoid, čím sa zníži viskozita suspenzie a prejaví sa to vo zvýšení účinnosti rozdružovača.

6.3 Rozdružovanie na sadzačkách

Rozdružovanie na sadzačkách je rozdružovaním v striedavom vzostupnom a zostupnom vodnom prúde. Pôsobením pulzujúceho zvislého vodného prúdu dochádza k rozvrstveniu jednotlivých zložiek rudy podľa zákonov súpadnosti.

Sadzačka je v princípe nádrž so zvislou prepážkou rozdelená na dve oddelenia (Obr.6.7). V jednom oddelení sa nachádza piest, ktorý je ojnicou spojený s excentrom od ktorého dotáva zvislý priamočiary vratný pohyb. Piest môže byť nahradený membánou alebo pulzátorom,ktoré plnia ten istý účel.



Obr.6.7 Piestova sadzačka s pevným sitom

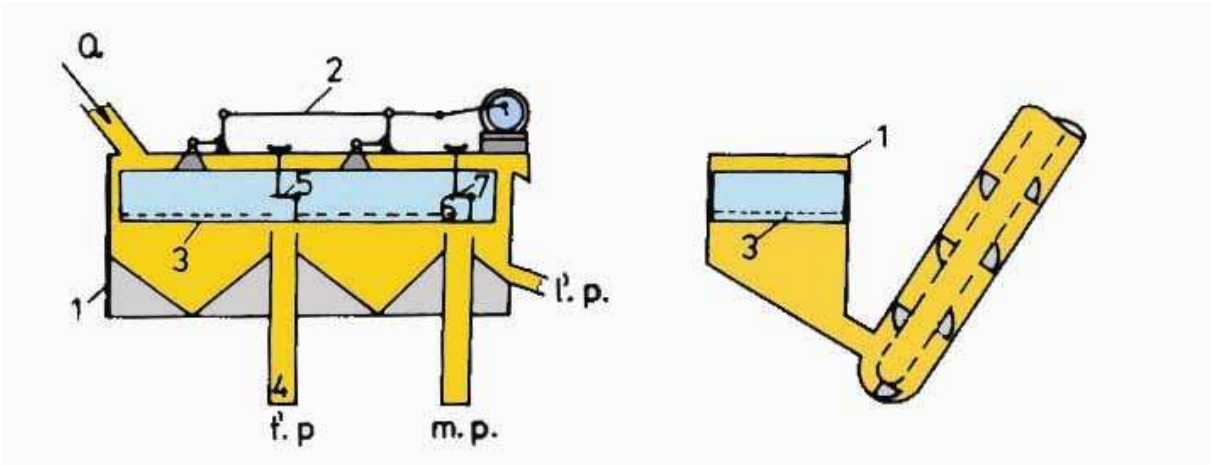
Piestova sadzačka s pevným sitom sa skladá z dvoch, alebo štyroch komôr(1), ktoré sú predelené zvislou prepážkou (2) na piestové oddelenie (3) a sitové oddelenie (4). V sitovom oddelení je pevne uložené sito(5) na ktoré sa privádza ruda.

V piestovom oddelení sa pohybuje v dôsledku pôsobenia excentra (6) piest (7). Piest nedosahuje ani v maximálnej hornej úvrati väčšiu výšku ako je poloha sita. Veľkosť piestového a sitového priestoru býva rovnaká.

Ruda sa privádza žľabom (8) na sito prvej komory, kde dochádza k rozdružovaniu a vynesie sa najťažšia zložka (najčistejšie kusy rudy) a ostatná zmes postupuje na sito druhej komory. Horizontálny posuv rudy je spôsobený tlakom novoprivádzanej rudy a zostupným usporiadaním sít (každe nasledujúce sito je o 100mm nižšie). Jalovina prepadáva cez prepadovú hranu poslednej komory do odvádzacieho žľabu (9).

Iným typom sadzačiek sú sadzačky s pohyblivým sitom, u ktorých rozdružovacie prostredie je v pokoji a rozdružovací pohyb vykonáva sito spolu s rudou (Obr.6.8).

V pozdĺžnej sadzačkovej komore (1) sa pomocou kľukového mechanizmu (2) pohybuje pozdĺžne žľabovité sito (3).



Obr.6.8 Sadzačka s pohyblivým sitom

Sito sa nárazovito spúšťa do komory naplnenej vodou. Surová ruda sa privádza zľava (Q) a na site sa postupne rozvrství.

Špecificky najťažší produkt (ť.p) sa vypúšťa cez štrbinu do spodnej vynášacej komory (4). Výška štrbiny sa reguluje nastavením regulačnej klapky (5). Stredný produkt (m.p.)sa odoberá druhou štrbinou (6) a odpad (ľ.p) prepadá ponad klapku (7) do posledného oddelenia sadzačkovej komory .Jednotlivé produkty rozdružovania sa vynášajú korčekovými výťahmi. Otvory sít sa volia podľa veľkosti zŕn spracovanej rudy.

Sadzačka s pohyblivým sitom pracuje nepretržite, dávkovanie je automatizované. Používa sa na rozdružovanie rúd zrnitosti vyše 2mm. Ak je potrebné iba predbežné obohatenie, spracúva sa aj netriedená ruda.

Pohyb zŕn v sadzačkách

Pri pohybe piesta smerom dole (Obr.6.7) dochádza ku vzostupnému prúdeniu vody v sitnom oddelení. Vzostupný prúd vody prechádza otvormi sita a obmýva zmes rudy , ktorý sa nachádza na site. Pri určitej rýchlosti a dobe trvania vykonávajú zrná na site rôzne dráhy.

Z hydraulického triedenia je známe, že vodný prúd vynesie len také zrno, ktorého konečná rýchlosť padania je menšia ako rýchlosť vzostupného vodného prúdu. V dôsledku spôsobu pohybu piesta , bude mať rýchlosť prúdu sínusový charakter. Pri vzrástaní rýchlosti vodného prúdu začne tento nadnášať ľahšie a menšie zrná, ktoré majú menšiu konečnú rýchlosť padania a až neskoršie ťažšie a väčšie zrná, ktoré majú väčšiu konečnú rýchlosť padania.

Zrnká ľahšie a menšie sú v momente, keď väčšie a ťažšie zrná sa začnú hýbať, už v určitej výške.

V ďaľšej etape sa zrná pohybujú rýchlosťou *w*, ktorá sa rovná rýchlosti vzostupného vodného prúdu *v* a konečnej rýchlosti padania v_0

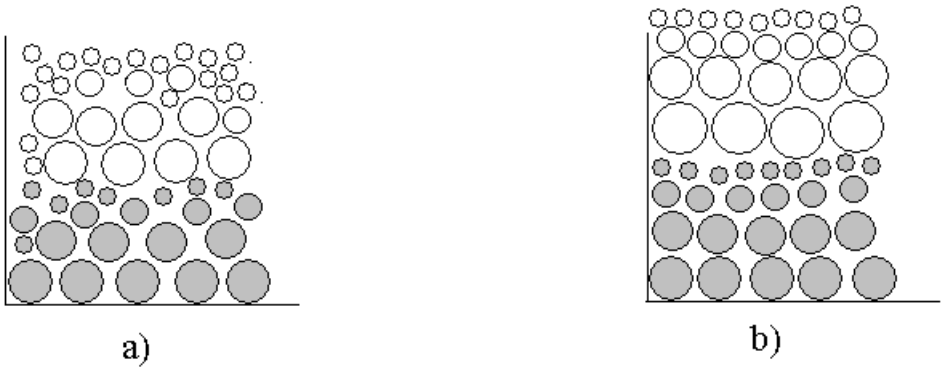
$$w = v - v_0 \qquad (6.1)$$

Po dosiahnutí maxima nadobudne vodný prúd zápornú hodnotu a zrnká sa pohybujú opäť výslednou rýchlosťou *w*, ktorá v tejto fáze sa rovná súčtu rýchlosti klesajúceho vodného prúdu *v* a konečnej rýchlosti padania v_0

$$w = v + v_0 \qquad (6.2)$$

Výsledná rýchlosť klesajúceho zrna je tým väčšia, čím väčšia je hustota a priemer zrna.V tejto fáze pôsobí na klesajúce zrnká ešte sací účinok vody, ktorý sťahuje drobné zrnká jaloviny do medzier medzi väčšie kusy úžitkovej zložky.

Podľa popísaného rozboru v priebehu viacerých cyklov dochádza k rozvrstveniu podľa hustoty a primeru zŕn, (Obr.6.9a)



Obr.6.9 Rozvrstvenie zŕn pri sádzaní

Hornú vrstvu budú tvoriť zrná najľahšie a najmenšie. Smerom dole vzrastá priemer jalových zŕn s menšou hustotou až sa začnú objavovať najmenšie zrná minerálu s väčšou hustotou , premiešané veľkými ľahšími zrnami a spodnú vrstvu tvoria zrná minerálu s väčšou hustotou.

Aby sme dostali kvalitatívne presné rozvrstvenie, musíme rudu pred rozdružením predtriediť podľa koeficientu súpadnosti .

Po predtriedení rozvrství sa zmes tak, ako to znázorňuje (Obr.6.9b). Hornú vrstvu tvoria zrná ľahšej zložky so zväčšujúcim sa priemerom tejto zložky, spodnú vrstvu tvoria zrná ťažšej zložky so zväčšujúcim sa priemerom . Rozvrstvenie je takto výrazné za predpokladu, že sa nevyskytujú prerastené zrná.

Ak sa v rude vyskytujú tri minerály, ktoré potrebujeme oddeliť, musíme voliť predtriedenie podľa najmenšieho koeficientu súpadnosti. V opačnom prípade sa budú jednotlivé zložky miešať.

V praxi sa však ruda nepredtrieďuje podľa koeficientu súpadnosti, ale v značne širších medziach, pretože zrno v sádzačkách sa nepohybuje voľne ale v stiesnenom prostredí, ktoré vytvára vlastná rozrušovacia zmes. Pre stiesnený pád je koeficient súpadnosti značne väčší a počet tried pri predtriedení menší.

Pre rozdružovanie jemných zŕn sa nevyžaduje také presné predtriedenie alebo sa rozdružuje nepredtriedená ruda. Počet zdvihov pre jemné zrná je veľký, pričom doba trvania jedného cyklu sádzania je krátka a rozhodujúcu úlohu má tu začiatočné zrýchlenie zrna.

Výsledné zrýchlenie zrna sa rovná rozdielu dvoch zrýchlení: začiatočného zrýchlenia g_0 voľného pádu a zrýchlenia tiaže g_1

$$a = g_0 - g_1 \tag{6.3}$$

U prvého zrýchlenia uplatňuje sa len vplyv hustoty zrna a u druhého už aj veľkosť zrna. Pri krátkych cykloch prevláda začiatočné zrýchlenie, zrno nedosahuje hodnotu konečnej rýchlosti padania a tak sa zrno rozdruží len podľa hustoty.

Okrem zvislého pohybu vykonáva ruda aj pohyb v horizontálnom smere. Obyčajne bývajú spojené dve alebo tri sádzačky v jeden celok, pričom sitá sú postupne zoraďované čo napomáha horizontálnemu pohybu.

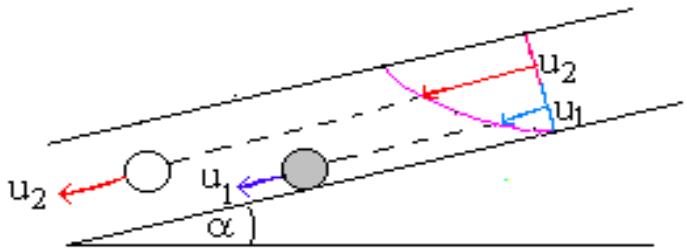
Najdôležitejšími prvkami u sádzačky je veľkosť a počet zdvihov piesta, hrúbka materialu na site, zrnitosť vsádzky, veľkosť otvorov sita, množstvo vody, výkon sádzačky.

6.4 Rozdružovanie na splavoch

Rozdružovanie na splavoch sa zakladá na rozdielnych hustotách rozdružovaných rúd. K rozdružovaniu na splavoch dochádza v tenkej vrstvičke vody tečúcej po naklonenej rovine so sklonom 3-5^0. Výsledná rýchlosť zrna po úklone splavu závisí od:

1. rýchlosti vodného prúdu
2. konečnej rýchlosti padania zrna v_0
3. uhlu sklonu splavovej dosky
4. koeficientu trenia medzi zrnom a splavnou doskou

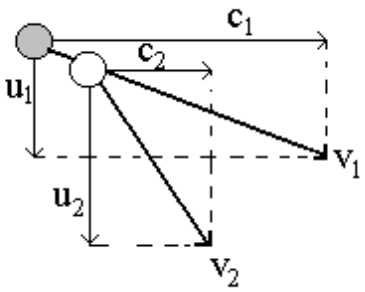
Rýchlosť vodného prúdu závisí od sklonu splavu a so vzdialenosťou od plochy splavu sa zväčšuje (Obr.6.10)



Obr.6.10 Zmena rýchlosti prúdenia jalového a rudného zrna

Výsledná rýchlosť závisí od priemeru zrna a jeho hustoty, od výšky vodného prúdu v ktorom sa zrno nachádza .

Aby sme vylúčili vplyv priemeru zrna, pretože chceme materiál rozdružiť, treba ho pred rozdružením predtriediť podľa koeficientu súpadnosti. Zrno špecificky ľahšie bude vzdialenejšie od splavovej dosky a jeho rýchlosť v smere sklonu dosky bude väčšia ako zrna s väčšiou hustotou, ktoré bude bližšie k splavovej doske.

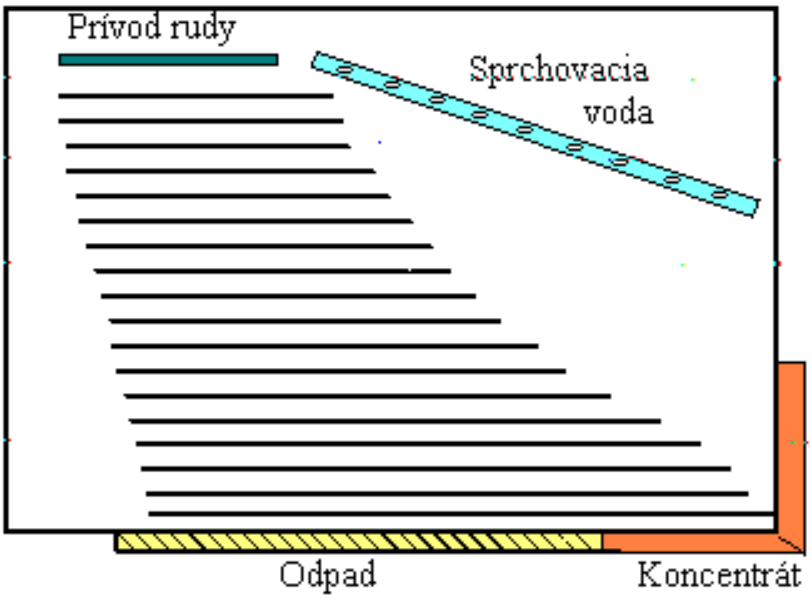


Obr.6.11 Výsledná rýchlosť rudného a jalového zrna

Na zrná však pôsobia aj sily,ktoré sú kolmé na sklon splavovej dosky. Tieto sily sú spôsobené od pohybového mechanizmu, ktorý síce pôsobí v smere sklonu dosky, ale jedná zložka tejto sily je kolmá na sklon dosky.

Výkyvy splavovej dosky sa prenášajú aj na rozdružované zrná. Rudné zrná budú mať následkom väčšej zotrvačnej sily väčšiu rýchlosť c_1 v pozdĺžnom smere, ako jalové zrná c_2 . Výslednice rýchlostí v_1 a v_2 znázorňujú smer pohybu rudných a jalových zŕn.

Splavová doska má obyčajne obdlžníkový tvar (Obr.6.12) 2x4m. Materiál sa privádza



Obr.6.12 Splavová doska

žliabkom asi na jednej pätine dĺžky splavu. Zbytok dĺžky zaberá rúrka, ktorým sa privádza sprchovacia voda. Sklon splavov je 3-8^0.

Splavová doska pohyblivých splavov je pokrytá linoleom, na ktorom sú v smere pozdĺžnom pribité lišty. Účel lištovania je pribrzďovať rudné zrnká v smere úklonu a usmerniť ich v pozdĺžnom smere. Výška líšt je väčšia pre hrubozrnejší materiál, menšia pre jemnozrný materiál. Lišty nazaberajú celú plochu splavu, ale len tú časť na ktorom prúdi rmut.Výška líšt nebýva rovnaká, v hornej časti býva 3-5mm, v dolnej 10-14mm. Vzdialenosť medzi jednotlivými lištami býva 28mm. U niektorých konštrukciach je splavova doska z cementu, v ktorom sú rýhy.

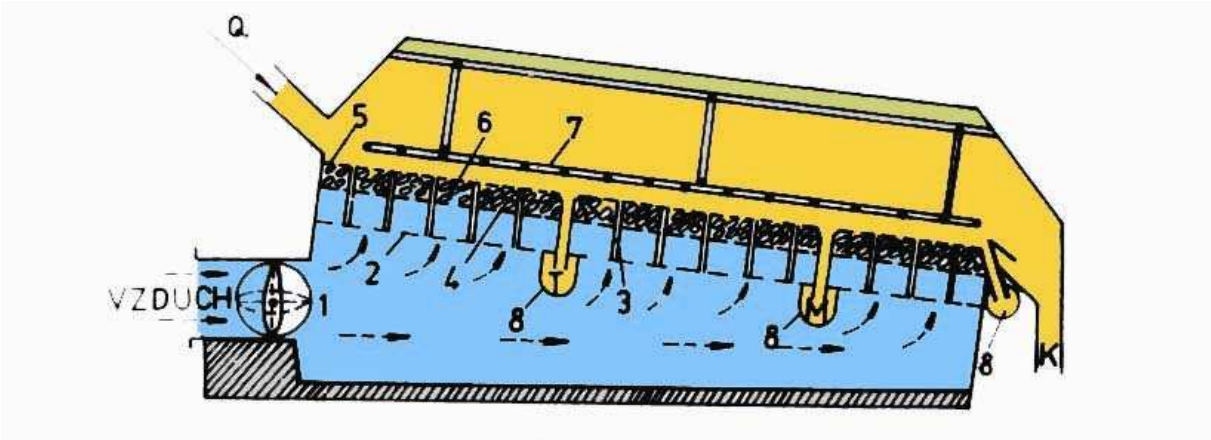
Splavy sa používajú na úpravu cínových, wolfrámových, železných, mangánových, zlatonosných a iných rúd. Zrnitosť rozdružovanej rudy býva maximálne 4-6mm.

Splavy zaberajú pomerne veľa miesta a majú malý výkon, pričom tento klesá so zmenšovaním zrnitosti upravenej rudy. Kým napr. pre úpravu zinkovej rudy zrnitosti 2,5mm je výkon 100t/24hod, ten istý splav pri zrnitosti 0,3mm má výkon len 14t/24hod.

6.5 Pneumatické rozdružovanie

Pneumatické rozdružovanie je suchý spôsob rozdružovania, kde rozdružovacím prostredím je vzduch, alebo zmes vzduchu a jemnozrnných častíc-aerosuspenzia. Podmienky rozdružovania vo vode a vo vzduchu sú veľmi rozdielne, lebo súčiniteľ súpadnosti pre vodné prostredie $\delta=1$ a pre vzduch $\delta=0{,}00129$.

Prevádzkové pneumatické sadzačky pracujú s prerušovaným prúdom vzduchu, majú dve alebo tri oddelenia, v ktorých sa postupne získavajú jednotlivé produkty (Obr.6.13)



Obr.6.13 Pneumatická sadzačka

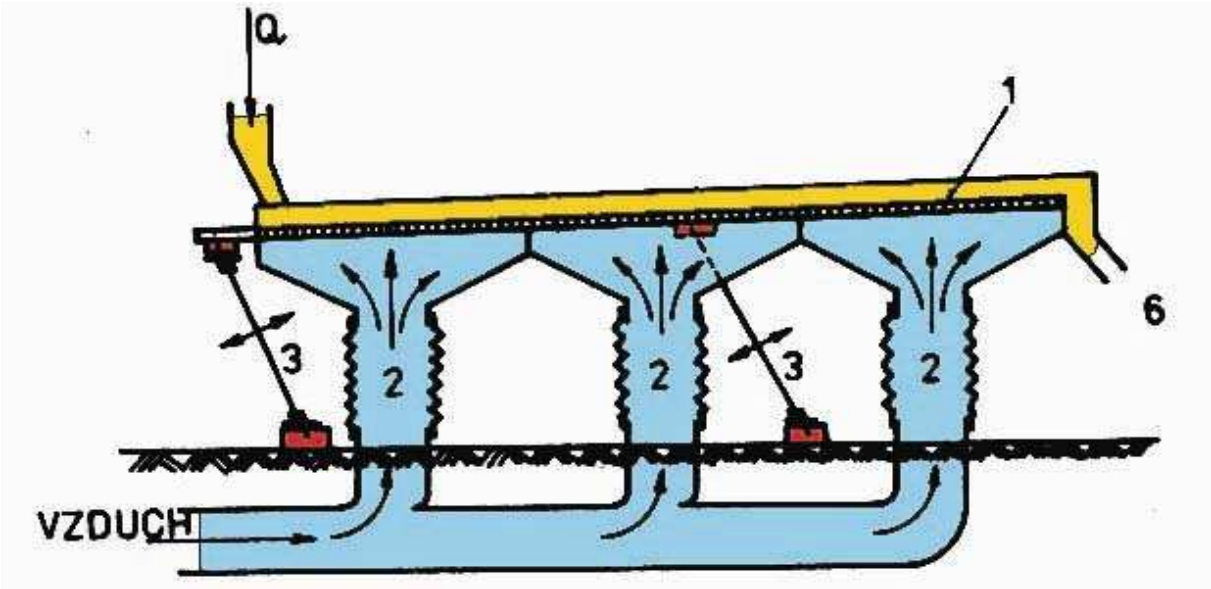
Z troch oddelení dve sú rovnako dlhé, tretia je kratšia. Konštrukcia rozdružovacej plochy je členitá a má zabezpečovať homogénne prúdenie vzduchu cez celé lôžko rozdružovacieho materiálu.

Prerušovanie prívodu vzduchu od ventilátora zabezpečuje rotujúci ventil (1). Na perforovaných doskách (2) sú mrežové priehradky (3) podopierajúce spodný rošt (4). Medzi spodným roštom (4) a vlastným sitom sadzačky (5) sú vytvorené priehradky zaplnené keramickými gulôčkami (6) pre rovnomerné rozptýlenie vzduchu.

Nad sitom vo vzdialenosti 40-50mm je kmitajúci rošt (7) s otvormi od 25 do 75mm, ktorý zabezpečuje rovnomernosť hrúbky lôžka rozdružovaného materiálu. Vynášacie zariadenia (8) odoberajú produkty rozdruženia. Sadzačka je prachotesne uzavretá a vzduch prúdi v uzavretom cykle.

Pneumatické splavy sú konštrukčne aj funkčne podobné vodným splavom. Odlišujú sa tým, že splavová doska je zvyčajne rozdelená na niekoľko menších priestorov, do ktorých sa zospodu privádza vzduch, načuchráva vsádzku a vytvára podmienky pre jej rozmiestnenie podľa hustôt. Splav má protiprašný kryt a je napojený na odprašovacie zariadenie (Obr.6.14).

Aby sa umožnil dobrý pohyb materiálu po úklone, sklon je väčší ako pri vodných splavoch, pretože sa nachádza chýbajúca vlečná sila stekajúcej vody. Pohyb zŕn je podobný ako na vodných splavoch-špecificky ľahšie zrná sú vynášané na spodnom okraji sklonenej plochy a špecificky ťažšie zrná, ktoré viac podliehajú horizontálnym výkyvom, sú vynášané na priečnej strane.



Obr.6.14 Pneumatický splav

6.6 Rozdružovanie v hydrocyklónoch

Princíp práce rozdružovacieho hydrocyklónu je podobný ako už opísaného triediaceho hydrocyklónu. Podstatný rozdiel je v tom, že rozdružovací hydrocyklón pracuje s ťažkou suspenziou. Použitím suspenzie o hustote 2,4g.cm^{-3} sa následkom zahustenia dosiahne v hydrocyklóne deliaca merná hmotnosť suspenzie až 3,0. Zrná ťažšie prerazia cez deliace prostredie, krúžia po vnútornej strane plášťa hydrocyklónu a vychádzajú dolným výtokom. Zrná špecificky ľahšie ako merná hmotnosť prostredia sú suspenziou unášané a vychádzajú prepadovým otvorom.

Suspenzoid musí byť jemnomletý, jemnejší ako pri statickom rozdružovaní v ťažkých suspenziách, lebo väčšie zrná sú odstredivou silou vrhané na obvod, čím sa narušuje suspenzia a zvyšuje sa oter. Bežne býva zrnitosť suspenzoidu 90-95% pod 40μm.

V dôsledku odstredivej sily sa hustota suspenzie pri krúživom pohybe od osi smerom k stene hydrocyklónu, ako aj k výtokovej dýze zväčšuje, čo sa výrazne prejaví v rozdiele hustoty suspenzie prúdiacej z prepadovej a výtokovej dýzy. S tým súvisí praktické pravidlo, že sa má voliť hustota suspenzie pre rozdružovací hydrocyklón menšia ako požadovaná deliaca hustota.

Napríklad pre požadovanú deliacu hustotu 2,95 v hydrocyklóne na rozdružovanie rúd sa vystačí v závislosti od geometrie hydrocyklónu a vstupného tlaku so suspenziou hustoty 2,6 až 2,75.

Čím jemnozrnejšie bude zaťažkávadlo a stabilnejšia suspenzia, tým viac sa blíži deliaca hustota hustote suspenzie. Stabilita suspenzie v praxi sa zväčšuje pridaním

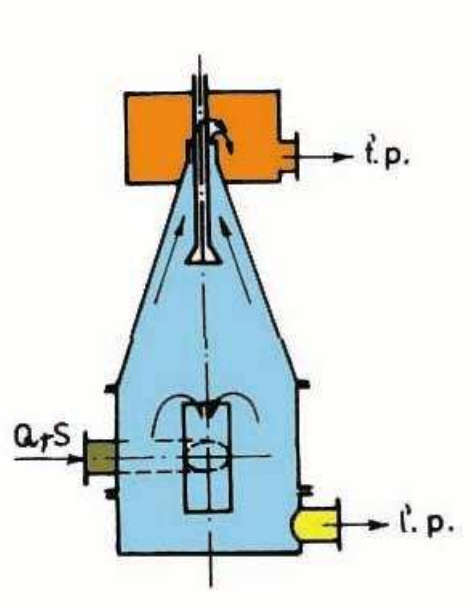
dispergačných reagencii-elektrolytov (napr.fosforečnanu sodného) alebo lyofilných koloidov (napr.bentonitu). Prirodzenou cestou na udržanie vysokej stability rozdružovacej suspenzie je použitie veľmi jemného zaťažkávadla (napr.Fe_3O_4 95% pod 0,05mm alebo FeSi 90% pod 0,04mm.

Hydrocyklón sa používa na rozdružovanie rudy zrnitosti 0,40 –6,0mm, niekedy až 10mm. Výkon hydrocyklónu o priemere 350mm ja 40t železnej rudy/hod.

Rozdružovanie v ťažkých suspenziách je v rudnom upravárenstve často používanou metódou. Touto metódou sa rozdružujú olovnato-zinkové, wolfrámové, cínové, železné a mangánové hrubovtrúsené rudy.

Rozdružovaním sa odstráni 60-90% jaloviny a získa sa koncentrát, ktorý sa obyčajne ešte domieľa a ďalej rozdružuje flotačne.

Rozdružovacie hydrocyklóny majú vrcholový uhol zvyčajne 20^0, priemer cylindrickej časti od 350 do 700mm. So zmenšovaním priemeru hydrocyónov sa zmenšuje aj ich výkonnosť. Pri veľkých hydrocyklónoch so vstupným tlakom menej ako 100kPa je badateľný vplyv tiažovej sily, preto sa rozdružovacie hydrocyklóny umiestňujú takmer horizontálne. Ďaľšou výhodou takej polohy je aj zmenšená stavebná výška



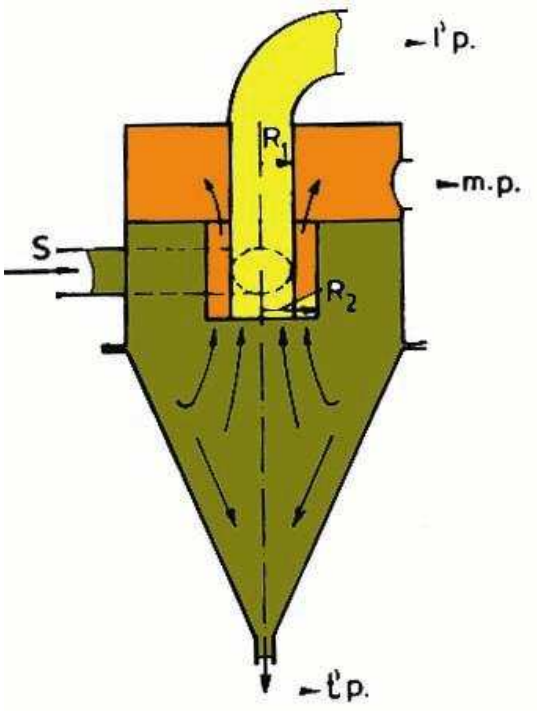
Obr.6.15 Vírivý hydrocyklón-swirl cyclon

Novým riešením tažkosuspenzného hydrocyklónu je **vírivý cyklón-swirl** (Obr.6.15). Pracuje na rovnakom princípe ako konvenčný ťažkosuspenzný hydrocyklón, avšak v obrátenej polohe a má prídavnú rúru na stabilizáciu vzduchového stĺpca vo vnútri cyklónu.

Vzduchový stĺpec je v konvenčnom cyklóne zvyčajne nestabilný, kým nie je stabilizovaný spojovacou rúrou vedúcou z hydrocyklónu do atmosféry. Výška polohy vzduchovej rúry, ako aj prepadovej rúry sa môže regulovať. Regulovateľný je aj prierez vstupnej dýzy pre prívod zmesi vsádzky a suspenzie.

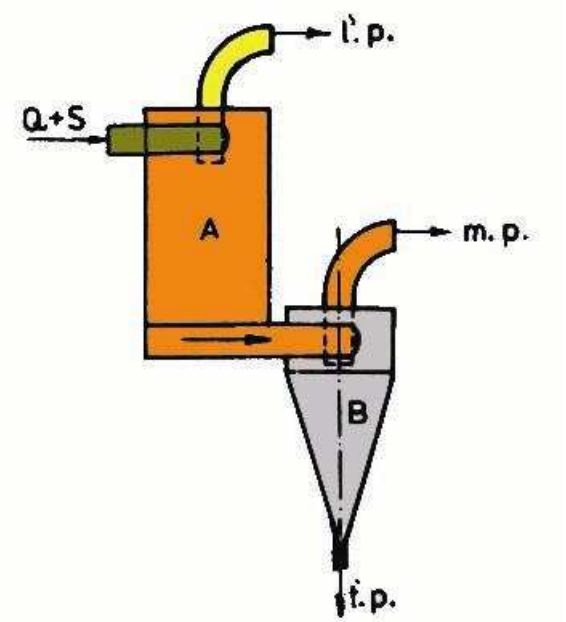
Vírivý cyklón sa vyrába vo viacerých veľkostiach s priemerom od 100 do 750mm.Pri rozdružovaní na tri produkty treba sériovo zapojiť dva hydrocyklóny.

Náhradou takej zostavy je **trojproduktový hydrocyklón** (Obr.6.16). Trojproduktový hydrocyklón má dve súosé prepadové rúry. Vnútornou R_1 sa vynáša ľahký produkt a vonkajšou R_2 sa vynáša medziprodukt.



Obr.6.16 Trojproduktový hydrocyklón

Zaujímavým riešením rozdružovania rúd na tri produkty je **kaskádový hydrocyklón** (Obr. 6.17).



6.17 Kaskádový hydrocyklón

Základné rozdružovanie prebieha v základnom hydrocyklóne A. Jeho ťažký produkt-predbežný koncentrát sa vedie bezprostredne do pripojeného hydrocyklónu B, v ktorom sa z predbežného koncentrátu vyradí ešte ďalší podiel ľahších jalových hornín (Obr. 6.17). Výhodou trojproduktových hydrocyklónov a

kaskádových hydrocyklónov je, že nie je potrebné druhé dávkovacie čerpadlo pre hydrocyklón druhého stupňa.

6.7 Magnetické rozdružovanie

Rozdružovače, ktoré využívajú pôsobenie magnetického poľa na separáciu častíc pracujú na fyzikálnom princípe schopnosti častíc prijímať magnetizmus **(*magnetická susceptibilita*),** alebo na schopnosti prepúšťať siločiary ,t.j. magnetická vodivosť***(magnetická permeabilita*)**

Vznik magnetického poľa v hmotnom prostredí vyjadruje vzťah (6.1), kde $\vec{B}$ je vektor indukcie, ktorý zjednodušene môžeme charakterizovať, ako vektor sily, ktorým magnetické pole pôsobí vo svojom okolí.

$\vec{B}_0$ – je vektor indukcie vo vákuu.

$$\vec{B} = \mu \vec{B}_0 \qquad (6.1)$$

Pomer $\frac{\vec{B}}{\vec{B}_0} = \mu$ je konštanta, ktorá sa nazýva ***relatívna permeabilita*** a vyjadruje skutočnosť, či daná látka zväčšuje, alebo zmenšuje magnetickú indukciu. Jednoduchšie povedané, či látka dobre alebo horšie prepúšť magnetické siločiary.

Skúsenosti ukazujú, že láty pre ktoré $\mu \rangle 1$zväčšujú magnetickú indukciu a naopak, látky pre ktoré $\mu \langle 1$, magnetickú indukciu zmenšujú.

Látky podľa veľkosti magnetickej permeability delíme:

1.*látky paramagnetické* $\mu \rangle 1$ (alebo blízke 1)

2.*látky diamagnetické* $\mu \langle 1$ (alebo blízke 1)

3.*látky feromagnetické* $\mu \rangle\rangle 1$

Podstatu magnetizmu musíme hľadať v samotnej podstate látky. Už samotný atóm disponuje určitým magnetickým momentom, orientáciu ktorého môžeme usmerniť vonkajším silovým (magnetickým) poľom.

Ak vložíme do magnetického poľa, ktoré má veľkosť indukcie $\vec{B}$ paramagnetickú látku, natočia sa magnetické momenty častíc látky do smeru pôsobenia vektora indukcie a jednotlivé magnetické momenty sa spočítajú s veľkosťou indukcie.

Pri pri pôsobení magnetického poľa na diamagnetické látky, ktoré majú celkový vnútorný magnetický moment častíc vykompenzovaný, nedochádza k popísanému javu. Avšak v čase pôsobenia vonkajšieho magnetického poľa, dráhy niektorých elektrónov sú kolmé na smer pôbenia indukcie $\vec{B}$, ktorá spôsobuje vznik magnetického poľa

v látke s indukciou $\vec{B}_i$ s opačným smerom ako $\vec{B}$ a výsledkom je zoslabenie indukcie $\vec{B}$. Súčet magnetických momentov častíc spôsobuje, že paramagnetické látky sú do magnetického poľa vťahované $\vec{B} \rangle \vec{B}_0$ a diamagnetické látky sú z magnetického poľa vytláčané $\vec{B} \langle \vec{B}_{0.}$ Fyzikálna podstata separovania zmesí paramagnetických a diamagnetických látok je teda jasná. Treba však zdôrazniť, že na separáciu uvedených látok potrebujeme ***vysokointenzitné magnetické pole***,aby vytláčanie a vťahovanie čiastočiek separovaného materiálu bolo účinné.

Relatívnu permeabilitu udávajú fyzikálne a technické tabuľky ako bezrozmerné číslo. Pokiaľ chceme určiť permeabilitu určitého materiálu napr. hliníka najdeme jeho $\mu = 1{,}000002$, ktoré ešte musíme vynásobiť permeabilitou vákua $\mu_0 = 4\pi.10^{-7} A^{-2} kgms^{-2}$, súčin potom udáva celkovú permeabilitu. Rovnicu (6.1) môžeme napísať aj v tvare:

$$\vec{B} = \mu \vec{B}_0 = \mu \mu_0 \vec{H} \qquad (6.2)$$

kde $\vec{H}$ je vektor intenzity magnetického poľa.

U feromagnetických látkach (Fe,Co,Ni) majú celé oblasti (domény) súhlasne orintované magnetické momenty častíc. Pod vplyvom pôsobenia vonkajšieho magnetického poľa dochádza k ich orientácii v smere indukcie poľa $\vec{B}$ a dochádza k celkovému výslednému zosilneniu magnetického poľa. Ak označíme súčat všetkých magnetických momentov- domén $\vec{B}_i$ (interné) , potom v zmysle (6.1) a (6.2)môžeme písať

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_i = \mu \mu_0 \vec{H} = \mu_0 \vec{H} + \chi \vec{H} = \mu_0 \left(1 + \frac{\chi}{\mu_0} \right) \vec{H} \qquad (6.3)$$

kde χ - je magnetická susceptibilita

V praxi sa udávajú magnetické vlastnosti látok najčastejšie magnetickou susceptibilitou χ. Ak si predstavíme látku z veľkého počtu molekulárnych magnetov, ktoré sú v neusporiadanom neusmernenom stave a na túto látku pôsobí magnetické pole, usmeria sa tieto elementárne magnety tým dokonalejšie čím je väčšie magnetické pole a čím je väčšia susceptibilita χ

Permeabilita μ a susceptibilita χ sa vzťahujú na objemovú jednotku určitej látky v magnetickom poli. Ak vzťahujeme susceptibilitu na jednotku hmotnosti, dostaneme mernú susceptibilitu

$$\mathrm{X} = \frac{\chi}{\gamma} \qquad (6.4)$$

kde $\gamma = \rho.g$ -je merná hmotnosť materiálu (ρ -je hustota g-grav.zrýchlenie).

Podľa veľkosti mernej magnetickej susceptibility X delíme minerály na:

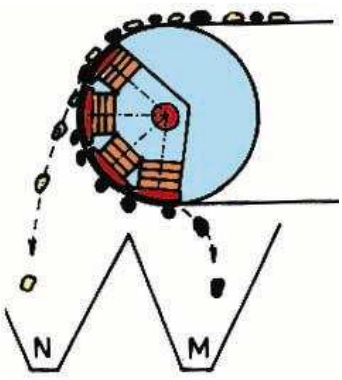
1. ***Silnemagnetické***, ktoré majú mernú magnetickú susceptibilitu $\mathrm{X} = 3.10^{-6} m^3 kg^{-1}$ a viac, napr. Fe_2O_3
2. ***Strednomagnetické*** s mernou susceptibilitou $\mathrm{X} = 0{,}6 - 3.10^{-6} m^3 kg^{-1}$
3. ***Slabomagnetické minerály*** s mernou susceptibilitou $\mathrm{X} = 0{,}015 - 0{,}6.10^{-6} m^3 kg^{-1}$.

Spodná hranica mernej magnetickej susceptibility pre túto skupinu nie je stála, môže sa znížiť so vzrastaním magnetických síl rozdružovania.

4. Nemagnetické minerály. Sú tie paramagnetické minerály, ktorých merná magnetická susceptibilita $X\langle ako\ \ 0{,}015.10^{-6} m^3 kg^{-1}$ a všetky diamagnetické minerály.

Elektromagnetické rozdružovače využívajú tieto rozdielne magnetické vlastnosti minerálov a jalovej zložky. Ak prevládajú magnetické sily pôsobice na zrnko nad mechanickými silami, pritiahnú magnetické póly magneticky vodivé zrnká a usmernia ich pohyb tak, aby došlo k oddeleniu jalových zŕn od úžitkových.

Uvedené konštatovanie si môžeme ozrejmiť na (Obr.6.18). Na schéme je znázornený pásový dopravník, ktorý má v pohonnom bubne zabudovaný systém magnetov. Na páse sú unášané zrná dvoch druhov- s vysokou mernou magnetickou susceptibilitou (tmavé) a s nízkou mernou magnetickou susceptibilitou (svetlé).



Obr.6.18 Pôsobenie magnetických síl na zrná rozličnej magnetickej susceptibility

V oblasti zaoblenia pása pôsobí na zrná magnetická sila a mechanické sily-gravitačná, odstredivá a trenie.

Výsledné trajektórie zŕn sú určené výslednicami pôsobenia všetkých síl. Nemagnetické zrná budú mať parabolické dráhy, budú dopadať podľa zákonitostí vodorovného vrhu ďalej od bubna. Zrná s magnetickými vlastnosťami budú magnetickou silou priťahované k bubnu.

Pôsobenie magnetickej sily sa preruší až vtedy, keď zrná opúšťajú magnetické pole a vtedy pod vplyvom mechanickej gravitačnej sily odpadávajú z pása.

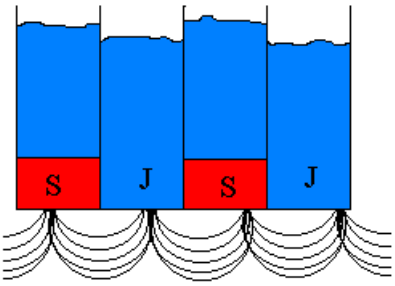
Pri rozdružovaní rúd treba použiť pre minerály **1.** skupiny-***silnomagnetické rozdružovače*** s nízkou intenzitou magnetického poľa. Pre minerály **2.** skupiny ***stredno magnetické rozdružovače*** so strednou intenzitou magnetického poľa. Pre látky **3.** skupiny ***slabomagnetické rozudružvače*** s vysokou intenzitou magetického poľa. Látky **4.** skupiny sa nedajú ani vysokointenzívnymi rozdružovačmi získať do koncentrátu.

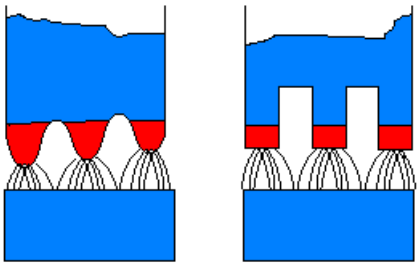
Magnetické sústavy elektromagnetických rozdružovačov môžeme rozdeliť do dvoch základných skupín.

1.Otvorené mnohopólové magnetické sústavy, kde konce magnetov sú umiestnené v rovine (Obr.6.19). Magnetické pole v týchto sústavách vzniká pôsobením radu pólov, ktoré

majú striedavú polaritu. Magnetická sústava tohto typu vytvára magnetické pole pomerne nízkej intenzity a používa sa pre pásové, bubnové a kotúčové rozdružovače, na rozdružovanie silnomagnetických rúd.

2. Uzavreté magnetické sústavy, kde konce pólov vytvárajúcich magnetické pole sú proti sebe (Obr.6.20) . Magnetická sústava tohto typu vytvára magnetické pole vysokej intenzity a používa sa na rozdružovanie slabomagnetických rúd.





Obr.6.19 Otvorená sústava magnetov Obr.6.20 Uzavretá sústavmagnetov

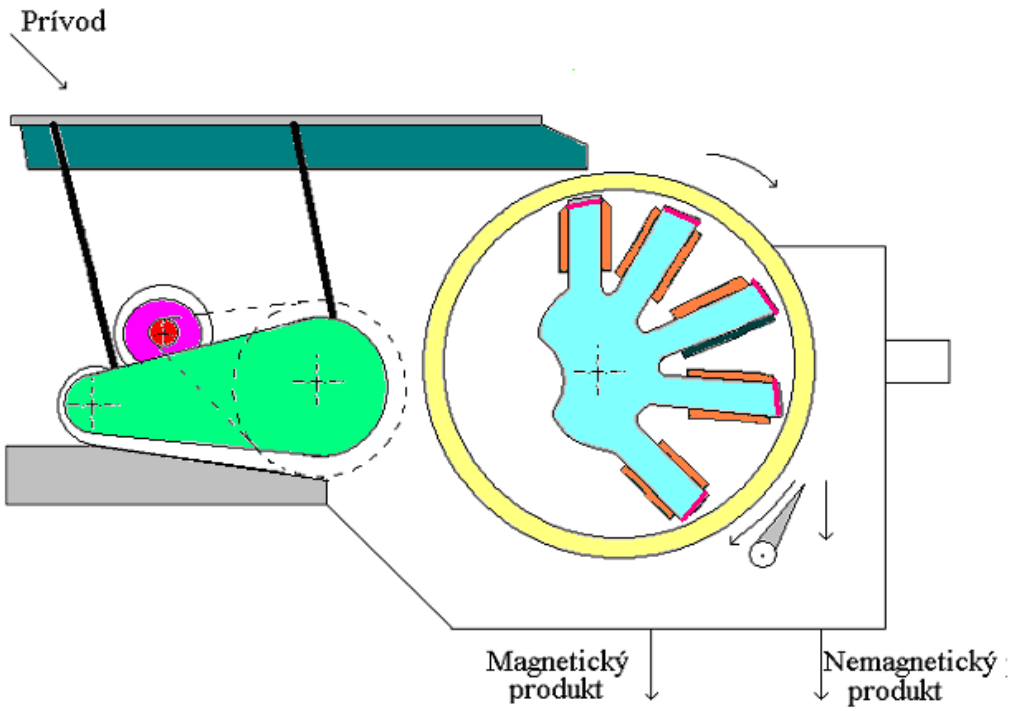
Voľba typu elektromagnetického rozdružovača závisí hlavne od charakteru rudy a prostredia, v ktorom rozdružovanie prebieha. Pre silno a stredne magnetické rudy sa používajú rozdružovače s nízkou intenzitou magnetického poľa a pre rudy slabomagnetické, rozdružovače s vysokou intenzitou magnetického poľa.

Podľa rozdružovacieho prostredia delia sa rozdružovače na: ***1.Suché; 2.Mokré***
Jednotlivé elektromagnetické rozdružovače sa delia aj podľa spôsobu privádzania materiálu, na rozdružovače s horným alebo s dolným privádzaním, podľa spôsobu budenia magnetov na rozdružovače budené jednosmerným, alebo striedavým prúdom.

6.7.1 Nízkointenzitné magnetické rozdružovače

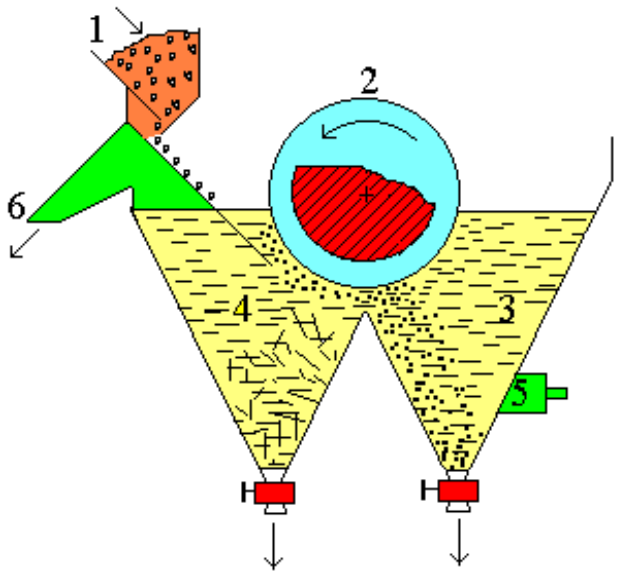
K rozdružovačom s nízkou intenzitou magnetického poľa, ktoré majú otvorenú sústavu elektromagnetov patria bubnové elektromagnetické rozdružovače, konštruované pre suché alebo mokré rozdružovanie.

Skladajú z rotačného bubna, v ktorom je pevný elektromagnetický systém so striedajúcimi pólmi (Obr.6.21). Ruda sa privádza pásom alebo nátrasným podávačom nad bubon. Nemagnetické zrná odpadávajú z rotačného bubna, pričom na ne pôsobí tiažová sila a odstredivá sila. Magnetické zrniečka zostávajú prichytené na plášti bubna dovtedy, kým sa nedostanú zo sféry pôsobenia magnetických síl. Rozdružovač dáva dva produkty:magnetické a nemagnetické.



Obr.6.21 Bubnový suchý elektromagnetický rozdružovač

Mokrý elekromagnetický bubnový rozdružovač znázorňuje (Obr.6.22).

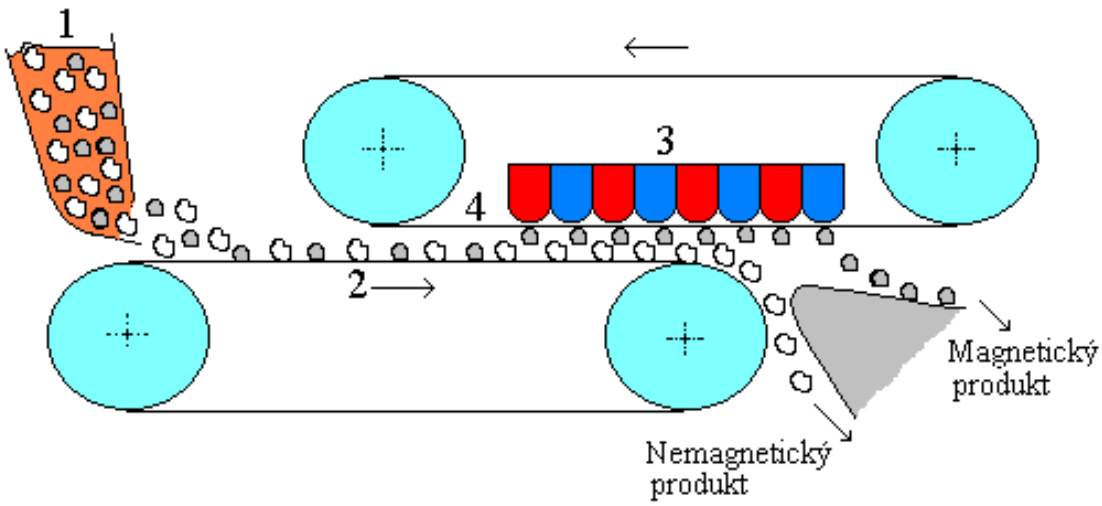


Obr.6.22 Bubnový mokrý elektromagnetický rozdružovač

Ruda sa privádza žľabovým sklzom (1) pod bubon (2) (Obr.6.22), ktorého spodná časť sa nachádza pod hladinou vody. Magnetické zrnká budú elektromagnetom priťahované k rotačnému plášťu, ktorý ich unáša až dopadnú do zásobníka (3), keď na ne prestane pôsobiť magnetická sila.

Nemagnetické zrná neboli k bubnu pritiahnuté a skĺzli zo žľabu do prvého zásobníka (4). Potrubím (5) sa privádza do zásobníka voda, ktorej prebytok preteká prepadovou rúrou (6). Rozdružovač dáva čisté produkty.

Suchý pásový elektromagnetický rozdružovač (Obr.6.23) sa používa na rozdružovanie jemnozrnného materiálu. Ruda zo zásobníka (1) sa privádza pásom(2) pod sústavu otvorených



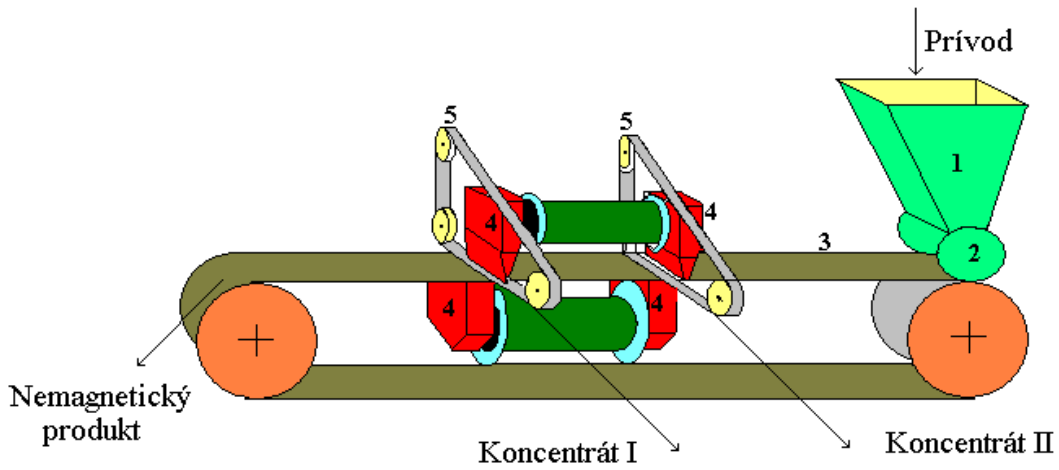
Obr.6.23 Pásový suchý elektromagnetický rozdružovač

magnetov (3). Pod sústavou magnetov sa pohybuje rovnobežne s dolným pásom plochý gumový pás (4). Magnetické zrnká z privádzanej rudy na páse (2) sú pôsobením elektromagnetov pritiahnuté k hornému pásu (4), ktorý sa pohyvuje rýchlejšie ako podávací dolný pás. Horný pás unáša magnetické zrnká, ktoré sú na ňom prichytené a nemagnetické zrnká padajú na konci dolného pásu. Pre úspešné rozdružovanie sa žiada predtriedený materiál.

6.7.2 Vysokointenzitné magnetické rozdružovače

Využívajú uzavreté magnetické systémy. Môžu byť konštruované tiež ako suché, alebo mokré rozdružovače a používajú sa na rozdružovanie slabomagnetických minerálov.

Najrozšírenejší typ tejto skupiny je suchý elektromagnetický rozdružovač s priečnými pásmi, (Obr.6.24). Ruda sa zo zásobníka (1) privádza valcovým podávačom (2) na gumový pás (3). Pás prechádza štrbinami medzi pólmi elektromagnetov (4).



Obr.6.24 Visokointenzitný suchý lektromagnetický rozdružovač

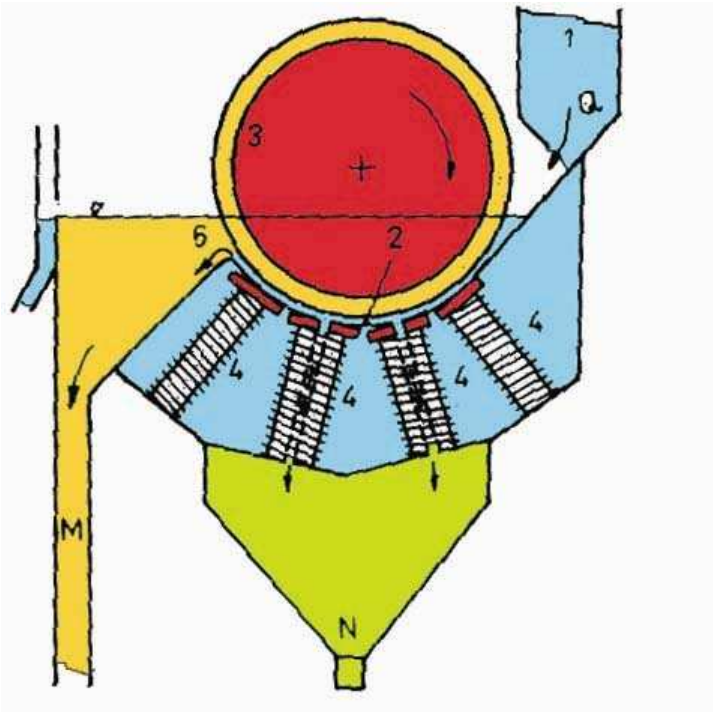
Dolné póly sú ploché, horné póly klinovité. Magnetická sila smerujúca k ostrému pólu pritiahne magnetické zrná k tenkému priečnemu pásu (5), ktorý prebieha pod klinovitým pólom a pás ich vynáša z oblasti pôsobenia magnetickej sily.

Štrbina medzi pólmi nie je rovnaká . Prvá štrbina je väčšia; tu sa vynášajú iba zrná čistého magnetického materiálu, ktoré vytvárajú koncentrát. Druhá štrbina je užšia; tu sa vynášajú prerastené zrná-medziprodukty. Šírka dopravného pásu je 200 až 400mm, priečnych pásov 80 až 100mm. Rozdružovač dosahuje výkon 3,5t.h^{-1} pri maximálnej zrnitosti 2 až 3 mm.

Obr.6.25 znázorňuje schému účinného mokrého vysokointenzitného rozdružovača. Vsádzka s vodou sa privádzazo zásobníka (1) do rozdružovacieho priestoru (2), vytvoreného medzi ryhovaným indukčným valcom (3), priemeru 600mm a štvorpólovým magnetickým systémom (4).

Magnetické siločiary sa uzatvárajú medzi striedavými pólmi cez príslušnú priľahlú časť valca. Nemagnetický materiál prepadáva cez otvory v oblom dne, magnetické častice sú unášané valcom, až sa vynesú von z magnetického poľa a odpadávajú z valca v priestore (6).

Rozdružovač dosahuje pre zrnitosť 0,5 až 5mm výkon 1,5 až 3 t.h^{-1} na meter šírky bubna.



Obr.6.25 Vysokointenzitný mokrý magnetický rozdružovač

6.8 Optické rozdružovanie

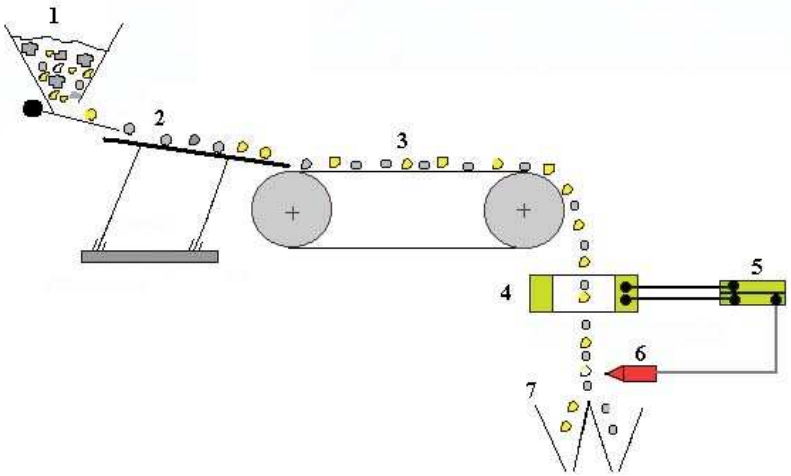
Optické rozdružovače sú zariadenia, v ktorých sa jednotlivé zrná vsádzky rozdružujú na základe rozdielov farieb, prípadne farebných odtieňov alebo lesku v odrazenom alebo prestupujúcom svetle.

Optickými elektronickými rozdružovačmi možno rozdružovať tuhé látky na základe:

1.Difúzneho odrazu
2.Sfarbenia
3.Viditeľnej fluorescencie vyvolanej γ žiarením
4.Fluorescencie v ultrafialovom svetle
5.Opalescencie
6.Priepustnosti svetla
7.Infračervenej iridiscencie

Najviac rozšírené sú rozdružovače SORTEX, ktoré pracujú na princípe využitia difúzneho odrazu. Reflexný rozdiel 10 až 20% v oblasti viditeľného svetla je dostatočný na spoľahlivé rozdružovanie.

Aby bolo sfarbenie povrchu snímateľné, musí byť povrch čistý. Niekedy možno intenzitu farby zvýrazniť zvlažovaním povrchu. Rozsah triedy spracovanej na jednom rozdružovači môže byť v rozsahu 3:1 až 1,5:1. Rozdružovač schematicky znázorňuje (Obr.6.26)



Obr.6.26 Schéma optického rozdružovača SORTEX

Vsádzku zo zásobníka (1) podáva vibračný podávač (2) po jednotlivých kusoch na pás (3). Z pása padajú kusy do optickej separačnej komory (4), kde sa farebne rozlišujú.

Fotočlánky na separačnej komore prijímajú prúd fotónov, úmerný intenzite a spektru sfarbenia minerálov. Svetelná energia sa vo fotočlánku zmení na elektrickú energiu .

Fotočlánok vyšle zosilnený elektrický impulz do regulačného zariadenia (5). Regulačné zariadenie ovláda a uvádza do činnosti prívod stlačeného vzduchu pre odfukovaciu dýzu (6), z ktorej prudký prúd vzduchu odfukuje a z normálnej pádovej dráhy vychyľuje kusy určitého sfarbenia a usmerňuje ich do druhej, vzdialenejšej časti výsypky (7).

Proces rozdružovania sa teda skladá z troch operácií:

1.Mechanický prívod materiálu

2.Elektrooptická kontrola

3.Pneumatické oddeľovanie

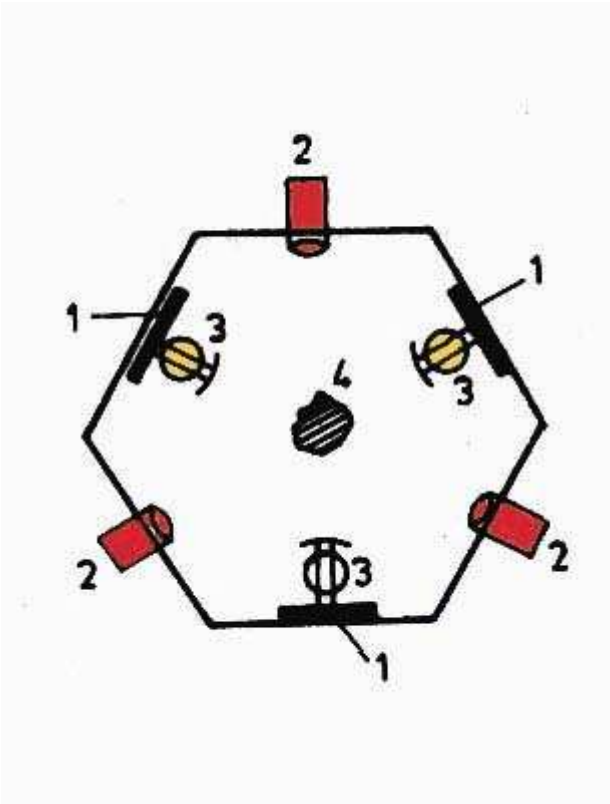
Optická separačná komora je šesťboký dutý hranol znázornený na (Obr.6.27). Pozadie (1) je súčasťou prístroja a volí sa podľa farby a farebného odtieňa rozdružovaných minerálov. Pri páde minerálu zacloní minerál (4) zorné pole fotočlánku (3) proti pozadiu.

Fotočlánok reaguje na rozdiel farby padajúceho minerálu a pozadia, tým sa mení napätie indukované vo fotočlánku od odrazeného svetla.

Impulz z fotočlánku sa vedie do regulačného zariadenia, ktoré dáva povel na otvorenie vzduchovej dýzy, z ktorej vzduch usmerní padajúci kus do koncentrátového alebo jalovinového zásobníka.

Dýza je pod optickou komorou, jej činnosť je oneskorená o tri sekundy, čo zodpovedá dráhe voľného pádu 76mm. Tým, že dýza je umiestnená pod komorou, zamedzí sa zaprášeniu pozadia a vnútorného zariadenia optickej komory.

Rozdružovač pracuje s rozlišovacou schopnosťou 200 kusov za sekundu.Tlak vzduchu privádzaný do dýzy je 560kPa.



6.27 Optická separačná komora
1-pozadie; 2-osvetlenie; 3-fotočlánok; 4-minerál

6.9 Rádiometrické rozdružovanie

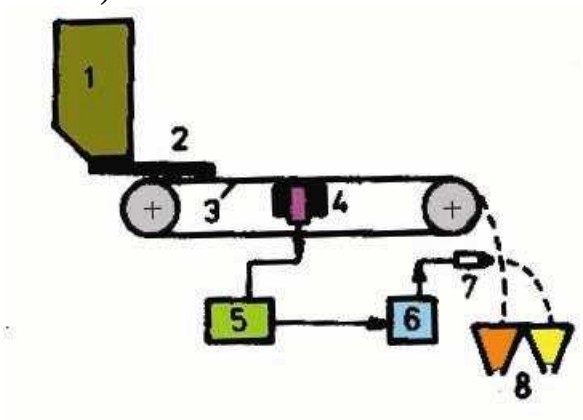
Rádiometrické rozdružovanie spočíva na využití prirodzenej radioaktivity uránových rúd alebo na využití efektu nerovnomerného prenikania, prípadne oslabenia prechodu γ žiarebnia, zriedkavejšie β žiarenia cez rudu a jalovinu.

Proces rozdružovania sa zakladá na meraní žiarenia γ-rádiometrami. Pri meraní rádioaktivity kúskov alebo dávok rudy registruje detektor žiarenia nielen žiarenie kúska alebo dávky, ale aj pozadie,t.j. žiarenie, ktorého zdrojom nie je prítomná ruda.

Môže ním byť vlastná radioaktivita zariadenia, radioaktivita pochádzajúca zo znečistenia rozdružovacieho zariadenia a z priestoru v ktorom sa rozdružovanie koná, a kozmické žiarenie. Samovoľná činnosť rozdružovacieho rádiometra vyvolaná prirodzeným pozadím sa nazýva ***autoreakcia.***

Preto sa rozdružovací rádiometer nastaví na určitú hodnotu rádioaktívneho žiarenia, ktorá sa označuje ako ***úroveň spínania.*** Rozdružovací mechanizmus sa uvádza do činnosti

pri dosiahnutí alebo prekročení úrovne spínania. Princíp rádiometrického rozdružovača znázoňuje schéma na (Obr. 6.28)



Obr.6.28 Schéma rádiometrického rozdružovača

Ruda sa zo zásobníka (1) vypúšťa cez podávač (2) rovnomerne na dopravný pás (3). Je unášaná nad detekčnou sondou (4), odtienenou olovom, ktorá prijme impulzy radioaktívneho žiarenia a premieňa ich na elektrické impulzy.

Elektrické impulzy sa zosilňujú a tvarujú v rádiometri (5). Ak počet impulzov dosiahne nastavenú úroveň spínania, dáva rádiometer povelový signál, ktorý cez ovládacie zariadenie (6) vyvolá činnosť rozdružovacieho mechanizmu, ktorým je v starších prístrojoch rozdružovacia klapka a v novších pneumatická dýza (7).

Produkty rozdružovania, úmerné ich radioaktivite, padajú buď voľným pádom, alebo sú z z pádovej trajektórie vychýlené fúknutím z dýzy do vzdialenejšej časti dvojitého zásobníka (8).

Detektormi žiarenia sú najčastejšie ionizačné komory, GM-počítače, slebo scintilačné detektory. Rozdružovacím mechanizmom sú pneumatické dýzy rôznej veľkosti ovládané elektromagnetickým ventilom.

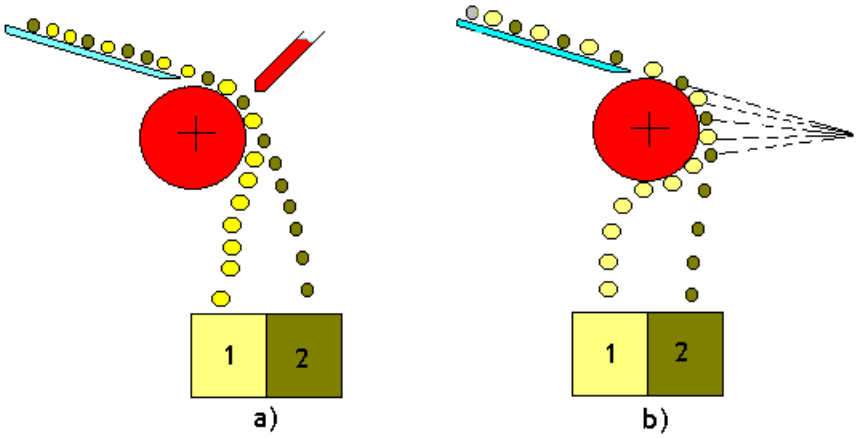
6.10 Elektrostatické rozdružovanie

Elektrostatické rozdružovanie využíva rozdielnu elektrickú vodivosť a rozdielne elektrické sily pôsobiace na minerály pri ich prechode elektrickým poľom. Látky sa môžu nabíjať kladným alebo záporným nábojom.

Minerálne častice nabité súhlasnými nábojmi sa odpudzujú, nesúhlasnými sa priťahujú. Priestor, v ktorom pôsobia elektrické sily sa nazýva elektrickým poľom. Na (Obr.6.29) je schematicky uvedený princíp elektrostatického rozdružovania.

Na schéme (Obr.6.29a) je znázornený prívod jemnozrnného materiálu na bubon, ktorí tvorí elektródu. Tmavšie guľky znázorňujú zrnká s vysokou elektrickou vodivosťou, svetlé guľky nevodivé zrnká.

Minerálne zrnká elektricky vodivé pri dotyku s elektródou sa nabíjajú súhlasným nábojom, sú od elektródy odpudzované a padajú do zásobníka (2).



Obr.6.29 Princíp elektrostatického rozdružovania

Odpudené zrnká ešte priťahuje aj v určitej vzdialenosti umiestnená opačne nabitá elektróda. Zrnká nevodivé alebo zle vodivé potrebujú dlhšiu dobu na nabitie a preto za krátky čas ich dotyku sa nenabíjajú a padajú do zásobníka (1).
U druhého typu elektrostatických rozdružovačov (Obr.6.29 b) sa rudné zrnká nabíjajú prúdom elektrónov, ktoré vysiela tyčová elektróda. Bubon je uzemnený, takže zrnká elektricky vodivé odovzdajú hneď svoj náboj bubnu a preto na ne nepôsobia elektrické sily a tieto padajú do zásobníka (2).

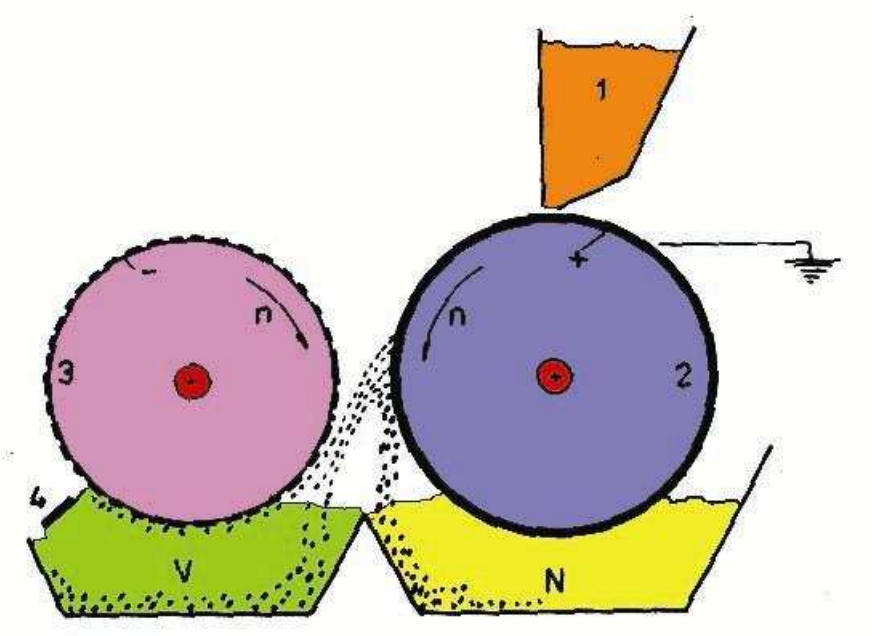
Častice so slabou vodivosťou sa postupne nabíjajú. Tento náboj vyvoláva na povrchu bubna protikladný náboj, preto sa zrniečka so slabou elektrickou vodivosťou zachytia na bubon, kým sa náboj navybije alebo ich stierač nezhrnie do zásobníka (1). Pred elektrostatickým rozdružovaním je potrebné rudu roztriediť, pretože príťažlivá alebo odpudivá sila závisí aj od objemu a tvaru zrna. Prakticky sa elektrostatické rozdružovanie používa pri úprave cínovo-wolfrámových rúd, na oddelenie kasiteritu od kremeňa, wolfranitu od grafitu, šelitu od kremeňa, kasiteritu a sulfidov.

Elektrostatický bubnový rozdružovač, ktorý rozdružuje zmes tuhých vodivých a nevodivých častíc je schematicky zobrazený na (Obr.6.30)

Zmes zŕn sa privádza zo zásobníka (1) na kovovú nabíjaciu valcovú elektródu (2). Vodivé zrná sa nabíjajú rovnomerným nábojom, odpudzujú sa od valca (2) a priťahujú sa k valcovej elektróde (3) opačne nabitej, ktorej povrch má nevodivý povlak.

Z povrchu protielektródy sa zrná stierajú kefou(4) do zásobníka pre vodivý produkt (V), kým zrná nevodivej látky skĺzajú z elektródy (2) do zásobníka pre nevodič (N).

Nevýhodou elektrostatických rozdružovačov je, že možno nimi rozdružovať len jemnozrnný materiál od 0,04mm do 3mm.



Obr.6.30 Elektrostatický valcový rozdružovač

.