وزارت تحصیلات عالی ج .ا.ا

پوهنتون پولی تخنیک کابل

پوهنحی جیالوجی و معادن

دیپارتمنت انجنیری استخراج معادن موادمفید جامد

غنی سازی مواد مفید معدنی

Ketabton.com

مؤلف: پوهاندعبدالهادی واحدی

کابل 1398 خورشیدی

(c) ketabton.com: The Digital Library

مقدمـــــــــــــــه

غنی سازی مواد مفیده معدنی مجموعه یک سلسله عملیاتی را نامند که مربوط به آمادگی زغال سنگ، سنگ های معدنی و سایر مواد بوده و به منظور جدا ساختن اجزای نا مطلوب ازآنها انجام میپذیرد. درپروسه استخراج معادن فقط در بعضی حالات میتوان مواد مفیدی را بدست آورد که از نگاه کیفیت می تواند مطالبات مصرف کننده ها را مطابقت نماید. اما عمدتاً دربسیاری حالات مواد مفیدی که بطریقه روباز یا زیززمینی استخراج می گردند، احجاربیکاره به حد قابل ملاحظه در آن خلط بوده و ضرور است تا این مخلوطات اضافی ازآنها خارج گردند، زیرا بدون این کار استفاده از چنین مواد مفیده معدنی در اقتصاد ملی مشکلات زیاد ایجاد گردیده و یا ناممکن می باشد.

در بعضی حالات مواد مفیده معدنی شکل مرکب را دارا بوده و متشکل از چندین انواع مواد مفید میباشد. طور مثال سنگ معدنی سرب، جست، مس و سایر سنگ های معدنی مرکب که در آنها فلزات مختلف از قبیل طلا، نقره، پلاتین، جست، سرب، مس و غیره شامل می باشد. در چنین حالات وظیفه غنی سازی تنها منحصر به بیرون نمودن احجار بیکاره از مواد مفید نبوده بلکه جدا ساختن مواد مفیده مرکب را به اجزای متشکله آن نیز احتوا می نماید . بدون این چنین کار استفاده از مواد مفیده مرکب امکان پذیر نمی باشد.

فرض میکنیم که برای کار مجدد میتالورژی کنسنترات قلعی با داشتن مقدار 50 تا 60% فلز قلعی در سنگ معدنی مطالبه میگردد. دراین صورت مقدارمخلوطاتی که اغلباً همراه با سنگ معدنی قلعی از قبیل مس، سرب و غیره می‌باشد نباید از چندین صدم حصه فیصد تجاوزنماید.

نه تنها سنگ معدنی بلکه زغال سنگ نیز اکثراً شکل مرکب مواد مفیده معدنی را دارا بوده که متشکل از زغال سنگ خالص (کنسنترات)، مواد وسطی و سلفاید کلچیدان که منحیث مواد خام در صنایع کیمیاوی مورد استفاده قرارمی گیرد می باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

بدین ترتیب غنی سازی زغال در بعضی حالات نه فقط باعث جدا ساختن احجار بیکاره میگردد بلکه جدا ساختن آن را به مواد مفیده جداگانه نیز میسرمی سازد.

غنی سازی مواد مفیده معدنی این امکان را میسر می سازد تا معادنی که از نگاه فیصدی داشتن مواد مفیده و کیفیت فقیر محسوب می شوند مورد بهره برداری قرارگیرند و عبارت ازچنان رشته از صنعت میباشد که امکانات وسیع تخنیکی واقتصادی را برای انکشاف سریع اقتصاد ملی فراهم می سازد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فصل اول

معلومات عمومی در مورد سنگ‌های معدنی و منرال‌ها

در مقطع زمان کنونی بیشتر از (200) انواع مواد خام منرالی بخاطر تولید محصولات صنعتی و زراعتی مورد استفاده قرار می گیرند.

مواد منرالی طبیعی که در شرایط موجوده‌ی تخنیکی و اقتصادی میتوانند در اقتصاد ملی موثر واقع شوند بنام مواد مفیده یاد می گردند. آنها می توانند به شکل طبیعی و یا بعد از کارمجدد بالای آنها مورد استفاده قرار گیرند.

تجمع مواد مفیده معادن راتشکل می دهند. استخراج معادنی که در سطح تخنیکی موجوده از نگاه اقتصادی مناسب باشد، بنام معادن صنعتی یادمی گردند. استخراج معادنی که با در نظرداشت شرایط فوق از نگاه اقتصادی غیرمفید باشد بنام معادن غیرصنعتی یاد می گردند. در صورت پیشرفت علم وتخنیک، معادن غیر صنعتی میتوانند شامل کتگوری معادن صنعتی گردند.

سنگ معدنی عبارت از ترکیب منرالهای می باشد که تکنالوژی استخراج فلز و یا مرکبات فلز از آن امکان پذیر بوده و از نگاه اقتصادی مفید میباشد. سنگ معدنی به سنگ های معدنی فلزی و غیر فلزی تقسیم می شوند. به سنگ های معدنی فلزی سنگ های ارتباط میگیرند که مواد خام را برای بدست آوردن فلزات سیاه، رنگه، نادره، قیمتی وغیره تشکل می‌دهند. به سنگ های معدنی غیرفلزی سنگ های اسبست، بیرایت، اپاتیت (ترکیب طبیعی فسفات فلورید و کلسیم که درتهیه کودهای کیمیاوی بکارمیروند، فسفریت(فسفات طبیعی آهک) و غیره شامل می گردد. به مواد مفیده غیر سنگی مواد خام که برای تولید مواد ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرند نسبت داده می شوند. به مواد مفیده محروقاطی، مواد سوخت جامد، نفت و گازطبیعی ارتباط می گیرد.

نظربه کیفیت مواد خام منرالی سنگ های معدنی غنی (با سورت بلند)، معمولی (دارای کیفیت متوسط) و فقیر(با سورت پائین) را ازهم تفکیک می نمایند

.

(c) ketabton.com: The Digital Library

هدف و شاخص‌های غنی سازی مواد مفید

مواد خام منرالی طبیعی که از اعماق زمین استخراج می گردند در بسیاری حالات به شکل طبیعی در اقتصاد ملی نمیتوانند مورد استفاده قرارگیرند. سنگ معدنی مستخرجه قاعدتاً دارای کمیت های پائین جزء مفیده بوده که کارمجدد میتالوژی مستقیم بالای آن غیراقتصادی می‌باشد. طور مثال در صورت موجودیت مقدار 30% آهن در سنگ معدنی برای تولید یک تن چدن لازم است تا در کوره ذوب آهن بیشتر از دوتن احجاربیکاره ذوب گردد، یعنی فضله آهن بالا تر از فلز بدست می آید.

در این صورت قیمت تمام شد چدن در نتیجه‌ی مصارف اضافی کوکس (زغال سنگ) وفلیوس (ماده گداز آور یا کمک ذوب) زیاد بالا میرود و در صورت مقدار معمولی مس در سنگ معدنی (2% – 1.5) کتله احجار بیکاره که در کوره ذوب برای بدست آوردن یک تن مس ضروری می باشد به 100 تن و بیشتر از آن میرسد که تولید مس را غیر اقتصادی میسازد.

اغلباً اجزای ترکیبی درسنگ‌های معدنی نه فقط غیرمفید بوده بلکه مضرهم می‌باشد. طورمثال اکساید سلیکان، سلفر و فاسفورس درسنگ های معدنی فلزی، فاسفورس درسنگ های معدنی تیتانیم و نیوبیم، آهن در سنگ های معدنی زرگونیم وغیره.

مخلوطات مضر باید به حد اعظمی از سنگ های معدنی الی کار مجدد میتالوژیکی دور شوند زیرا آنها خواص فلز حاصله را خراب می سازند. عملیات میتالوژیکی مستقیم بالای سنگ های معدنی مرکب از مس، سرب و جست به منظور بدست آوردن فلزات مطلوبه از آنها بدون جدا کردن مقدماتی منرالهای مس، سرب و جست بکلی امکان پذیر نمی باشد.

درصورتی که حتی سنگ های معدنی مستخرجه تنها دارای منرالهای مفیده باشد باز هم قاعدتاً نظر به جسامت و اندازه ها متجانس نبوده و در آن از خورد ترین زرات، توته ها و بعضاً خرسنگ ها با کتله های چندین تن شامل می باشد. چنین موادخام هم چنان مستقیماً برای کارمجدد میتالوژی مناسب نبوده و ضرورت به آماده سازی مقدماتی دارد.

مجموعه پروسه های تکنالوژی آماده سازی مقدماتی موادخام منرالی به منظور کیفیت

(c) ketabton.com: The Digital Library

دادن به آن که مطالبات کار مجدد میتالوژی، کیمیاوی و غیره را مطابقت نماید بنام غنی سازی مواد مفیده یادمی گردد.

این پروسه ها به خواص فزیکی منرالهای طبیعی و یا خواص فزیکی – کیمیاوی سطوح آنها استوار می باشد. هنگام غنی سازی، ترکیب کیمیاوی و ساختمانهای داخلی منرال ها بدون تغییر باقی می ماند. ازین لحاظ غنی سازی را بنام عملیات میخانیکی مواد مفیده یاد می‌نمایند. حالات استسنائی را فقط پروسه های پختن مقناطیس کننده و جدا کردن به وسیله شستشو تشکل می دهد که در آن صورت ترکیب کیمیاوی منرال ها تغییر مینماید.

هنگام غنی سازی مواد مفیده مسایل اساسی ذیل حل می گردد:

1- مقدار جزء ترکیبی مفید در موادخام بالا می رود.
2- از سنگ معدنی مخلوطات مضر دور می شوند.
3- مواد خام از نگاه جسامت و ترکیب حقیقی متجانس می شود.

در نتیجه غنی سازی مواد مفید معدنی محصولات ذیل بدست می‌آید.

1- کنســـــنترات.
2- فضـــــــولات اتوالی.
3- محصـــولات وسطی.

1- کنســـــــنترات: محصول غنی سازی را نامند که دارای مقدار بیشتر جزء مفیده در مقایسه با سنگ معدنی بوده و برای کار مجدد بعدی و یا استفاده مستقیم در اقتصاد ملی مناسب می‌باشد. نظر به مقدارجزء مفید، مخلوطات، رطوبت و مشخصات گرانولومتریک (نورم بندی دانه ها)، کنسنترات‌ها باید شرایط تخنیکی را مطابقت نمایند. کنسنترات ها نام اصلی خویش را نظر به فلز اصلی یا منرال اصلی اخذ میدارند (طورمثال کنسنترات مس، سرب، جست و غیره) که در پروسه غنی سازی متمرکز می گردند.

2- فضولات اتوالی: عبارت ازمواد فاضله غنی سازی بوده که متشکل از احجار بیکاره و مقدار کم جزء ترکیبی مفیده بوده که تکنالوژی استخراج آن امکان پذیر نمیباشد زیر ااز نظر اقتصادی غیر مفید خواهد بود.

(c) ketabton.com: The Digital Library

3- محصولات وسطی: نظر به ترکیب منرالی و کیمیاوی موقعیت وسطی را بین کنسنترات و فضولات اتوالی دارا می باشد. محصولات وسطی را نمیتوان محصولات نهایی غنی سازی محسوب نمود، بلکه به طریقه های میخانیکی تکمیل گردیده و یا تحت کار مجدد هایدرومیتالورژی قرار داده می شود.

برای مشخصات و ارزیابی پروسه های غنی سازی مواد مفیده از شاخص های اساسی ذیل استفاده بعمل می آید:

1- در آوردن جزء ترکیبی مفید به کنسنترات.
2- خروج کنسنترات.
3- کیفیت کنسنترات

درآوردن جزء ترکیبی مفید به کنسنترات: توسط نسبت مقدار جزترکیبی مفید که در پروسه غنی سازی به کنسنترات مبدل می گردد بر مقدارآن در سنگ معدنی تعین گردیده و به فیصد ارائه میگردد.

خروج کنسنترات: نسبت کتله حاصله کنسنترات بر کتله سنگ معدنی اولیه می باشد که بالای آن کار مجدد صورت گرفته و به فیصد ارائه میگردد. به عین شکل خروج فضولات اتوالی و یا محصولات دیگر غنی سازی نیز در یافت میگردد.

کیفیت کنسنترات: توسط مقدار جزءترکیبی مفیده در آن مشخص می گردد.

فرض میکنیم که α- مقدار جز ترکیبی مفید در سنگ معدنی، β- مقدار جزء ترکیبی مفید در کنسنترات و θ- مقدار جز ترکیبی مفیده در فضولات اتوالی بوده و ضمناً γ_k- خروج کنسنترات و ξ- درآوردن جزترکیبی مفید به کنسنترات باشد. در این صورت خروج سنگ معدنی اولیه را 100% قبول نموده و مقدارجزء ترکیبی مفید را در سنگ معدنی اولیه مساوی به مجموع مقدار آن در کنسنترات و فضولات اتوالی محسوب نموده میتوان معادله بیلانس جزء ترکیبی مفید را نظر به سنگ معدنی و محصولات غنی سازی ترتیب نمود.

$$.100. \alpha = \gamma_k . \beta + (100 - \gamma_k)\, \theta$$

این معادله را نظر به γ_k (به فیصد) حل نموده دریافت میداریم که

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$\gamma_k = \frac{\propto -\theta}{\beta - \theta} \cdot 100$$

درآوردن جزء ترکیبی مفید به کنسنترات(به فیصد) از رابطه ذیل دریافت میگردد:

$$\xi = \gamma_k \cdot \frac{\beta}{\alpha}$$

اگر خروج کنسنترات معلوم نباشد، پس درآوردن جزترکیبی مفید به کنسنترات (%) را میتوان از رابطه ذیل بدست آورد.

$$\xi = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} * 100$$

مثال: خروج کنسنترات مس و استخراج مس ر ااز آن محاسبه نمائید، اگرمقدار مس در سنگ معدنی اولیه مساوی به 2%، در کنسنترات 30% و در فضولات اتوالی 0.2% باشد.

حل:

$\alpha = 2\%$

$\beta = 30\%$ $\quad \gamma_k = \frac{\alpha - \theta}{\beta - \theta} \cdot 100 \Rightarrow \gamma_k = \frac{2 - 0.2}{30 - 0.2} \cdot 100$

$\theta = 0.2\%$ $\quad \gamma_k = 6.04\%$

$\gamma_k = ?$, $\xi = ?$ $\quad \xi = \gamma_k \cdot \frac{\beta}{\alpha} \Rightarrow \xi = 6.04 \cdot \frac{30}{2} \Rightarrow \xi = 90.6\ \%$

موثریت پروسه های غنی سازی هم چنان توسط درجه غنی سازی (درجه کنسنترات) مشخص میگردد که توسط نسبت مقدار جزء ترکیبی مفید در کنسنترات بر مقدار آن در سنگ معدنی اولیه تعین میگردد. در مثال فوق درجه غنی سازی را میتوان چنین بدست آورد

$$K = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{30}{2} = 15$$

یعنی سنگ معدنی اولیه (15) مرتبه درکنسنترات غنی شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library

میتـــــود هــای غنــی ســـازی

حین غنی سازی مواد مفیده معدنی از تفاوت خواص فزیکی، فزیکی – کیمیاوی که شامل ترکیب منرالها می باشد استفاده به عمل می آید.

تمام پروسه های که بالای مواد مفیده معدنی در هنگام کار مجدد در فابریکه غنی سازی صورت میگرد، میتواند به سه گروپ اساسی تقسیم گردند:

1- پروسه های آماده سازی؛ 2- پروسه های خاص غنی سازی؛ 3- پروسه های کمکی.

1 - پروسه های آماده سازی: در این صورت مواد مفیده معدنی آماده غنی سازی شده و عملیات خورد سازی توته های بزرگ سنگ معدنی را تا اندازه های که جسامت منرالهای آغشته را معین میسازد، در بر گرفته (شکستن و خرد کردن) و ضمناًعملیات جدا ساختن سنگ معدنی نظر به جسامت (غربال کاری، سورت بندی) مربوط به آن میگردد.

2- پروسه های خاص غنی سازی: در این صورت جدا ساختن سنگ معدنی به محصولات جداگانه مختلف نظر به خواص فزیکی و فزیکی – کیمیاوی که شامل ترکیب منرالهای آن می باشد صورت میگیرد (غنی سازی جاذبوی، غنی سازی فلوتیشنی، غنی سازی مقناطیسی، غنی سازی برقی وغیره).

3- پروسه های کمکی: پیشبرد نورمال و ارتباط متقابل تمام عملیات را در قسمت آماده سازی سنگ معدنی و غنی سازی آن تامین می‌نماید (آب گیری، گرد و خاک گیری، خشک سازی، ترانسپورتیشن و غیره).

در ارتباط به این که کدام خواص فزیکی و یا فزیکی - کیمیاوی منرالها برای جدا ساختن آنها بیشتر مناسب می‌باشد، ازمیتود های مختلف غنی سازی استفاده بعمل می‌آید که ذیلاً طور فشرده از آنها نام برده می شود:

1- میتود غنی سازی جاذبوی: این طریقه بر حسب تفاوت منرالها نظر به کثافت، شکل و

اندازه های دانه ها استوار بوده که باعث خواص مختلف حرکت آنها در هوا یا آب تحت تاثیر قوه جاذبه زمین (در بعضی حالات قوای فرارازمرکز) و قوه مقاومت محیط می‌گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

2- میتودغنی سازی فلوتیشنی: این طریقه برمبنای تفاوت خواص فزیکی – کیمیاوی سطوح منرالها استواربوده و در قابلیت اینکه بعضی از منرالها که در آب به سطح حباب های هوا می چسبند و در عین زمان منرالها دیگر این خواص را ندارند خلاصه می شود.

3- میتود غنی سازی مقناطیسی: برمبنای تفاوت قابلیت مقناطیس شدن منرالها که باعث مسیرهای مختلف حرکت آنها در ساحه مقناطیسی می گردد استوارمی باشد.

4- میتود غنی سازی برقی: برمبنای تفاوت خواص برقی منرالها (قابلیت جریان برق، قابلیت نفوذ پذیری دی‌الکتریکی و غیره) نظر به اینکه تحت عمل ساحه برقی مسیر حرکت منرالها تغییر می نماید استوار می باشد.

برعلاوه طریقه های فوق الذکرغنی سازی، گروپ طریقه های خاص غنی سازی وجود دارد که از میان آنها میتوان طریقه های ذیل رامشخص ساخت:

- ❖ - غنی سازی نظربه تفاوت ضریب اصطکاک و شکل دانه ها که نظر به تفاوت سرعت حرکت دانه های منرالی روی مستوی مایل به منظور جداساختن آنها از محیط هوایی و یا آبی استفاده به عمل می آید.
- ❖ - غنی سازی بالای سطوح چرب که برمبنای قابلیت جدا شدن بعضی از منرالها که توسط سطوح چرب (چسبناک) نگهداشته می شوند استوار می باشد .
- ❖ - پروسه های هایدرومیتالورژی غنی سازی که برمبنای انحلال انتخابی اجزای قیمتی سنگ های معدنی یا مخلوطات مضر آنها توسط محلول های آبی معرف های کیمیاوی استوار می باشد در نظر گرفته می شود.

هنگام غنی سازی مواد مفیده معدنی از یک و یا چندین طریقه که خواص مختلف منرالها را مورد استعمال قرار می‌دهد استفاده بعمل می‌آید . طور مثال برای بعضی از انواع سنگ های معدنی فلزی یگانه طریقه غنی سازی، طریقه مقناطیسی می‌باشد و درعین زمان برای سنگ های معدنی مگنیزدار از چندین طریقه استفاده می شود که عبارت از طریقه جاذبوی، مقناطیسی و فلوتیشنی می‌باشد. در صورت غنی سازی سنگ معدنی نیوبیم (Nb) برعلاوه‌ی کار مجدد

میخانیکی از کار مجدد هایدرومیتالورژی نیز استفاده بعمل می آید.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فصل دوم

شـــکســـتن و خـــــرد کـــــردن

معلومات عمومی

شکستن و خرد کردن عبارت ازعملیات آماده سازی بوده که در نتیجه‌ی آن سنگ معدنی جسامتی را به خود میگیرد که برای جدا ساختن آن در دستگاه غنی سازی مناست می باشد. مواد مفید که از معادن زیرزمینی یا معادن روباز به فابریکه غنی سازی می رسد موادی راتشکیل می دهند که نظر به جسامت توته ها مختلف می باشند، یعنی ازذرات خرد به اندازه های چندین حصه مایکرون تا خرسنگ های که اندازه آنها بالا تر از یک متر میباشد می رسد. جسامت مواد مفیده معدنی که به فابریکه غنی سازی وارد گردیده و به دستگاه غنی سازی میرسد معمولاً نباید از اندازه اصغری منرالهای مفیده آغشته تجاوز نماید.

در نتیجه شکستن و خرد کردن، سنگ معدنی باید چنان جسامت را به خود کسب نماید که در آن صورت دانه‌های منرالی مفید و احجار بیکاره به شکل آزاد عرض وجود نموده و هنگام غنی سازی از هم مجزا گردند. پروسه های شکستن و میده ساختن سنگ های معدنی به منظور آزاد ساختن دانه‌های منرالهای مفیده از احجار بیکاره بنام آشکار ساختن منرالها یاد میگردد. پروسه های شکستن و خرد کردن شرطاً نظر به جسامت مواد از هم مجزا میگردند: برای شکستن در فابریکه سنگ های وارد می گردند که اندازه آنها تا 1500mm رسیده و به اندازه های 10- 15mm از دستگاه خارج می گردند. خرد ساختن بعدی جسامت دانه‌های منرالی تا 0.074mm و کمتر از آن هنگام پودر ساختن صورت می گیرد.

پروسه های خرد ساختن و شکستن بسیار پرمصرف بوده و اغلباً بالاتر از 50% قیمت تمام شد عمومی پروسه غنی سازی را تشکیل می دهد . از این لحاظ پروسه خرد ساختن جسامت منرالها به صورت مرحله یی صورت می گیرد. طور مثال شکستن سنگ های معدنی طور ذیل انجام می پذیرد:

1- شکستن با قطعات بزرگ یعنی از 1500 - 1200 تا 300mm؛
2- شکستن با قطعات متوسط یعنی 300 mm – 75؛

(c) ketabton.com: The Digital Library

3- شکستن با قطعات خرد یعنی از 75 – 15 تا 10mm.

قبل ازهرمرحله شکستن به کمک غربال کاری اندازه های آماده شده جدا میگردند و بدین ترتیب مصرف انرژی و موادی که میشکنند کاهش یافته و نیز مقدار گل و لوش در نتیجه خرد ساختن مجدد کاهش می یابد. به عین شکل هنگام پودر ساختن اجسام معدنی اقدام گردیده و به صورت متواتر از آن به وسیله درجه بندی هایدرولیکی توته های آماده شده دانه ها مجزا گردیده و دانه های بسیار بزرگ به خرد کردن راجع می گردند.

هرمرحله شکستن توسط درجه شکستن (i) مشخص می‌گردد که توسط نسبت قطر توته‌های بسیار بزرگ سنگ معدنی الی شکستن (D_{max}) بر قطر توته های بسیار بزرگ بعد از شکستن (d_{max}) محاسبه می گردد یعنی: $i = \frac{Dmax}{dmax}$

درجه شکستن جسم معدنی برای مراحل مختلف شکستن قرار ذیل می باشد:

- ❖ - برای شکستن با قطعات بزرگ : $i_1 = \frac{1500}{300} = 5$
- ❖ - برای شکستن با قطعات متوسط: $i_2 = \frac{300}{75} = 4$
- ❖ - برای شکستن با قطعات خـــرد: $i_3 = \frac{75}{15} = 5$

درجه عمومی شکستن سه مرحله یی مساوی به حاصل ضرب درجه های شکستن مراحل جداگانه می باشد.

$$i = i_1 . i_2 . i_3 = 5 . 4. 5 = 100$$

اساسات فـزیکی پروسه‌های شـــکستن وخـــرد کردن

آزاد ساختن منرال ها هنگام شکستن و خرد کردن در نتیجه تخریب قطعات جسم معدنی تحت تاثیر قوای خارجی صورت میگیرد. چندین طریقه تخریب قطعات جسم معدنی وجود دارد که عبارت انداز:

(c) ketabton.com: The Digital Library

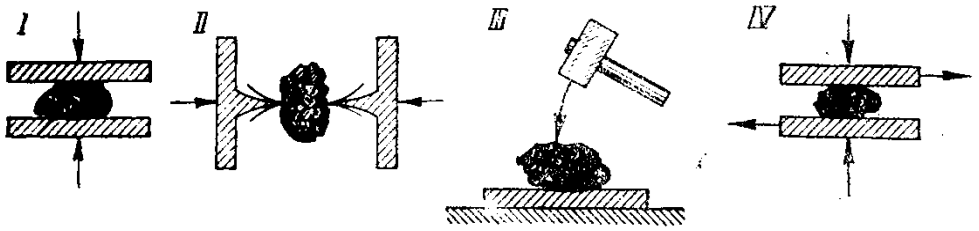
1- طریقه فشرده شدن.

2- طریقه منشعب ساختن.

3- طریقه ضربه.

4- طریقه سائیدن.

نظر به خواص جسم معدنی (محکمی، شکنندگی، چسبندگی وغیره) یکی از طریقه های تخریب و یا از ترکیب چندین طریقه استفاده بعمل می آید.



طریقه فشردن طریقه انشعاب طریقه ضربه طریقه سایش

برای تخریب توته های جسم معدنی لازم است تا قوه چسبش بین کرستال ها و در داخل خود کرستال مرفوع گردد. این قوه چسبش محکمی جسم معدنی راتعین می نماید.

هنگام شکستن سنگ ها سطح عمومی توته ها در نتیجه‌ی ایجاد رویه های جدید برهنه بیشتر می گردد. برای رویه های ایجاد شده برهنه جدید هم چنان مقدارمعین انرژی به مصرف می‌رسد.

با در نظرداشت ظرفیت انرژی زیاد پروسه های شکستن و خردکردن، ارزیابی و بررسی آنها از نقطه نظر مصرف انرژی صورت می گیرد. لیکن این بررسی به نسبت اینکه تمام انواع مصارف انرژی به صورت دقیق محاسبه شده نمی تواند مغلق می باشد. طبق فرضیه موجوده ربیندر(Ребиндер) و ژیگچ (Жигач) کار(A) که هنگام شکستن سنگ‌های معدنی به مصرف می رسد ابتدا برای تغییر شکل توته های سنگ ها به اندازه ($A_д$) به مصرف رسیده و بعداً برای ایجاد رویه های جدید به اندازه ($A_п$) به مصرف می رسد یعنی

$$A= A_д + A_п$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

در این صورت قبول می گردد که کار برای تغییرشکل توته های سنگ متناسب به حجم آنها بوده و کار برای ایجاد سطح جدید متناسب به اندازه این سطح می باشد یعنی

$$A= A_{П} + A_{Д} = K\Delta V + \delta\Delta S$$

درین جا: K و δ- ضرایب متناسب؛ ΔV- حجم تغییر شکل یافته توته تحت تخریب و ΔS- اندازه سطوح جدیداً ایجاد شده می باشد

درصورت شکستن سنگ‌ها با قطعات بزرگ و با درجه شکستن نچندان زیاد اندازه سطوح ایجاد شده جدید به طور مقایسوی کم بوده و کاری که برای ایجاد این سطوح به مصرف می‌رسد می توان از آن صرف نظرکرد. در این صورت تمام کاری که برای شکستن به مصرف می رسد متناسب به حجم توته های تغیر شکل یافته می باشد، یعنی

$$A=K\Delta V$$

و برعکس در صورت پودر کردن، کار برای تغییر شکل دانه ها به مراتب کمتر از کار برای ایجاد رویه های جدید بوده و هم چنان میتوان از آن صرف نظر کرد. در ا ین صورت کاری که برای تخریب توته های احجار به مصرف می رسد تنها متناسب به اندازه های رویه‌های ایجاد شده خواهد بود، یعنی $A= \delta\Delta S$

تحقیقات نشان داده است که آزاد ساختن بهتر دانه های منرالی میتواند در صورت یکجا نمودن قوای خارجی با تاثیر حرارت بالای سنگ های معدنی صورت گیرد. از همه بیشتر تاثیر تخریب قوه با سرعت متزاید (ضربه) میتواند موثر واقع شود زیرا مقاومت ضربه یی و حرارت بلند فضای کاری مفید تر می باشد.

سـنگ شـکن هـا

نظربه خواص سنگ معدنی (مقاومت، چسبندگی، شکنندگی وغیره) به منظور شکستن آنها طریقه بسیار موثر تاثیرقوای خارجی بالای جسم معدنی انتخاب می‌گردد. طور مثال اگر سنگ معدنی محکم بوده و شکنند نباشد، پس یگانه طریقه بهتر بخاطر تخریب آن می تواند فشردن یا ضربه باشد. در صورت موجودیت مقدار زیاد درز در جسم معدنی مناسب خواهد بود تا تخریب آن بوسیله ضربه صورت گیرد. لیکن در صورت خواص چسبندگی زیاد جسم معدنی

(c) ketabton.com: The Digital Library

موثریت ضربه به شدت کاهش می یابد. در انتخاب طریقه شکستن همچنان ارزش سنگ های معدنی و مطالبات به کیفیت محصولی که می شکنند تاثیر می‌نمایند . طور مثال اگر در سنگ معدنی منرالهای قیمتی و مفیده موجود باشد پس هنگام شکستن آن بطور اعظمی باید از سائیدن جلوگیری بعمل آید.

دستگاه های که در آنها شکستن سنگ های معدنی صورت میگیرد بنام سنگ شکن یاد میگردد. با در نظر داشت طریقه تخریب توته های سنگ های معدنی، سنگ شکن های ذیل راازهم فرق می نماید:

1- سنگ شکن های الاشه یی که در آنها تخریب توته های سنگ ها بوسیله فشردن و درز کردن بین دو الاشه که به صورت متواتر با هم نزدیک می شوند صورت می گیرد.

2- سنگ شکن های مخروطی که در آن شکستن سنگ ها بوسیله فشردن و سائیدن بین مخروط متحرک وغیر متحرک صورت می گیرد .

3- سنگ شکن های استوانه یی (وال دار) که در آن شکستن جسم معدنی به وسیله فشردن بین دو استوانه که مقابل همدیگرحرکت دورانی راانجام می دهند صورت می گیرد.

4- سنگ شکن های چکشی (ضربه ئی)که در نتیجه وارد کردن ضربات بالای قطعات جسم معدنی و تصادم این قطعات به جدارسنگ شکن، شکستن سنگ های معدنی صورت می‌گیرد.

سنگ شکن های الاشه یی

سنگ شکن های الاشه یی برای شکستن احجارمعدنی مستحکم با قطعات بزرگ و متوسط مورد استفاده قرار میگیرند. این سنگ شکن ها نظر به پرنسیب فشردن و قسماً سائیدن (درسنگ شکن ها با حرکت مغلق الاشه) و خمش فعالیت می نمایند.

درسنگ شکن های الاشه یی شکستن جسم معدنی در فضای کاری ایکه بین الاشه متحرک و غیر متحرک ایجاد می گردد در نتیجه فشردن و قسماً درزکردن شکستن توته ها صورت می گیرد. سنگ معدنی در دهانه پرکاری سنگ شکن رسیده و در لحظه نزدیک شدن الاشه به آن می‌شکند و مواد شکسته شده از طریق دریچه خروجی بصورت متواتر در هر برگشت الاشه

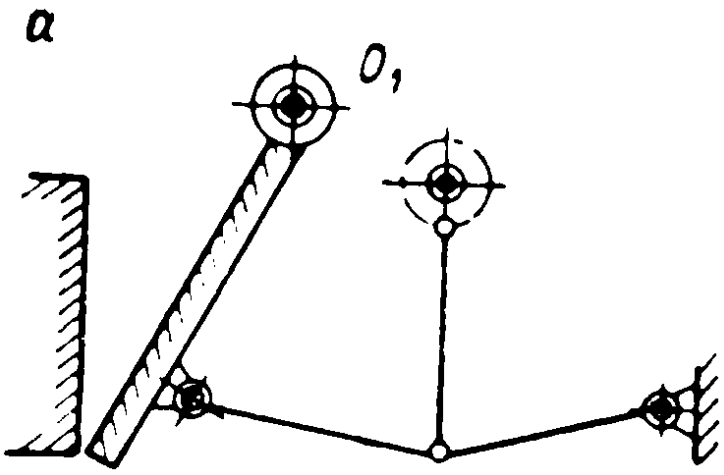
(c) ketabton.com: The Digital Library

متحرک تخلیه می گردد. سنگ شکن های الاشه یی اغلباً برای شکستن سنگ های سخت وغیر چسبنده به کار رفته و به دو نوع ساخته میشوند:

1- با حرکت ساده الاشه.
2- با حرکت مغلق الاشه.

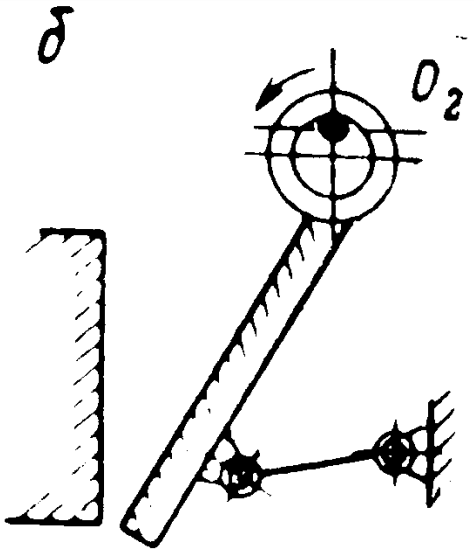
درسنگ شکن های الاشه یی با حرکت ساده الاشه مطابق شکل (a) الاشه متحرک دارای یک نقطه غیر متحرک بوده (مرکز دورانی o_1)، تمام نقاط متباقی آن قوس دایره را با مرکز عمومی (o_1) ترسیم می نمایند. سنگ شکن های الاشه یی با ابعاد زیاد معمولاً با حرکت ساده الاشه متحرک ساخته می‌شوند.

درسنگ شکن های نوع دوم یعنی با حرکت مغلق الاشه مطابق شکل (b) الاشه متحرک با وال متحرک اکسنتریک (چرخی که مرکز آن قدری خارج از مرکزمعمولی قرار گرفته باشد) (o_2) آویزان گردیده و قسمت پائینی آن طور چپراست به تخته غیر متحرک وصل گردیده است. هرنقطه الاشه متحرک چنین سنگ شکن ها منحنی بسته را ترسیم می نماید که در قسمت بالائی نزدیک به دایره بوده و در قسمت تحتانی نزدیک به بیضوی می باشد.در اشکال زیر شیما های این گونه سنگ شکن ها نشان داده شده است.



شکل (a) – سنگ شکن الاشه یی با حرکت ساده الاشه

(c) ketabton.com: The Digital Library



شکل (b)- سنگ شکن الاشه یی با حرکت مغلق الاشه

سنگ شکن های الاشه یی با حرکت مغلق الاشه متحرک با عین اندازه ها نسبت به سنگ شکن های الاشه ی با حرکت ساده الاشه بهره دهی بلند را تامین می نماید. این بهره دهی بلند به علتی صورت می گیرد که هنگام حرکت الاشه متحرک به طرف جلو همزمان مواد شکسته شده را به طرف پائین به دریچه خروجی با خود می برد. در این صورت علاوه بر فشار وارده سائیدن مواد نیز صورت میگیرد. این نوع سنگ شکن ها در مواد چسبنده به خوبی کار نموده و محصول شکسته شده نظر به جسامت، یکنواخت بدست می آید.

درجه شکستن درسنگ شکن های الاشه یی باحرکت ساده الاشه از(3 - 4) رسیده و در سنگ شکن ها با حرکت مغلق الاشه به (5 - 10) می رسد.

بهره دهی سنگ شکن های الاشه یی مربوط به خواص فزیکی – میخانیکی سنگ معدنی بوده و نیز مربوط به اندازه دریچه پرکاری و تخلیه، درجه شکستن، سرعت دوران وال اکسنتریکی، خواص سطح الاشه کاری، دامنه حرکت الاشه متحرک و زاویه گیرش یعنی زاویه ای که توسط الاشه متحرک تشکیل می گردد می باشد . معمولاً زاویه گیرش از (12 تا 25^0) می رسد و درصورت تغییر عرض دریچه تخلیوی تغییرمی نماید. با افزایش زاویه گیرش درجه شکستن افزایش می یابد اما بهره دهی سنگ شکن کاهش می یابد. نظر به نوعیت سنگ شکن و

(c) ketabton.com: The Digital Library

شرایط شکستن، بهره دهی آنها درسنگ های معدنی دارای سختی متوسط می تواند به ($800m^3/h$) برسد.

درجه شکستن درسنگ شکن های الاشه ئی معمولاً از(3- 5) می رسد و با افزایش و یا کاهش دریچه تخلیوی تنظیم می گردد.

سادگی ساختمان، خدمات و ترمیم سنگ شکن های الاشه یی باعث گردیده است تا استفاده وسیع را در فابریکات غنی سازی کسب نمایند. لیکن این سنگ شکن ها دارای نواقص زیاد می باشد. که عبارت اند از:

1- هنگام کارلرزه شدید داشته و لازم است تا سنگ شکن درتهداب مستحکم صرف در منزل اول نصب گردد.

2- در صورتی که سنگ شکن غیر منظم بارگیری شود سنگ شکن مسدود می گردد.

3- محصولات شکسته شده نظر به جسامت متغیر بدست می آید .

4- سنگ شکن های الاشه یی صرف در صورت عدم موجودیت بار، چالان می شوند.

5- در صورت کار بدون بار اگرسنگ شکن صداهای غیرنور مال نداشته باشد سنگ شکن را از بار پرمی نمایند.

6- توقف سنگ شکن های الاشه ئی می تواند صرف بعد از خروج تمام موادی که در زون کاری باقی می ماند صورت گیرد.

سنگ شکن‌های مخروطی

سنگ شکن های مخروطی درصنایع معادن زغال و سنگ های معدنی در نتیجه بهره دهی بلند، نسبتاً مصرف کم انرژی مخصوص برقی و قابلیت تولید یکنواخت جسامت محصول توسعه مزید حاصب نموده است. این سنگ شکن ها برای شکستن به قطعات بزرگ، خورد ومتوسط مورد استفاده قرار می گیرند.

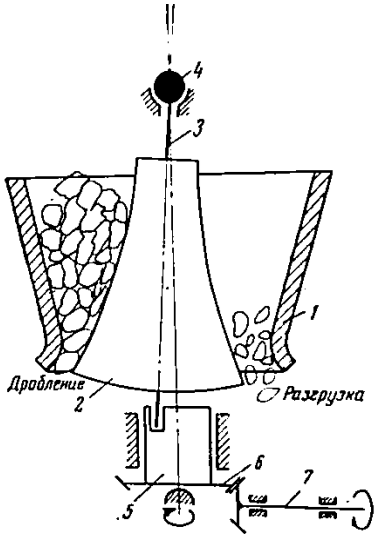
شکستن سنگ های معدنی در سنگ شکن های مخروطی در نتیجه فشردن و قسماً خمش

(c) ketabton.com: The Digital Library

و سائیدن توته ها در فضای کاری بین مخروط قطع شده صورت میگیرد. با تفاوت ازسنگ شکن های الاشه یی شکستن سنگ های معدنی و تخلیه محصول شکسته شده در سنگ شکن‌های مخروطی به صورت بلاوقفه صورت میگیرد. در لحظه نزدیک شدن مخروط متحرک به مخروط غیر متحرک توته های سنگ‌ها فشرده گردیده و می شکند. در مرحله دور شدن مخروط متحرک مواد خورد و ریزه از طریق دریچه خروجی تخلیه میگردد. مخروط متحرک شکننده (2) بالای میله (3) نصب گردیده که قسمت پائین آن به صورت آزاد در سوراخ گیلاس اکسنتریکی (5) داخل می گردد. هنگام دوران گیلاس اکستتریکی که به کمک وال محرکه دار(7) وجوره چرخهای (6) به حرکت میآید، محور وال (3) سطح مخروطی راتشکیل مینماید طوریکه در شکل زیر ترسیم گردیده است.

سنگ معدنی در فضای بین مخروط متحرک و غیرمتحرک بارگیری گردیده و تخلیه محصول شکسته شده از قسمت تحتانی سنگ شکن صورت می گیرد.

عرض دریچه بارگیری انواع مختلف سنگ شکن‌های مخروطی که جسم معدنی را به قطعات بزرگ می شکنند به 500 – 1500 میلی متر رسیده که امکان شکستن سنگ ها را با قطعات اعظمی توته ها تا 1500 میلی متر میسر می سازد. عرض دریچه تخلیوی انواع مختلف سنگ شکن ها از 75-300 میلی متر رسیده و می تواند به وسیله بلند کردن مخروط شکننده به کمک نت که در قسمت فوقانی میله قرار دارد تنظیم گردد.



سنگ شکن مخروطی

(c) ketabton.com: The Digital Library

درجه شکستن در سنگ شکن های مخروطی برای شکستن با قطعات بزرگ معمولاً به 3- 5 می رسد. قسمت زود فرسایش یابنده سنگ شکن های مخروطی عبارت از سطوح روپوش شده شکننده می باشد. معیاد خدمت آن مربوط به خواص سنگ ها بوده و از 6 ماه تا 2 سال می رسد. مصرف فولاد هنگام شکستن سنگهای معدنی در سنگ شکن های مخروطی با شکستن با قطعات بزرگ در نتیجه سائیدن تخته های روپوش از 0.03-0.005kg دریک تن محصولی که می شکند می رسد.

مزایای سنگ شکن های مخروطی

1- داشتن بهره دهی بلند؛
2- درجه بلند میده کردن؛.
3- داشتن ساختمان محافظوی به منظور جلوگیری از شکستن خود سنگ شکن؛
4- بارگیری یکنواخت سنگ معدنی به کمک لوحه توزیع.

هنگام شکستن سنگ معدنی با محکمی متوسط، بهره دهی سنگ شکن های مخروطی از 1-4ton/h در یک کیلووات طاقت محرکه می رسد.

نواقص سنگ شکن های مخروطی

1- مغلق بودن ساختمان آن که خدمات تخنیکی و ترمیم آنرا مشکل می سازد؛

2- مناسب نبودن آن برای شکستن و خرد کردن سنگ های چسبنده بنابر مسدود شدن دریچه تخلیوی؛

3- این نوع سنگ شکن‌ها دارای ابعاد زیاد بوده و ارتفاع بیشتر تعمیر را مطالبه می‌نماید.

سنگ شکن های وال دار

سنگ شکن های وال دار متشکل است از استوانه (1)، بولبرنگ های متحرک (2)، میکانیزم کششی (3) و فنرهای محافظوی (4) می‌باشد. از سنگ شکن‌های وال دار به منظور میده نمودن توته های بزرگ و کوچک استفاده می گردد. مواد اولیه در نتیجه حرکت متقابل

(c) ketabton.com: The Digital Library

استوانه ها در اثرقوای فشردن، منشعب ساختن و قسماً سائیدن، میده میگردد. قطر استوانه‌ها باید به اندازه 20 مرتبه از قطرتوته های وارده زیاد باشد و طول استوانه باید به اندازه 2 – 1.5 مرتبه کمتر از قطراستوانه ها باشد. فاصله بین استوانه ها تعین کننده درجه میده سازی جسم معدنی گردیده و تا 2mm می رسد. سطوح استوانه ها میتوانند هموار و یا دندانه دار باشد. سنگ شکن های والدار با استوانه های هموار برای شکستاندن به قطعات متوسط و کوچک احجار دارای هر نوع سختی به کار میروند. این نوع سنگ شکن ها نظر به پرنسیب فشار فرورفتن وسائیدن مواد بین دواستوانه ای که بین هم حرکت متقابل را انجام میدهند کار مینمایند.

بهره دهی سنگ شکن های والدار هموار از 0.5 -3 ton/h بالای فی کیلووات طاقت محرکه میرسد. مصرف فولاد روپوش در حدود 0.5kg در فی تن سنگ معدنی که می‌شکند می‌رسد، جسامت اعظمی مواد اولیه از 40 تا 75 میلی متر را در بر میگیرد.

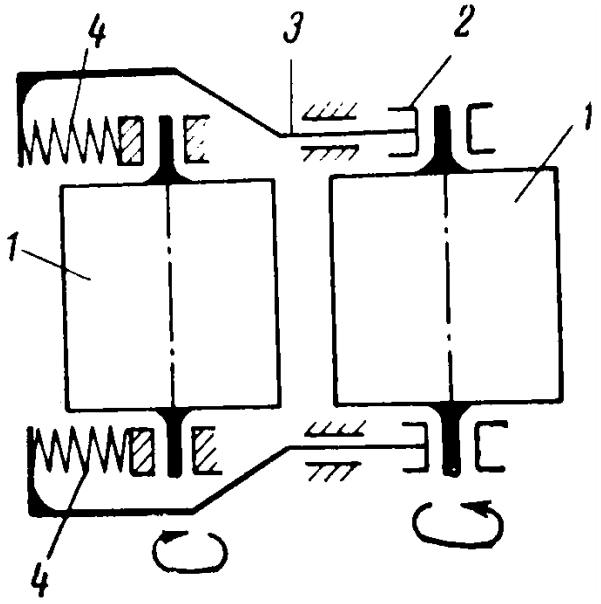
برای شکستن مواد شکننده و موادی که سختی متوسط داشته و چسپینده باشد (زغال سنگ، کوکس، نمک، گل چینی وغیره) از سنگ شکن های والدار دندانه دار استفاده می‌گردد. سنگ شکن های والدار دندانه دار یکی از آلات اساسی برای شکستن زغال سنگ با قطعات بزرگ به شمارمی رود. شیمای سینماتیکی سنگ شکن های والدار دندانه دارعیناً مانند سنگ شکن های والدار هموار می باشد.

موقعیت متقابل دندانه ها روی استوانه ها طوری است که عمدتاً آنها تخریب و شکستن مواد را تامین مینمایند. وال های سنگ شکن با روپوش های دندانه دار تعویضی مجهز میگردند.

برای شکستناندن زغال سنگ، سنگ شکن های یک واله دندانه دار موفقانه بکار میروند که در آن شکستن زغال سنگ بین وال دندانه دار دورانی و شبکه‌ی میله یی غیر متحرک انجام می پذیرد.

مواد خرد و ریزه که در زغال سنگ وجود داشته باشد مجدداً به مواد کوچکتر تبدیل نگردیده و از طریق شبکه میله یی خارج میگردد. بهره دهی سنگ شکن های والدار دندانه دار از 1.5 تا 2.5 تن فی ساعت در یک کیلووات طاقت محرکه رسیده، جسامت مواد اولیه تا 800mm و جسامت مواد شکسته شده به 120 تا 50mm می رسد. در شکل زیر شیمای سنگ شکن والدار نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



1- وال؛ 2- بیرنگ های متحرک؛ 3- عنصر کشش(راد)؛ سپرنگ‌های نگهدارنده

سنگ شکن‌های چکشی

سنگ شکن های چکشی برای شکستن به قطعات بزرگ، متوسط و کوچک مواد معدنی بسیار متفاوت چه نرم و چه سخت به کار می روند. از همه بیشتر آن ها هنگام سنگ های معدنی شکننده موثریت بیشتر دارند، لیکن می توانند برای شکستن سنگ های معدنی چسبنده با رطوبت بلند به کار روند. پروسه شکستن و خرد کردن درسنگ شکن های چکشی در نتیجه ضربات دوران سریع چکش‌های روتور بالای توته های جسم معدنی که به سنگ شکن میرسد صورت می گیرد. برعلاوه توته های جسم معدنی توسط چکش ها گرفته شده و با قوه زیاد به تخته های روپوش و جدارشبکه تخلیوی کوبیده می شوند.

نظر به طریقه اتصال چکش ها با روتور سنگ شکن های چکشی به دو نوع اساسی تقسیم میشوند:

1- با اتصال چکش ها به روتور توسط چپراست.
2- با اتصال چکش ها با روتور به شکل سخت.

(c) ketabton.com: The Digital Library

درصنعت سنگ شکن های چکشی یک روتوره و دو روتوره ریورسی و غیر ریورسی با شبکه میله یی و غیر میله یی تولید میگردند. زمانیکه جسم معدنی به سنگ شکن بارگیری میگردد تحت عمل ضربات چکش ها قرار گرفته و به تخته های روپوش پراگنده میگردند. توته های اجسام معدنی عمل ضربه یی مکرر را متقبل می شوند و محصول شکسته و میده شده از طریق شبکه میله یی تخلیه میگردد. چکش ها اشکال مختلف داشته و وزن آنها از 3 تا 60 کیلوگرام می رسد. چکش های سنگین برای توته های بزرگ و سخت احجار بکار می روند. بهره دهی سنگ شکن های چکشی مربوط قطر، طول، سرعت دوران روتور، تعداد چکش ها و وزن آنها، خواص فزیکی احجار، درجه شکستن و خرد کردن و سایرفکتورها میباشد. تعداد چکـــش ها در سنگ شکن های چکشی چندین قطاره به 270 عدد رسیده و سرعت دوران آنها بیشتر از 50 m/sec می باشد. قطر روتورسنگ شکن های چکشی به 2000 mm و طول آن به 3000 mm میرسد.

عمل ضربات مکرر چکش ها بالای احجار معدنی هنگام عبور آن از طریق فضای شکننده، درجه بلند شکستن توسط چکش ها را تامین نموده که در سنگ شکن های یک روتوره به 15 و در سنگ شکستن دو روتوره به 40 می رسد.

بهره دهی سنگ شکن های چکشی از 3-500 ton/h (از 0.6 تا 1 تن فی ساعت در یک کیلووات طاقت معینه سنگ شکن هنگام شکستن زغال سنگ) می رسد. درجه میده شدن درسنگ شکن های چکشی از 10 تا 15 رسیده و مدت خدمت چکش از 10 تا 30 ماه را در بر می گیرد. سنگ شکن های چکشی از جمله ماشین های پربهره بوده و محصول دانه دار مقدار کم گرد و خاک را تشکیل می دهد.

مزایای سنگ شکن های چکشی

1- داشتن بهره دهی بلند .

2- عمومی بودن ساختمان آن که میتواند برای شکستن با قطعات بزرگ، متوسط و کوچک سنگ های معدنی سخت، نرم و چسبنده مورد استفاده قرارگیرند.

3- مصرف کم انرژی مخصوص یعنی از0.6 تا 2 کیلووات ساعت در یک تن جسم معدنی که می‌شکند می باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

4- ساختمان آن ساده ویک پارچه می باشدوضمناً وزن آن زیاد نیست .

نواقص سنگ شکن های چکشی

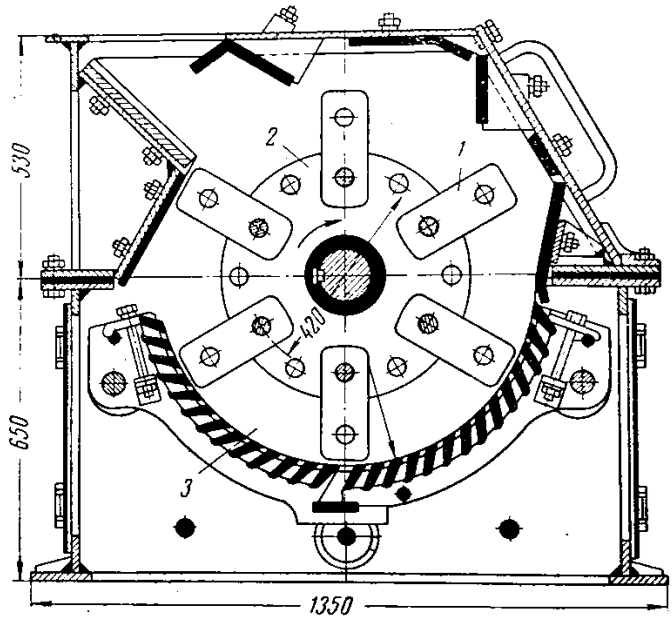
1- فرسایش سریع چکش ها.

2- حساسیت زیاد در مقابل اضافه باری و افزایش رطوبت مواد اولیه.

3- حساسیت به کوچکترین بی موازنه شدن روتور.

4- سست شدن بولت ها و بولبرنگ های تهدابی.

5- منحرف شدن مرکزگیری وال ماشین و موتور برقی. از این رو به کیفیت و خدمات تخنیکی آنها تقاضای زیاد بعمل می آید.



1- چکش، 2- روتور، 3- سبکه میله یی

سنگ شکن های چکشی در تهداب های نصب می گردند که کتله آن سه مرتبه بیشتر از کتله سنگ شکن می باشد. در شکل زیرشیمای سنگ شکن چکشی ترسیم گردید است.

آسیاب هـــــــــا

ساختمان آسیاب ها

(c) ketabton.com: The Digital Library

خرد کردن و پودر ساختن عبارت از عملیات نهایی در سیکل آماده سازی سنگ های معدنی قبل از غنی سازی بوده که مربوط به خرد ساختن توته های بزرگ آن می باشد.

درنتیجه‌ی خرد ساختن باید محصولی بدست آید که نظر به جسامت برای غنی سازی به طریقه های مختلف (فلوتیشنی، مقناطیسی و جاذبوی) مناسب بوده و موجودیت منرال‌های مفیده به شکل ذرات بطور اعظمی باید از منرال های احجاربیکاره آزاد باشد. جسامت ذرات محصول خرد شده قاعدتاً از یک میلی متر(1mm) نباید تجاوز نماید.

پودر ساختن مواد در آسیاب‌ها در محیط آبی و یا هوایی صورت میگیرد. در رشته‌های مختلف صنایع انواع اساسی آسیاب های ذیل را از هم تفکیک می‌نمایند:

1- آسیاب های استوانه یی.
2- آسیاب های اهتزازی.
3- آسیاب های فواره یی.

برای خرد ساختن و پودر کردن اجسام معدنی از قبیل زغال سنگ و سنگ های معدنی آسیاب های نوع استوانه ئی توسعه وانکشـــاف مزید حاصل نموده است. خرد ساختن و میده کردن سنگ ها در آسیاب های گلوله یی (استوانه یی) در نتیجه ضربه و سایش اجسام صورت میگیرد. منحیث چنین اجسام (محیط خرد و ریزه کننده) از گلوله های فلزی، میله های فلزی، توته های بزرگ سنگ های معدنی خود میده شونده استفاده بعمل می آید. نظر به خواص محیط خرد و ریزه کننده آسیاب های استوانه یی به آسیاب های گلوله یی، میله یی، جغله یی و خود آسیاب کننده منقسم می شوند.

آسیاب های گلوله یی

پودر ساختن سنگ معدنی در آسیاب های استوانه یی گلوله یی معمولاً به طریقه مرطوب صورت می گیرد، زیرا موجودیت آب تنظیم پروسه را ساده ساخته و شرایط مناسب را برای بارگیری و تخلیه مواد و صنف بندی آن (نظر به جسامت) ایجاد نموده و ضمناً ایجاد گرد و خاک را از بین می برد

در رسم زیر ساختمان اسیاب استوانه یی نشان داده شده است. ظرف مارپیچی که در گردنه بارگیری نصب گردیده است، در هر دور آسیاب قسمت از مواد اولیه را با آب گرفته و آن را به

(c) ketabton.com: The Digital Library

آسیاب می دهد. مواد خرد و ریزه شده یکجا با آب فاصله بین گلوله ها را تا سطح گردنه آب ریز (ریزش مخلوط آب با مواد خرد و ریزه شده) پر می‌نماید. مواد اضافی از طریق این گردنه با جریان خودی بیرون می ریزد. در صورت پروسه متعادل، مقدار مواد تخلیه شده در واحد زمان مساوی به مقدار مواد بار گیری شده می باشد.

آسیاب ها با تخلیه مواد از طریق پارتیشن عمودی جالی دار (diaphragm) مورد استفاده قرار گرفته و بعضاً با تخلیه از طریق سوراخ سطح استوانه‌یی مورد استفاده قرار می گیرد. چنین آسیاب ها مواد را به درجه بسیار کوچک خرد و ریزه می نمایند. لیکن تولید این گونه آسیاب ها و بهره برداری از آنها مغلق میباشد. بزرگ ترین نوع این آسیاب ها دارای قطر الی 4600mm میباشد. آسیاب های بزرگ شاخص های بسیار بلند تخنیکی و اقتصادی را تامین می نمایند.

هنگام دوران استوانه، گلوله‌ها در نتیجه‌ی قوای فرار از مرکز به جدار استوانه فشرده گردیده و در صورت اندازه معین قوه (سرعت بهرانی) می تواند یکجا با استوانه در تمام مدت دوران حرکت نماید.

برای اینکه قوای اعظمی ضربه گلوله ها به دست آید، تعداد دوران آسیاب طبق فورمول ذیل محاسبه می گردد

$$n = (0.6 - 0.9)n_{kp} = (0.6 - 0.9)\frac{42.4}{\sqrt{D}},$$

در این جا n_{kp} – تعداد دوران بهرانی آسیاب؛

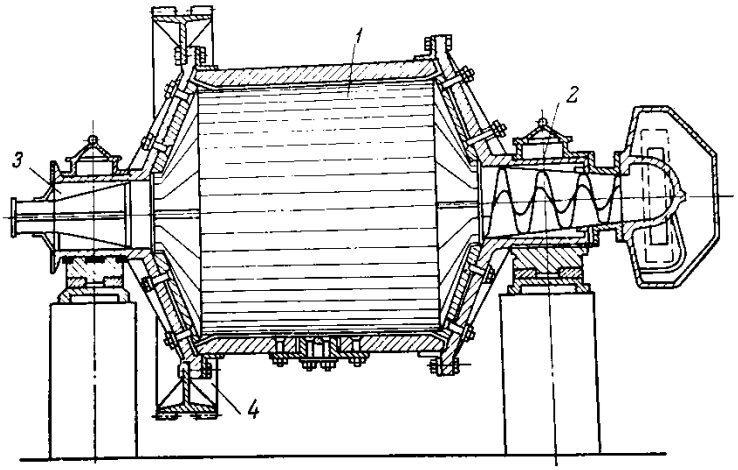
D – قطر آسیاب به متر میباشد.

محرکه آسیاب‌ها متشکل از موتور اسنکرونی، ریدوکتور و انتقال دهنده دندانه دار میباشد. سطح داخلی استوانه و سرپوش های انجامی به کمک روپوشها از فرسایش محافظه گردیده است.

استوانه تقریباً به اندازه نصف حجم از گلوله های میده کننده پر می شوند که هنگام دوران آن تحت تاثیر قوه فرار از مرکز و قوه اصطکاک به یک ارتفاع بلند می‌شود و بعداً

(c) ketabton.com: The Digital Library

در سطح داخلی استوانه لول میخورند. پـــروسه میده کردن مواد به صورت متواتر در تمام مدت زمان بودن مواد در استوانه صورت میگیرد.



آسیاب گلوله یی استوانه یی با تخلیه مرکزی

1- سطح داخلی استوانه؛ 2- گردنه بار گیری با ظرف مارپیچی بار گیری؛

3- گردنه تخلیوی؛ 4- حلقه دندانه دار برای دوران استوانه

در صنایع غنی سازی آسیاب‌های میله‌یی و گلوله یی با قطر استوانه‌ها از(900-4600mm) و طول از(900-6000mm) تولید میگردد. حجم کاری این نوع آسیاب ها به ($80m^3$) رسیده و وزن آن به (300 ton) می رسد. استوانه ها میتوانند به شکل استوانه معمولی، استوانه یی مخروطی و مخروطی باشد. مفاد استوانه های استوانه یی مخروطی و مخروطی در آن است که تقسیمات گلوله ها و میله ها را نظر به جسامت مواد به امتداد طول استوانه کمک می نماید، زیرا در شروع بارگیری توته ها بزرگ بوده و گلوله ها و میله ها به ارتفاع زیاد بلند رفته و آنها را خوبتر خرد میسازد که در نتیجه محصول یکنواخت بدست آمده و مصرف انرژی پائین می آید.

آسیاب های میله یی

آسیاب های میله‌یی در مرحله اول برای خرد ساختن و پودر ساختن مواد بکارمی روند. آنها پودر نمودن یکنواخت و گرد و خاک کمتر را تامین منمایند . نظربه ساختمان آسیاب های میله یی عیناً مانند آسیاب های گلوله یی با تخلیه مرکزی می باشد. به منظور کاهش شدید سطح

(c) ketabton.com: The Digital Library

خمیره به جهت حرکت آن و افزایش سرعت عبور مواد، قطر سرمحور تخلیه آسیاب های میله یی نظر به آسیاب های گلوله یی با عین ساختمان زیاد تر می باشد. دهانه تخلیوی چنین آسیاب ها، با قطر(1200mm) و بیشتر از آن امکان استفاده آنرا برای ورود در داخل استوانه به منظورترمیم ومراقبت میسر می سازد.

اجسام میده کننده برای آسیاب های میله یی عبارت ازمیله های میباشند که از فولادهای کاربن دار با قطر(40-100 mm) ساخته شده اند. طول میله‌ها معمولاً به اندازه (25-50mm) کمتر از طول داخل استوانه میباشد. آسیاب های میله یی برای میده کردن نسبتاً درشت مواد معدنی (1 – 2 mm) قبل ازغنی سازی به طریقه های جاذبوی ومقناطیسی بکار رفته وضمناً قبل از آسیاب نمودن در آسیاب های گلوله یی و هنگام میده کردن سنگ های معدنی به صورت چند مرحله یی مواد مورد استفاده قرارمی گیرد.

هنگام کار آسیاب های میله یی، میله‌ها طوری اخذ موقعیت می‌نمایند که از سمت بارگیری

که در آنجا توته های سنگ معدنی بزرگتر قرار دارند فاصله بین میله ها بیشترمیباشند و در آنجا نسبت به انجامهای تخلیوی در ارتفاع بیشترقرار میگیرند. در نتیجه این کار ذرات کوچک ازطریق فاصله‌ی بین میله ها عبور نموده وعلاوه از پودر شدن وارد صنف بندی مواد نظر به جسامت نیز می گردند. از این لحاظ آسیاب های میله یی محصول یکنواخت را نظر به جسامت تولید مینمایند. درآسیا ب های میله یی ضربات از جانب میل ها همزمان بالای چندین توته مواد صورت گرفته و ضربات قوه بیشتررا توته های بزرگتر متقبل می شوند، بناً این موضوع برای تولید محصول یکنواخت نظر به جسامت مساعدت مینماید.

آسیاب های لرزشی

این آسیاب ها از آسیاب های فوق الذکر طوری تفکیک می شوند که استوانه آنها (با سنگ معدنی و محیط خورد وریزه کننده) دوران ننموده بلکه لرزه می نمایند و هر نقطه آن مسیری را ترسیم می نمایند که نزدیک به دایره می باشند. در این صورت قشر تحتانی محیط خرد و میده کننده که به استوانه تماس دارد به طرف بالا تغییرمکان نموده و قشریکه نزدیک سطح آزاد قراردارد بطرف پائین حرکت می نمایند. در نتیجه چنین سرکلوشن بدون ضربه‌ی اجسام خرد شونده، سائیده شدن دانه های سنگ معدنی که در فضای بین آنها قرار دارد صورت میگیرد. بادی

(c) ketabton.com: The Digital Library

آسیاب های لرزشی مجهز با لرزه دهنده غیرمتوازن بوده و بالای اسپرنگ ها اخذ موقعیت می نمایند.

آسیاب های لرزشی عبارت از تغییر شکل آسیاب های گلوله یی میباشد. آنها برای پودر ساختن بسیار نازک و گرد مانند بکار می روند که در نتیجه‌ی ضربات گلوله ها هنگام لرزش بادی آسیاب میسر می گردد. لرزش معمولاً توسط لرزه دهنده انرشیایی ایجاد میگردد. لرزه دهنده متشکل از یک یا چندین کتله های اکسنتریکی بوده که با سرعت زیاد دوران می‌نمایند. گلوله ها به اندازه 75 تا 80 فیصد حجم مفیده آسیاب ها را احتوا می نماید.

ازاینکه رژیم کار آسیاب های لرزشی بسیار ثقیل می باشد بنا بر آن اندازه بزرگ آن (بیشتراز 1000L) آن فعلاً تولید نگردیده است.

آزمایش نسبی اندازه های مقایسوی آسیاب های معمولی گلوله یی استوانه یی و لرزشی نشان می دهند که آسیاب های لرزشی می توانند افزایش بهره دهی را به اندازه (8 تا 20) مرتبه تامین نماید. لیکن درین صورت مصرف مخصوص انرژی در فی تن سنگ معدنی بسیار بلند می رود (2 تا 3 مرتبه). آسیاب های لرزشی هنگام پودر ساختن در محیط مرطوب خوب کار نکرده و برای آسیاب نمودن مواد چسبنده مناسب نمی باشند.

تکنالوژی و شاخص‌های تخنیکی و اقتصادی

پروسه میده کردن و خردایش

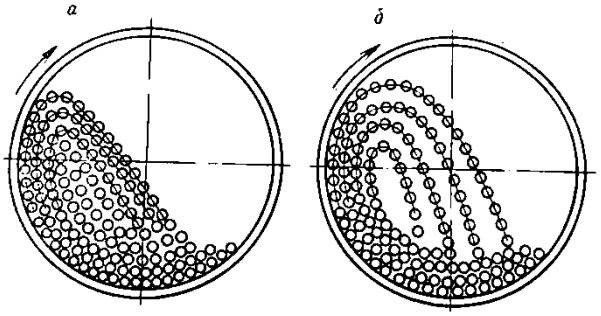
خردایش و میده کردن پروسه بسیار با ارزش می باشد. مصارف برای شکستن و خرد کردن در تمام فابریکات غنی سازی نزدیک به % 50 مصارف مجموعی کار مجدد بالای سنگ معدنی می‌رسد، زیرا قسمت عمده این مصارف برای میده کردن و خرد ساختن ضروری پنداشته می شود.

موثریت تکنالوژی و اقتصادی کار آسیاب های استوانه یی را فکتورهای ذیل تعین می‌نماید: سرعت دوران استوانه، خواص محیط خورد و ریزه کننده، درجه پرکاری استوانه،

(c) ketabton.com: The Digital Library

کثافت خمیره در صورت خرد کردن آبدار، جسامت اجسام بار شونده و درجه خرد کردن و ریزه کردن.

نظر به سرعت دوران استوانه رژیم های کار کاسکادی، آبشاری و مختلط آسیاب‌ها را از هم فرق می‌نمایند. این رژیم‌ها را درمثال آسیاب گلوله‌یی مورد مطالعه قرار میدهیم. در صورت رژیم کاسکادی شکل (a) سرعت دوران استوانه کمتر بوده و گلوله ها به یک ارتفاع یکجا با استوانه بلند شده و بعداً با اقشار موازی به طرف پائین لول می خورند که در این صورت



شیمای حرکت گلوله ها در صورت رژیم های کاسکادی(a) و آبشاری(б) آسیاب‌ها

خرد شدن و میده شدن مواد به صورت عموم توسط فشردن صورت می گیرد. رژیم کاسکادی اغلباً هنگام میده کردن وپودر ساختن مواد مورد استفاده قرار می گیرند.

در صورت افزایش سرعت دوران استوانه گلوله ها تحت عمل قوای فرار از مرکز زیاد بلند رفته که برای هر سرعت دورانی اندازه معین ارتفاع رابه خود گرفته و سپس از استوانه مجزا گردیده و به مسیر پارابولی پائین افتاده و بالای اجسام معدنی ضربه وارد می نمایند شکل (б). چنین رژیم کار آسیاب ها بنام رژیم کار آبشاری یاد میگردد. میده شدن سنگ ها در این صورت به صورت عموم درنتیجه ضربات گلوله ها وقسماً سائیدن انجام میپذیزد. اغلباً استوانه‌ها چنان سرعت دورانی را به خود میگیرد که در آن صورت قوه فرار از مرکز افزایش یافته و گلوله ها از جدار داخلی استوانه نه افتاده و یکجا با آن دوران مینمایند. در ین حالت خورد شدن مواد صورت نمی گیرد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

سرعتی که در آن صورت گلوله ها یکجا با استوانه به حرکت دورانی آغاز می نماید بنام سرعت بهرانی یاد گردیده و به (n_{kp}) نشان داده میشود. به صورت تیورتیکی این سرعت طبق رابطه ذیل دریافت می گردد $n_{kp} = \frac{42.4}{\sqrt{D}}$; $^{\text{دور}}/_{\text{دقیقه}}$

درین جا: D- قطر استوانه آسیاب به متر می باشد .

عملاً آسیاب ها در صورت فریکانس دورانی استوانه kp (0.85 – 0.75) کار مینمایند. تعداد دوران مناسب استوانه مربوط به درجه پر کردن آن از اجسام میده شونده بوده که ضریب پرکاری (ϕ) آن را در نظر می گیرد. این ضریب برای آسیاب های میلهیی مساوی به (0.3 تا 0.4) بوده و برای آسیاب های گلوله یی مساوی به (0.4 تا 0.5) می باشد. به هر اندازه که ضریب پرکردن بالا باشد به همان اندازه باید سرعت دوران استوانه به یک حد معین بیشتر باشد. مصرف استهلاک گلوله ها و میله ها در یک تن سنگ معدنی در حدود ذیل اهتزاز مینماید: گلوله ها از (0.5 تا 2.5 kg) و میله ها از (0.2 تا 0.5 kg). تعویض گلوله های فرسوده شده درمدت (2 – 3 ماه) یک مرتبه صورت می گیرد. هم چنان تعویض به موقع روپوش ها ضروری می باشد. معیاد کار روپوش ها از (6 – 15 ماه) اهتزاز نموده و مصرف آن در یک تن سنگ معدنی اولیه از (0.1 تا 0.4 kg)می رسد .

بهره دهی آسیاب های استوانهیی به اساس معلومات تجربوی توسط فورمول ذیل دریافت میگردد.

$$Q = K \cdot D^{2.6} \cdot L \quad ; \{^{ton}/_{h}\}$$

درین جا K - ضریب متناسب بوده ومساوی به (K=0.5 – 3.0)؛

D و L – قطر و طول استوانه به متر میباشد.

رژیم مختلط وقتی به میان می آید که رژیم کاسکاوی به رژیم آبشاری مبدل گردد.

فصل سوم

غـــــــربال کـــــــــاری

(c) ketabton.com: The Digital Library

وظایف و انواع غربا ل کاری

پروسه تکنالوژی مجزا ساختن مواد سخت نظر به جسامت با عبور دادن آن از طریق شبکه (جالی) بنام غربال کاری یاد می گردد. در نتیجه‌ی غربال کاری دو یا چند محصول بدست می آید که بنام کلاس ها یاد می گردد

مواد اولیه که به غربال می رسد به دو محصول ذیل مجزا می گردد: مواد فوق غربال که در بالای شبکه باقی می ماند و مواد تحت غربال که از طریق شبکه عبور می نماید.

درصورت غربال کاری مواد از طریق چندین شبکه به اندازه های مختلف سوراخها (طور مثال از طریق دو شبکه با اندازه های سوراخهای (20mm و 10mm) تعداد کلاس های حاصله بیشتر از تعداد شبکه ها به اندازه یک واحد می باشد، یعنی کلاس های (20mm+؛ 10mm+ 20 -؛ 10 -). غربال کاری در فابریکات غنی سازی استفاده وسیع داشته و نظر به وظایف خویش در شیمای غنی سازی ممکن عملیات مستقیلانه، مقدماتی یا کمکی باشد. غربال کاری می تواند در محیط آبی یا هوایی صورت گیرد. برای عملیات مستقیلانه غربال کاری به منظور محصول آماده شده که به مصرف کننده ها ارسال می گردد مورد استفاده قرارمی گیرد(طورمثال برای محصول سورت های مختلف زغال سنگ و مواد ساختمانی). نسبت کتله بدست آمده تحت غربال و کتله درجه پائین که شامل مواد اولیه می باشد موثریت غربال کاری نامیده می شود. موادی که جسامت آن کمتر از سوراخهای شبکه باشد بنام درجه پائین یاد میگردد.

مقدار درجه پائین با پاشیدن دقیق آن در لابراتوار بالای شبکه که سوراخهای آن مساوی به اندازه سوراخهای شبکه‌ی میباشد که بالای آن غربال کاری در فابریکه غنی سازی صورت میگیرد، تعین میشود.

موثریت غربال کاری به فیصد مساوی است به

$$E = \frac{\Pi}{\frac{Q\ .\ \propto}{100}}\ .100 = \frac{\Pi\ .10^4}{Q\ .\ \propto}$$

درینجا Π- کتله محصول تحت غربال به تن، Q- کتله مواد اولیه به تن، α- مقدار درجه پائین در مواد اولیه به (%) و $\frac{Q\ .\propto}{100}$ - کتله درجه پائین در مواد اولیه می باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

مثال1- از 200 تن سنگ معدنی اولیه هنگام غربال کاری در شبکه با سوراخهای 20mm، 80 تن محصول تحت غربال بدست آمده است. اگرمقدار کلاس 20mm- درسنگ معدنی اولیه 43.9% باشد، موثریت غربال کاری را دریافت نمایید.

$\Pi = 80ton$
$Q = 200ton$
$\alpha = 43.9\%$
$E = ?$

$E = \frac{\Pi .10^4}{Q . \propto} = \frac{80 .10^4}{200 . 43.9} = 91\%$ => E = 91%

مثال 2 – در نتیجه غربال کاری 500 ton مواد اولیه توسط شبکه با سوراخهای 50mm کلاس فوقانی غربال با وزن 400 ton بدست آمده که 10% آن را محصول تحت غربال تشکیل می دهد، موثریت غربال کاری را دریافت نمایید.

Q=500ton

Π=500-400=100ton

$\propto$=?

$\propto = 100+\frac{10}{100}400 = 100 + 40 = 140t0n$

حالا باید بدانیم که 140 تن چند فیصد مواد اولیه را تشکیل می دهد، یعنی

500 ton 100%

140 ton α

$\propto = \frac{140 \times 100}{500} = 28\%$

در نتیجه موثریت غربال کاری مساوی است به

$E = \frac{\Pi .10^4}{Q . \propto} = \frac{100 .10^4}{500 . 28} = 71.42\%$ => E = 71.42 %

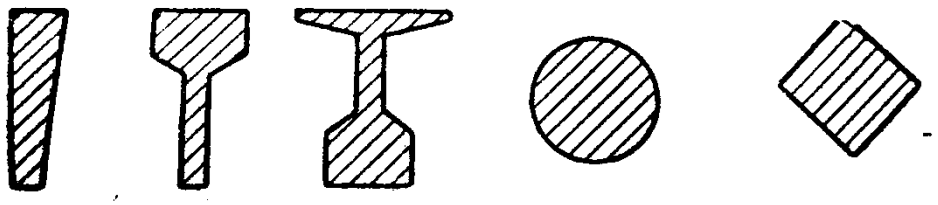
(c) ketabton.com: The Digital Library

سطوح کاری غربال‌ها

ماشین‌ها وساختمانهای که برای غربال کاری مورد استفاده قرار میگیرند بنام غربال‌ها یاد میگردند. منحیث سطوح کاری غربال ها از شبکه های میله یی، صفحه یی و سیمی استفاده بعمل می آید.

شبکه های میله یی از میله ها به اشکال و مقاطع مختلف ذیل ترتیب گردیده اند.

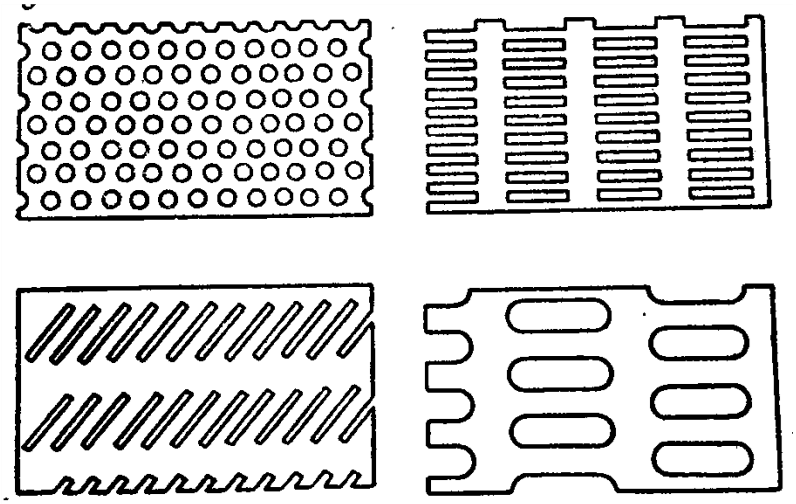
1- ذوذنقه ئی؛
2- (T) شکل؛
3- دایروی؛
4- مربع شکل وغیره.



مربع شکل دایروی (T) شکل (T) شکل ذوذنقه ئی

میله‌ها موازی باهم در فاصله معین قرار گرفته و توسط بولت ها با همدیگر محکم می‌گردند. شبکه میله یی برای غربال کاری قطعات بزرگ مواد مورد استفاده قرار می گیرند. شبکه‌های صفحه یی از صفحات فولادی ساخته می شوند. آنها معمولاً دارای سوراخهای دایروی یا مربع شکل برمه شده یا پرس شده میباشد، طوری که درشکل زیر ترسیم گردیده اند.

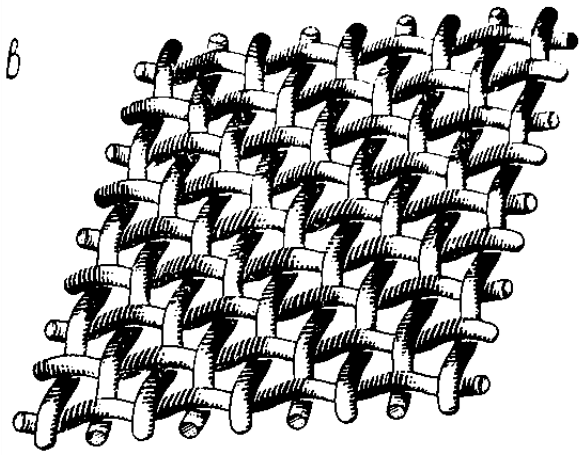
(c) ketabton.com: The Digital Library



سطح الک کننده غربال ها

سوراخهای مدور(بعضا مستطیلی) به شکل شطرنج اخذ موقعیت نموده و در سوراخهای مستطیل شکل ضلع طویل آن به جهت حرکت مواد و یا تحت زاویه به این جهت قرار میگیرد. سوراخهای شبکه به طرف پائین وسیع گردیده که عبور مواد را بهترساخته ومسدود شدن آن را کاهش می دهد.

شبکه های سیمی از سیم های برنجی، مسی و کاپرونی ساخته شده اند طوریکه در شکل زیر ترسیم گردیده است.

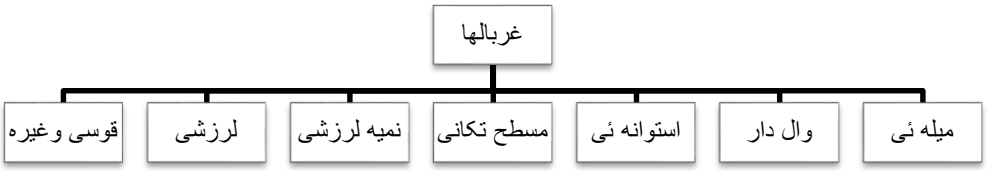


شیمای شبکه سیمی

(c) ketabton.com: The Digital Library

اندازه سوراخهای شبکه سیمی توسط فاصله اصغری (در شبکه) بین سیم های متقابل به میلی متر یا توسط تعداد سوراخهای مربع شکل (تعداد چشمک های غربال)که دریک انج خطی یعنی (25.4mm) داخل میگردد افاده می‌شود. سطح کاری غربال توسط مقطع فعال آن مشخص میگردد، یعنی توسط نسبت مساحت سوراخ ها در شبکه بر مساحت عمومی شبکه (به فیصد) که درشبکه های سیمی قیمت آن به (80%-75) و در شبکه های میله یی وصفحه یی قیمت آن به (60%-50) میرسد.

بااستفاده ازغربال کاری مواد مفیده درعمل غربال ها به گروپ های ذیل تقسیم میشوند:



سطح کاری غربال های مسطح تکانی حرکت اجباری را به اندازه معین و دقیق رفت و برگشت و مسیرها انجام داده که ارتباط سخت سینماتیکی بین محرکه و میکانیزم که در آن شبکه نصب میگردد برقرار میسازد. اندازه رفت و برگشت و مسیرحرکت این میکانیزم مربوط به سرعت دوران وال محرکه دار و بارگیری غربال نمیباشد.

غربالهای لرزشی ارتباط سخت سینماتیکی بین محرکه و گیربکس(جعبه) نداشته و دامنه اهتزاز (لرزش) آزاد آنها مربوط به قوه انرشیا، سختی ترتیبات تخفیف تکان و اندازه های کتله های متحرک میباشد.

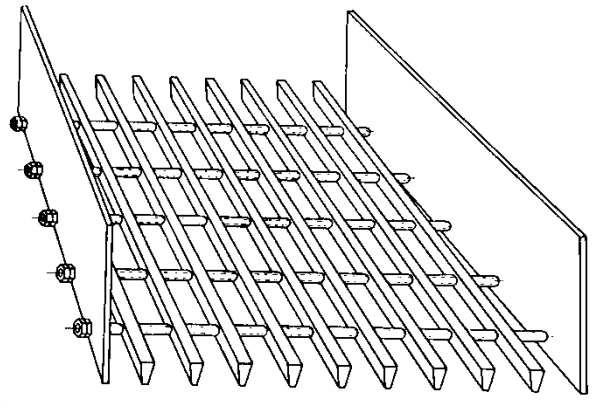
غربال های نیمه لرزشی موقعیت وسطی رابین غربال های تکانی ولرزشی (اهتزازی) اخذ مینمایند. دامنه اهتزاز این غربال ها مربوط به اندازه بارگیری آن ها نمیباشد.

غـــــربال هـــــای مـــــیله یی

غربال‌های میله‌یی غیرمتحرک طوری که در شکل زیر ترسیم گردیده است عبارت ازغربالی میباشد که از میله های (1) که توسط بولت های (2) محکم گردیده است ساخته شده

(c) ketabton.com: The Digital Library

است. در بولت ها بین میله ها لایه های اتکایی اخذ موقعیت نموده که عرض سوراخ را تعین می نماید. عرض سوراخ معمولاً از50 میلی متر کمتر نمی باشد. غربال را تحت زاویه 40 تا 50 درجه به صورت مایل نصب می نمایند.



غربال میله یی

سنگ معدنی در شبکه میله یی تحت تاثیر قوه جاذبه حرکت می نماید. توته های خرد از طریق سوراخها فرو ریخته و مواد فوق شبکه در قسمت انجامی شبکه فرو می ریزد.

برای افزایش بهره دهی و موثریت غربال کاری به خصوص برای سنگ های معدنی گل دار و مرطوب از غربال های میله یی کنسولی استفاده به عمل می آید که در آن یک انجام میله های (1) به صورت سخت محکم گردیده و انجام دیگرآن به شکل کنسولی آویزان می‌باشد.

هنگام افتادن توته های جسم معدنی بالای شبکه، انجام های کنسولی میله ها اهتزاز نموده و پروسه غربال کاری را مساعدت می نماید.

بهره دهی غربال های میله یی مربوط به اندازه غربال، خواص مواد و فاصله بین میله‌ها می باشد. عرض غربال معمولاً از (2 تا 3) برابر اندازه توته های اعظمی سنگ های اولیه بوده و طول آن دوبرابر عرض آن می باشد.

بهره دهی تقریبی غربال های میله یی را میتوان از فورمول تجربوی ذیل دریافت نمود:

$$Q = 2.4\ F\ a$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

درینجا. F – مساحت شبکه میله ی به m^2.

a- عرض سوراخ بین میله ها به (mm) می باشد.

موثریت غربال کاری غربال های میله یی از 50 تا ٪ 70 می رسد.

در فابریکات غنی سازی سنگ های معدنی غربال های میله یی اساساً قبل از شکستن و میده کردن در سنگ شکن ها مورد استفاده قرار میگیرند.

مزایای غربال های میله یی عبارتند از: ساده بودن ساختمان وخدمات، عدم مصرف انرژی، امکان ساختن آن در خود موسسه از مواد مختلف (خطوط آهن، میله ها و غیره)، امکان بارگیری مستقیم آن ها از وسایل ترانسپورتی مانند واگون های راه آهن، اتومبیل ها،

سکیپ های معادن زیرزمینی زغال سنگ و غیره.

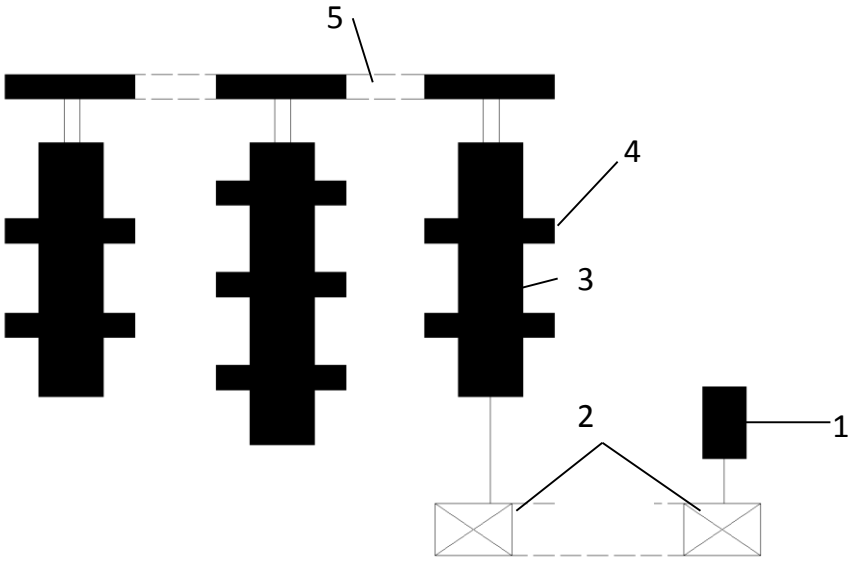
غـــربال هـــای والـــــدار

غربال های والدار متشکل از چندین وال موازی بوده که در چوکات مایل نصب گردیده و به جهت حرکت مواد دوران می نماید. چوکات غربال تحت زاویه ($12\text{-}15^0$) با افق نصب میگردند، در بالای هر وال تابه ها یا دیسک ها نصب می گردند. شکل و اندازه‌های سوراخهای کاری (غربال کننده) توسط فاصله بین وال ها و بین تابه ها و شکل دیسک ها تعین میگردد.

موتور برقی از طریق ریدوکتور و انتقال دهنده زنجیری وال وسطی را به دوران می آورد. (تعداد وال ها ممکن از 5 تا 13 باشد) که از طریق آن به کمک انتقال دهنده زنجیری حرکت متباقی وال ها تامین می گردد.

غربال های والدار به صورت عموم برای غربال کاری مواد شکننده (زغال سنگ وغیره) مورد استفاده قرار می گیرد. آن ها دارای بهره دهی بلند و موثریت خوب غربال کاری میباشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای غربال های والدار

1- موتور برقی؛ 2- چرخ دندانه دار؛ 3- وال (میله)؛ 4- دیسک؛ 5- زنجیر

غربال های والدار در کار مطمئن بوده و هنگام غربال نمودن زغال سنگ با جسامت های 100mm بهره دهی مخصوص را از 100 تا 120 تن فی ساعت تامین می نماید.

نواقص غربال های والدار عبارت از داشتن ابعاد زیاد، کتله زیاد و اغلباً از کار افتادن انتقال دهنده زنجیری حرکت میباشد.

غـــــربال‌هـــــای اســـــتوانه‌یی

غربال های استوانه یی برای شستشو و غربال کاری مواد پاشان از قبیل طلا، پلاتین، فلزات نادره و غیره مورد استفاده قرار میگیرند.

غربال‌های استوانه یی شستشوکننده عبارت از استوانه 5 استوانه‌یی شکل و یا مخروطی میباشد که بدور محوری که با افق زاویه $(3\text{-}7^0)$ را می سازد دوران می نماید(در صورت شکل مخروتی افقی نصب می گردد). استوانه در قسمت‌های انجامی خویش دارای بنداژ های 4 می‌باشد که استوانه به کمک آن‌ها به رولیک های حرکی 3 و 9 و رولیک های اتکایی 6 اتکا می‌نماید. رولیک 7 بیجا شدن استوانه را به جهت طولی مانع می‌شود. محرکه غربال جانبی بوده و حرکت

(c) ketabton.com: The Digital Library

آن توسط موتور برقی 1 از طریق ریدوکتور 2، رولیک حرکی فوقانی3، وال وسطی 10 و رولیک حرکی تحتانی 9 انجام می پذیرد. غربال در چوکات های فوقانی 11 و تحتانی 8 نصب میگردد. استوانه غربال متشکل از چهار سکشن میباشد، دو سکشن اولی بدون شبکه بوده که شستشوی مواد در آن جا صورت میگیرد، دو سکشن متباقی دارای شبکه بوده که اندازه سوراخهای آن از بالا به طرف پائین یعنی به طرف تخلیه مواد ازدیاد می یابد.

مواد اولیه از طریق انجام فوقانی بار گیری گردیده و هنگام دوران استوانه به ارتفاعی بلند می رود که زاویه میلان طبیعی مواد را مطابقت نموده و سپس پائین می افتد.

پارچه های خورد و ریزه مواد از طریق سوراخهای شبکه پائین افتاده و پارچه های بزرگ از قسمت انجامی تحتانی استوانه خارج می شوند.

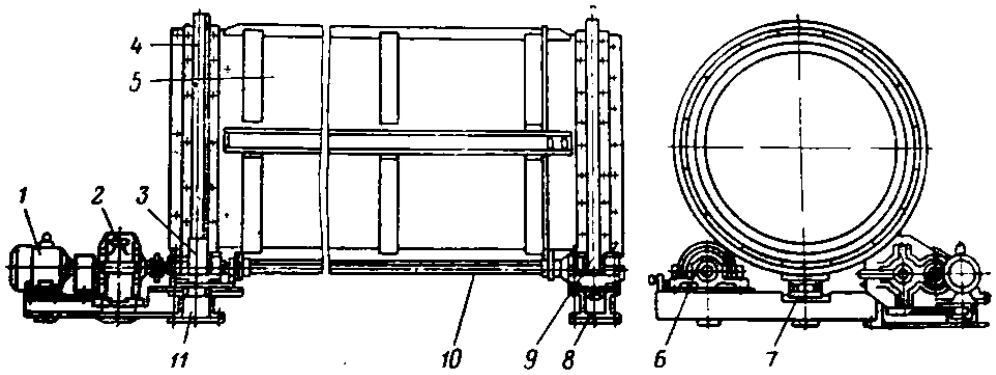
❖ - مزایای غربال های استوانه ئی عبارت است از:

1- سادگی ساختمان.
2- کار بدون صدا و آرام که امکان نصب آن را در منازل بالا میسر میسازد.
3- ترمیم و مراقبت تخنیکی آن ساده بوده و در کار اطمینان بخش می باشد.
4- امکان غربال نمودن پارچه های بزرگ بسیار گل دار و مرطوب.

❖ - نواقص غربال های استوانه ئی عبارت است از:

پائین بودن بهره دهی و موثریت غربال کاری آن میباشد . بهره دهی متوسط غربال در ($1m^3$) سطح کاری هنگام غربال نمودن مواد مرطوب به (0.45 تن فی ساعت) و در صورت غربال کاری مواد خشک به (0.25 تا 0.30 تن فی ساعت) میرسد. موثریت غربال کاری آن از (50-60%) تجاوز نمی کند. در شکل زیر شیمای غربال استوانه یی نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



غربال استوانه یی شستشو کننده

غـــربال‌های مسطح تـــکانی یا گازخـــــورنده

این چنین غربال‌ها عمدتاً برای غربال کاری و آب گیری زغال و سایر مواد مفید غیر فلزی بکار می روند. در چنین غربال چوکات با شبکه طور افقی با افق با زاویه 8- 12 درجه در پایه های ارتجاعی نصب گردیده و یا در اتکاهای مخصوص ارتجایی نصب و توسط میکانیزم اکسنتریکی به حرکت می آیند.

مواد برای غربال کاری بالای قسمت فوقانی غربال بارگیری گردیده و در نتیجه قوه انرشیا هنگام حرکت رفت و برگشت مواد به انجام تخلیوی انتقال می یابد. توته های کوچک از طریق شبکه عبور نموده و توته های بزرگ روی شبکه لول می خورند. غربال های تکانی هنگام کار با توته های مواد دارای جسامت 40- 50 میلی متر موثریت بیشتر دارد.

غربال های گاز خورنده تند رو در یک دقیقه 400-500 مرتبه رفت و بر گشت می‌نمایند. سرعت دوران و اندازه اکسنتریسیتی میکانیزم اکسنتریکی طوری انتخاب می گردد که پرتاب مواد در سبکه تامین گردیده و همچنان پروسه غربال کاری را شدت بخشد.

غـــربال هـــای اهـــتزازی

غربال های اهتزازی با اهتزاز دهنده ساده غیرمتوازن اهتزاز را تحت عمل کتله‌های

غیرمتعادل دیبلانس (5 و 7) که بالای میله (6) نصب گردیده اند انجام میدهند. میله غربال

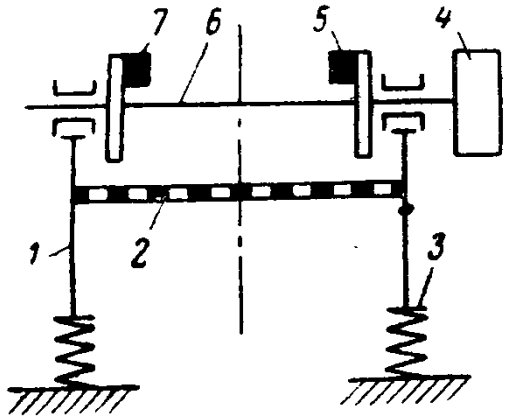
(c) ketabton.com: The Digital Library

صرف در دو بیرنگ دوران نموده و محوردورانی آن به صورت متواتر نظر به اندازه بار غربال بیجا می‌شود.

چوکات (1) غربال باشبکه (2) بالای ترتیبات جمپنگ دار ارتجاعی یا بالای کمانی (3) نصب میگردد. حرکت غربال از موتور برقی به کمک انتقال دهنده تسمه یی یا پولی (چرخ جری دار) (4) صورت می گیرد. هنگام دوران میله در کتله های غیرمتعادل قوه های فرار از مرکز انرشیایی ایجاد گردیده و در نتیجه چوکات غربال مسیر بیضوی شکل را ترسیم میکند.

ارتباط دامنه اهتزازغربال نظربه اندازه بارچوکات ودرنتیجه ارتباط محوردورانی وال به این اهتزاز،ازجمله نواقص این غربال ها به شمارمی رود .

برعلاوه ازغربال های اهتزازی با اهتزاز دهنده ساده غیر متوازن میتوان از غربال های اهتزازی دیگر از قبیل غربال های اهتزازی خود مرکزگیرنده، غربال های اهتزازی خود بیلانس شونده وغیره نام برد. در شکل زیر شیمای غربال اهتزازی نشان داده شده است.



شیمای غربال اهتزازی

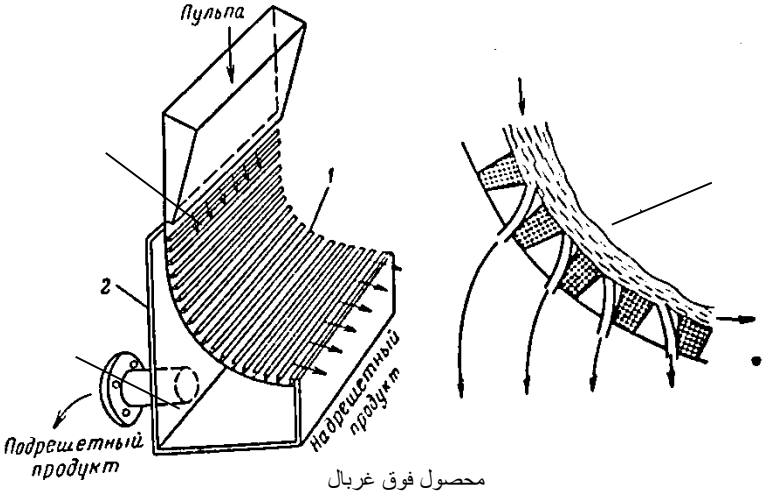
غـــربال هـــای قـــوسی

غربال های قوسی طبق شکل زیربرای غربال کاری مواد مرطوب با جسامت های 0.155 تا 2.5 میلی متر مورد استفاده قرارمیگیرند.

سطح کاری این غربالها از شبکه درزمانند (1) که توسط سیم های ذوذنقه یی شکل که

(c) ketabton.com: The Digital Library

در بدنه (2) محکم گردیده است ساخته شده و شعاع انحنای شبکه به 500-800mm میرسد. درزهای غربال به قسم عرضانی در مقابل جریان لوش قراردارد. لوش از طریق ساختمان مخصوص (3) به سطح کاری غربال به قسم مماسی با کمی فشارداده می شود. قوه فرار از مرکز که در این صورت ایجاد می گردد باعث جدا شدن آب و محصول خرد و ریزه از طریق سوراخهای درزمانند شبکه می گردد و نیز کلاس بزرگ از سطح غربال عبور نموده، خارج می شود. غربال های قوسی دارای ساختمان ساده بوده، بهره دهی مخصوص بلند داشته و موثریت بلند تا (% 90) غربال کاری را دارا می باشد. آن ها میتوانند با کیفیت های مختلف لوش یعنی با تغییر قابل ملاحظه مواد سخت در لوش (از 7 تا 70% نظربه کتله) کارنمایند. نقص عمده غربال های قوسی عبارت از فرسایش سریع شبکه به خصوص در لوش های سایا می باشد.



محصول تحت غربال

محصول فوق غربال

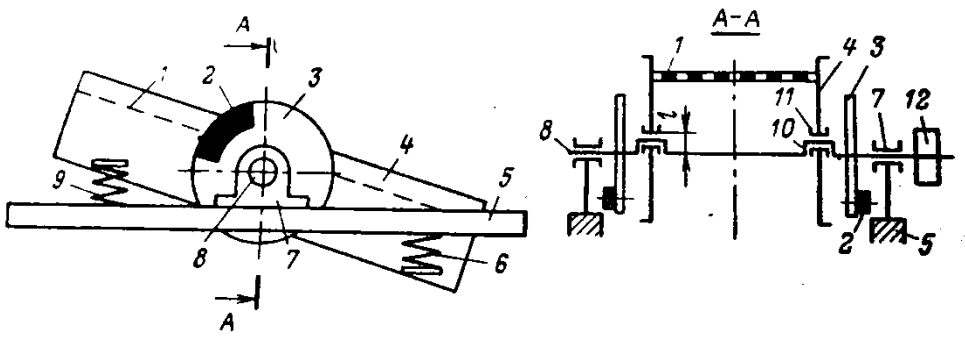
غربال قوسی

غـــربال‌هـــای نیمـــــه اهـــــتزازی

غربال های نیمه اهتزازی توسط حرکت دایروی چوکات با شبکه (چوکات شبکه و خود شبکه) در مستوی عمودی که بوسیله‌ی وال اکسنتریکی ایجاد میگردد مشخص میشود. شیمای غربال های نیمه لرزشی در شکل زیرترسیم گردیده است.

بالای چوکات (5) درداخل بیرنگ (7) وال (8) به صورت افقی نصب گردیده است که

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای غربال نیمه اهتزازی

دارای برآمدگی اکسنتریکی (10) میباشد. بالای برآمدگی ها بیرنگ غلطشی (11) اخذ موقعیت نموده که حلقه خارجی آن به چوکات غربال (4) محکم گردیده است. چوکات که در آن شبکه (1) (یا دوسه شبکه) تحت زاویه ($20\text{-}30^0$) با افق جاگزین گردیده (یا به ساختمان های آویزان کننده آویزان گردیده)، در این موقعیت توسط سپرنگ های (6 و 9) نگهداشته شده است. وال غربال حرکت دورانی را از موتوربرقی (12) به کمک انتقال دهنده تسمه یی حرکت و چرخ جری دار اخذ می‌دارد . چوکات غربال حرکت دورانی را با شعاع کوچک در مستوی عمودی انجام میدهد. درین صورت شبکه درتمام مدت دوران وال موازی به خویش باقی می‌ماند. دامنه اهتزاز و مسیر حرکت چنین غربال‌ها فقط برای قسمت وسطی آن ثابت می باشد. انجام های چوکات که در مسیر بیضوی حرکت می نماید دارای اهتزاز و دامنه آزاد بوده که نظربه دامنه اهتزاز قسمت وسطی چوکات متفاوت میباشد. برای متعادل ساختن قوه انرشیای فرار از مرکز که در کتله چوکات ایجاد میگردد به چرخ آزاد (3) ضد وزنه (2) نصب گردیده است. سرعت دوران وال غربال از (750-1500 C/min) و اکسنتریک وال اکسنتریکی از (2 تا 4mm) می باشد.

غربال های نیمه لرزشی دارای مارک های ثقیله ومتوسط میباشد، این نوع غربال ها برای غربال کاری به قطعات بزرگ تا (400mm) و قطعات کوچک (تا 1mm) مورد استفاده قرارمیگیرند.

عدم ارتباط دامنه اهتزازغربال های نیمه لرزشی نظر به اندازه بارگیری باعث گردیده است تا این نوع غربال ها در شرایط دشوار با بهره دهی بلند تا (1500 ton/h) بکار روند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نواقص این نوع غربال ها عبارت از ساختمان مغلق (موجودیت چهاربیرنگ دروال، مغلق بودن استقرار دقیق آن و تنظیم درزها) آن میباشد. از این لحاظ این نوع غربال ها به غربال های لرزشی ای عوض گردیده اند که دارای ساختمان ساده می باشد.

بهـــــره برداری ازغـــربال‌ها

بهره دهی و موثریت غربال کاری هنگام استفاده از غربالها با ساختمان های مختلف از همه اولتر مربوط به وضعیت تخنیکی، درست بودن منتاژ کاری و تنظیم آن، خواص مواد یا مشخصات مواد و چگونگی امور خدماتی آن می باشد.

هنگام غربال کاری سطح غربالها باید خوب کش شده باشند و تمام پرزه جات حرکی آن ها باید چرب گردیده و کوشش شود تا از ضربات بالای چوکات جلوگیری به عمل آید.

یکی ازمشکلات عمده که هنگام پروسه غربال کاری به وجود می آید عبلرت از مسدود شدن سوراخهای شبکه توسط پارچه های مواد میباشد، به خصوص مواد اولیه که دارای رطوبت زیاد از(4 تا 5%) را داشته باشد. برای این منظور از برس‌ها، چکش های چوبی و یا هوای فشرده استفاده میگردد تا سطح کامل غربال ها پاک می شود.

برای بهتر ساختن پروسه غربال کاری مواد چسبنده و مواد گل دار از گرم کاری شبکه توسط جریان برق برمبنای عبور جریان برق از شبکه با عایق ساختن دقیق آن از چوکات غربال، استفاده به عمل می آید. این جریان برق باید با ولتاژ پائین (3 تا 12 ولت) و قوه برقی زیاد از(5 تا 10 کیلوامپیر) باشد. درین صورت مواد چسبنده در شبکه خشک شده و در اثر اهتزاز از شبکه دور می گردد. مواد اولیه باید به قسم منظم به تمام عرض غربال و در جریان تمام وقت به غربال داده شود. در شرایطی که مواد اولیه دارای گرد و خاک باشد، باید غربال

به صورت دقیق از نفوذ گرد و خاک در سطوح کنتکتی مسدود گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فصل چهارم

صنف بندی هایدرولیکی

معلومات عمومی

پروسه جدا ساختن مخلوط دانه های منرالی در آب به صنف ها نظر به سرعت تهنشین شدت آنها بنام صنف بندی هایدرولیکی یاد می گردد.

هدف صنف بندی هایدرولیکی مانند غربال کاری عبارت از دریافت صنف های دانه های منرالی با جسامت های مختلف دانه ها می باشد. لیکن صنف بندی هایدرولیکی از غربال کاری طوری فرق می شود که در پروسه صنف بندی هایدرولیکی کلاس های بدست آمده مواد نظر به جسامت نبوده بلکه بنام کلاس های سقوط همزمان نامیده شده که نظر به جسامت بسیار از همدیگر متفاوت میباشد. صنف بندی هایدرولیکی می تواند غربال کاری را مطابقت نموده و یا می تواند نزدیک به آن در حالتی قرار داشته باشد که اگر کثافت، شکل دانه ها، وضعیت سطوح و سایر دانه های منرالی که روی سرعت سقوط آنها در آب تأثیر دارد با هم یکسان باشند.

مواد خام منرالی که در فابریکه غنی سازی تحت صنف بندی هایدرولیکی قرار می گیرند چنین خواص مشابه را ندارند. ازین لحاظ هر کلاسی که در صنف بندی هایدرولیکی بدست می‌آید همزمان شامل ذرات بزرگ دانه های منرال های سبک و ذرات کوچک دانه های منرال های سنگین که دارای عین سرعت سقوط در آب می باشند می گردند.

صنف بندی هایدرولیکی می تواند عملیات مستقلانه (نهایی)، آماده سازی و یا کمکی باشد.

منحیث عملیات مستقلانه، صنف بندی هایدورلیکی برای شستشوی مواد دانه دار از گِل و بعد از خرد سازی و میده سازی سنگ های منگنیزی، ولفرامی، فلزات نادره و سایر سنگ های معدنی پاشان به کار روند. رول عملیات آماده سازی را صنف بندی هایدرولیکی در صورت ضرورت غنی سازی جداگانه هر کلاس (طور مثال توسط میتود های جاذبوی) انجام داده و رول عملیات کمکی را صنف بندی هایدرولیکی در شیمای های خرد سازی و میده سازی سنگ های معدنی به منظور جدا سازی محصول دانه ریز که خرد سازی و میده سازی بعدی را مطالبه می‌نماید ایفا

(c) ketabton.com: The Digital Library

می نماید. معمولاً موادی که اندازه های آنها بیشتر از 4 mm – 3 نباشد تحت صنف بندی هایدرولیکی قرار می گیرند

صنف بندی هایدرولیکی در ماشین‌ها و آلاتی صورت می‌گیرد که بنام صنف بندی کننده‌ها یاد می گردند. پروسه صنف بندی در جریان آبی صورت می گیرد که می تواند افقی، عمودی و یا منحنی الخط باشد. مشخصات جریان و خواص مایع تأثیر فوق العاده زیاد را در پروسه صنف بندی ایفا می نمایند.

چون پروسه صنف بندی هایدرولیکی بر مبنای تفاوت در سرعت های سقوط دانه‌های منرالی در آب اساس گذاری شده است بناُ فکتورهای که این سرعت ها را معین می سازند مورد مطالعه قرار می دهیم.

قانون مندی سقوط دانه های منرالی در آب

با تفاوت از خلا هر محیط (آب، هوا و غیره) با افتادن جسم در آنها از خود مقاومت نشان می‌دهند. سرعت افتادن (سقوط) دانه در محیط مربوط به اندازه ها، اشکال، کثافت دانه و کثافت محیط می باشد. دانه های بزرگ تر با کثافت زیاد نسبت به دانه های کوچک با کثافت کمتر زود تر پائین می افتند. لیکن سرعت افتادن دانه بزرگ با کثافت زیاد می تواند به مراتب کاهش یابد، اگر دانه دارای شکل هموار باشد زیرا در این صورت مقاومت محیط بیشتر می گردد.

دو نوع اساسی مقاومت محیط را از هم فرق می نمایند؛ مقاومت دینامیکی و مقاومت غلظتی (مقاومت ستاتیکی).

بالای سرعت افتادن دانه ها هنگام صنف بندی هایدرولیکی هر دو نوع مقاومت عمل می نمایند، لیکن درجه به میان آمدن این مقاومت ها هنگام افتادن دانه های مختلف یکسان نمی باشد.

هنگام افتادن دانه های بزرگ با سرعت زیاد مقاومت دینامیکی به میان می آید که برای رژیم توربولنتی حرکت دانه توسط آب مشخص می گردد. در چنین حالت در عقب دانه زون فشار پائین ایجاد می گردد که باعث به میان آمدن گرد آب می گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

افتادن زرات کوچک با سرعت کم مربوط به مقاومت غلظتی گردیده که برای رژیم حرکت دانه در آب (حرکت موازی جریان آب) مشخص می گردد. با افزایش غلظت محیط مقاومت افتادن ذرات کوچک نظر به دانه های بزرگ به سرعت افزایش می یابد .

در آغاز افتادن تحت عمل قوه جاذبه زمین دانه های منرالی در محیط با تعجیل می افتند. در صورت افزایش سرعت حرکت دانه، مقاومت محیط بیشتر گردیده و در زمان بسیار کوتاه حرکت آن به اندازه‌ی می رسد که نظر به قوه جازبه زمین حرکت می کند. از همین زمان دانه منرالی با سرعت ثابت حرکت می کند که بنام سرعت نهایی افتادن دانه داده شده یاد می گردد. چون زمان رسیدن دانه ها به سرعت نهایی افتادن فوق العاده کم می باشد (طور مثال برای دانه های کروی شکل با قطر 1mm مساوی به 0.01 تا 0.1 ثانیه می باشد)، بنأ عملاً جدا نمودن مواد خام منرالی به کلاس ها هنگام صنف بندی هایدرولیکی نظر به تفاوت سرعت نهایی افتادن صورت می گیرد.

به صورت تیورتیکی دریافت سرعت نهایی افتادن دانه ها برای شرایط واقعی که در آن پروسه صنف بندی هایدرولیکی انجام می پذیرد، مشکل می باشد زیرا در پروسه صنف بندی هایدرولیکی تعداد کثیر دانه ها اشتراک نموده و تأثیر متقابل آنها روی یکدیگر (تصادم نمودن، اصطکاک و غیره) محاسبه دقیق را میسر نمی سازد.

ازین لحاظ سرعت نهایی افتادن دانه ها در محیط به صورت تیورتیکی صرف برای دانه واحد کروی شکل دریافت گردیده است که در شرایط آزاد در محیط می افتد، یعنی در عدم موجودیت سایر دانه ها و به قدر کافی دور از جدار ظرف.

سرعت نهایی افتادن دانه در آب v_0 (به $^{m}/_{sec}$) بزرگتر از 1mm میتواند توسط فورمول ریتنگر (ритенгер) دریافت گردد.

$$v_0 = R\sqrt{d(\delta - 1000)} \dots\dots (1)$$

در اینجا R – ضریب عددی (برای آب R=0.16 ، برای هوا R=4.6)؛ d – قطر دانه کروی شکل به متر؛ δ – کثافت دانه به $^{Kg}/_{m^3}$ می باشد.

برای دان ها با جسامت کمتر از 0.1mm سرعت نهایی افتادن (به $^{m}/_{sec}$) توسط فورمول ستوکس دریافت می گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

$$v_0 = sd^2(\delta - 1000) \dots \dots (2)$$

در اینجا S – ضریب عددی (برای آب S=545 ، برای هوا S=30278) می باشد.

برای دریافت سرعت نهایی افتادن (به $^m/_{sec}$) دانه با جسامت های متوسط از (0.1 تا 1mm) فورمول آلین (аллен) به کار می رود.

$$v_0 = Ad\sqrt[3]{(\delta - 1000)^2} \dots \dots (3)$$

در اینجا A – ضریب عددی (برای آب A=1.145 ، برای هوا A=40.6) می باشد.

دریافت سرعت های نهایی افتادن دانه های منرالی کروی شکل واقعی در آب نظر به فورمول های (1)، (2) و (3) در واقعیت مطابقت ندارد، زیرا تمام دانه های منرالی در صنف بندی هایدرولیکی بعد از خرد کردن و ریزه کردن وارد می گردند که دارای اشکال متفاوت هموار، مثلث شکل، دایروی شکل، مستطیل شکل و غیره می باشند. از این لحاظ سرعت واقعی افتادن چنین دانه ها به مراتب کمتر از سرعت تیورتیکی می باشد.

لیکن در نتیجه تحقیقات تجربوی چنین بدست امده است که افتادن دانه های منرالی شکل غیر منظم در آب تابع همان قانونی می باشد که ذرات کروی شکل در آب می افتند و محاسبه سرعت نهایی افتادن آنها در آب طبق فورمول های (1)، (2) و (3) صورت می گیرد، لیکن باید در این فورمول ها ضرایب اصلاحی شامل گردند. طور مثال ضریب عددی در فورمول (1) برای دانه

های کوارتز و دانه های سرب معدنی بزرگتر از 1.6mm و شکل معمولی آن در عمل 0.092 و 0.104 را مطابقت می نماید. در این صورت به عوض قطر ذرات کروی شکل، قطر معادل در نظر گرفته می شود، یعنی قطر کره شرطی که حجم آن مساوی به حجم دانه شکل غیر منظم می باشد.

صنف های که هنگام صنف بندی هایدرولیکی بدست می آیند متشکل از دانه های سقوط مساوی می باشد، یعنی دانه های که در صورت کثافت و اندازه های متفاوت دارای عین سرعت نهایی افتادن در آب می باشند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نسبت قطر های دانه های دو منرال متفاوت که با عین سرعت سقوط می نمایند بنام ضریب سقوط همزمان یاد می گردند.

فرض میکنیم که: v_0' – سرعت نهایی سقوط (افتادن) دانه بسیار بزرگ منرال سبک با قطر $d_л$ و کثافت $\delta_л$ - و v_0'' - سرعت نهایی سقوط دانه بسیار کوچک منرال سنگین با قطر $d_т$ و کثافت $\delta_т$ – باشد.

در این صورت در مطابقت به فورمول های (1)، (2) و (3) در صورت $v_0' = v_0''$ و مساوی بودن ضرایب عددی، ضریب سقوط همزمان e در آب مساوی است به:

$$e = \frac{d_л}{d_т} = \frac{\delta_т - 1000}{\delta_л - 1000} : \dots\dots (4)$$

$$e = \frac{d_л}{d_т} = \sqrt{\frac{\delta_т - 1000}{\delta_л - 1000}} : \dots\dots (5)$$

$$e = \frac{d_л}{d_т} = \sqrt[3]{\left(\frac{\delta_т - 1000}{\delta_л - 1000}\right)^2} : \dots\dots (6)$$

ضریب سقوط مساوی (همزمان) نشان می دهد که چند مرتبه دانه منرال سبک بزرگتر از دانه منرال سنگین می باشد که دارای عین سرعت نهایی افتادن می باشند.

قانون مندی فوق الذکر افتادن دانه های منرالی مجزا از سایر دانه ها در شرایط آزاد نمیتواند به صورت کل پروسه صنف بندی هایدرولیکی ای را مشخص سازد که در آن صورت حرکت انبوه دانه های منرالی در فضای محدود انجام می پذیرد. در چنین حرکت هر دانه تأثیر دانه های دیگر را متحمل می شوند. علاوه برآن خود محیط تأثیر دینامیکی هر دانه و تمام کتله دانه‌ها را در مجموع متحمل می‌شود.

افتادن دانه ها در چنین شرایط بنام افتادن (سقوط) ضیق یاد می گردد. سرعت افتادن ضیق دانه ها همیشه کمتر از سرعت افتادن آزاد بوده و مربوط به غلظت محیطی می‌باشد که با افزایش مقدار دانه های سخت در آن، غلظت آن بیشتر می گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

بنابر مغلق بودن این پدیده که هنگام افتادن ضیق دانه ها به میان می آید، سرعت افتادن ضیق نظر به فورمول های تجربوی دریافت می گردد.

طور مثال П. В. Лященко ارتباط سرعت افتادن ضیق را نظر به درجه نرم بودن و یا قابلیت تعلیق ذرات منرالی در جریان صعودی آب چنین دریافت میدارد.

$$v_{\text{ст}} = v_0\sqrt{\theta^n} \dots\dots (7)$$

در این جا $v_{\text{ст}}$ – سرعت نهایی افتادن ضیق به m/sec ، v_0 – سرعت نهایی افتادن آزاد به m/sec ؛ θ – ضریب نرم بودن (ضریب پوکی) بوده که مربوط به سرعت جریان صعودی می باشد ($\theta < 1$)؛ n – درجه نما بوده که مربوط به اندازه، کثافت و شکل ذرات می باشد ($n= 5 \div 7$).

اگر n=6 قبول گردد، پس

$$v_{\text{ст}} = v_0\theta^3 \dots\dots.. (8)$$

محاسبه سرعت نهایی m/sec افتادن ضیق نظر به فورمول فوق صرف برای دانه ها با جسامت کمتر از 0.2mm واقعیت دارد.

تصنیف کننده ها

تصنیف کننده های هایدرولیکی که در فابریکه های غنی سازی مورد استفاده قرارمی‌گیرند نظر به پرنسیپ کار شرطاً به دو دو گروپ منقسم می گردند:

1 – تصنیف کننده های که در آنها جدا ساختن دانه های منرالی تحت تأثیر قوه جاذبه زمین و قوه مقاومت محیط صورت می گیرد، مانند تصنیف کننده های حجروی، مخروطی، مارپیچی، هرم شکل و غیره.

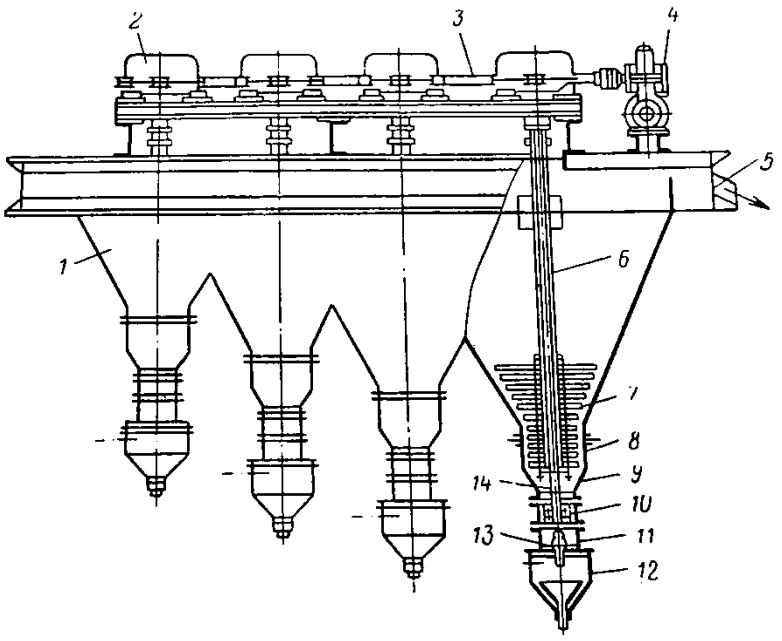
2 – تصنیف کننده های که در آنها علاوه از قوه های فوق الذکر، قوه های فرار از مرکز نیز عمل می نمایند، مانند هایدروسیکلون و غیره.

تصنیف کننده های حجروی: این نوع تصنیف کننده ها به منظور صنف بندی مقدماتی مواد قبل از غنی سازی جاذبوی مورد استفاده وسیع دارند. این تصنیف کننده ها متشکل از چهار، شش

(c) ketabton.com: The Digital Library

حجره و بیشتر از آن بوده که هر کدام آنها در سرعت صعودی مختلف نگهداری شده و باعث بدست آوردن چندین کلاس سقوط همزمان می گردند.

تصنیف کننده های هایدورلیکی حجروی که در شکل زیر نشان داده شده است متشکل از 4 حجره (1) بوده که اندازه هر کدام از محل بارگیری مواد اولیه به امتداد ناوه آبریز 5 افزایش می‌یابد. قسمت تحتانی هر حجره دارای زون استوانه یی (8) بوده که به مخروط قطع شده (9)، نل تصنیف کننده (10)، نل فشار آب (11) که به شبکه نل آب و محل پذیرش (12) که برای تخلیه مواد از طریق سوراخ بکار می رود، وصل می گردد. این سوراخ تخلیه به صورت متواتر توسط چکوال کروی (13) باز و بسته می گردد. چکوال کروی در میله (14) که از میان میله عمودی (6) عبور می نماید محکم گردیده است. در صورت دوران میله افقی (3) به کمک محرکه (4)، میله ها به چکوال ها به کمک میکانیزم بادامک دار که در هر ریدوکتور مارپیچی موقعیت دارند به صورت متواتر دریچه تخلیوی را باز می نمایند. باز شدن متواتر دریچه های تخلیوی حجره ها، مختلف می باشد. آنها در حجره های کلاس بزرگ به مراتب زیاد تر باز گردیده و کمتر در حجره کلاس کوچک باز می گردند.



تصنیف کننده هایدورلیکی حجروی

(c) ketabton.com: The Digital Library

در انجام تحتانی میله عمودی (6) مخلوط کننده (7) قرار داشته که مواد را نرم نموده و از فرونشستن آن در حجره جلوگیری می نماید. میله عمودی با مخلوط کننده ها به کمک میله افقی (3) به دوران می آید. فریکونسی دوران میله عمودی به $1.2\ ^{C}/_{min}$ می رسد.

سرعت صعودی جریان در هر حجره تصنیف کننده به وسیله تغییر مقدار آبی که با فشار داده می شود تنظیم می گردد. تنظیم نمودن به کمک شیر دهن درجه دار که در محل نل فشار آب (11) نصب گردیده است صورت می گیرد.

آب در نل فشاری به شکل مماسی داده شده که در نتیجه آن جریان صعودی دورانی آب به میان آمده و ذرات خرد را از مواد تهنشین شده بالا می برد. بر علاوه درجه کثیف شدن دانه های تهنشین شده توسط ذرات کوچک کاهش می یابد. تنظیم جسامت مواد که از هر حجره تخلیه می‌گردد توسط تغییر سرعت جریان صعودی صورت می گیرد. تخلیه مواد فرو نشسته از محل پذیرش (12) به صورت بلاوقفه انجام می پذیرد.

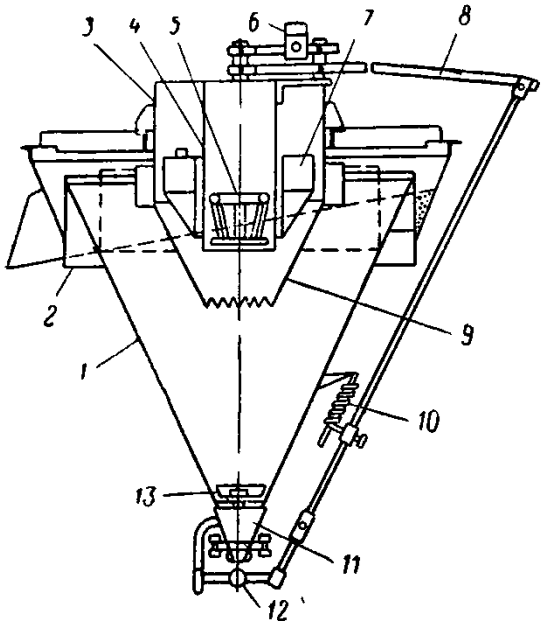
در صنایع غنی سازی چندین انواع تصنیف کننده های هایدرولیکی تولید می گردند که عبارت اند از: $KГ-4$ ، $KГ-6$ ، $KГ-8$ ، که به ترتیب دارای 4 ، 6 و 8 حجره بوده و عرض هر حجره (در پلان) از محل بارگیری مواد به امتداد ناوه آبریز افزایش می یابد.

طول تصنیف کننده های حجروی نظر به مارک از 3.7 تا 7.4 متر می رسد. ارتفاع آنها از 2.8 تا 4.2 متر را در بر می گیرد. بهره دهی این تصنیف کننده ها در صورت جسامت مواد کمتر از 2mm با در نظر داشت مصرف آب $30-160\ ^{L}/_{min}$ به $15-25\ ^{ton}/_{h}$ میرسد.

مزایای تصنیف کننده های هایدرولیکی عبارت است از: دقت بلند صنف بندی مواد، تخلیه اتوماتیکی مواد فرو نشسته به کمک میله بلند شونده میخانیکی با چکوال کروی و امکان تنظیم پروسه صنف بندی.

تصنیف کننده های مخروطی: این چنین تصنیف کننده ها برای جدا ساختن مواد به دو کلاس یعنی کلاس ریگ و کلاس آبریز به کار می روند. نظر به جسامت مواد آنها به تصنیف کننده های ریگی و لوشی منقسم می گردند. در تصنیف کننده های ریگی صنف بندی مواد با جسامت $0.15\div 2mm$ و در تصنیف کننده های لوشی صنف بندی مواد با جسامت کمتر از 0.15mm صورت می گیرد.

(c) ketabton.com: The Digital Library



تصنیف کننده ریگی مخروطی

تصنیف کننده ریگی مخروطی طوریکه در شکل فوق نشان داده شده است عبارت از بادی غیر متحرک 1 بوده که از فولاد ورقه یی ساخته شده و در قسمت فوقانی ناوه حلقوی آبریز2 ولدنگ گردیده است. در قسمت تحتانی مخروط، کلگی 11 با فلنج برای محکم نمودن نل خروجی ولدنگ گردیده که قطر سوراخ آن برای شرایط مشخص صنف بندی انتخاب می گردد. در قسمت فوقانی مخروط به امتداد محور آن نل تغذیوی 4 با لوش تقسیم کننده 5 قرار دارد.

برای خروج مواد تهنشین شده به کلگی 11 دریچه ساچمه یی 12 طورچپراستی نصب گردیده که در یچه خروجی کلگی تخلیوی را مسدود می سازد. توسط سیستم رادهای 8 دریچه با شناور 7 (حلقه میان خالی) ارتباط داشته که در داخل مخروط 9 قرار دارد. مسدود کردن دریچه خروجی کلگی تخلیوی توسط اسپرنگ 10 و ضد وزنه 6 تأمین گردیده که باعث تنظیم قوه فشردن دریچه ساچمه یی می گردد. برای تنظیم نمودن خروج مواد تهنشین شده، پرده 13 به کار می رود که متشکل از چهار شاخه با صفحات تعویضی می باشد.

مواد اولیه از طریق نل تغذیوی 4 و لوش تقسیم کننده 5 وارد مخروط پایین تر از سطح آبشار (سد) ناوه آبریز می گردد. در مخروط جریان صعودی لوش ایجاد گردیده که در نتیجه آن ذرات کوچک به قسمت فوقانی مخروط انتقال نموده و از طریق سد ناوه آبریز خارج می گردد. دانه های بزرگ (ریگ) در پائین تهنشین گردیده و مخروط 1 را پُر می سازد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

زمانیکه مواد تهنشین شده به اندازه لبه تحتانی مخروط داخلی 9 می رسد، خروج لوش از آن به طرف پایین به مشکل مواجه گردیده و جریان لوش تمایل به طرف بالا به فضای حلقوی بین نل های 3 و 4 می نماید. در این صورت شناور 7 بلند شده و از طریق سیستم راد ها دریچه ساچمه یی ساختمان تخلیوی باز می گردد.

تصنیف کننده مخروطی لوشی نظر به ساختمان و پرنسیپ کار عیناً مانند تصنیف کننده ریگی بوده و صرف با ساختمان شناور از آن فرق می شود.

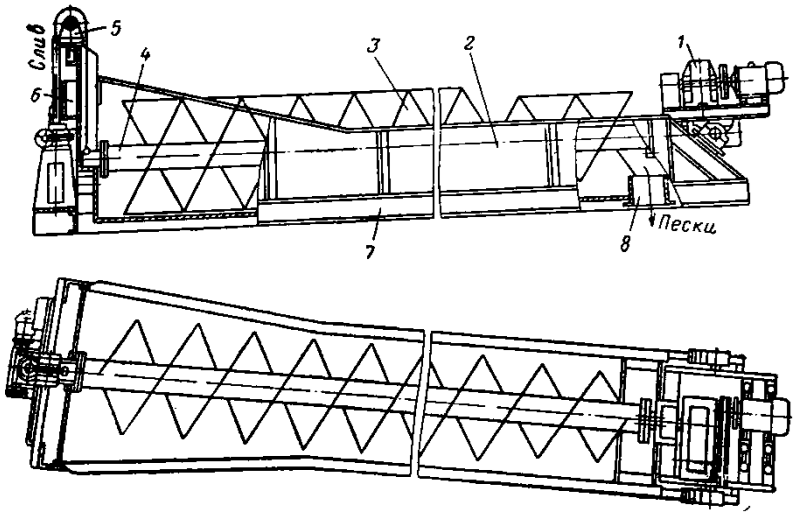
تصنیف کننده های مخروطی با قطر قاعده مخروط الی 2.5 تا 3.5 متر تولیده گردیده و دارای بهره دهی نظر به مواد سخت از 5 تا 22 ton/h (ریگی) و از 5 تا 11 ton/h برای مواد لوشی می باشد.

مزایای تصنیف کننده های هایدرولیکی عبارت است از: تخلیه اتوماتیکی ریگ، عدم موجودیت قسمت های متحرک و مصرف انرژی.

نواقص این تصنیف کننده ها: تخلیه متواتر ریگ، تراکم ریگ در جدار مخروط که باعث برهم زدن پروسه صنف بندی می گردد؛ نسبتاً دارای ابعاد زیاد نظر به ارتفاع می باشد.

تصنیف کننده های مارپیچی: این تصنیف کننده ها مربوط به تصنیف کننده ها با تخلیه میخانیکی ریگ می گردد. ساختمان ترانسپورتی در آن ها عبارت از اله مارپیچی کُند دوران می‌باشد که موازی به کف بادی اخد موقعیت نموده است. ذرات کوچک یکجا با آب (آب خت) از طریق سد آبریز خارج شده و ریگ توسط مارپیچ روی کف به سوراخ تخلیوی انتقال می یابد. تصنیف کننده های مارپیچی با یک یا دو مار پیچ تولید می گردند.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای تصنیف کننده یک مارپیچی

در شکل فوق شیمای تصنیف کننده یک مارپیچی نشان داده شده است. عناصر اساسی تصنیف کننده عبارت است از: ناوه نیمه استوانوی 2 که طور سخت به چوکات اتکائی 7 محکم شده؛ مارپیچ 3 که در میله میان خالی 4 نصب گردیده؛ محرکه 1 میکانیزم بلند کننده مارپیچ 5.

مواد اولیه به قسمت تحتانی تصنیف کننده از طریق مجرای پذیرش به جدار جانبی ناوه پایین تر از سطحی که در آن لوش وجود دارد داده می شود. ذرات بزرگ (ریگ) در کف ناوه تهنشین شده و توسط مارپیچ به قسمت فوقانی تصنیف کننده به سوراخ تخلیوی 8 انتقال می نماید. ذرات کوچک به شکل لوش از طریق بند آبریز تخلیوی 6 خارج می شود.

محرکه تصنیف کننده باعث دوران میله مارپیچ نیز در چنان حالتی می گردد که از سمت قسمت تحتانی تصنیف کننده، مارپیچ به کمک میکانیزم بلند کننده 5 بلند می گردد. از این لحاظ هنگام اضافه باری کوتا مدت ناوه از مواد، توقف عاجل تصنیف کننده ضروری نمی باشد. برای این منظور باید صرف مار پیچ را بلند نموده و به تدریج آنرا پایین کرده و ریگ تراکم یافته را بیرون می آوریم .

تصنیف کننده مارپیچی نظر به سادگی ساختمان و خدمات، اطمینان در کار و بهره دهی بلند مشخص می گردند.

پروسه صنف بندی در تصنیف کننده‌های مارپیچی با تغییر پارامترهای ذیل تنظیم می‌گردند: فریکونسی دوران مارپیچ، ارتفاع نل سرریز، کثافت لوش.

(c) ketabton.com: The Digital Library

اگر ضرورت به بدست آوردن جریان لوش باریک باشد، پس سرعت دوران مارپیچ باید پایین باشد، زیرا در چنین حالت مخلوط شدن لوش در نتیجه‌ی دوران کم مارپیچ کاهش می یابد. برعکس در صورت بدست آوردن دانه های بزرگ ریگ باید سرعت دوران مارپیچ بیشتر باشد. تصنیف کننده های که در آن ها مواد سنگین صنف بندی می گردند دارای فریکونسی بلند مارپیچ می باشند . فریکونسی دوران مارپیچ در آن ها از 1 تا 25 C/min تغییر می نماید.

کثافت لوش در تصنیف کننده روی سرعت تهنشین شدن ذرات تأثیر دارد. با افزایش کثافت لوش، تهنشین شدن آن ها به کندی مواجه گردیده و در شیره خمیره بزرگترین ذرات بیرون می‌شود.

بهره دهی تصنیف کننده های مارپیچی نظر به دو محصول ذیل دریافت می گردد:

نظر به سرریز و نظر به ریک.

بهره دهی نظر به سرریز (شبانه روز/ton) میتواند به اساس فورمول های تجربوی ذیل دریافت گردد :

برای تصنیف کننده ها با سرریز بلند

$$Q = mk_1k_2(94D^2 - 16D); \dots\dots(10)$$

برای تصنیف کننده ها با مارپیچ زیر لوش

$$Q = mk_1k_2(75D^2 - 10D)\ ; \dots\dots(11)$$

در این جا m – تعداد مارپیچ های تصنیف کننده؛ K_1 – ضریبی است که مربوط به جسامت ذرات سر ریز می گردد [در فورمول (10) $K_1 = 0.46 \div 1.95$ ، در فورمول (11) $K_1 = 0.36 \div 29$] ؛ K_2 - ضریبی است که مربوط کثافت مواد سرریز K_2=1.9-1.0 و D- قطر مارپیچ به متر می باشد.

بهره دهی تصنیف کننده های مارپیچی نظر به ریگ (شبانه روز/ton) طبق فورمول ذیل دریافت می گردد.

$$Q = 135mk_2nD^3 : \dots\dots(12)$$

در اینجا n- فریکونسی دوران مارپیچ به C/min می باشد.

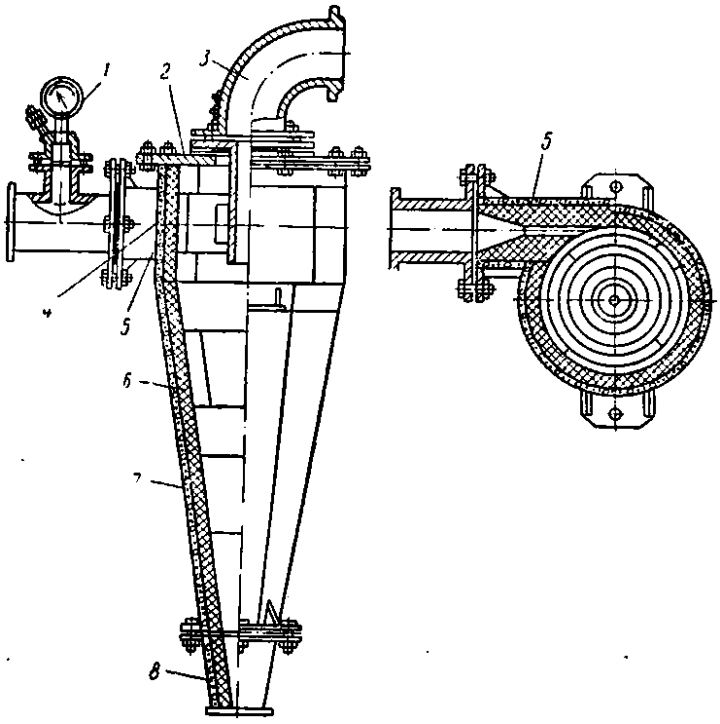
(c) ketabton.com: The Digital Library

فابریکه های تولیدی تنصیف کننده های مارپیچی را با قطر مارپیچ از 0.3 تا 3 متر و طول ناوه از 2.9 تا 15.1 متر تولید می نمایند.

هایدرو سیکلون: مربوط به دستگاه های تصنیف کننده‌ی می گردد که پرنسیپ کار آن بر مبنای کاربرد قوای فرار از مرکز که بالای ذرات منرال ها هنگام دوران آن ها روی مسیر مارپیچ شکل در داخل دستگاه عمل می نماید استوار می باشد. در این صورت قوای فرار از مرکز که بالای ذرات عمل می نماید به مراتب بیشتر از قوه جاذبه زمین میباشد. از این لحاظ پروسه صنف بندی در هایدروسیکلون ها در مقایسه با دستگاه های که جداسازی مواد در آن ها صرف برمبنای پرنسیپ جازبوی استوار میباشد، شدت بیشتر دارد. هایدروسیکلون ها دارای بهره دهی زیاد و موثریت کافی بلند صنف بندی دارد.

در پرکتیک غنی سازی هایدرو سیکلون ها برای جدا سازی مواد پودر شده به شیره لوش و ریگ، برای دور ساختن ذرات کوچک و دور ساختن آب از مواد و همچنان برای غنی سازی بعضی انواع سنگ های معدنی به کار می روند.

هایدروسیکلون طوریکه در شکل زیر نشان داده شده است عبارت از دستگاهی می باشد که متشکل از قسمت استوانوی 4 و قسمت مخروطی 7 می‌باشد. قسمت داخل دستگاه به منظور



هایدروسیکلون

(c) ketabton.com: The Digital Library

جلوگیری از فرسایش و خورندگی دارای روپوش رابری می باشد. قسمت استوانوی دستگاه از طرف بالا توسط سرپوش 2 مسدود گردیده و در قسمت مرکزی سرپوش سوراخ وجود داشته که در این سوراخ فلنج جهت نصب نل خروجی 3 به ملاحظه می رسد. از طرف پایین به قسمت مخروطی هایدروسیکلون همچنان توسط بولت ها کلگی مخروطی 8 برای ریگ نصب گردیده است. قسمت استوانوی هایدروسیکلون دارای نل ربطیه 5 می باشد که در آن با فشار مواد اولیه داده می شود. فشار لوش حین دخول به هایدروسیکلون توسط فشار سنج 1 کنترول می شود.

پرنسیپ کار هایدروسیکلون قرار ذیل است: از طریق نل تغذیوی (خوراک دهنده) 5 لوش با سرعت زیاد به شکل مماسی به سطح داخلی قسمت استوانوی 4 داده می شود. ذرات بسیار سنگین و بزرگ تحت عمل قوه فرار از مرکز به جدار دستگاه پرتاب گردیده و توسط جریان نزولی مارپیچ به کلگی 8 بطرف پایین برای ریگ حرکت می نماید. ذرات کوچک یکجا با آب جریان داخلی را ایجاد نموده، به طرف بالا بلند شده و توسط نل 3 بیرون می شود.

بهره دهی هایدروسیکلون و موثریت جدا سازی مواد مربوط به فکتور های زیاد می گردد که عمده ترین آنها عبارت اند از: فشار لوش در دخول به هایدروسیلکون؛ اندازه های داخلی مقطع نل تغذیوی، کلگی های سرریز و ریگی، قطر قسمت استوانوی و زاویه مخروطی بودن هایدورسیکلون؛ کثافت لوش که به هایدروسیکلون داده می شود و خواص مواد جدا شونده.

معمولاً لوش به هایدروسیکلون با فشار از 5 تا 50 نیوتن (*0.5 – 5 kgf/cm²*) داده می شود.

هایدروسیکلون ها با قطر قسمت استوانوی الی 1000mm تولید می گردند. بهره دهی آنها به طور تقریبی می تواند توسط فورمول ذیل دریافت گردد.

$$Q = 5d_{\text{п}}d_c\sqrt{\text{g}h} : {}^{L}/_{min} \dots\dots (9)$$

در این جا $d_{\text{п}}$ – و d_c – به ترتیب قطر نل تغذیوی و نل آبریز خروجی می باشد به cm ؛ g – تعجیل سقوط آزاد به m/sec^2؛ h – فشار لوش در دخول به هایدروسیلکون به *kg/cm²* می‌باشد.

مزایای هایدروسیکلون: سادگی ساختمان؛ عدم موجودیت قسمت های متحرک، داشتن اندازه های کم، امکان ایجاد شیما های تکنالوژی کم ابعاد و پروسه صنف بندی اتوماتیکی.

نواقص هایدروسیکلون : فرسایش سریع سطح داخلی بادی و نل های خروجی، بندش نل ها.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فصل پنجم

میتود های خاص غنی سازی

تمام میتودهای غنی سازی به دو گروپ عمده تقسیم می گردند:

1- طریقه مرطوب.
2- طریقه خشک.

طریقه مرطوب غنی سازی موجودیت این و یا آن مایع را در پروسه غنی سازی مطالبه می‌نماید در صورت طریقه خشک غنی سازی موجودیت مایع در آن ضروری نمی باشد.

جدا کننده ها و یا آلاتی که به طریقه خشک غنی سازی مربوط می شوند عبارت انداز:

الف - غنی سازی توسط دست

تفاوت در رنگ اجزای متشکله مواد مفیده و احجاربیکاره شرایط مناسب را برای جدا نمودن احجار بیکاره از مواد مفیده مساعد میسازد. غنی سازی توسط دست و یا جدا نمودن احجار بیکاره توسط دست طوری است که توته های مخلوطات مضره (احجار بیکاره و گلچیدان) در زغال سنگ از مواد مفیده توسط دست به اساس تفاوتی که بین رنگ زغال سنگ و احجاربیکاره وجود دارد انجام می پذیرد. طور مثال زغال سنگ عمدتاً دارای رنگ سیاه بوده و احجار بیکاره دارای رنگ خاکستری و یا رنگ دیگر می باشد .

جدا نمودن زغال سنگ از احجار بیکاره به طریقه فوق زحمات دستی زیاد را مطالبه می نماید که از این لحاظ استفاده چندانی در صنایع غنی سازی ندارد.

ب- جدا کننده ها به اساس تفاوت درجه سختی

احجار بیکاره و مواد مفیده

تفاوت در سختی مواد مفیده و احجاربیکاره امکان استفاده از شکستن و خرد کردن انتخابی را مساعد می سازد که به اساس آن مواد نرم خرد و ریزه شده از طریق غربال پائین می افتد و مواد سخت که خرد و ریزه نمی شود درغربال باقی می ماند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

غنی سازی که روی این پرنسیب اساس گـــذاری شده است بالای غربال استوانه یی مخصوص صورت می گیرد که درآن عمدتاً مواد نرم طورمثال زغال خرد و ریزه شده از طریق شبکه پائین افتاده و احجاربیکاره روی غربال باقی مانده و به محل جداگانه جمع آوری می شود.

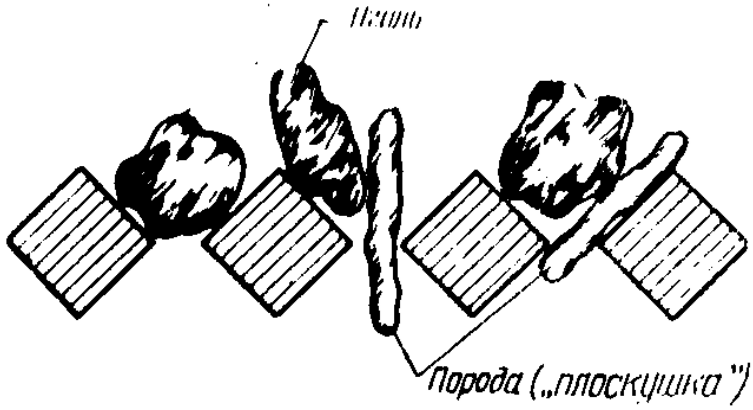
ج- جدا کننده ها به اساس تفاوت در اشکال

توته های مواد مفید و احجار

عمدتاً شکل توته‌های اجار بیکاره و مواد مفید که با هم به شکل میخانیکی مخلوط میباشند از هم متفاوت بوده و باعث جدا شدن این توته ها نظر به اشکال آن می‌گردد. طور مثال در بین توته های زغال نوع انتراسیت (زغال نصواری) به صورت عموم شکل توته ها هرم مانند و یا مکعب شکل بوده درحالیکه توته های احجار بیکاره در چنین شرایط مسطح شکل می‌باشند که به آسانی می توانند درغربال های مخصوص جدا شوند.

این نوع غربال‌ها از میله های موازی دارای شکل خاص ساخته شده اند که شیمای ساختمانی آن در شکل زیر ترسیم گردیده است.

توته های احجاربیکاره با داشتن شکل هموار از طریق دریچه بین میله ها پائین می افتد و توته های زغال سنگ با داشتن شکل مدور مانند نمی توانند از بین میله ها عبور نمایند. بدین ترتیب جدا نمودن احجار بیکاره از زغال سنگ به اساس تفاوت در شکل توته های آن صورت می گیرد.



جدا کننده به اساس تفاوت در اشکال مواد مفید و احجار بیکاره

د- جدا کننده ها به اساس تفاوت در اصطکاک

(c) ketabton.com: The Digital Library

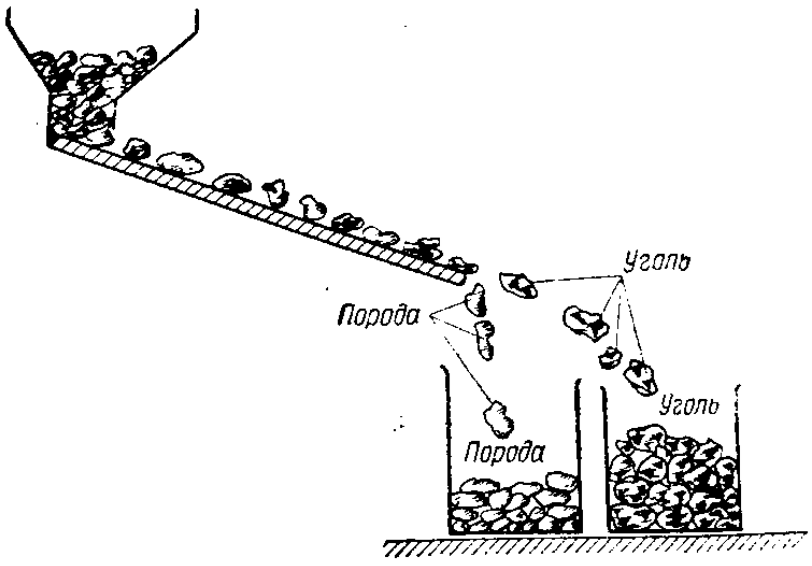
مواد مفیده واحجار بیکاره

دربعضی حالات در پروسه غنی سازی از تفاوت ضریب اصطکاک مواد مفیده و احجار بیکاره استفاده بعمل می آید. این جدا کننده ها دارای اشکال مختلف بوده که عمده ترین آن ها عبارتند از:

1- جدا کننده های روی سطح مایل غیر متحرک

پرنسیب کار این نوع جدا کننده ها طوری است که بالای سطح مایل توته های زغال و احجار با داشتن ضرایب اصطکاک مختلف حرکت می نمایند. توته های زغال با داشتن ضریب اصطکاک کمتر بالای سطح مایل با سرعت بیشتر حرکت نموده و توته های احجار بیکاره با داشتن ضریب اصطکاک بیشتر به کندی روی سطح مایل حرکت می نمایند. شیمای ساختاری این نوع جداکننده در شکل زیر ترسیم گردیده است.

در قسمت انجامی سطح مایل دو صندوق وجود دارد که توته های زغال در صندوقی که دورتر از سطح مایل قراردارد اخذ موقعیت نموده و توته های احجاربیکاره در صندوقی که نزدیکتر به سطح مایل قراردارد تجمع می نمایند. بدین ترتیب زغال از احجار جدا می گردد.

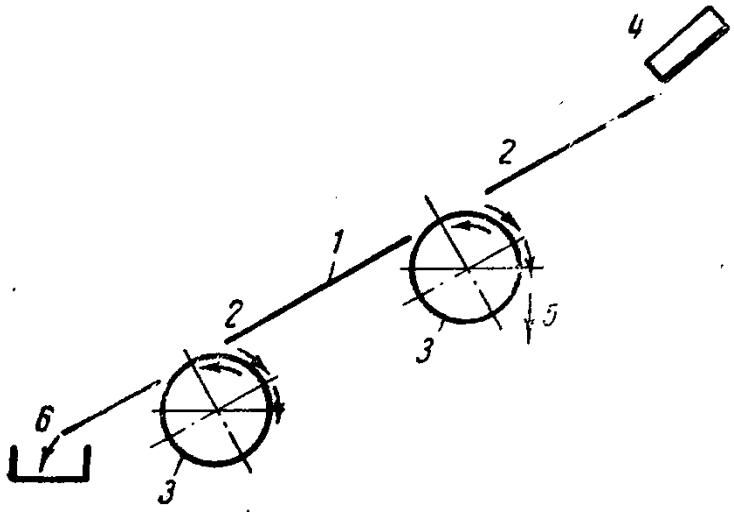


شیمای جداکننده روی سطح مایل غیر متحرک

2 - جداکننده های استوانه‌یی اصطکاکی

(c) ketabton.com: The Digital Library

جدا کننده های استوانه یی طوریکه در شکل زیر ترسیم گردیده است متشکل از ناوه مایل (1) که دارای قسمت قطع شده (2) که در این قسمت قطع شده استوانه (3) اخذ موقعیت نموده است میباشد. مواد اولیه بالای ناوه توسط تغذیه کننده (4) انداخته می شود. استوانه‌ها خلاف عقرب ساعت حرکت می نمایند. زمانی که مواد مفیده طور مثال زغال به قسمت قطع شده (2) می رسد توسط استوانه به امتدادسطح مایل بالای ناوه انتقال می نماید و احجار بیکاره توسط استوانه به امتداد ناوه حرکت کرده نتوانسته وروی استوانه به جهت ایکه درشکل زیرنشان داده شده است می افتد وذغال سنگ درصندوق (6) جمع آوری میگردد بدین ترتیب ذغال سنگ ازاحجاربیکاره جدا می گردد.



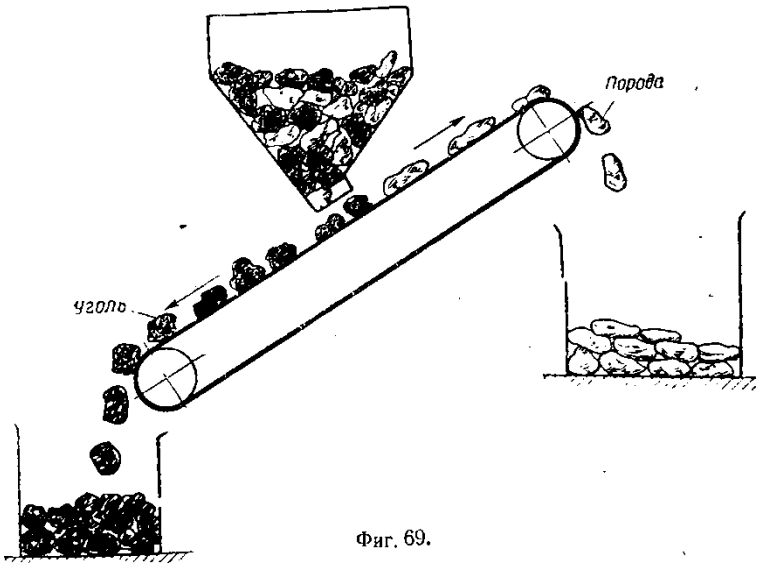
شیمای جداکننده استوانه یی اصطکاکی

3 - جداکننده های تسمه یی اصطکاکی

جدا کننده های تسمه یی اصطکاکی که در شکل زیر نشان داده شده است عبارت از تسمه فلزی و یا رابری مایل می باشد که تحت چنان زاویه استقرارمی یابند که توته های زغال با داشتن اشکال مدور به قسمت انجامی کنویر پائین آمده و احجار بیکاره با داشتن شکل هموار بالای تسمه باقی مانده و به جهت مخالف انتقال می یابد.

زاویه میل تسمه در جریان کار تنظیم می گردد. از این لحاظ تسمه طوری جاگزین می‌گردد تا بتوانیم زاویه میل آن را تغییر دهیم.

(c) ketabton.com: The Digital Library



Фиг. 69.

شیمای جدا کننده تسمه یی اصطکاکی

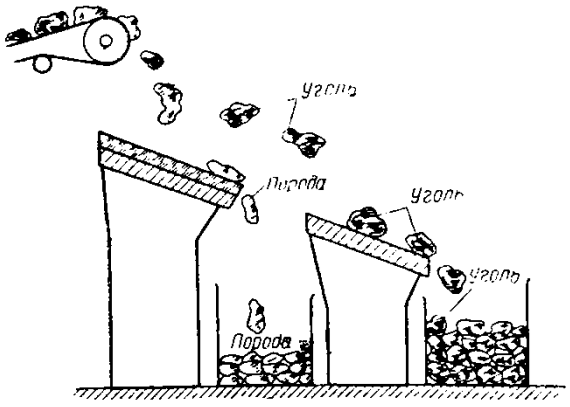
ع- جدا کننده به اساس تفاوت

قابلیت ارتجاعیت جسم معدنی

پرنسیب کار چنین جداکننده ها قرار ذیل می باشد:

بالای سطح مایل شیشه یی توته های مواد مفیده و احجار بیکاره از ارتفاع معین می‌افتد طوریکه در شکل زیر نشان داده شده است. طور مثال توته های زغال واحجار بیکاره. توته های زغال با داشتن قابلیت ارتجاعیت بیشتر بعد از افتادن بالای سطح دوباره بلند شده و از بالای دریچه اولی گذشته بعد از عبور از سطح مایل به دریچه اولی جمع آوری می شوند.توته های احجار بیکاره به خصوص گل بعد از افتادن بالای سطح به جای خود باقی مانده و به دریچه اولی می افتند. بدین ترتیب احجار بیکاره از زغال جدا می گردد. در رسم زیر شیمای چنین جدا کننده نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library

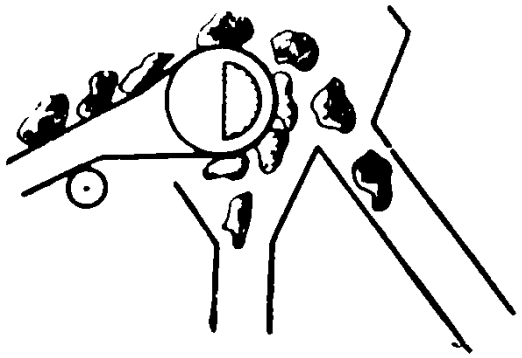


جدا کننده به اساس تفاوت قابلیت ارتجاعیت جسم معدنی

د- جدا کننده های الکترومقناطیسی

جدا کننده های الکترومقناطیسی طوریکه درشکل زیر به ملاحظه میرسد جدانمودن مواد مفیده و اجزای متشکله‌ی آن را به وسیله جذب مقناطیس انجام می دهد .

این میتودغنی سازی طوری است که بالای کنویرتسمه یی مخلوطات میخانیکی مواد مفیده واحجار بیکاره طورمثال ذغال سنگ واحجاربیکاره حرکت می کند درقسمت انجامی کنویرقوه الکترومقناطیسی وجود دارد وباعث میشود تا توته های که توسط استوانه جذب می گردد به دریچه مخصوص تخلیه گردیده وتوته ها یکه توسط استوانه جذب نمی گردد به دریچه مخصوص دیگرتخلیه می گردد . بدین ترتیب ذغال سنگ ازاحجاربیکاره جدا می گردد.



شیمای جدا کننده الکترومقناطیسی

1- کنویر تسمه یی؛ 2- زغال؛ 3- احجار بیکاره؛ 4- الکترومقناطیس

(c) ketabton.com: The Digital Library

فصل ششم

میتود های غنی سازی جازبوی

میتود غنی سازی جاذبوی در تفاوت وزن مخصوص مواد جدا شونده اساس گذاری شده است. مخلوط میخانیکی ذرات منرالها با وزن مخصوص مختلف و جسامت در تعادل غیر پایدار قرار دارند.

تعادل پایدار سیستم وقتی بدست می آید که ذرات مواد با اقشار دارای وزن مخصوص مساوی به ترتیب افزایش آن از بالا به طرف پائین اخذ موقعیت نمایند. در این صورت در قشر تحتانی مواد تهنیشین شده ذرات سنگین تر اخذ موقعیت نموده و در قشر فوقانی ذرات سبک قرار میگیرند. این وضعیت سیستم با ذخیره اصغری انرژی پوتانشیل مشخص می گردد. تبدیل سیستم از حالت غیر منظم به حالت متعادل راه قوه اصطکاک بین ذرات مانع میشود

هنگام حرک دادن به سیستم، ذرات مواد صنف بندی مجدد گردیده و پایداری آن بیشتر میگردد. برای صنف بندی مجدد و تهنشین شدن ذرات سیستم باید یک مقدار انرژی بوسیله قوای خارجی به مصرف برسد تا ارتباط میخانیکی بین ذرات را از بین برده و به سیستم حرکت مورد ضرورت تامین گردد.

تمام میتود های غنی سازی جاذبوی با استفاده از پروسه تهنشین شدن مخلوط منرالها نظربه وزن مخصوص تحت تاثیر قوای که حرکت آنرا تامین نماید اساس گذاری شده اند. هر میتود متشکل از دو پروسه مسلسل می باشد:

1- تهنشین شدن مواد نظربه وزن مخصوص.
2- جمع آوری فراکسیون بدست آمده محصول غنی شده از آله غنی سازی.

تهنشین شدن ذرات منرالها در صورت دادن یکنواخت انرژی به تمام حجم مخلوط به موفقیت انجام می پذیرد.

اگرانرژی به شکل یکنواخت داده نشود در این صورت مخلوط شدن ذرات صورت گرفته و باعث خراب شدن پروسه تهنشین شدن نظر به وزن مخصوص می گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

روی این اصل میتود غنی سازی جاذبوی به غنی سازی مرطوب که در آن محیط میتواند آب باشد (ویا مایع دیگر) و غنی سازی خشک که در آن منحیث محیط از هوا استفاده می شود، منقسیم می گردد.

در پروسه غنی سازی جاذبوی بالای ذرات منرال ها قوه های فعال ذیل عمل می نماید:

1- قوه کشش زمین.
2- قوه بیرون کننده ارشیمدس.
3- قوه اصطکاک.
4- قوه تاثیردینامیکی جربان محیط.

استفاده از مایع منحیث محیط، تهنشین شدن ذرات را آسان میسازد زیرا تفاوت نسبی وزن مخصوص آنها بیشتر گردیده و اصطکاک بین آنها کمتر می شود. در تجارب غنی سازی از چندین میتود جاذبوی استفاده می گردد که باداشتن این و یا آن قوه از همدیگر تفکیک گردیده و تهنشین شدن ذرات منرالها را نظر به وزن مخصوص مساعدت می نماید .

میتود های اساسی غنی سازی جاذبوی عبارت اند از:

1- غنی سازی درمحیط سنگین؛
2- غنی سازی با عمل فرو رفتن و بلند شدن مواد در آب؛
3- غنی سازی در ناوه ها؛
4- غنی سازی روی میز کنسنتراسیون؛
5- غنی سازی در آله جداکننده پنوماتیکی (پروسه خشک).

غنی سازی در محیط سنگین

غنی سازی مواد مفیده در مایع سنگین در حال حاضر برای غنی سازی زغال سنگ وسنگ‌های معدنی فلزات رنگه و سیاه از قبیل سنگهای معدنی سرب، جست، سنگ های معدنی ولفرام دار، قلعی دار، آهن دار، مگنیزیم دار وغیره توسعه زیاد حاصل نموده اند. ماهیت این میتود غنی سازی قرار ذیل است:

(c) ketabton.com: The Digital Library

مواد مفیده که متشکل از ذرات منرال های دارای وزن مخصوص مختلف میباشند وارد مایعی میگردند که وزن مخصوص متوسط را دارا می باشد. در این صورت ذرات سبک روی آب شنا نموده اما ذرات سنگین تهنشین می گردند که موضوع بعدی عبارت از بارگیری جدا گانه مواد شناکننده و تهنشین شده می باشد.

برای جدا ساختن احجار بیکاره از زغال اکثراً از محیط آبی با وزن مخصوص (δ=1.8-2) استفاده میگردد. برای غنی سازی سنگهای معدنی از محیط آبی باوزن مخصوص بیشتر استفاده میگردد(تا 4).

قوه فعال اساسی که تهنیشین شدن را تامین می نماید عبارت از قوه ارشیمدس بوده که دارای خواص ستاتیکی بوده و مربوط به فکتورهای دیگرعلاوه بروزن مخصوص مایع نمی باشد. از این لحاظ پروسه تهنیشن شدن بسیار دقیق انجام می پذیرد. این میتودغنی سازی زمانی مورد استفاده قرارمی گیرد که وزن مخصوص منرال ها دارای تفاوت از (0.01 – 0.1) باشد.

حد پائینی جسامت منرالهای غنی شونده از 3-6mm (درحالت جداگانه تا 0.5mm) رسیده و حد فوقانی جسامت منرالهای غنی شونده نظر به جسامت آله غنی کننده محدود میگردد.

از اینکه مایع سنگین واقعی گران بها بوده و یا سمی می باشد بناً منحیث محیط سنگین از سوسپنسیون آبی استفاده به عمل می آید. منحیث فاز سخت (سنگین کننده) اکثراً از اکساید آهن مقناطیسی (δ=4)، ریگ سنگ کوارتز (δ=2.6)؛ فیروسلیسیم (الیاژی است از آهن وسلیسیم که مقدار سلیسیم آن بین 10- 90 فیصد است) (δ=7)، تفاله آهن (δ=5)، سلفاید سرب (δ=7.5) و غیره استفاده بعمل می آید.

زمانیکه ذرات سنگین کننده در حالت تعلیق قرار داشته باشند، سوسپنسیون ممکن است شباهت به مایعی داشته باشند که کثافت مورد نیاز را مطابقت می نماید.

تفاوت بین مایع سنگین و سوسپسیون در آن است که مایع سنگین در نتیجه منحل شدن یکی از انواع مواد سنگین در آب بدست می آید. اما سوسپسیون عبارت از مخلوط میخانیکی آب با ذرات بسیار کوچک مواد سنگین می باشد که باید در حالت تعلیق قرارداشته باشد.

به منظور استحصال مواد سنگین از کلسیم کلوراید ($CaCl_2$)، کلورایدجست ($ZnCl_2$)

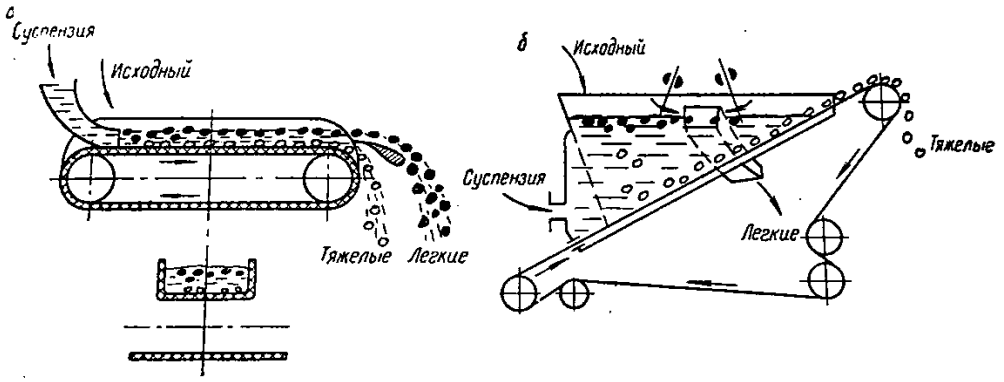
(c) ketabton.com: The Digital Library

وغیره استفاده می‌شود. برای آماده نمودن سوسپسیون اکساید آهن مقناطیسی از ذرات این مواد با جسامت 0.15mm استفاده می گردد. کثافت موثر آن دراین حالت میتواند به (2.6) برسد.

برای آماده نمودن سوسپسیون ریگ و آب از ریگ واقعی، کوارتزبا جسامت(0.5mm) استفاده می گردد.

در حال حاضر به منظور غنی سازی مواد مفیده توسط سوسپسیون سنگین، ساختمان‌های مختلف جدا کننده‌ها و جود دارند که هر کدام به نوبه خود نظر به خواص جریان سوسپسیون و طرق تخلیه محصولات غنی سازی از هم تفکیک می گردند.

در شکل زیر شیمای آله جدا کننده که بسیار توسعه حاصل نموده، ترسیم گردیده است. درا ین نوع جدا کننده ناوه افقی با جریان سوسپسیون به نظر می رسد که در این صورت مواد مفیده طور مثال زغال سنگ روی آب شنا نموده و احجار بیکاره روی کف ناوه حرکت نموده که با حرکت تسمه به محلات مطلوبه تخلیه میگردند.



شیمای پرنسیپی انواع اساسی جدا کننده ها
برای غنی سازی در سوسپنسیون سنگین

غنی سازی در ماشین‌های جست و خیز

(c) ketabton.com: The Digital Library

(Jigging machine)

در ماشین های نامبرده جدا نمودن احجار از مواد مفیده تحت عمل جریان صعودی و نزولی آب صورت میگرد.

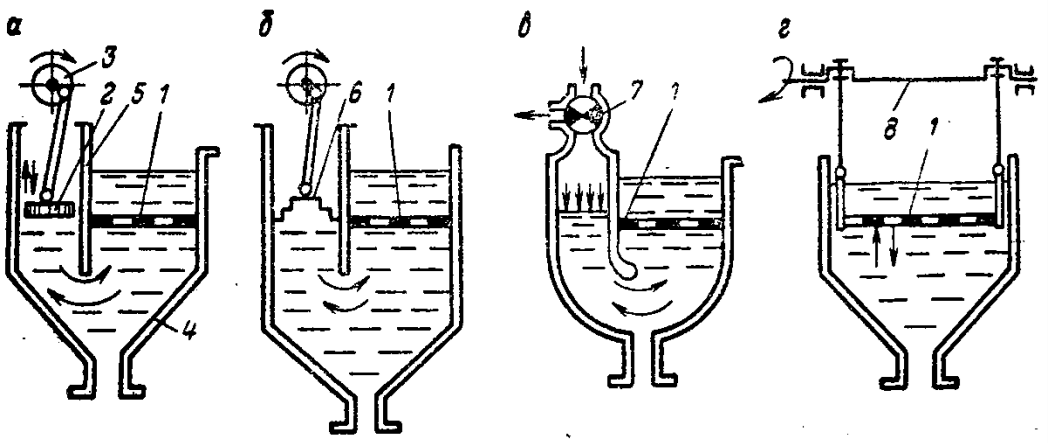
در نتیجه تاثیرچنین جریان آب مواد مفیده و احجاربیکاره گاه بالا و گاه پائین می آید. هنگام بلند رفتن ذرات که دارای وزن مخصوص بیشتر اند از ذرات سبک عقب مانده و در صورت پائین آمدن، برعکس ذرات سنگین نسبت به ذرات سبک زود ترسقوط می نمایند. بدین ترتیب هنگام حرکت به طرف پائین ذرات سبک از ذرات سنگین احجار هرچه بیشترعقب می‌ماند که در نتیجه ترسب باید موقعیت پائین تر را روی شبکه اخذ نموده وذرات سبک موقعیت فوقانی را به خود اختیارمی نماید. بدین ترتیب مواد مفیده از احجاربیکاره جدا میگردد.

فراکسیون بسیارسبک (کنسنترات) با جریان آب از طریق ناوه مخصوص تخلیه گردیده و مواد سنگین که بالای شبکه قرار می گیرد از دریچه مخصوص تخلیه می شود وعلاوتاً ذرات کوچک از طریق سوراخ های ماشین تخلیه می گردد. در حال حاضربه منظورغنی سازی ذغال عمدتاً از ماشین‌های جست و خیز دهنده بدون پستون با استفاده از هوا فشرده کار گرفته می‌شود. ماشین های جست و خیز دهنده برای غنی سازی زغال با جسامت 100(250) تا 0.5 میلی متر مورد استفاده قرار می گیرند و ضمناً برای غنی سازی سنگ های معدنی فلزات سیاه و رنگه با جسامت 50-0.25 میلی متر مورد استفاده وسیع دارند.

جست و خیز کلاس های بزرگ زغال در چنین ماشین ها با فریکانس 30 تا 70 ضربان آب در یک دقیقه با دامنه تقریباً 50-100mm صورت می گیرد. ذرات خرد مواد در صورت فریکانس بلندتر لیکن با کاهش دامنه اهتزاز صورت میگیرد. رژیم فریکانس بلند در این ماشین ها (الی 1000 ضربان در یک دقیقه) با عث می گردد تا ذرات بسیار خرد خارج صنف بندی را تا اندازه های 0.1-0.2mm مورد غنی سازی قرار داد.

مصرف آب هنگام غنی سازی در این ماشین ها از $1-4m^3/ton$ را تشکیل می دهد. در شکل زیر انواع اساسی ماشین های جست و خیز دهنده نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



انواع اساسی ماشین های جست و خیز دهنده

a- پیستون دار؛ б- پرده دار؛ в- بدون پیستون؛ *г*- با شبکه متحرک؛ 1- شبکه؛ 2- پیستون، 3- وال اکسنتریکی؛ 4- بادی ماشین؛ 5- پارتیشن؛ 6- پرده رابری؛ 7- بدنه؛ 8- میکانیزم اکسنتریکی شاتون دار

غنی سازی در ناوه‌ها

ناوه های شستشو یکی از آلات بسیار قدیمی غنی سازی بوده و برای غنی سازی زغال انرژیکی مورد استفاده قرار می گیرد.

زغال یکجا با آب روی ناوه مایل با کف هموار(زاویه میلان 2^0 تا 12^0) حرکت مینماید. برمبنای تهنیشین شدن طبیعی توته‌های احجار در قشر تحتانی قرار گرفته و بنابر اصطکاک روی کف ناوه سرعت کمتر دارند.

درکف ناوه دریچه های عرضی قرار دارد که از طریق آن توته های احجار به ساختمان تخلیوی می افتد، توته های ذغال با سرعت بیشتر حرکت نموده و از روی دریچه های عرضی میگذرند.

در ناوه ها برای زغال با توته های بزرگ، تخلیه فراکسیون سنگین همچنان توسط دریچه های اهتزازی تنظیم می گردند.

ناوه ها برای زغال میده دانه دارای طول بیشتر و تعداد زیاد ساختمان تخلیوی نوع جریان خودی بدون دریچه اهتزازی میباشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

شیمای ساده برای غنی سازی زغال که به آسانی غنی می شوند عبارت از یک ناوه با دو سه ساختمان تخلیوی می باشد. برای غنی سازی زغال که دارای قابلیت غنی شدن متوسط و یا مشکل باشد از آله استفاده میگردد که دارای (2 یا 3) ناوه باشد. ناوه ها با عرض از 300- 700 mm ساخته می شوند. بهره دهی ناوه ها برای زغال با توته های بزرگ نزدیک به 1.5 ton/h در یک سانتی مترعرض ناوه می باشد. مصرف آب از 4 تا 5.5 مترمکعب در فی تن زغال غنی شده می رسد. نظر به شاخص های کیفی ناوه ها با ماشین های ترسبی برابری کرده نمی توانند.

غنی سازی روی میز کنسنتراسیون
(میز لرزان)

میز کنسنتراسیونی برای غنی سازی سنگ های معدنی قلعی دار، ولفرام دار، مگنیزیم دار و غیره به کار می روند.

پروسه غنی سازی به ترتیب ذیل انجام می پذیرد: مواد با آب بالای سطح که دارای میلان نچندان زیاد تا 10^0 به جهت عرضی می باشد می افتد. سطح مستوی توسط روپوش موج دار(جویه دار) طولی پوشانیده شده و باعث ایجاد تعداد زیاد ناوه های کوچک شده است. این سطح (تخته) به جهت طولی رفت و برگشت متفاوت را انجام میدهند که مشابه به حرکت کنویرهای اهتزازی بوده و در صورت حرکت بطرف جلو با تعجیل کمتر نسبت به طرف عقب این حرکت صورت می گیرد. طول رفت تخته از 30 mm – 10 رسیده و فریکانس رفت برگشت به 300 تا 450 مرتبه دریک دقیقه می رسد.

بالای ذرات مواد که روی تخته قرار دارد قوه های خارجی ذیل عمل می کند:

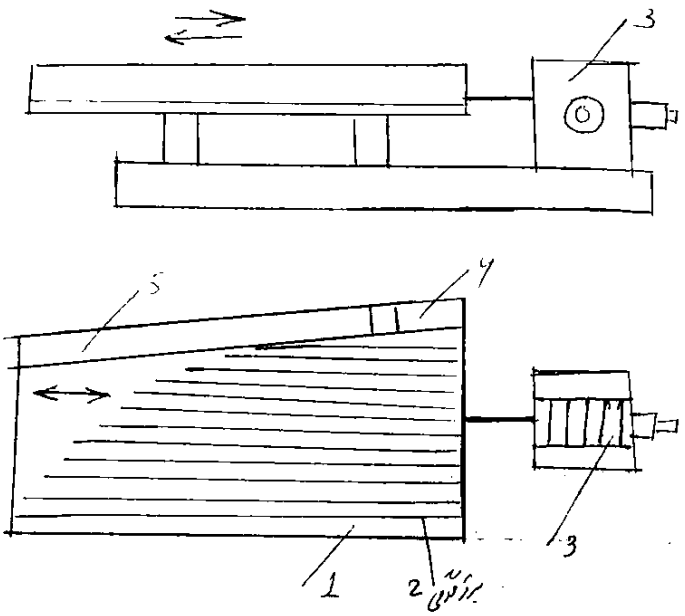
1- قوه کششی زمین؛
2- قوه اصطکاک روی تخت؛
3- قوه جریان آب.

(c) ketabton.com: The Digital Library

در نتیجه عمل قوه های فوق الذکر مواد روی تخته بشکل شعاعی (کمانی قوسی) حرکت میکند. ذرات سبک که در قسمت فوقانی مواد قرار دارند توسط آب به آسانی شستشو گردیده و به جهت میلان عرضی حرکت می‌نمایند

ذرات دارای وزن مخصوصی زیاد در قشر تحتانی مواد اخذ موقعیت نموده و تا حد زیاد بالای آن عمل حرکت رفت و برگشت تخته عمل نموده و این ذرات به جهت طولی تغییر مکان می‌نمایند. پروسه تکنالوژی به وسیله تغییر مقدار آب و مواد، زاویه میلان و موقعیت ظروف پذیرش و همچنان توسط دامنه‌ی تخته اهتزازی تنظیم می گردد. میز کنسنتراسیونی کیفیت بلند شاخص های غنی سازی را تامین می نماید، لیکن بهره دهی مخصوص آن کم می‌باشد.

بهره دهی میز 4620 mm – 1800 هنگام آماده ساختن فراکسیون ریگ میده دانه سنگ معدنی فلزات کمیاب (نادره) به 0.7 تا 1 تن فی ساعت میرسد.



شیمای میز کنسنتراسیون

1-تخته؛ 2- برآمدگی؛ 3- میکانیزم لرزه دهنده؛ 4 - ناوه برای مواد اولیه

5- ناوه برای تقسیمات آب روی تخته

غنی سازی پنوماتیکی

(c) ketabton.com: The Digital Library

غنی سازی پنوماتیکی بر مبنای همان قانون مندی عمل متقابل ذرات منرالی با محیط اساس گذاری شده است که در صنف بندی هایدرولیکی و عمل جست وخیز هایدرولیکی به ملاحظه می رسد. کثافت هوا تقریباً به اندازه 80 مرتبه و غلظت آن به اندازه 50 مرتبه کمتر نسبت به آب میباشد. از این لحاظ برای تاثیر قابل ملاحظه‌ی میخانیکی بالای ذرات منرالی ضرور است تا از سرعت های زیاد جریان هوا استفاده شود. ارتجاعیت هوا امکان ایجاد جریان هوا را با جهات متغیر مانند جست و خیز هایدرولیکی از بین می برد. در آلات غنی سازی پنوماتیکی از ضربان رسانیدن هوا استفاده میگردد. از این لحاظ دقت تقسیمات نظر به وزن مخصوص نسبت به پروسه مرطوب جاذبوی کمتر می باشد . کنسنترات مواد مفید که هنگام غنی سازی پنوماتیکی زغال بدست می آید دارای خاکستر داری زیاد بوده و ضایعات فراکسیون سبک در احجار بلند میرود.

غنی سازی پنوماتیکی اساساً برای غنی سازی زغال قهوه‌ی و زغال سنگ بکار رفته و همچنان برای غنی سازی بعضی از مواد مفید دیگر از قبیل اسبست، ابرک و غیره بکار میروند.

مزایای اساسی غنی سازی پنوماتیکی عبارت از بدست آوردن محصولات غنی شده بدون ضرورت آب میباشد.

برای غنی سازی ذغال قهوه‌ی و زغال سنگ با جسامت تا 50 الی 150 ملی متر جدا کننده پنوماتیکی که نظر به پرنسیپ کار میز کنسنتراسیونی را به خاطر می آورد توسعه زیاد حاصل نموده است. در جدا کننده های پنوماتیکی زغال بالای تخته‌ی برآمدگی دار که دارای میلان به جهت طولی و عرضی میباشد انداخته میشود. تخته حرکت اهتزازی را به جهت طولی که دارای میلان 4 تا 11 درجه میباشد انجام داده و مواد را مجبور میسازد تا با این زاویه روی تخته بلند شود. تخته به جهت عرضی دارای میلان 2 تا $9^0 30'$ میباشد. حرکت اضافی مواد روی تخته در نتیجه وزش بلاوقفه جریان صعودی و یا جریان ضربان دهنده حاصل میگردد. برای این منظور سطح تخته جدا کننده را به شکل غربال ساخته و در زیر تخته هوا توسط باد پکه داده میشود.

توته های سنگین احجار در قشر تحتانی حرکت نموده و از تخلیه جانبی توسط برآمده گی ها نگهداری میشوند. این توته های احجار به امتداد تمام تخته حرکت نموده و از انجام نهایی آن تخلیه میشود. فراکسیون سبک و کنسنترات روی اقشار احجار تغییر مکان نموده و از تخته از طریق کنار های لبه طولی تخلیه میگردند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

کار آله جدا کننده به وسیله تغییرات ذیل تنظیم میگردد.

1- بارگیری مواد اولیه

2 – مقدار هوای که داده شده و فریکانس ضربان

3- زاویه میلان تخته به جهت طولی

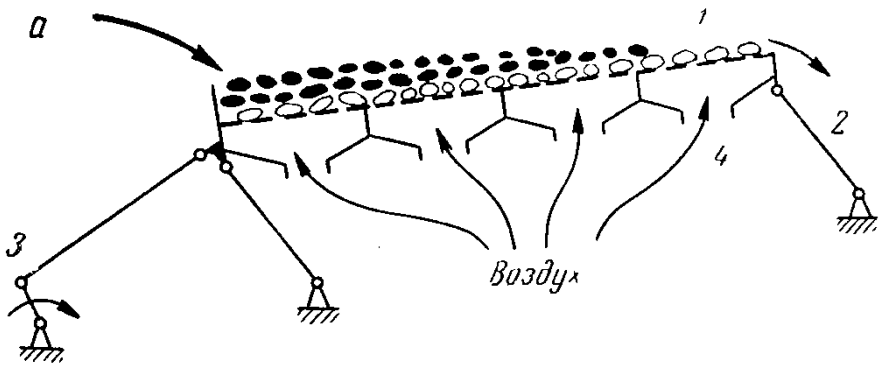
4 – زاویه میلان اتکای تخته (عرضی)

5- ارتفاع برآمدگی های تخته

6- دامنه اهتزاز تخته

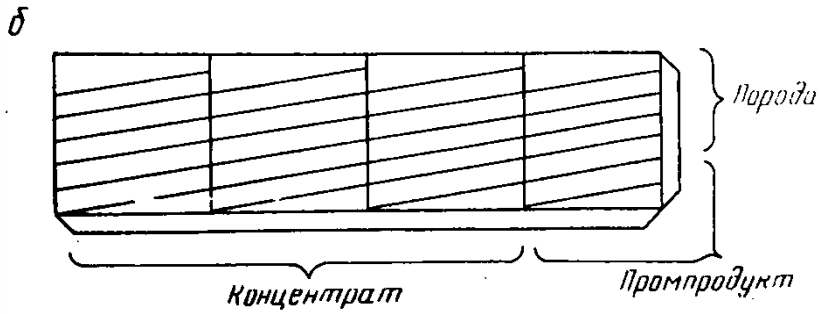
در شکل زیر شیمای جداکننده پنوماتیکی مارک ОСП- 100 با مشخصات ذیل داده شده است: بهره دهی آن 100ton/h، مساحت تخته $12m^2$، فریکانس اهتزاز از 200 تا 450 اهتزاز در فی دقیقه، دامنه اهتزاز 16mm، فریکانس ضربان هوا تا 200 ضربان فی دقیقه، طاقت معینه 256 کیلووات.

کار دستگاه غنی سازی پنوماتیکی با ایجاد گرد و خاک زیاد همراه بوده و مطالبات زیاد را در قسمت گرد گیری، مسدود کردن بیرنگ ها و مدافعه‌ی سایر قسمت های اصطکاکی تجهیزات حرکی تقاضا مینماید. در شکل (а) شیمای سینماتیکی آله عنی کننده پنوماتیکی، در شکل (б) شیمای تخلیه محصولات غنی سازی و در شکل (в) نمای عمومی آله جداکننده پنوماتیکی نشان داده شده است.

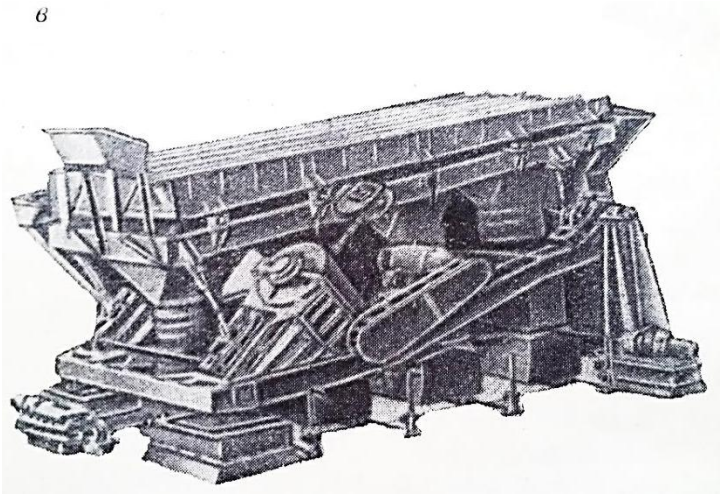


شیمای سینماتیکی آله غنی کننده پنوماتیکی

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای تخلیه محصولات غنی سازی از تخته



نمای عمومی آله جداکننده پنوماتیکی

فصل هفتم

آب گیری مواد مرطوب

در تجارب غنی سازی مواد مفیده معدنی از همه بیشتر طریقه مرطوب غنی سازی توسعه بیشتر حاصل نموده است. محصولات نهایی غنی سازی (کنسنترات و فضولات اتوالی) در این حالت قاعدتاً دارای مقدار زیاد رطوبت می باشد. رطوبت زیاد در کنسنترات مشکلات زیاد را هنگام ترانسپورت این مواد در فابریکات غنی سازی بخصوص در موسم زمستان به میان آورده، مصارف انتقالات بلند رفته و مصارف کار مجدد و میتالورژی بعدی را افزایش می‌دهد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فضولات اتوالی فابریکات غنی سازی در بسیاری حالات دارای مقدار زیاد آب بوده که انتقال آن در محل انبار مواد فاضله مصارف بیشتر را در قبال داشته (در صورت عدم موجودیت جریان خودی) و ایجاد ذخایر انبار مواد فاضله را با حجم بیشتر مطالبه می‌نماید.

به منظور کاهش رطوبت در محصولات غنی سازی بالای این مواد آب گیری صورت می گیرد. آب گیری نه فقط بالای محصولات نهایی غنی سازی صورت می گیرد، بلکه بالای محصولات وسطی غنی سازی زمانی که نظر به رژیم پروسه تکنالوژی، کاهش رطوبت در این مواد مطالبه گردد نیز انجام می پذیرد. طور مثال دور ساختن کامل رطوبت از مواد زمانی ضروری می باشد که پروسه غنی سازی مرطوب این مواد به پروسه خشک بعدی غنی سازی مبدل گردد. در بسیاری حالات آبگیری قسمی محصولات هنگام ارسال این مواد به عملیات بعدی غنی سازی مرطوب صورت می گیرد، که در آن جا رقیق سازی کم لوش مطالبه می گردد.

پروسه آب گیری نظر به جسامت مواد و سایر خواص آن به طریقه های مختلف انجام می پذیرد. برای آبگیری مواد بزرگ دانه عملیات آبکشی کافی میباشد که در این صورت آب اضافی با جریان خودی از طریق بونکرها و غربال ها بیرون می شود. آب تحت تاثیر قوه جاذبه زمین روی اقشار مواد در سوراخهای بین آنها آزادانه به طرف پائین حرکت می نماید. زغال با جسامت بیشتر از (10mm) بعد از آبگیری در بونکر مدت 6 - 8 ساعت دارای رطوبت 6-7 فیصد خواهد بود. زغال با جسامت 0.5-10mm در بونکرها برای مدت 20 – 24 ساعت نگهداری می شود و در این صورت رطوبت آن بعد از آبگیری به (10 – 13) فیصد می رسد.

پروسه جداکردن رطوبت هنگام تکان دادن مواد شدت بیشتر را به خود می گیرد. بهره دهی مخصوص غربال های تند رو هنگام آب گیری توته های بزرگ زغال از (14 تا $20ton/h.m^2$) میرسد. آب گیری مواد کوچک دانه بالای غربال های غیر متحرک و متحرک در چندین مرحله صورت می گیرد .

هنگام آبگیری کلاس های کوچک مواد در بسیاری حالات این مواد توسط آب صاف آبکش میگردد که در نتیجه ذرات بسیار کوچک گلی که رطوبت را نگه‌میدارند از آن دور می‌شود. برای آب گیری از غربال های اهتزازی تند رو و غربال های لرزشی استفاده می‌گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

آب گیری مواد کوچک دانه در غربال های افقی با لرزش توجیه شده به موفقیت انجام می پذیرد. از مواد میده دانه رطوبت به مشکل بیرون می شود و برای خشک ساختن آن چندین عملیه مسلسل مطالبه میگردد. برای آبگیری چنین مواد از شیمای ذیل استفاده می گردد:

1- غلیظ ساختن این مواد الی رطوبت (30 تا 50) فیصد؛ 2 فلترنمودن با بدست آوردن این مواد الی رطوبت (10 تا 15) فیصد؛ 3 - خشک سازی.

نظر به مطالبات مصرف کننده ها به کنسنترات و یا تکنالوژی غنی سازی بعدی محصولات صنعتی در فابریکه، رطوبت مواد خشک شده درمحدوده (5-0.5) فیصد میرسد.

آب گیری از مواد لوش و خمیره

هنگام کاهش جسامت دانه های منرالی سطح عمومی ذرات و مقدار آب به شکل رطوبت موئینه یی در آن بیشتر می گردد. بیرون نمودن آب از لوش و خمیره‌ی بسیار رقیق معمولاً در چندین مرحله صورت می‌گیرد. در قدم اول غلیظ ساختن این مواد انجام می پذیرد که در این صورت از این مواد مقدار معین رطوبت به شکل آب صاف خارج می گردد. خمیره غلیظ شده مقدار 25 تا 50 فیصد آب با خود دارد.

افزایش کنسنترات فازهای سخت و بیرون نمودن آب صاف از آن اکثراً به وسیله رسوب

دادن ذرات در محیط نسبتاً آرام صورت می گیرد. سرعت رسوب ذرات منرالی اساساً مربوط به جسامت و خواص منرالی آنها می‌باشد (ذرات آب دوست زودتر رسوب می نماید).

پروسه رسوب نمودن می‌تواند سرعت بیشتر را به خود بگیرد اگردر این صورت در

خمیره یک مقدار الکترولیت و یا موادی که سطح منرال ها را فعال ساخته و باعث بهم چسبیدن یعنی ایجاد لخته‌های بزرگ مواد می شود، اضافه گردد که بسیار سریع رسوب می‌نماید. منحیث لخته کننده های مواد کوچک از نشایسته و غیره مواد استفاده می نمایند. برای غلیظ ساختن خمیره از دستگاه های غلیظ سازی فرار از مرکز استفاده به عمل می آید.

بعد از آنکه غلیظ ساختن لوش و خمیره انجام می پذیرد، مجدداً این مواد غلیظ شده تحت پروسه آب گیری قرار می گیرد. معمولاً این مرحله آب گیری با فلترنمودن خمیره از طریق

(c) ketabton.com: The Digital Library

جدارهای متخلخل که ذرات سخت را نگهداری نموده و آب را از خود عبورمی دهد انجام می‌پذیرد. بعد از فلتر نمودن مواد غلیظ شده، رطوبت آن به (7 تا 18) فیصد می رسد.

فلتر نمودن به منظور بدست آوردن آب صاف تخنیکی هنگام اتصال سیکل آب و لوش اهمیت زیاد دارد، زیرا این موضوع باعث گرفتن ذرات بسیار کوچکی که در حالت تعلیق قراردارد می‌گردد. بیرون نمودن بعدی رطوبت از مواد کوچک دانه به طریقه میخانیکی عملاً غیر ممکن می‌باشد. رطوبت باقی مانده صرف می تواند با خشک سازی حرارتی صورت گیرد.

خشک سازی محصولات مرطوب

خشک سازی محصولات مرحله نهایی آبگیری می باشد و در حالتی محصولات غنی سازی تحت پروسه خشک سازی قرار می گیرند که از یخ زدن کنسنترات جلوگیری به عمل آمده، انتقال آن را کم مصرف ساخته و یا زمانی که مصرف کننده های کنسنترات مقدار رطوبت را طوری محدود سازند که توسط غلیظ سازی و فلترکاری میسر نگردد.

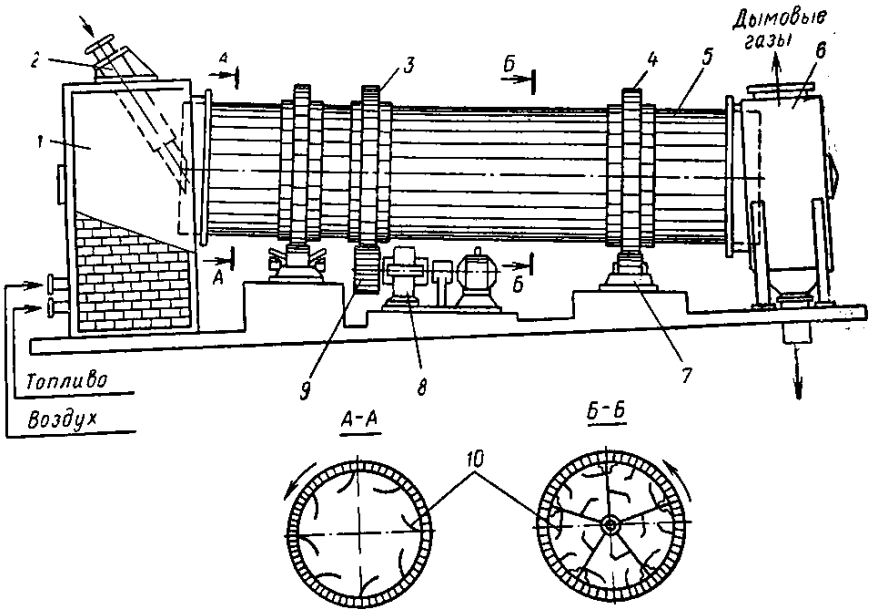
برای خشک سازی محصولات غنی سازی از دستگاه های مختلف خشک سازی استفاده بعمل می آید که عبارت اند از: بخاری های پف کننده، نل های خشک کننده، خشک کننده های معادن زیرزمینی زغال، خشک کننده های برقی، استوانه‌یی و غیره . درفابریکات غنی سازی ازهمه بیشتر دستگاهای خشک سازی استوانه‌یی مورد استفاده وسیع دارد.

خشک کننده های استوانه‌یی نوع جریان مستقیم طوری که در شکل زیر نشان داده شده است، عبارت از استوانه (5) با طوقه دندانه دار(4) می باشد که بالای رولیک اتکائی (7) قراردارد. استوانه تحت زاویه میلان (1 تا 7) درجه با جهت حجره تخلیوی (6) اخذ موقعیت می نماید. دوران استوانه از طریق موتور برقی به کمک ریدوکتور(8)، گراری کوچک (9) و طوقه دندانه دار(3) صورت می‌گیرد. بارگیری مواد از طریق نل بارگیری (2) از طرف سوختگاه (1) انجام می پذیرد. سطح داخلی استوانه مجهز با پره های (10) می باشد که نرم ساختن و بلند نمودن مواد را به به یک ارتفاع انجام می دهد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

مواد مرطوب روی نل بارگیری به استوانه داده شده و در آنجا از سوختگاه گاز منتقله حرارت نیز وارد می گردد. هنگام تماس گازهای داغ با مواد مرطوب، تبخیر رطوبت صورت گرفته که یکجا با گاز به صورت طبیعی و یا اجباری (توسط پکه) خارج می‌گردد.

هنگام دوران استوانه، مواد به صورت تدریجی به حجره تخلیوی انتقال نموده و زمانی که از آن خارج میشود رطوبت آن به (1 تا 5) فیصد می رسد. در شکل زیرشیمای دستگاه خشک سازی استوانه ئی نشان داده شده است.



دستگاه خشک سازی استوانه یی

فصل هشتم

فلوتیشـــــــــــــــن

یکی از میتودهای بسیار مهم غنی سازی مواد مفیده به شمار رقته که برمبنای تفاوت خواص فزیکی و کیمیاوی سطوح منرال ها استوار بوده و در تفاوت قابلیت ترشدن منرال‌ها در آب خلاصه می شود. زمانیکه ذرات پودرشده منرال های مختلف درآب قرار بیگیرند ذرات یکی از منرال ها در آب تر نشده و خود را در حباب های هوا که در آب قرار دارد چسبانده و در سطح آب حرکت می کند و در عین زمان ذرات منرال های دیگردر آب ترشده یا تهنیشین میگردند و یا درحالت تعلیق قرارمی گیرند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

قابلیت فلوتیشن منرال ها یعنی درجه ترشدن منرال ها را در آب میتوان به طور مصنوعی تغییرداد. برای این منظور سطح منرال ها توسط معرف های فلوتیشنی عیارمیگردند.

فلوتیشن هنگام غنی سازی مواد مفیده مختلف توسعه زیاد حاصل نموده است. استفاده از میتود غنی سازی فلوتیشنی باعث می گردد تا کار مجدد بالای سنگ های معدنی که از لحاظ داشتن مواد مفیده فقیر محسوب گردیده و منرال‌های مواد مفیده آغشته در احجار بیکاره بسیار خرد باشند وغنی سازی آن به طرق دیگر نا ممکن باشد انجام پذیرد. نمونه آن میتواند محصول کنسنترات مس، سرب و نکل از سنگ های معدنی با استفاده ازا ین میتود باشد.

در ابتدا پروسه فلوتیشن به شکل فلوتیشن روغن دار ایجاد گردیده که با اضافه نمودن مقدار زیاد روغن در لوش صورت گرفته که کثافت آن کمتر از کثافت آب بوده است. ذرات منرال های که توسط آب تر نمی شوند با قطرات روغن که روی آب قرار می گیرند فوراً چسبده و روی لوش تجمع می نمایند. ذرات منرال های که توسط آب تر می شوند با قطرات روغن نه چسبده و در خود لوش قرارمیگیرند. در حال حاضر برای غنی سازی سنگ های معدنی این چنین پروسه مورد استفاده قرار نمیگیرد.

انواع پروسه های فلوتیشنی عبارت از فلوتیشن قشری می باشد که در آن صورت روی سطح جریان آب به احتیاط قشر منرال های بسیار کوچک بعد از پاشیدن ایجاد می گردد. ذرات منرال های که در آب تر نمی شوند روی آب نگهداری شده و توسط جریان آب برده می شوند و ذرات منرال های که تر میشوند در زیر آب تهنیشین می‌شوند. پروسه فلوتیشن معمولاً به ندرت مورد استفاده قرارگرفته وعمدتاً برای حصول کنسنترات سرب، ولفرام و بعضی از کنسنترات های فلزات کمیاب مورد استفاده قرارمیگرند.

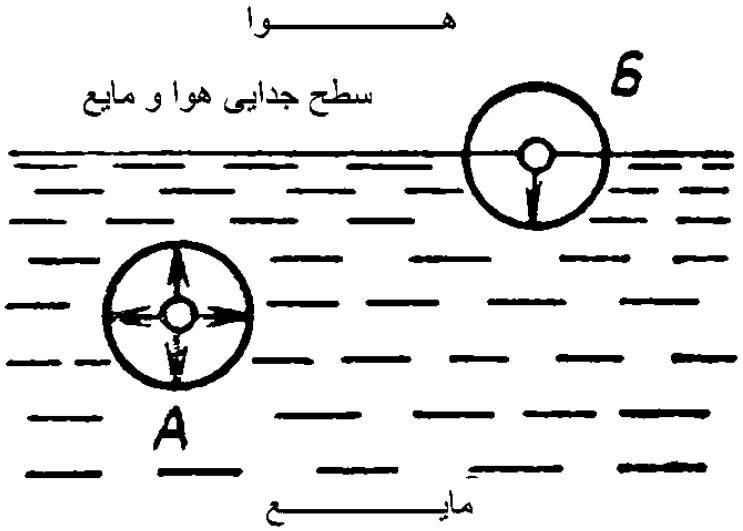
اساسات تیوری پروسه فلوتیشن

درپروسه فلوتیشن حباب دار، سه فازه (حالت) اشتراک می نمایند که عبارت انداز:

1- فاز سخت (منرال).
2- فاز مایع (آب).
3- فاز گازمانند (هوا).

(c) ketabton.com: The Digital Library

برای دانستن میکانیزم فلوتیشن، خواص سطوح این فازها و حوادثی را که در سراحدات جدایی این فازها صورت می گیرد، مورد مطالعه قرار می دهیم. قشرسطحی اجسام مایع و جامد دارای بعضی خواص فزیکی- کیمیاوی می‌باشند که در داخل حجم این اجسام آشکار نمی‌گردند. یکی از این خواص، موجودیت انرژی آزاد سطحی در سطح جدایی فازها می باشد وعبارت از انرژی اضافی ای می باشد که در نتیجه عدم تلافی قوای که بین سطوح فازها عمل می نمایند ایجاد میگردد. گفته های فوق را در مثال تماس دو فاز مایع و گاز طبیعی در شکل زیر واضح می سازیم.



مالیکول (A) که درداخل مایع قراردارد تحت عمل قوه های کششی مالیکول های همجوار قرار می گیرد که آن را از هر طرف احاطه نموده اند. از این لحاظ قوه های چسبشی داخل مایع بین مالیکول های آن متقابلاً متعادل می باشند. اگرمالیکول (Б) روی سطح مایع قرار بیگیرد در این صورت تمام قوه های چسبشی بین مالیکول ها متعادل نمی باشند و این مربوط به آن است که مالیکول های هوا که روی سطح مایع قرارمیگیرند از یک دیگر به فاصله بسیار زیاد قرار داشته و قوه کشش متقابل آنها و تاثیر بالای مالیکول های سطحی مایع بسیار ناچیز است. در نتیجه‌ی این کار مالیکول های که روی سطح مایع قرار دارند قوه کشش را صرف از طرف همه‌ی مالیکول های مایع متقبل گردیده و قوه‌های غیرمتعادل باقی مانده توانائی انجام کار را دارند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

بدین ترتیب تمام مالیکول های مایع در سطح آن دارای اندازه معین ذخیره انرژی آزاد میباشد. قوه های غیر متعادل در قشرسطحی به سمت داخل مایع تمایل داشته و کوشش می‌نمایند تا اندازه این سطح به حد اقل کاهش یابد. از طرف دیگر برای این که این سطح افزایش یابد، یعنی برای اینکه قسمت از مالیکول ها از حجم مایع به سطح آن جگزین گردد، لازم است تا یک مقدار کار به مصرف برسد.

کاری که برای ایجاد واحد مساحت سطح جدایی فازها به مصرف می رسد بنام کشش سطحی یاد می گردد. اندازه این کار معادل انرژی آزادی می باشد که بالای واحد مساحت سطح جدایی فازها عمل می نماید.

مقدار انرژی آزاد سطحی ای که هنگام جاگزین شدن مالیکول از قشرسطحی به داخل حجم مایع آزاد می‌گردد و میتواند به کار میخانیکی مبدل گردد، معمولاً مربوط به واحد مساحت قشر سطحی بوده وبه نیوتن بر مترافاده می گردد. اصطلاح (کشش سطحی) برای مایعات بکار رفته و آنرا نیز به (N/m) افاده می نمایند.

انرژی سطحی درسطح جدایی دوفاز به طور مثال در سطح جدایی مایع و گاز این طورنشان داده می شود $б_{ж-г}$. سطح اجسام جامد (سخت) همچنان دارای انرژی آزاد می باشند. اتم های (آیون های) قشر سطحی اجسام سخت عمل قوه های کششی بسیار زیاد را در مقایسه با مالیکول های مایع متقبل میشوند.

اندازه انرژی آزاد سطحی، طبعیت و خصوصیت سطح این و آن منرال را مشخص ساخته و قابلیت عمل کرد آن را با آب و انحلال آن را در آن معین می سازد.

حادثه ترشدن سطح منرالها توسط آب

حادثه ترشدن سطح منرالها توسط آب یکی از فکتورهای اساسی فزیکی – کیمیاوی پروسه فلوتیشن به شمار می رود. بالای درجه ترشدن نه فقط اندازه انرژی آزاد سطحی منرال (قوه کشش) تاثیر می‌نماید بلکه انرژی عملکرد آیون ها و مالیکول های آب نیز تاثیر دارد.

کشش متقابل مالیکول های عین مواد (طور مثال مایع) بنام هم چسبشی یاد گردیده و توسط کاری مشخص می گردد که برای جدا ساختن ستون مایع به مصرف می رسد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

کشش متقابل دو فاز (طور مثال آب و منرال) بنام چسبندگی یاد گردیده و همچنان توسط کاری که برای جداساختن واحد مساحت سطح جدائی فاز ها به مصرف می رسد مشخص می‌گردد. کار چسبندگی دو فاز مختلف مساوی به مجموع انرژی های سطحی آزاد هر دو فاز، منفی انرژی سطحی در سرحد جدائی این فاز ها می باشد یعنی

$$W = б_{ж-г} + б_{т-г} - б_{ж-т}$$

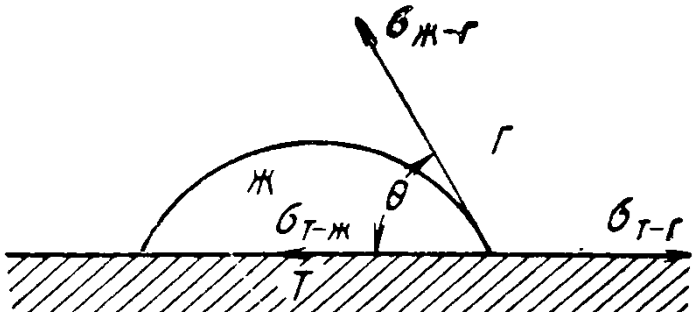
در اینجا $б_{ж-г}$،$б_{т-г}$،$б_{ж-т}$ - به ترتیب انرژی سطحی در سرحد جدائی فاز مایع - گاز، جامد – گاز و مایع – جامد می باشد.

برای اینکه آب سطح منرالها را تر نماید، قوه کشش بین مالیکول های منرال و آب باید بیشتر از قوه های کشش بین مالیکول های آب باشد. به عبارت دیگر شرط لازمی تر شدن سطح منرال توسط آب عبارت از بیشتر بودن کار جدائی آب و منرال نسبت به کار جدائی خود آب می باشد.

منرال های طبیعی نظربه قابلیت تر شدن توسط آب بسیار از همدیگر متفاوت می باشند.

منرالهای که سطح آنها به ساده گی توسط آب تر می شوند بنام منرال های هایدروفیلی (آب دوست) یاد می گردند مانند کـــــوارتـــز، کلسیت (کاربنات کلسیم طبیعی) وغیره. منرالهای که توسط آب به خوبی تر نمیشنوند بنام منرالهای هایدروفوباسیونی (آبگریز) یاد می گردند. مانند گـرافیت، تـلـک، مولبدون وغیره. بسیاری از منرالها موقعیت وسطی را به خود اختیار می نمایند و به سویه های مختلف هایدروفیلی قرار میگیرند. تشدید قابلیت هایدروفیلی تعداد کـثـیـرمنرالها (طورمثال منرالهای سلفاید دار) مربوط به اکـسـاید شدن سطح آنها می باشد. در شکل زیر شیمای عمل قوه های سطحی هنگام ترشدن سطح منرال ها (فاز جامد Т) و آب (فاز مایع Ж) در محیط هوائی (فاز گاز مانند Г) نشان داده شده است. در این شکل کشش سطحی (انرژی سطحی) در سرحد جامد و مایع به $Т - Ж - б_{т-ж}$، در سرحد مایع و گاز $Ж - Г - б_{ж-г}$، در سرحد جامد و گاز مانند به$Т - Г - \sigma_{т-г}$ نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای تاثیر قوای سطحی هنگام ترشدن سطح جسم سخت توسط آب

درجه ترشدن سطح جسم جامد به شکل مقداری توسط اندازه زاویه کناری θ ارزیابی می گردد که اندازه این زاویه معمولاً به سمت فاز مایع محاسبه می گردد. اندازۀ تیوریکی زاویه کناری می تواند از $0 - 180°$ برسد. در حالت اولی ترشدن کلی سطح منرالها توسط آب (منرال مطلقاً آب دوست بوده) و در حالت دومی قطره آب روی سطح منرال جاری نه شده وروی آب به شکل کروی باقی می ماند (منرال مطلقاً هایدروفوباسیون می باشد). حادثه اخیر در عمل به نظر نمی رسد. زیرا اجسامی که مطلقاً آب گریز یا هایدروفوباسیون باشند در طبیعت وجود ندارند. حالت تعادل سیستم سه فازه طوری که در شکل فوق ترسیم گریده است طبق شرط ذیل ایجاد می گردد.

$$б_{ж-г} \cdot \cos\theta + б_{т-ж} - б_{т-г} = 0$$

از اینجا قیمت متعادل کوسایین زاویه کناری ترشدن مساوی است به

$$\cos\theta = \frac{б_{т-г} - б_{т-ж}}{б_{ж-г}}$$

اگر به عوض قطره آب حباب هوا در حلقه محیط مایع (آب) قرار داشته باشد پس زاویه کناری ترشدن نیز باید به سمت فاز مایع محاسبه شود.

قابلیت فلوتیشن منرالها مربوط به درجه ترشدن سطح آنها توسط آب می باشد. به هر اندازه که منرال توسط آب خرابتر تر شود به همان اندازه حباب های هوا به آسانی از سطح آن آب را

(c) ketabton.com: The Digital Library

بیرون نموده، روی منرال محکم قرار گرفته و منرال را روی سطح بیرون می کند. چسبش بسیار محکم ذرات منرالها به حباب های هوا با کمیت بیشتر زاویه کناری ترشدن مشخص می‌گردد.

کوساین زاویه کناری تر شدن عبارت از معیار ترشدن جسم سخت توسط آب می باشد. در اشکال زیر پنج حالت تر شدن منرال ها نشان داده شده اند:

а- مطلقاً آب دوست، یعنی زاویه $\theta = 0$؛ و $\cos\theta = 1$؛

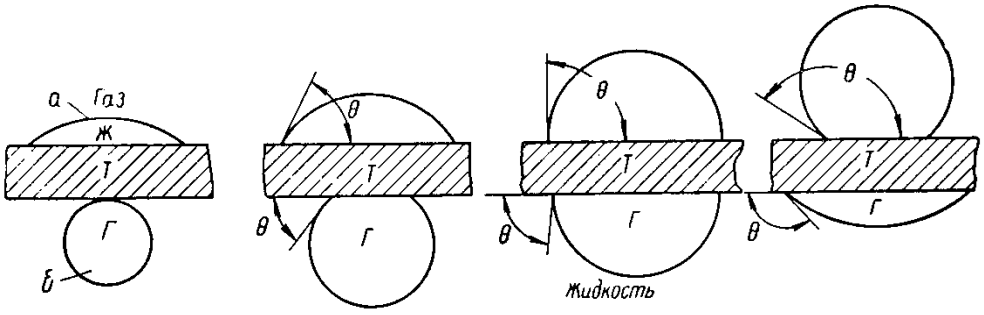
б- حالت عمومی آب دوستی، یعنی زاویه θ از 0 تا 90^0 تغییر نموده و $\cos\theta$ از 1 تا 0؛

в- حالت تعادل، یعنی زاویه $\theta = 90^0$ و $\cos\theta = 0$؛

г- حالت عمومی غیر آب دوستی، یعنی $\theta = 90 - 180^0$ و $\cos\theta = 1 - (-1)$؛

д- مطلقاً غیر آب دوست، یعنی حالت غیر واقعی زیرا در اجسام بسیار غیر آب دوست

$\theta = 111^0$، $\theta = 180^0$ و $\cos\theta = -1$



حالات متفاوت قابلیت تر شدن

а- قطره آب که روی سطح خشک قرار دارد؛ б-حباب هوا که در زیر سطح منرال قرار دارد؛ т- فاز سخت (منرال)؛ ж- فاز مایع (آب)؛ г- فاز گازی(هوا)؛ θ- زاویه کناری تر شدن

این شیما تفاوت بین اجسام آب دوست و غیر آب دوست را به خوبی نشان می دهد. باید گفت که منرال های می توانند فلوتیشن (شناور) شوند که دارای زاویه کناری تر شدن کمتر از 90^0 باشند که در صنایع فلوتیشن در بسیاری حالات به ملا حظه می رسند. منرال های مطلقاً اب دوست ($\theta = 0^0$) به صورت عموم شناور نمی شوند. اندازه نمودن زوایای کناری ترشدن دریافت قابلیت فلوتیشن منرال ها را به طور مقایسوی و تاثیر معرف های فلوتیشنی را روی منرال ها

(c) ketabton.com: The Digital Library

مساعدت می نماید. زیرا منرال های که دارای زوایای کناری زیاد می باشند، بهتر شناور شده و در صورت آماده نمودن سطوح منرال ها توسط معرف ها آن ذرات منرال‌ها بهتر روی آب شناور می شوند که زاویه کناری تر شدن آن ها بیشتر افزایش یابد.

واضح است که در مایع، آیون ها و مالیکول های ذرات فاز سخت توسط قشر مالیکول فاز مایع تحت پوشش قرار می گیرند. بخصوص در حالت بسیار توسعه یافته یعنی زمانی که فاز مایع آب باشد، این قشر بنام قشر آب دیده یاد می گردد. هر قدر این قشر بیشتر باشد، یعنی به هر اندازه که درجه آب دار بودن سطح جسم سخت زیاد باشد به همان اندازه جسم سخت داده شده قابلیت تر شدن (آب دوستی) بیشتر دارد. بدین ترتیب قابلیت فلوتیشن منرال ها مربوط به خواص فزیکی – کیمیاوی سطوح منرال ها و در قدم اول مربوط به قابلیت شکل گیری قشر آب دار با ضخامت های متفاوت روی سطح منرال می باشد.

درجه آب دار بودن منرال می تواند طور مصنوعی به کمک مواد خاص، یعنی معرف های جمع کننده های فلوتیشنی و تنظیم کننده ها کاهش یابد.

در فلوتیشن حباب دار عصری همچنان پروسه های از اهمیت خاص برخوردار اند که در سطح جدایی فاز مایع و گاز صورت می گیرد، یعنی پروسه های تشکیل شدن حباب های کوچک. برای این که حباب های کوچک هوا که روی سطح خمیره بلند می شوند از هم نپاشیده و بدین ترتیب بار منرالی خود را از دست ندهند، سعی می گردد تا حباب های پایدار حاصل گردد. برای این منظور در خمیره فلوتیشنی معرف های مخصوص، یعنی حباب تولید کننده ها (یا گاز تولید کننده ها) را اضافه می نمایند. این معرف های مخصوص، مواد عضوی بوده که روی سطح جدایی مایع و گاز جذب شده و در نتیجه کشش سطحی آب را کاهش داده وبا ایجاد اقشار آب دار به دور مالیکول‌های حباب تشکسل کننده‌ها، غشای حباب‌ها را مستحکم می‌سازد.

در نتیجه‌ی این قشر مستحکم، حباب های هوا یکی با دیگری مدغم نگردیده و حباب های کوچک پایدار تشکیل می گردد.

معرف‌های فلوتیشنی

(c) ketabton.com: The Digital Library

موادی که پروسه فلوتیشن را مساعدت مینماید بنام معرف های فلوتیشنی یاد میگردند. معرف های فلوتیشنی به سه کلاس اساسی منقسیم میشوند که عبارت اند از:

1- جمع کننده ها (کلکتورها) 2 - تنظیم کننده ها (ریگولاتورها) 3- حباب تولید کننده ها.

1- جمع کننده ها:- مواد عضوی بوده که چسبیدن ذرات منرال ها را به حباب های هوا مساعدت می نمایند. جمع کننده ها در سطح منرال ها تجمع نموده و پایداری قشر هایدراتی (جسم مرکب آب دار) را که ذارت را احاطه نموده است کاهش داده و بدین ترتیب چسبیدن ذارات را به حباب ها کمک می‌نماید.

مالیکول های جمع کننده ها معمولا ازدو گروپ تشکیل گردیده اند که عبارت از گروپ قطبی و غیر قطبی می‌باشند که روی این اصل این مواد بنام هتروقطبی (مختلف‌القطبی) یاد می گردند.

معرف های جمع کننده به چهار گروپ تقسیم می شوند که عبارت اند از:

1) تیزاب ها با رادیکال های هایدروکاربنات و نمک های آنها
2) مرکبات با سلفر دو ولانسه
3) مرکبات با کتایون فعال فلوتیشنی
4) روغن و مخلوط مرکباتی که در نتیجه کار مجدد نفت، زغال سنگ، سلیت و چوپ بدست می‌آیند.

گروپ اولی اساساً تیزاب های چرب و صابون های آن‌ها می باشد که به کمک آنها تقریباً تمام منرال های غیر سلفاید دار ذیل فلوتیشن می‌شوند: سنگ های معدنی تنگستن $CaWO_4$، سنگ معدنی باریم سلفاید$BaSO_4$ ، کلسیم فلوراید CaF_2، فاسفوریت (فاسفات طبیعی آهک)، اپاتیت (ترکیب طبیعی فاسفات فلوراید و کلسیم که در تهیه کودهای کیمیاوی به کار می‌روند) و سایر منرال‌ها. نماینده این گروپ عبارت ازاولئیک اسید (olic acid) یعنی $C_{17}H_{33}COOH$ می‌باشد. اگثراً به عوض اولئیک اسید از نمک آن (نمک oleat) $C_{17}H_{33}COONa$ یعنی سودیم اولئیک استفاده می‌شود

نماینده گروپ دوم عبارت از کسانتوگنات ها (کسانتات ها) می باشد که دارای فورمول عمومی $ROCS_2Me$ می باشد. در اینجا: R- رادیکال هایدروجن کاربونیت بوده که فورمول

(c) ketabton.com: The Digital Library

عمومی آن C_nH_{2n+1} می باشد و Me می تواند K و یا Na باشد. کسانتوگنات های پوتاشیم و سودیم ایتایلی، پروپایلی، بیوتایلی و امیلیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کسانتوگنایت ها از جمله جمع کننده های مکمل منرالهای سلفاید دار به شمار می روند. به کمک کسانتوگنات ها منرالهای کالکوپیریت (سلفر طبیعی آهن و مس است) $CuFeS_2$، بورنیت Cu_3Fes_3، کاپرسلفاید Cu_2S ، کوولین CuS، سلفاید سرب PbS، سلفاید جست ZnS، پیریت (کلچیدان سلفر) feS_2 و بسیاری از منرالهای دیگر سلفاید دار که دارای فلزات رنگه و کمیاب باشند فلوتیشن می‌شوند.

کسانتوگنات ها از قلوی ها (KOH و NaOH)، الکول ها و سلفاید کاربن طبق تعامل ذیل دریافت می گردد.

$$ROH + KOH \leftrightarrows ROK + H_2O$$

$$ROK + CS_2 \rightleftarrows ROCS_2K$$

کسانتوگنات ها می توانند برای فلوتیشن فلزات خالص از قبیل طلا، نقره و مس بکار روند.

مرکباتی که شامل دو گروپ اولی می باشد بعضاً بنام جمع کننده های انیونی یاد می‌گردند زیرا قسمت فعال فلوتیشنی مالیکول آنها عبارت از آیون می باشد. طور مثال آیون اولیت (oleate) و یا کسانتوگنات. معرف‌های جمع کننده‌های گروپ سوم بنام کتایون‌ها یاد می‌گردند زیرا در آنها کتایون از نظر فلوتیشن فعال می‌باشد. معرف های کتایونی در سال 1935 مورد استفاده قرار گرفته اند. این نوع معرف‌ها برای فلوتیشن سلیکات ها، اکسایدها و نمک‌های قابل حل به کار می‌روند.

در گروپ چهارم معرف های جمع کننده، روغن غیرقطبی شامل می باشد که اساساً عبارت از محصولات تقطیر نفت و قیر زغال سنگ میباشد. این معرف ها از نظر کیمیاوی بالای سطوح منرالها تاثیر نداشته و در منرال ها صرف قشری را تشکیل می نماید که توسط قوه واندروالس نگهداری می شود. این معرف ها هنگام فلوتیشن زغال، گرافیت، سلفر، سلفاید مولبدون MoS_2 و سایر منرال ها بکار می روند. بعضاً این معروف ها با روغن منحیث معرف های علاوه گی هنگام فلوتیشن با سایر جمع کننده ها بکار می روند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

به معرف های روغن غیر قطبی مواد ذیل ارتباط می گیرند: تیل خاک روشنایی، مازوت (نفت سیاه)، روغن متوسط زغال سنگ، قیر یا چرک سلیت، گند چوب وغیره. نفت خام در گذشته به حیث معرف استفاده می گردید لیکن به نیست اینکه این ماده نظر به انتخاب کمتر عمل می نمایند در حال حاضر مورد استفاده قرار نمی گیرند.

قابل تذکر است که اکثراً روغن غیر قطبی دارای فینول ها بوده که سمی می باشند و از این لحاظ فضولات اتوالی گند آب فابریکات غنی سازی زهرآگین می باشند و این چنین مواد نباید به محلات باز ذخیره آب انداخته شود تا محیط زیست را متضرر نسازد. روی این اصول از معرف های غیرقطبی بدون فینول استفاده می گردد.

معرف های جمع کننده اکثراً کمتر دلخواه بوده و چندین منرال را به یکبارگی فلوتیشن می‌نمایند. به منظور عملکرد بهتر جمع کننده ها از معرف های تنظیم کننده فلوتیشن استفاده به عمل می آید.

2- تنظیم کننده های فلوتیشن: عبارت ازموادی میباشند که بهتر شدن فلوتیشن منرال ها را با معرف های بسیار مهم جمع کننده ها و حباب ایجاد کننده ها مساعدت می نمایند.

معرف های تنظیم کننده روی پروسه فلوتیشن متفاوت عمل می نمایند که یکی از آن‌ها تاثیر جمع کننده ها را با منرال معین (معرف های عامل تشدید) بهتر می سازد و دیگر آن قابلیت فلوتیشن گروپ معین منرالها را مانع شده و قابلیت آب دار کردن سطح منرال ها را بلند می برد (معرف های مانع شونده) و سومی خواص حباب ها رابهتر می سازد و چهارمی سرعت فلوتیشن را زیاد ساخته و پنجمی مصرف معرف های اساسی را کاهش می دهد. در گذشته معرف های تنظیم کننده را به سه گروپ تقسیم نموده بودند که عبارت بودند از: تشدید کننده ها، مانع شونده ها و خود تنظیم کننده ها. چنین تقسیمات شرطی می باشند زیرا اکثراً عین معرف چندین وظایف مختلف را انجام می دهند

تنظیم کننده ها جدا کردن منرال ها را که در شرایط معمولی یکسان فلوتیشن می شوند مساعدت می‌نمایند. طور مثال سلفایدهای که هنگام استفاده منحیث جمع کننده‌های کسانتوگنات‌ها مورد استفاده قرار می گیرند به کنستترات دسته جمعی مبدل می‌گردند و یا منرال های کلسیم دار که به شکل غیر دلخواه توسط تیزاب اولئیک ویا اولئیک سودیم فلوتیشن می‌شوند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

معرف های تنظیم کننده می توانند مواد مختلف باشند که عمده ترین آنها عبارت اند از: چونه آب رسیده، سودیم (سودا)، شیشه مایع (سلیکات سودیم)، سودیم سلفاید، تیزاب گوگرد و تیزاب نمک، سودیم سیاناید، کاپرسلفاید وغیره

3- حباب تولید کننده ها: حباب تولید کننده ها مواد عضوی بوده و درسرحد آب و هوا جذب گردیده و تولید حباب های فلوتیشنی پایدار را مساعدت می نمایند. باید متذکر شد که درحباب های فلوتیشنی معمولاً غنی سازی اضافی کنستترات صورت می گیرد (معمولاً بنام کنستترات دومی یاد می گردد) که در آن صورت ذرات احجار بیکاره که به صورت میخانیکی با حباب ها انتقال گردیده است، داخل لوش می گردد.

حباب تولید کننده های که درعمل توسعه زیاد حاصل نموده اند عبارت اند از: ترپینیول $C_{10}H_{17}OH$، روغن صنوبر که دارای 44% الکول نوع $C_{10}H_{17}OH$ می باشد، روغن های چوبی قیردار مختلف که تعویض کننده های ارزان روغن اساسی به شمار می روند، کریسول(cresol) $CH_3C_6H_4OH$ ، پیریدین(pyridine) C_5H_5N ، پیریدین ثقیل C_9H_7N،

نتیجه کار И:Н.Плаксина نشان داده است که گازهای که به شکل منحل در هوای لوش فلوتیشنی قرار داشته باشند همچنان از جمله معرف‌ها به شمار رفته و روی سطح منرال‌ها تاثیر دارند.

ماشین های فلوتیشنی

پروسه فلوتیشن در آلات غنی سازی ای صورت می گیرند که بنام ماشین‌های فلوتیشنی یاد می‌گردند.

اگر از خصوصیات ساختمانی و ساحه مورد استفاده ماشین های فلوتیشنی صرف نظر

گردد پس خواص عمومی تمام ماشین های فلوتیشنی در این موضوع خلاصه می‌گردد که منحیث محیط کاری، خمیره‌ی (لوش) هوا داده شده یعنی خمیره‌ی که با حباب های هوا مشبوع شده باشند به کار برده می‌شود.

نظر به طریقه هوا دهی و مخلوط کردن خمیره، تمام ماشین های فلوتیشنی به سه گروپ منقسم می‌شوند که عبارت اند از: 1- میخانیکی. 2- پنوماتیکی. 3- و پنوماتیکی - میخانیکی.

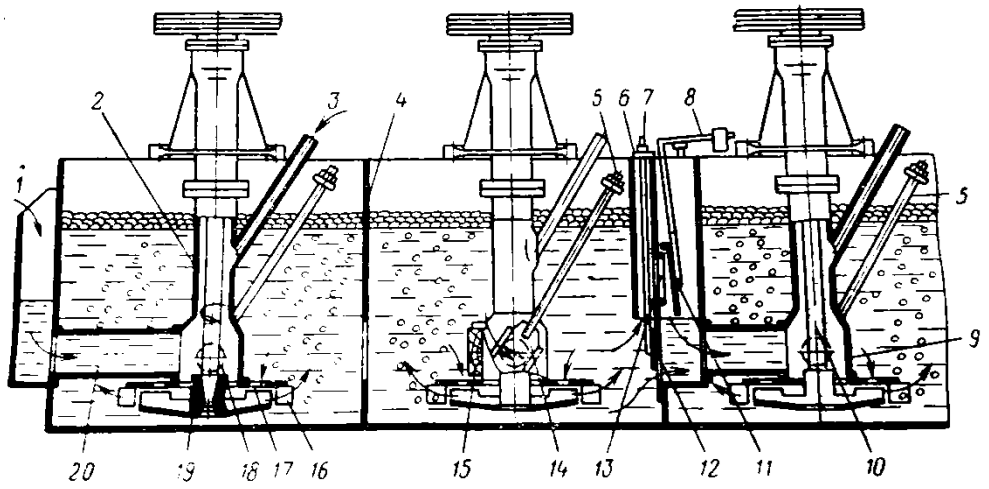
(c) ketabton.com: The Digital Library

در ماشین های فلوتیشنی میخانیکی هوا دهی به خمیره در نتیجه چوش نمودن هوا از اتموسفیر هنگام دوران چرخ کاری (مخلوط کننده‌ی که ساختمان خاص دارد) که به کمک آن همچنان تغییر مکان خمیره صورت می گیرد انجام می‌پذیرد.

در ماشین‌های فلوتیشنی پنوماتیکی هوا دهی و تغییر مکان خمیره توسط هوای فشرده صورت می گیرد که به ماشین از پف کننده هوا داده می‌شود.

در ماشین های فلوتیشنی پنوماتیکی - میخانیکی(مرکب) هوای فشرده از پف کننده هوا داده می شود و پراکندگی و انتقال خمیره توسط چرخ کاری صورت می‌گیرد.

ماشین های فلوتیشنی میخانیکی در جهان توسعه زیاد حاصل نموده اند. ساختمان و پرنسیپ کار این ماشین ها در شکل زیر نشان داده شده است.



ماشین فلوتیشنی میخانیکی

ساختمان وپرنسیپ کارماشین‌های فلوتیشنی میخانیکی: این ماشین ها عبارت از ظرف حوض مانند بوده که توسط جدارهای (4) به حجره های مستطیلی متعدد جدا گردیده اند. این ماشین از سکشن ها تشکیل گردیده که هر کدام آنها دارای دو حجره می‌باشد که یکی آن چوش کننده بوده و دیگرآن غیرچوش کننده می باشد. در شکل فوق دو حجره چوش کننده (اولی و سومی) و یک حجره غیر جوش کننده (وسطی) ماشین فلوتیشنی نشان داده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library

در هر حجره نل مرکزی (2) وجود دارد که در داخل آن میله (10) با چرخ کاری (مخلوط کننده) (19) دوران می‌نماید. چرخ کاری به شکل روتور تصور می‌شود که دارای پره های رادیالی (فرار از مرکز) بوده و این پره ها در میله عمودی (10) وصل می باشد. این میله حرکت دورانی خویش را از موتور برقی به کمک انتقال دهنده تسمه یی ذوزنقه یی اخذ میدارد. قسمت پائینی نل مرکزی فراختر بوده و به گیلاس (9) مبدل گردیده که در آن تابه (دسک) افقی (17) بالاتر از چرخ کاری نصب گردیده و این دسک دارای سوراخ برای دوران خمیره و پره های جهت دهنده (16) می باشد. پره ها با زاویه 60° نسبت به شعاع تا به قرار دارند. تابه با پرره ها بنام ستاتور ماشین یاد می‌گردد. در صورت متوقف شدن مخلوط کننده، ستاتور آنرا از زیر بار ترسباتننگهداری می نماید. کیلاس (9) دارای سه سوراخ می‌باشد. در یکی از این سوراخ‌ها در حجره‌های چوش کننده پیپ چوش کننده (20) وصل می‌گردد و در حجره غیرچوش کننده این سوراخ توسط کاک (15) مسدود گردیده است. دو سوراخ (18) دیگر که یکی مقابل دیگری قرار دارند برای بازگشت محصولات وسطی به حجره جهت فلوتیشن مجدد اختصاص یافته اند. اگر محصولات وسطی بازگشت ننماید در این صورت یکی ازسوراخهای (18) توسط کاک مسدود گردیده و دیگری توسط وال قید کننده (14) با حرکت راد (5) بند می‌شود.

وال قید کننده مقدار خمیره را که به چرخ کاری می‌رسد، تنظیم می نماید. حجره‌های چوش کننده و غیر چوش کننده بین هم توسط جدار (4) که در قسمت تحتانی آن سوراخ قرار دارد مجزا می‌گردند که در نتیجه‌ی این سوراخ سطح خمیره در حجره ها یکسان می باشد.

عناصر اساسی ماشین‌های فلوتیشنی میخانیکی عبارت از چرخ کاری بوده که چوش نمودن و پراکنده نمودن هوا را تامین نموده وخمیره را توسط هوا مشبوع می‌سازد. به هر اندازه که سرعت دوران چرخ کاری بیشتر باشد به همان اندازه مقدار بیشتر هوا چوش می شود. لیکن این سرعت باید فوق العاده زیاد نباشد تا بنابر تغییر مکان شدید خمیره جدا شدن ذرات منرال‌ها از حباب های هوا صورت نگیرد. ستاتور قابلیت گازدهی (هوا دهی) چرخ کاری را افزایش داده و از آن خمیره را به عمق حجره رسانیده، از پیچش جلوگیری نموده که در نتیجه در قسمت فوقانی حجره زون نسبتاً آرام جدا کردن ایجاد می‌گردد. چرخ کاری و ستاتور توسط مواد پلاستیکی بخاطر جلوگیری از فرسوده شدن پوشانیده شده اند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

این ماشین ها قرار ذیل فعالیت می نمایند: خمیره از حجره بارگیری (1) توسط نل (20) در فضای بالای چرخ کاری (19) چوش شده و از آنجا این مواد با سرعت زیاد در بین پره‌های ستاتور داخل حجره می‌افتد. در زون چرخ کاری خلا ایجاد گردیده و ازطریق نل مرکزی (2) و پیپ (3) هوای اتموسفیر چوش گردیده که این هوا به حباب های کوچک مبدل گردیده و در تمام حجم خمیره تقسیم می‌گردند.

حباب های هوا که با ذرات منرال‌ها تماس می نمایند بعد از گرفتن این مواد روی سطح خمیره بیرون گردیده و بعد از آن به شکل حباب ها (محصول حباب دار) توسط حباب گیر در ناوه جدا می‌گردد. ذرات منرال‌ها که روی سطح خمیره توسط حباب‌ها بلند شده نتواسته اند، منجمله منرال های که هنگام بلند شدن از حباب‌ها جدا گردیده اند مجدداً به زون چرخ کاری از طریق سوراخ که در تابه (17) ستاتور قرار دارد چوش می‌شود. ذرات منرال‌های که در حجره اولی فلوتیشن نگردیده اند (محصول حجره یی) از طریق سوراخی که در جدار (4) قرار دارد وارد حجره غیرچوش کننده گردیده و در آنجا پروسه فلوتیشن تکرار می‌شود. در حجره غیر چوش کننده خمیره از طریق سوراخ (18) که توسط وال قید کننده (14) تنظیم می گردد وارد چرخ کاری می‌شود.

خمیره از حجره غیر چوش کننده وارد حجره چوش کننده بعدی دو سکشنه (و یا از حجره اخیر خارج می‌شود) از طریق سوراخهای (12) و (13) می گردد که توسط وال قید کننده با میله (7) و سرپوش (11) تنظیم گردیده و موقعیت آن توسط راد (8) با ضدوزنه تغییر می‌نماید. سوراخ (13) از حجم حجره توسط مخفظه (6) که از طرف بالا و پائین باز می‌باشد جدا گردیده است. از طریق سوراخ تحتانی (12) از حجره غیرچوش کننده توته های برزگ خارج گردیده و قسمت اساسی خمیره که از طرف پائین محفظه‌ی 6 را پر نموده است، از طریق سوراخ فوقانی (13) خارج می گردد. ضد وزنه در راد (8) طوری قرار می‌گیرد تا به کمک سرپوش (11) سطح معین خمیره نگهداری شود.

ذرات منرالهای که فلوتیشن نمی شوند از حجره اخیر از طریق ساختمانی تخلیه می‌گردند که در فوق به عین شکل شرح داده شده است. مزیت ماشین های فلوتیشنی میخانیکی عبارت ساده بودن ترمیم و خدمات آن می باشد. زیرا تمام میکانیزم حرکی با چرخ کاری و ستاتور طوری

(c) ketabton.com: The Digital Library

در یک بدنه باهم یکجا شده اند که به آسانی و به زودی می توانند تعویض گردند و یا در هریک از دیگر حجره ها نصب گردند.

تنظیم بار (مواد) سرکلوشنی که به چرخ کاری می‌رسد امکان کار متوازن چرخ کاری را در صورت تغییر مقدار خمیره که به ماشین می رسد میسر می سازد.

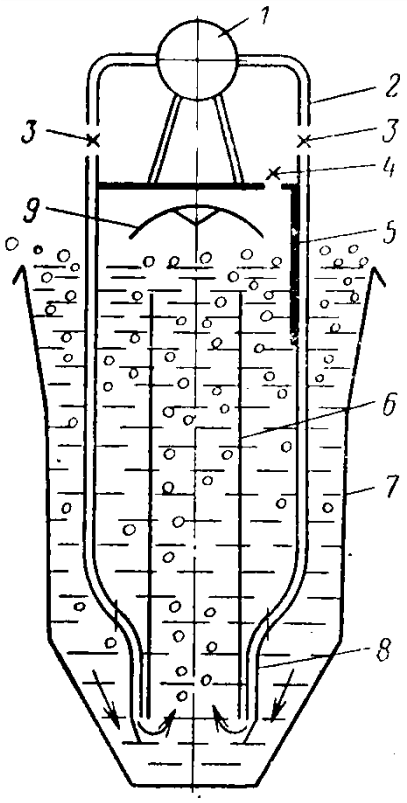
مزیت خوب این ماشین‌ها عبارت از امکان تشکیل شیماهای مختلف فلوتیشن بوسیله استقرار نل‌های چوش کننده و بیرون کننده در جدارهای جلوی و عقبی حجره می‌باشد.

حجم حجره‌ی این ماشین های فلوتیشنی میخانیکی نظر به مارک ها از 0.16 تا 6.3 مترمکعب بوده و بهره دهی آن نظر به خمیره از 0.15 تا $12\frac{m^3}{min}$ می رسد.

ماشین های فلوتیشنی پنوماتیکی (آیرولیفتی): این ماشین ها دارای ساختمان بسیارساده بوده و هنگام بهره برداری بسیار اقتصادی بوده و برای فلوتیشن سنگ های معدنی که از نگاه ترکیب منرالوژی مغلق نباشد به کار می‌روند. این ماشین ها نظربه پرنسیب آیرولیفت (بلند کنندۀ هوایی) کار نموده که از این جا نام خویشرا اخذ نموده اند. نظر به عمق ظرف، ماشین های آیرولیفت کوچک (عمق ظرف تا 0.9m) و عمیق (عمق ظرف از 2.4 تا 3 متر) را از هم فرق می نمایند. در شکل زیر شیمای ماشین آیرولیفت عمیق نشان داده شده است.

این ماشین متشکل از ظرف (7)، آیرولیفت (6)، آله هوا دهنده (آیراتور) 8 می باشد. آیرولیفت عبارت از قسمت از ظرف بوده که توسط دو جدار عمودی که به ته ماشین نمی‌رسد ایجاد گردیده است. آیراتور به شکل محفظه فولادی ولدنگ شده ساخته شده و در قسمت تحتانی آن دریچه‌ی وجود دارد که از طریق آن هوا وارد آیرولیفت می شود. هوا از کلکتور (جمع کننده) مرکزی (1) به آیروتور (8) به کمک دو نل هوای (2) داده شده و در تمام عرض دریچه پراکنده می‌شود. تل های هوا با شیردهن های 3 اکمال گردیده اند.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای ماشین فلوتیشنی آیرولیفتی

خمیره از دریچه پذیریش که به یک انجام ماشین قرار دارد به ظرف بارگیری وارد می‌شود. هوا به آیرولیفت از دوطرف داده می شود. چون خمیره در قسمت‌های پهلوی ماشین کمتر از هوا مشبوع بوده و دارای کثافت زیاد در مقایسه با قسمت‌های مرکزی می‌باشد. بنأ خمیره به حجره آیرولیفت هجوم می‌آورد. پراکنده شدن هوا در حجره‌ی آیرولیفت باعث خواص حرکت توربولنتی مخلوط هوا وخمیره می گردد. حباب های هوای منرال دار در حجره‌ی آیرولیفت بطرف بالا بلند شده و توسط دیوار جهت دهنده (5) به قسمت های جداه شده‌ی کناری انداخته می‌شود که این کار را آله (9) که در بالای حجره های هوایی قرار دارد مساعدت می‌نماید. هوای که برای مخلوط نمودن، انتقال خمیره و دور انداختن مخلوط خمیره از حجره‌ی آیرولیفت ضروری می باشد از طریق سوراخ (4) به اتموسفر پرتاب می‌گردد.

استفاده از این ماشین‌های آیرولیفت برای فلوتیشن سنگ‌های معدنی که دارای یک منرال قیمتی بوده و شیمای مغلق فلوتیشن مطالبه نگردد، مناسب می‌باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

در کشور روسیه برای فلوتیشن مواد برزگ دانه، پروسه جدا کننده کف دار (حباب دار) و ماشین‌های فلوتیشنی پنوماتیکی ای تولید گردیده اند که بنام ماشین‌های جدا کننده کف دار (حباب دار) فلوتیشنی یاد می‌گردند.

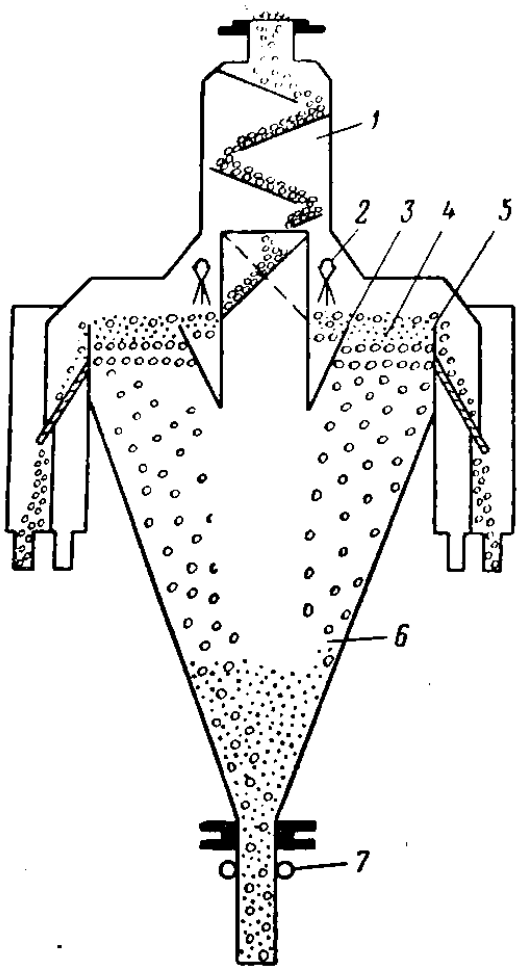
ماهیت پروسه جدا کردن کف دار (حباب دار) در آن است که موادی که بطور مقدماتی توسط معرف ها آماده گردیده اند از طرف بالا روی قشر حباب ها که به جهت افقی حرکت می نمایند بارگیری می‌شوند.

ذرات هایدروفوب در قشر حباب ها نگهداری شده و یکجا با آن از سطح خمیره دور می شوند و ذرات هایدروفیلی تحت تاثیر قوه جازبه رسوب می‌نمایند. مزیت پروسه جداکردن حباب دار در آن است که در نتیجه تماس بسیار طولانی ذرات با حباب های هوا احتمال چسبیدن آن‌ها و حد فوقانی جسامت دانه های تحت فلوتیشن بیشتر می‌گردد.

در شکل زیر شیمای ماشین جداکننده حباب دار فلوتیشنی نشان داده شده است. موادی که توسط معرف‌ها آماده گردیده اند به شکل خمیره که دارای 60% مواد سخت می‌باشد به ساختمان بارگیری(1) داده می شود که این ساختمان تقسیمات یکنواخت خمیره را در تمام طول ماشین فلوتیشنی یعنی به سمت راست و چپ میسر می‌سازد. از ساختمان بارگیری خمیره به ناوۀ (3) می‌رسد که در آنجا در نتیجه‌ی هوا دهی به جریان مایع که با فشار از مجرای (2) جریان مینماید این مایع توسط حباب های بسیار کوچک هوا مشبوع می گردد. خمیره که بطور مقدماتی به آن هوا داده شده است وارد قشر حبابداری میشود که در ماشین توسط آیراتور(4) (نل رابری سوراخ شده) ایجاد می‌گردد. محصول حباب دار از طریق سد آبریز (5) بیرون شده اما محصول حجره یی در ظرف (6) متراکم شده و از طریق دریچه (7) لوش تخلیه می‌گردد.

میتود جدا کردن حباب دار برای فلوتیشن نمک های پوتاشیمی، سنگ های معدنی سلفردار، فاسفوریت دار، فلزات نادره و غیره بکار می‌روند.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای ماشین جدا کننده حباب دار فلوتیشنی

1- ساختمان بار گیری، 2- آله هوای فشار دار، 3- ناوه، 4- آیراتور،
5- شرشره، 6- ظرف، 7- دریچه تخلیوی

ماشین‌های فلوتیشنی میخانیکی پنوماتیکی نظر به پرنسیب کار عیناً مانند ماشین‌های فلوتیشنی میخانیکی می‌باشند و تفاوت آن‌ها از ماشین‌های میخانیکی در موجودیت ساختمان بدنه‌ی آیراتور خلاصه میشود که در آن‌ها این ساختمان نه برای چوش نمودن هوای اتموسفر اختصاص یافته بلکه برای پراکنده کردن هوای فشرده که به طور اجباری به حجره داده می‌شود و ضمناً برای نگهداری ذرات سخت خمیره در حالت تعلیق اختصاص یافته است.

(c) ketabton.com: The Digital Library

فکتورهای که روی پروسه
فلوتیشن تاثیر می‌نمایند

موثیریت پروسه فلوتیشن مربوط به فکتورهای اساسی ذیل می باشد. 1- جسامت مواد اولیه. 2- کثافت و حرارت خمیره. 3- رژیم معرف. 4- ترکیب آب. 5- مدت دوام فلوتیشن. 6- درجه هوا دهی به خمیره در ماشین.

جسامت مواد اولیه هنگام فلوتیشن باید طوری باشد که مقدار اعظمیی ذرات منرال‌های مفیده از آغشته بودن با سایر منرالها آزاد بوده و اندازه‌ی ذرات تحت فلوتیشن باید قوه بلند کردن حباب های هوا را مطابقت نماید. معمولاً پروسه فلوتیشن در صورتی که جسامت منرال‌های مفیده در حدود 0.5 تا 0.02 میلی متر برسد انجام می‌پذیرد. اندازه اعظمیی ذرات تحت فلوتیشن مربوط به قابلیت هایدروفوب بودن، کثافت و شکل آن می‌باشد. هنگام پودر ساختن جسم معدنی قبل از فلوتیشن لازم است تا در مواد اولیه دانه های برزگ که فلوتیشن آن‌ها ناممکن بوده و همچنان ذرات بسیار کوچک گرد و خاک مانند (اندازه ذرات کمتراز 0.02 میلی متر) که به شدت جدا ساختن مواد مفیده را خراب ساخته ومصرف معرف‌ها را بلند می برد وجود نداشته باشد.

در تجارب فلوتیشن کثافت خمیره از 15 تا 40% مواد جامد (نظربه کتله) تغییرمی‌نماید. در یکی از پروسه‌ها، فلوتیشن با رقیق بودن خمیره برتری داشته و در سایر پروسه‌ها برعکس غلیظ شدن خمیره صورت می‌گیرد. درصورتی که کثافت خمیره زیاد باشد در این صورت درجه اشباع شدن خمیره توسط حباب‌های هوا کاهش یافته، قابلیت فلوتیشن ذرات برزگ منرال‌ها خراب شده و در نتیجه‌ی فلوتیشن بسیار شدید ذرات بسیارکوچک احجاربیکاره کیفیت کنستترات پائین می‌آید. فلوتیشن در خمیره رقیق زمانی صورت می گیرد که ضرورت به کنستترات با کیفیت عالی باشد.

افزایش درجه حرارت خمیره در بسیاری حالت روی پروسه فلوتیشن تاثیرمثبت دارد. در این صورت قابلیت انحلال تعداد زیاد معرف‌ها (بخصوص تیزاب های چرب و صابون) افزایش یافته و مصرف آن‌ها کاهش می‌یابد. در عین زمان در صورت استفاده از کسانتوگنات ها منحیث جمع کننده ها چنین تاثیر به نظر نرسیده و در این حالت گرم کردن صرف در موسم زمستان معقول می‌باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

رژیم معرف هنگام فلوتیشن با کاربرد انواع گوناگون معرف‌ها، مصرف آن‌ها، ترتیب

دادن معرف در پروسه و مدت دوام تماس معرف ها باخمیره معین میگردد. رژیم معرف به اساس تجربه بر مبنای مطالعه خواص فلوتیشنی منرال‌های سنگ‌های معدنی داده شده، جسامت ذرات منرالها، ترکیب آب و سایر فکتورها تعین می گردد.

معمولاً معرف‌ها در پروسه فلوتیشن با تسلسل ذیل داده می‌شود: معرف‌های تنظیم کننده، معرف های کاهنده (depressor)، معرف های جمع کننده، معرف های حباب تولید کننده.

معرف های تنظیم کننده در آسیاب ها و یا در مخلوط کننده های میخانیکی داد ه می‌شوند. جمع کننده‌ها همچنان به مخلوط کننده های میخانیکی داده شده و یا مستقیماُ به ماشین‌های فلوتیشنی داده می‌شوند. اکثراُ جمع کننده ها دفعتاً داده نمیشوند بلکه به مقدار معین طور جداگانه داده می‌شوند. حباب تولید کننده ها به حجره ماشین فلوتیشنی داده می‌شود.

آب تاثیر بسیار زیاد روی پروسه فلوتیشنی دارد، زیرا آب می‌تواند دارای آیونهای مختلف، گازهای منحل و سایر مخلوطاتی که PH محیط را تغییر داده، تولید حباب ها را خراب ساخته و مصرف معرف ها را بلند ببرد باشد.

دوام فلوتیشن با حصول عناصر فلوتیشن شونده و کیفیت کنستترات معین می‌گردد. تجارب فلوتیشن نشان میدهد که مدت دوام معین مناسب فلوتیشن مواد وجود دارد که افزایش این زمان فلوتیشن از نگاه اقتصادی غیرمفید می‌باشد. زیرا افزایش کم محصول مواد مفیده در کنستترات باعث دوام زیاد پروسه فلوتیشن گردیده، کیفیت کنستترات را خراب ساخته و بهره برداری ماشین فلوتیشنی راپائین می‌آورد.

درجه هوا گرفتن خمیره بالای مدت دوام فلوتیشن و شاخص های تکنالوژی غنی سازی تاثیر دارد. با هوا دهی بیشتر به خمیره مدت دوام فلوتیشن که برای حصول عین مقدار جز مفیدی که تحت فلوتیشن قرار داشته و به کنستترات مبدل میگردد، کاهش می‌یابد. اما مشبوع شدن فوق العاده زیاد خمیره توسط حباب‌های هوا پروسه یکجا شدن آن‌ها را تقویه می‌نمایند. حباب های برزگ باسرعت بیشتر شنا نموده که امکان جدا شدن ذرات منرال ها را از آنها بیشتر می‌سازد. در خمیره باید حباب های نسبتاُ بزگتر هوا ($d\approx1mm$) برای بلند کردن ذرات منرالها وجود داشته باشد و همچنان موجودیت حباب‌های کوچک هوا که سطح ذرات منرال‌ها را فعال ساخته و زود چسبیدن

(c) ketabton.com: The Digital Library

ذرات را به حباب های برزگ مساعدت می نماید نیز ضروری می‌باشد. روی موثریت پروسه فلوتیشن همچنان شرایط کار ماشین فلوتیشنی تاثیردارد. کثافت خمیره و مقداری که به ماشین فلوتیشنی می‌رسد باید ثابت باشد. این موضوع باعث تامین سطح ثابت خمیره در ماشین گردیده واداره پروسه بسیار ساده می‌شود. اضافه باری ماشین‌های فلوتیشنی باعث کاهش حصول جز مفید در کنستترات می‌گردد. زیرا دوام مدت پروسه فلوتیشن کاهش می‌یابد. در صورت کم باری ماشین برعکس مدت دوام پروسه فلوتیشن زیاد گردیده و در محصول حباب دار ذرات احجاربیکاره داخل گردیده، کیفیت کنستترات را خراب میسازد.

محاسبه پارامترهای اساسی پروسه فلوتیشنی

تعداد حجره های مورد ضرورت ماشین فلوتیشنی از رابطه ذیل دریافت می‌گردد.

$$n = \frac{V \cdot t}{V_k \cdot K}$$

در این جا V- مقدارخمیره می‌باشد که وارد عملیه فلوتیشن می‌گردد به m^3/min؛

t- زمان عملیه فلوتیشن بوده که توسط تجربه و یا در شرایط لابراتوار دریافت میگردد به دقیقه؛

V_k- حجم حجره به m^3 می‌باشد.

k- نسبت حجم خمیره که در حجره قرار دارد بر حجم هندسی حجره می‌باشد(k=0.65÷0.75).

طول ماشین تشت مانند از رابطه‌ی ذیل دریافت می‌گردد.

$$L = \frac{V \cdot t}{S \cdot R}, m$$

دریجا S- مساحت مقطع عرضی ظرف پر از خمیره به m^2 می‌باشد.

طول اعظمی یک ماشین تشت مانند نباید بیشتر از 10 متر باشد.

مقدار خمیره که برای فلوتیشن وارد می‌گردد از رابطه ذیل دریافت می‌شود

$$V = Q(R + \frac{1}{\delta}), {m^3}/{\text{شبانه روز}}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

در این جا: Q- بهره دهی نظر به مواد سخت به تن فی شبانه روز،

R- نسبت وزن مایع و مواد سخت (Ж : Т) در خمیره؛

δ- وزن مخصوص مواد به ton/m^3 می‌باشد.

شیماهای فلوتیشن

در تجارب فلوتیشن مواد مفیده از شیماهای تکنالوژی مختلف استفاده بعمل می‌آید. انتخاب شیمای فلوتیشن مربوط به خواص فلوتیشنی جسم معدنی، مطالباتی که به کیفیت کنستترات ارائه می‌گردد و سایرفکتورهای تخنیکی و اقتصادی می‌باشد.

در بسیاری حالات در یک عملیه غنی سازی فلوتیشنی محصول نهایی کنستترات و مواد فاضله مناسب بدست نمی‌آید. از این لحاظ شیمای فلوتیشن از چندین عملیه غنی سازی تشکیل می‌گردد. نظر به وظیفه عملیات ذیل فلوتیشن را از هم تفکیک می‌نمایند:

1 - فلوتیشن اساسی؛

2 - فلوتیشن تصفیه کننده؛

3 - فلوتیشن کنترول کننده.

فلوتیشن اساسی

عبارت از عملیه اولی فلوتیشن به منظور جدا نمودن منرال‌های با ارزش از منرال‌های احجار بیکاره می‌باشند.

فلوتیشن تصفیه کننده

عبارت ازعملیه فلوتیشن می‌باشد که در آن کنستترات عملیه قبلی مجدداً به منظور بالا بردن کیفیت آن بار دیگر غنی سازی می‌شود.

فلوتیشن کنترولی

(c) ketabton.com: The Digital Library

عبارت از عملیه فلوتیشن می‌باشد که در آن مواد فاضله‌ی عملیات قبلی مجدداً به منظور حصول منرال‌های مفید غنی سازی می‌شود.

شیماهای فلوتیشنی نظر به تعداد مراحل و سیکل های فلوتیشنی ازهم فرق می‌شوند:

مراحل فلوتیشن عبارت از قسمت از شیمای تکنالوژی می‌باشد که شامل پودر ساختن مواد الی جسامت معین وعملیات بعدی فلوتیشن که با این جسامت ها انجام می‌یابند می‌گردند. نظر به خواص منرال‌های مفید و خواص آغشته بودن از شیماهای یک مرحله‌یی و یا چندین مرحله‌یی فلوتیشن کار گرفته می‌شود. درشکل (a) شیما دومرحله‌یی فلوتیشن نشان داده شده است.

سیکل فلوتیشن

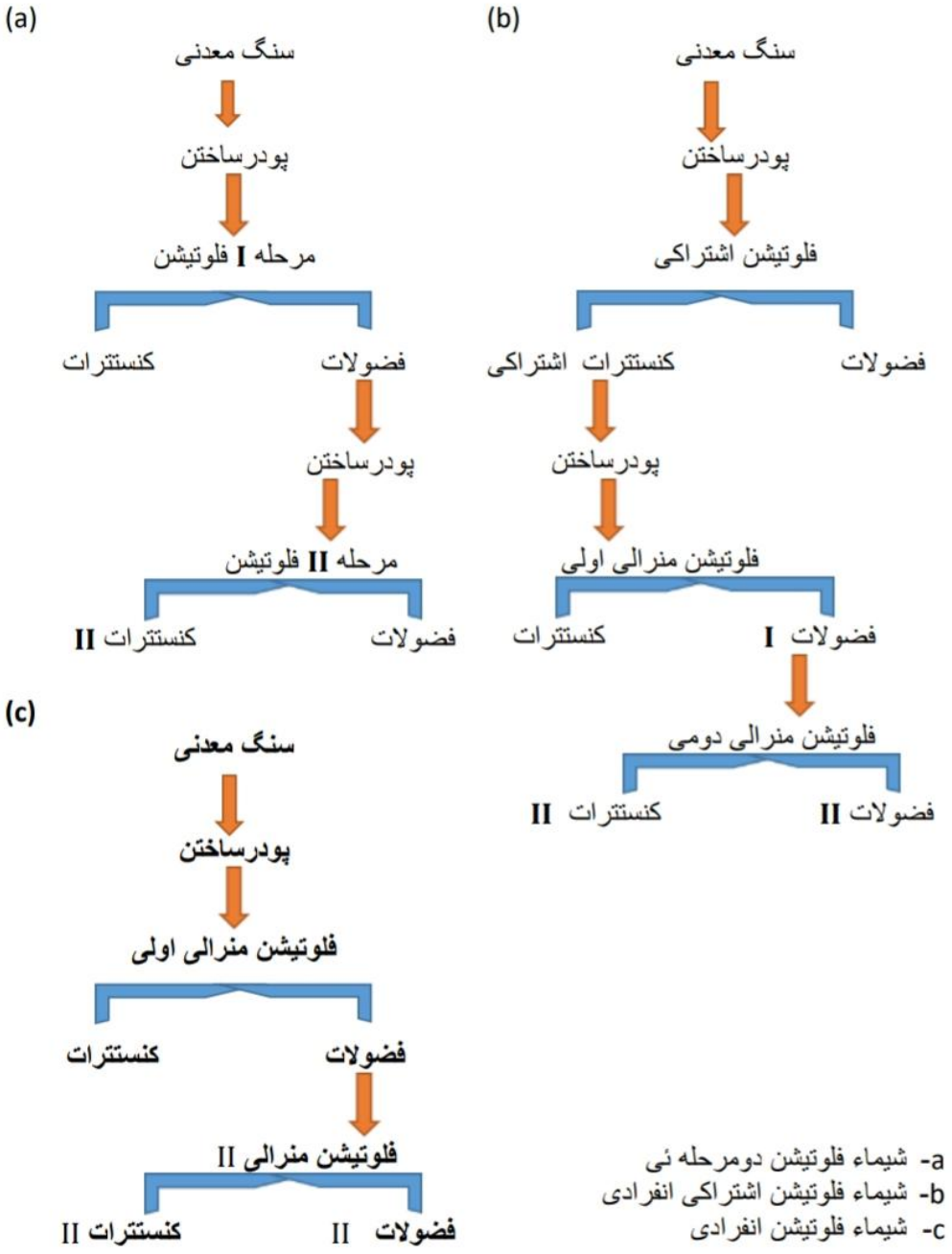
سیکل فلوتیشن عبارت از گروپ عملیات فلوتیشنی می‌باشد که در آن یک یا چندین محصول آماده جدا گردیده و ضرورت به فلوتیشن بعدی ندارد. نظربه تسلسل جداشدن منرال‌های مفیده هنگام غنی سازی سنگ‌های معدنی چندین فلزی، شیماهای فلوتیشن اشتراکی (عمومی)، انفرادی و اشتراکی – انفرادی را از هم تفکیک می‌نمایند.

اگر در کنستترات نهایی دفعتاً چندین منرال حاصل گردد (طور مثال سلفایدهای مس و نکل در کنستترات مس و نکل) این چنین فلوتیشن بنام فلوتیشن اشتراکی یاد می‌گردد.

اگر از جسم معدنی منرال‌های مفید طور مسلسل یکی بعد از دیگر جدا شوند در این صورت فلوتیشن بنام فلوتیشن انفرادی و یا انتخابی یاد می گردد طوریکه در شکل (c) ترسیم گردیده است.

هنگام فلوتیشن اشتراکی ـ انفرادی ابتدا در کنستترات اشتراکی تمام منرال‌های مفید بدست آمده و سپس از آن منرال‌های جداگانه فلوتیشن می‌شوند طوریکه درشکل (b) ترسیم گردیده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای فلوتیشن

a- شیمای فلوتیشن دو مرحله یی؛ b- شیمای فلوتیشن اشتراکی انفرادی؛

c- شیمای فلوتیشن انفرادی

(c) ketabton.com: The Digital Library

فصل هشتم

میتود های مقناطیسی غنی سازی

اســاسـات فزیکی میتود غنی سازی مقناطیسی

غنی سازی مقناطیسی برمبنای تفاوت در خواص اجزای جدا شونده سنگ‌های معدنی فلزات رنگه و نادره اساس گذاری شده است. ماهیت میتود غنی سازی مقناطیسی عبارت از تاثیرقوای مقناطیسی و میخانیکی روی ذرات سنگ های معدنی می‌باشد که در نتیجه ذرات با داشتن خواص مختلف مقناطیسی مسیرهای مختلف حرکت را به خود می‌گیرند. در نتیجه‌ی حرکت روی مسیرمعین، ذرات مقناطیسی و غیرمقناطیسی از ساحه مقناطیسی به شکل محصولات جداگانه جدا گردیده و این مواد نه فقط نظر به خواص مقناطیسی از هم فرق می‌شوند بلکه نظر به ترکیب حقیقی نیز از هم متفاوت می‌باشند.

نظر به خواص مقناطیسی، منرال‌ها می‌توانند در ساحات مقناطیسی ثابت و متغییر غنی سازی شوند. در حال حاضر از همه بیشتر غنی سازی منرال‌ها در ساحه مقناطیسی ثابت مورد استفاده وسیع دارند،

غنی سازی مقناطیسی در جدا کننده‌های مقناطیسی صورت می‌گیرد. برای جدا کردن مقناطیسی در فضای معین جداکننده مقناطیسی که زون کاری نامیده می شود ایجاد ساحه مقناطیسی ای ضروری می باشد که شدت آن باید در نقاط مختلف از هم متفاوت باشد. هنگام غنی سازی مقناطیسی صرف از ساحه غیرمتجانس استفاده می‌گردد که باعث ایجاد قوای مقناطیسی گردیده و بالای ذرات مقناطیسی عمل می‌کند.

علاوه بر غیر متجانس بودن، ساحه مقناطیسی باید برای مواد اولیه داده شده دارای شدت کافی باشد. نظر به قابلیت مقناطیس شدن ذرات سنگ معدنی، جداکردن آنها در ساحهٔ مقناطیسی ضعیف و شدید صورت می‌گیرد.

ساحه مقناطیسی و خواص آن

ساحه مقناطیسی عبارت از فضای می‌باشد که در آن تاثیر قوای مقناطیسی بالای جسم مقناطیس شده به ملاحظه می‌رسد. تاثیر این قوه ها بالای جسم مقناطیس شده در موجودیت چارج‌های تند رو داخل مالیکول ها توضیع می‌گردد. ساحه مقناطیسی توسط خطوط قوه یی ترسیم می‌گردد که

(c) ketabton.com: The Digital Library

تعداد عمومی این خطوط که بالای سطح ارتوگونالی (سطح قایم) نفوذ می‌نماید بنام سیلان مقناطیس یاد گردیده و به حرف Φ نشان داده می شود. واحد سیلان مقناطیسی درسیستم SI ویبر (Web) و در سیستم CGS ماکسیول (Maxwell) می‌باشد.

شاخص اساسی ساحه مقناطیسی عبارت از اندکشن مقناطیسی (القای مقناطیسی) (B) می‌باشد که عدداً مساوی به تعداد خطوط قوای ساحه مقناطیسی ای می‌باشد که در ساحه (S) مساوی به $1m^2$)$1cm^2$) مقطع داده شده نفوذ می‌نماید.

واحد اندکشن (القای) مقناطیسی در سیستم SI عبارت تسلا (T) و در سیستم CGS گاوس *Gauss* (Gs) میباشد. مطابق به تعریف، اندکشن مقناطیسی و سیلان مقناطیسی قرار ذیل باهم ارتباط دارند.

$$B = \frac{\Phi}{S}$$

برای تشخیص مقناطیسی شدن مواد، در ساحهٔ مقناطیسی مومنت مقناطیسی (P_M) به کار برده می‌شود که عدداً مساوی به مومنت میخانیکی ای می‌باشد که مواد آنرا در ساحهٔ مقناطیسی با اندکشن 1 tesla و یا 1 *Gauss* متحمل می‌شود.

مومنت مقناطیسی واحد حجم مواد، شدت مقناطیس شدن (J) آنرا مشخص می‌سازد که از رابطه ذیل دریافت می‌گردد

$$J = \frac{P_{\text{M}}}{V}$$

V- حجم مواد می‌باشد.

شدت مقناطیس شدن در سیستم SI به امپیر بر متر (A/m) و درسیستم CGS به *Gauss* اندازه می شود.

ساحه مقناطیسی توسط شدت ساحه مقناطیسی H مشخص می گردد. شدت ساحه مقناطیسی در نقطه داده شده عبارت از قوه می‌باشد که توسط آن ساحه بالای واحد کتله مقناطیسی مثبتی که در این نقطه ساحه قرار دارد عمل می‌نماید.

(c) ketabton.com: The Digital Library

واحد شدت ساحه مقناطیسی در سیستم SI عبارت از A/m و یا امپیر- دور فی متر A_B/m ( ) بوده و در سیستم CGS اورستد Oersted (Oe) می‌باشد.

برای تشخیص تغییر شدت ساحه مقناطیسی به جهت معینه x، کمیت کرادینت شدت (grad H) به کار می‌رود، یعنی

$$grad\ H = \frac{dH}{dx}$$

در اینجا d_H- تغییر شدت ساحه مقناطیسی به جهت X در ساحه‌ی به امتداد طول dx می‌باشد.

واحد اندازه گیری گرادینت شدت در سیستم SI (A/m^2) ویا امپیر دور فی متر مربع (A_B/m^2) بوده و در سیستم CGS- اورستد فی سانتی متر می‌باشد (Oe/cm).

خواص مقناطیسی ماده نظر به قابلیت مقناطیس شدن χ(بدون واحد اندازه گیری) مشخص می‌گردد که توسط نسبت شدت مقناطیس شدن و شدت ساحهٔ مقناطیس معین می‌گردد، یعنی

$$\chi = \frac{j}{H}$$

واحد قابلیت مقناطیس شدن در سیستم SI عدداً مساوی به مومنت مقناطیسی حجم $1m^3$ ماده در ساحهٔ مقناطیسی با شدت $H = 1A/m$ بوده و در سیستم CGS مساوی به مومنت مقناطیسی $1cm^3$ حجم ماده در ساحه مقناطیسی با شدت $H = 1Oe$ می باشد. مومنت مقناطیسی 1Kg ماده در سیستم SI در ساحه‌ی که $H = 1A/m$ و یا 1gr ماده در سیستم CGS در ساحه‌ی که شدت آن $H = 1\ Oe$ باشد، قابلیت مقناطیس شدن مخصوص ماده (χ) را مشخص ساخته و از رابطه ذیل دریافت می‌گردد.

$$\chi = \frac{x}{\delta}$$

در ایجا: δ- کثافت ماده می‌باشد.

واحد اندازه گیری قابلیت مقناطیس شدن مخصوص در سیستم SI، m^3/Kg و در سیستم CGS، cm^3/gr می‌باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

قوه‌ی که توسط آن ساحه مقناطیسی بالای ذره عمل نموده و این ذره دارای قابلیت مقناطیس شدن مخصوص $\chi = 1$ بوده و در نقطه داده شده ساحهٔ قرار دارد بنام قوه ساحهٔ مقناطیسی F یاد گردیده و از رابطه ذیل دریافت می‌گردد.

$$F = H\ grag\ H$$

واحد اندازه گیری قوای ساحه مقناطیسی درسیستم SI، $A^2/_{m^3}$ و یا امپیر دوره مربع فی متر مکعب ($A \cdot B^2/m^3$) می‌باشد و در سیستم CGS اورستد مربع فی سانتی متر می‌باشد $(\text{Oe}^2/_{cm})$.

قوه‌ی که بالای ماده در ساحهٔ مقناطیسی عمل می‌نماید بنام قوای مقناطیسی F_{mag} یاد گردیده و توسط فومول ذیل دریافت می گردد.

$$F_{mag} = \mu_0\, \chi\, H\ grag\ H$$

درینجا μ_0 - ثابت مقناطیسی می‌باشد.

واحد اندازه گیری قوای مقناطیسی در سیستم SI، نیوتن فی کیلوگرام $(N/_{Kg})$ می‌باشد.

در جدا کننده‌های مقناطیسی، ساحهٔ مقناطیسی توسط سیستم‌های مقناطیسی ثابت و یا توسط سیستم های الکترومقناطیسی با کایلی که توسط جریان ثابت و یا متناوب تغذیه می‌گردد، ایجاد می‌شود.

ساحه مقناطیسی میتواند یکنواخت $(\frac{dH}{dx} = 0)$ و غیر یکنواخت باشند $(\frac{dH}{dx} > 0)$. ساحه مقناطیسی یکنواخت در صورت قطب های مقناطیسی سطوح هموار و موازی به نظر رسیده و ساحه مقناطیسی غیر یکنواخت در صورت قطب های نوک تیز به ملاحظه می‌رسد.

یکی از خواص بسیار مهم ساحه مقناطیسی عبارت از حادثه‌ی اندکشن الکترومقناطیسی می‌باشد. مفهوم این حادثه در آن است که با هر تغییر سیلان مقناطیسی که کدام دوره را قطع نماید در آن دوره نیروی محرکه برقی (Э.д.с) به میان می‌آید. خواص دیگر ساحه مقناطیسی عبارت از عملکرد میخانیکی آن با جریان برق می‌باشد.

ذرات منرالی که در ساحه مقناطیس می‌افتند روی موقعیت خطوط قوه‌یی ساحه مقناطیسی تاثیر می‌گذارند. ذرات مقناطیسی مقاومت کمتر را روی خطوط قوای مقناطیسی (سیلان مقناطیسی)

(c) ketabton.com: The Digital Library

وارد می‌نماید و از این لحاظ این خطوط قوای مقناطیسی در آن ها متمرکز می‌گردند. باحجوم بردن به کوتاه ترین فاصله، آنها ذرات مقناطیسی را در فضای بین قطب‌ها جذب می نمایند. ذرات غیر مقناطیسی قابلیت هدایت را خراب ساخته و از این لحاظ خطوط قوه یی از آن‌ها عبور نموده و آن ها را از ساحه دور می‌سازند.

نظربه اندازه مخصوص قابلیت مقناطیسی شدن (χ) و امکان جداشدن در جدا کننده‌های مقناطیسی تمام منرال‌ها شرطاً به سه گروپ منقسیم م شوند:

1- منرال های مقناطیسی قوی: این منرال‌ها دارای قابلیت مقناطیسی شدن مخصوص $\chi > 3000 \cdot 10^{-9}\ {}^{m^3}/_{kg}$ می‌باشد. این منرال ها (اکساید آهن مقناطیسی، مگمیت، پیروتین و غیره) می‌توانند با فراکسیون مقناطیسی در جداکننده‌ها با ساحه مقناطیسی نسبتاً ضعیف با شدت 70÷120 KA/m بدست آیند.

2- منرال های مقناطیسی ضعیف: این منرال ها دارای قابلیت مقناطیس شدن مخصوص $\chi \approx 10 \div 600 \cdot 10^{-9}\ {}^{m^3}/_{Kg}$ می‌باشد. دراین گروپ تعداد کثیر منرال‌ها مربوط بوده که شامل تمام منرال های منگنیز دار(منگان)، اکساید آهن، تیتان، ولفرام وسایر منرال‌ها می‌باشد. برای بیرون نمودن این منرال‌ها در فراکسیون مقناطیسی، شدت ساحه مقناطیسی جداکننده باید در محدوده‌ی (480÷1600 KA/m) باشد.

3- منرال‌های غیر مقناطیسی با قابلیت مقناطیسی شدن $\chi < 10 \cdot 10^{-9}\ {}^{m^3}/_{Kg}$ می‌باشد. منرال‌های این گروپ حتی در جدا کننده‌ها با ساحه مقناطیسی قوی به فراکسیون مقناطیسی جدا نمی‌شوند.

برای افزایش خواص مقناطیسی سنگ‌های معدنی آهن دار و سنگ های معدنی آهن و منگان دار قبل ازغنی سازی از گرم کاری مقناطیس شونده این استفاده به عمل می‌آید. در پروسه گرم کاری مقناطیس شونده (550 ÷ 660 °C) و سرد سازی آن در اتموسفیر، اکساید آهن مقناطیس ضعیف به اکساید آهن مقناطیس قوی مبدل می‌گردد، یعنی

$$3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2 + 15\ 050\ \text{кол}$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

درنتیجه‌ی گرم شدن، ارزش سنگ معدنی بنابر افزایش مقدارآهن و ایجاد تخلخل بیشتر می‌گردد.

سنگ معدنی که دارای پیریت می‌باشد در موجودیت درجه حرارت 400 °C گرم کاری اکسیدیشنی می‌شود. در صورت گرم شدن اکسیدیشنی، پیریت به کلیچدان مقناطیسی مبدل می‌گردد، یعنی

$$7F_eS_2 + 6O_2 = Fe_7S_8 + 6SO_2$$

هنگام گرم کاری غیر دوامدار سطح باریک بدست آمده‌ی ماده مقناطیسی باعث جدا شدن منرال‌ها در ساحه مقناطیسی شدید می‌گردد.

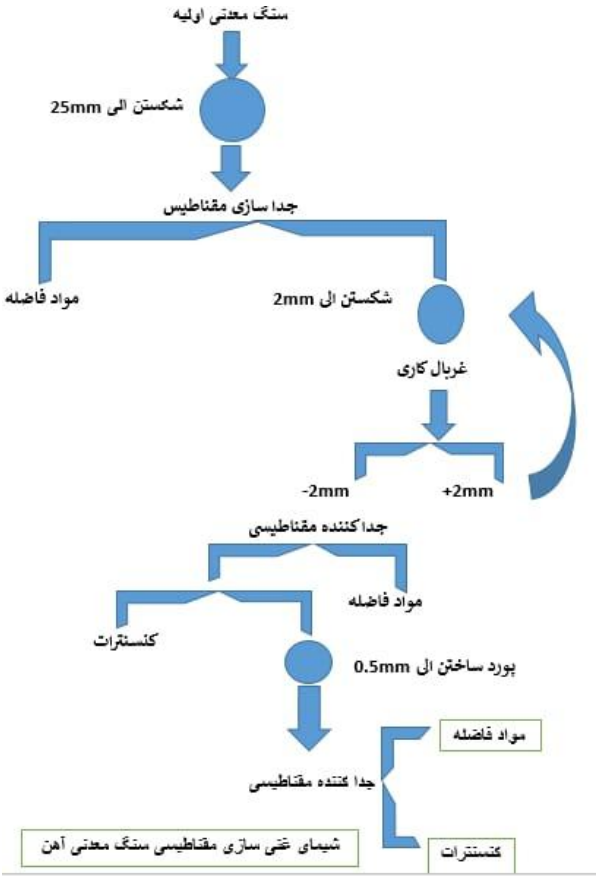
گرم شدن مقناطیس شونده در داش‌های مخصوص گرم کننده صورت می‌گیرد. گرم شدن مقناطیس شونده می‌تواند با موفقیت برای غنی سازی کوارسیت آهن دار اکساید شده بکار رود.

شامل ساختن گرم نمودن مقناطیس شونده در شیمای آماده سازی سنگ‌های معدنی باعث می‌گردد تا مقدار آهن در کنستترات به اندازه 3 تا 8 فیصد افزایش یافته و ضایعات در مواد فاضله کمتر گرد

غنی سازی مقناطیسی در حال حاضر اساساً هنگام کار مجدد سنگ‌های معدنی فلزات سیاه بکار رفته و کمتر هنگام کار مجدد سنگ‌های معدنی فلزات رنگه و نادره به کار میروند.

استفاده از غنی سازی مقناطیسی برای سنگ‌های معدنی فلزات رنگه در بسیاری حالات پروسه غنی سازی را سهل می‌سازد زیرا بعضی از منرال‌های فلزات رنگه دارای آهن می‌باشند. در شکل زیر شیمای غنی سازی مقناطیسی سنگ آهن مقناطیسی (مگنتیت) نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



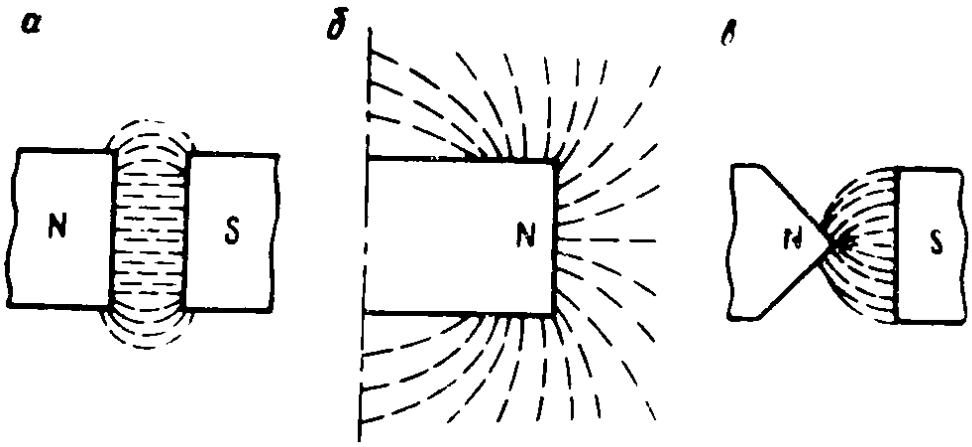
ساحه مقناطیسی جدا کننده های مقناطیسی

ساحه مقناطیسی می‌توانند متجانس وغیر متجانس باشد. در ساحه مقناطیسی متجانس، شدت در نقاط کیفی آن یکسان است ولی در ساحه غیر متجانس به صورت یکنواخت شدت آن به یک جهت یا بیشتر گردیده و یا کاهش می‌یابد. در شکل زیر(a) سا حه متجانس و در شکل б و в ساحه غیرمتجانس نشان داده شده است. در جدا کننده های مقناطیسی صرف ساحه مقناطیسی غیر متجانس بکار می‌رود.

در ساحه مقناطیسی متجانس ذرات صرف تحت تاثیر مومنت دورانی قرار گرفته و ذرات را موازی به خطوط قوه یی ساحه مقناطیسی قرار می‌دهند. لیکن تغییر مکان ذرات به قطب سیستم مقناطیسی صورت نمی‌گیرد. برای اینکه ذرات به یک جهت تغییر مکان نمایند لازم است تا قوای مقناطیسی توجیه شده داشته باشیم که مطابق به فورمول

$$F_{mag} = \mu_0 \chi \, H \, \text{grad} \, H$$

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیما های ایجاد ساحات مقناظیسی

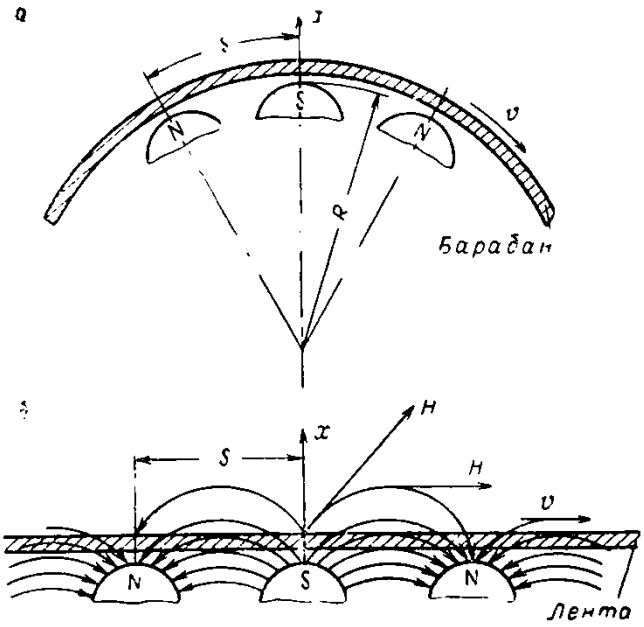
a- ساحه مقناطیسی متجانس، б و в – ساحه مقناطیسی غیر متجانس

می‌تواند صرف در ساحه غیرمتجانس بدست آید. به هر اندازه که غیرمتجانس بودن ساحه بیشتر گردد به همان اندازه ذرات قوی تر به قطب مقناطیسی به جهت خطوط قوای مقناطیسی جذب می‌گردند. به این ترتیب در جدا کننده های مقناطیسی لازم است تا حتی‌الامکان ساحه غیرمتجانس ایجاد گردد. علاوه بر آن شدت ساحه مقناطیسی باید بدست آوردن چنان قوای مقناطیسی را تامیین نماید که برای تغییر مکان ذرات با قابلیت معین مقناطیس پذیری به جهت شدت بلند ساحه کافی باشد.

برای بدست آوردن ساحه مقناطیسی غیرمتجانس از سیستم های مقناطیسی باز و بسته استفاده به عمل می‌آید.

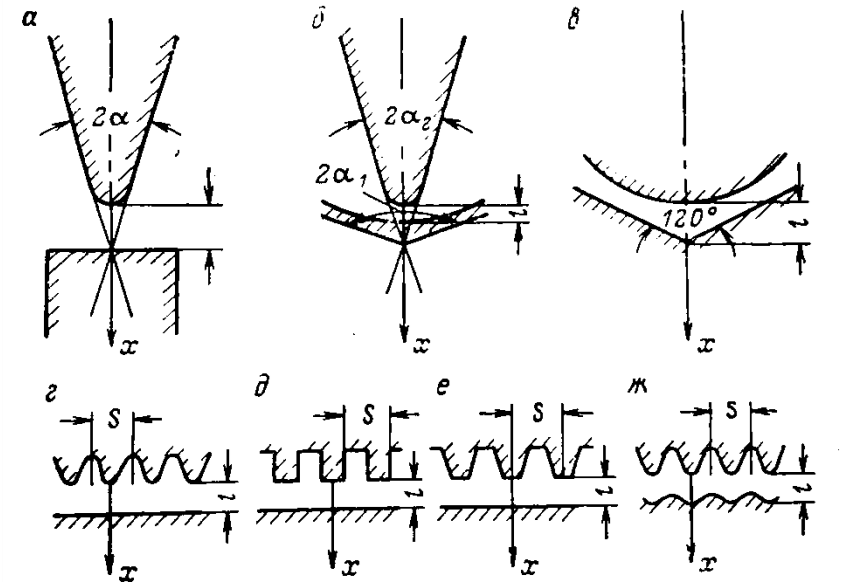
سیستم مقاطیسی باز: ساحه مقناطیسی باز دارای تعداد زیاد قطب‌ها بوده که قسمت انجامی آن‌ها روی سطح استوانه‌یی شکل زیر(a) و یا روی سطح هموار شکل زیر (б) اخذ موقعیت می‌نمایند. چنین سیستم‌ها در جدا کننده ها با ساحه مقناطیسی ضعیف با شدت تا 240 KA/m (3000 Oe) برای سنگ های معدنی مقناطیس قوی بکار برده میشوند طوریکه در اشکال زیر نشان داده شده اند.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیماهای موقعیت قطب های باز سیستم مقناطیسی چندین قطبه
روی سطح استوانوی (a) و مستوی (б)

سیستم مقناطیسی بسته: در سیستم مقناطیسی بسته، ساحه مقناطیسی در فضای بین دو قطب مختلف‌النوع که در مقابل همدیگر قرار می‌گیرند، ایجاد می‌گردد طوریکه در اشکال زیر نشان داده شده اند.



انواع مختلف ترکیب قطب‌های اشکال متفاوت سیستم‌های مقناطیسی بسته

(c) ketabton.com: The Digital Library

چنین سیستم‌ها در جدا کننده‌ها با ساحه مقناطیسی قوی برای سنگ‌های معدنی مقناطیسی ضعیف بکار می‌روند. شدت ساحه مقناطیسی آن به (20 000 Oe) 1600 KA/m می‌رسد.

در سیستم‌های مقناطیسی جدا کننده‌ها برای سنگ‌های معدنی مقناطیس ضعیف از انواع ذیل قطب‌های اشتراکی استفاده به عمل می‌آید.

1- قطب مقناطیسی هموار و در مقابل آن قطب مقناطیسی مخالف کروی (شکل فوق a)؛

2- قطب مقناطیسی مقعر و در مقابل آن قطب مخالف کروی (شکل فوق б و *в*)؛

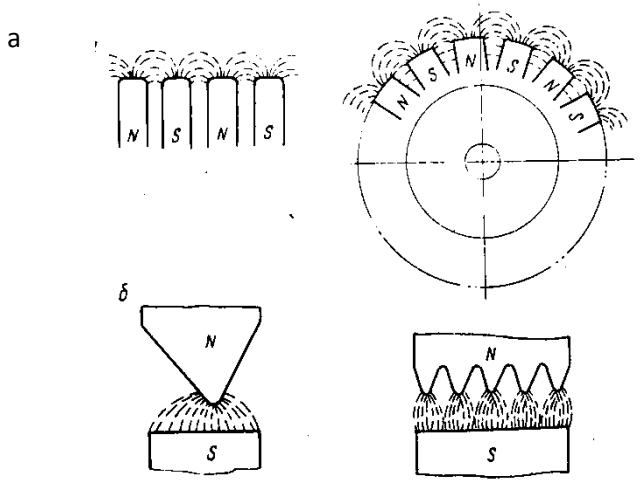
3- قطب مقناطیسی هموار و در مقابل آن قطب چندین دندانه دار (شکل فوق *г*، *д*، e)؛

4- قطب مقناطیسی جویه دار و در مقابل آن قطب مقناطیسی دندانه دار(شکل ж).

جداکنندهای مقناطسی

تمام جدا کنندههای مقناطیسی عبارت از ترکیب سیستم مقناطیسی با ساختمان ترانسپورتی برای انتقال جداگانه محصولات غنی سازی می‌باشد.

نطر به پرنسیپ ایجاد ساحه مقناطیسی، جداکننده‌ها دارای سیستم مقناطیسی باز بوده یعنی زمانیکه انجام‌های قطب‌های مختلف النوع، سطح هموار و یا سطح استوانه‌یی را تشکیل میدهند (شکل a) و نیز دارای سیستم مقناطیسی بسته می‌باشند که در آن صورت قطب‌های دندانه دار



انواع سیستم مقناطیسی جدا کننده‌های مقناطیسی

a- سیستم مقناطیسی باز، б- سیستم مقناطیسی بسته

(c) ketabton.com: The Digital Library

همنوع در مقابل قطب های هموار نوع دیگراخذ موقعیت می‌نمایند(شکل 6).

سیستم مقناطیسی باز نمی‌تواند ساحه مقناطسی شدت بلند را تامین نمایند. لیکن آن‌ها برای استقرار ساختمان ترانسپورتی بسیار مناسب می‌باشند. این نوع جداکننده ها برای غنی سازی سنگ‌های معدنی مقناطیس قوی بکار می‌روند.

سیستم‌های مقناطیسی بسته باعث بدست آمدن ساحه مقناطیسی شدت بلند می‌گردند.

آن‌ها در جداکنندها برای سنگ‌های معدنی مقناطیسی ضعیف بکار می‌روند. جسامت سنگ‌های معدنی نظر به پارامترهای ساختمانی جداکننده ها محدود می‌گردد.

نظربه طریقه انتقال محصولات غنی سازی جداکننده‌ها میتوانند استوانه‌یی، تسمه‌یی، دسک مانند، رولیک مانند و غیره باشند. در شکل زیر شیماهای انواع اساسی جدا کننده‌ها با سیستم مقناطیسی باز نشان داده شده است.

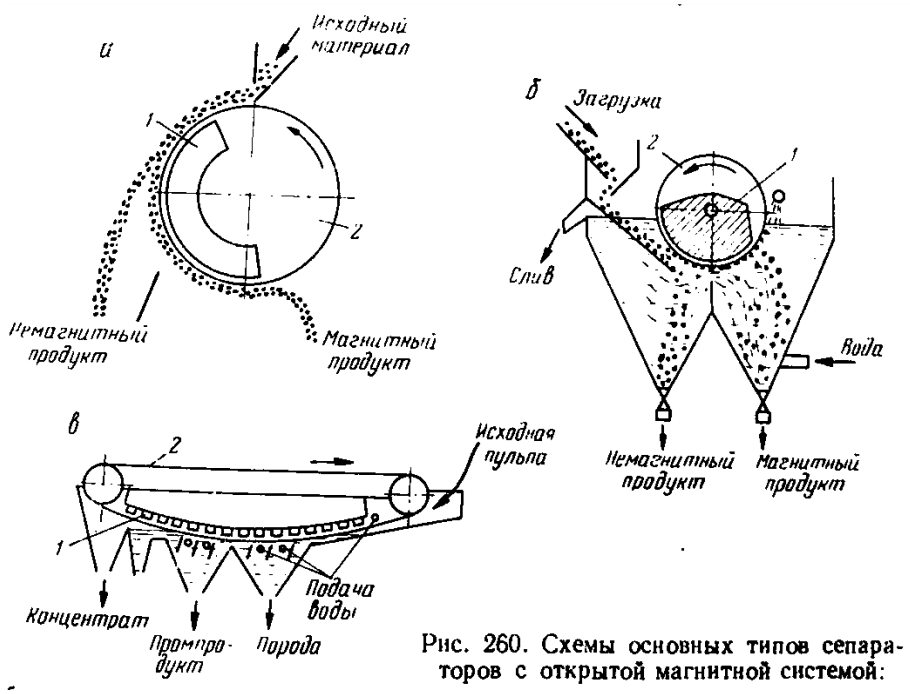


Рис. 260. Схемы основных типов сепараторов с открытой магнитной системой:

شیماهای انواع اساسی جدا کننده ها با سیستم مقناطیسی باز

a- جداکننده استوانه یی مقناطیسی برای غنی سازی سنگ های معدنی مقناطیس قوی؛ 6 - جدا کننده استوانه یی مقناطیسی برای غنی سازی مواد مرطوب مقناطیس قوی با شدت ساحهٔ مقناطیسی Oe 1100 - 700؛ *в*- جدا کننده تسمه یی مقناطیسی برای غنی سازی مرطوب سنگ های معدنی مقناطیس قوی؛ 1- سیستم مقناطیسی غیرمتحرک. 2 – ارگان ترانسپورتی متحرک (استوانه از فلز غیرمقناطیسی، تسمه رابری)

(c) ketabton.com: The Digital Library

بهره دهی جدا کننده استوانه‌یی با قطر 800 mm و طول 900mm هنگام غنی سازی خشک سنگ های معدنی مقناطیس قوی با جسامت 50 – 0 mm به $24 \div 32\ ton/h$ می‌رسد.

جدا کننده‌های استوانه‌یی برای غنی سازی مرطوب سنگ‌های معدنی مقناطیس قوی با قطر 900 و طول 1000 میلی متر در صورت جسامت سنگ‌های معدنی 6 – 0 mm، بهره دهی 5÷ 8ton/h را تآمین می‌نماید.

جدا کننده مقناطیسی تسمه‌یی که دارای سیستم مقناطیسی به شکل یوغ مقناطیسی (magnetic yoke) بوده و با داشتن 11 تا 19 قطب که زوقطبین آن بطور متناوب در امتداد مسیر حرکت مدار تکرار می‌شوند برای غنی سازی مرطوب سنگ‌های معدنی مقناطیس قوی و اصلاح سوسپنسیون اکساید آهن مقناطیسی که برای غنی سازی زغال مورد استفاده قرار می‌گیرد، بکار می‌رود. بهره دهی جداکننده در صورت جسامت سنگ معدنی 1 - 0 mm به 25ton/h می رسد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

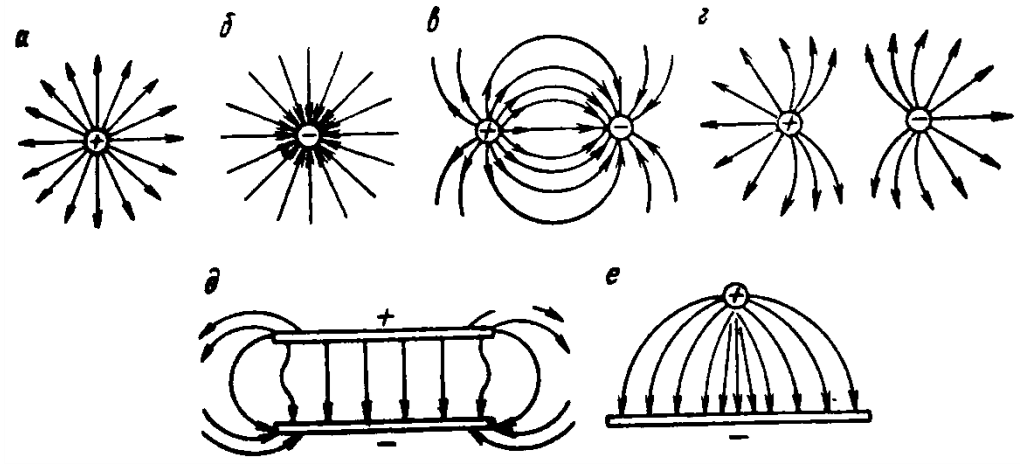
فصل نـهم

میتودهای برقی غنی سازی

ساحه برقی وخواص آن: فضای اطراف یک چارج برقی که در آن قوه بالای چارج دیگر وارد می‌شود بنام ساحه برقی یاد می‌گردد. به عبارت دیگر قوه وارد بر واحد چارج مثبت برقی در هر نقطه عبارت از ساحه برقی در آن نقطه است. خطوطی که در امتداد آن جسم در ساحه برقی تغییر مکان می‌نماید بنام خطوط قوه برقی یاد می‌گردند. تراکم سیل خطوط قوه نظر به شدت ساحه برقی مشخص می‌گردد. شدت ساحه برقی E در یک نقطه کمیتی را نامند که مساوی به نسبت قوه‌ی می‌باشد که توسط آن ساحهٔ بالای چارچ مثبت که در نقطه داده شده ساحه قرار دارد عمل نموده بر خود این چارج می‌باشد، یعنی $E = F/Q$

درین جا E - شدت ساحهٔ برقی بوده، F- قوه‌ی است که بالای چارچ عمل می‌نماید و Q - مقدار چارج می‌باشد.

در سیستم SI شدت ساحه برقی به نیوتن بر کولمب (کولن) (N/coulob) یا (N/C) و یا ولت بر متر (V/m) اندازه می‌شود. در اشکال زیر انواع مختلف ساحات برقی نشان داده شده است.



اشکال متفاوت ساحات برقی

a- چارج نقطوی مثبت؛б- چارج نقطوی منفی؛ *в* - دو چارج مختلف‌النوع؛ *г*- دوچارج همنوع؛
д- بین صفحات چارجدار مختلف النوع؛ e- سیم چارج دار و صفحه مختلف‌النوع

(c) ketabton.com: The Digital Library

در بین قطب های‌هموار موازی یعنی الکترودها شکل (∂) خطوط قوه‌یی موازی بوده و ساحه بنام ساحه متجانس یادمی‌گردد. در صورت قطب‌های واحد نقطوی شکل(شکل а و б) خطوط قوه نطر به شعاع منشعب گردیده و چون مساحت سطوح کروی متناسب به مربع شعاع زیاد می‌شوند، پس تعداد خطوط قوای که بالای واحد سطح وارد میگردد متناسب به مربع فاصله از قطب کاهش می‌یابد. در این حالت ساحه برقی غیرمتجانس نامید می‌شود. ساحه غیر متجانس توسط گرادینت شدت ساحه مشخص می‌گردد.

$$grad\ E = \frac{dE}{dx}$$

در اینجا $grad\ E$ - گرادینت ساحه برقی بوده، dE - تغیرشدت به جهت x در قطعه‌ی مساوی به dx می‌باشد .

واحد گرادینت شدت ساحه برقی در سیستم SI ولت بر متر مربع می‌باشد (V/m^2).

چارجی را که زره در ساحه برقی اخذ میدارد مساوی به حاصل ضرب قوه برقی و زمانی می‌باشد که در این مدت زمان برق رفت نموده است، یعنی

$$Q = \mathrm{I}\cdot\mathrm{t}$$

در اینجا Q- چارج برقی می‌باشد که از طریق مقطع عرضی، زرات در زمان t در صورت قوه برقی I انتقال می‌نماید.

واحد چارج برقی در سیستم SI عبارت از کولمب (C) یا کولن می‌باشد.

در ساحه برقی بالای زره چارج دار چهار نوع قوه عمل می‌نماید!

1- قوه کولنی، 2- قوه انعکاس برقی، 3- قوه چسبش اصطکاکی، 4- قوه پوندروموتیف (ponderomotive fors)

قوی کولنی عبارت از قوه عمل متقابل چارج زره Q به کولن و شدت ساحهٔ برقی E به V/m در همان ساحه‌ی که زره قرار دارد می‌باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

هنگام تماس ذرات چارج دار با سطح وصل شده به زمین، چارج زره در سطح وصل شده به زمین چارج القایی را ایجاد می‌نماید که نظر به مقدار مساوی بوده اما علامه ان مخالف همدیگر می‌باشد. ذرات با گذشت چند لحظه بعد از تماس با سطح وصل شده به زمین یک مقدار چارج خود را از دست داده و چارجی که در آن‌ها باقی می‌ماند بنام **چارج باقی مانده** یاد گردیده و مقدار آن توسط قابلیت انتقال برقی ذرات و سایر فکتورها معین می‌گردد. در نتیجه‌ی چارج های اضافی (باقیمانده)، زره به سطح وصل شده به زمین با قوه‌ی کش می‌شود که بنام **قوه انعکاس برقی** یاد می‌گردد.

اساساً قوای انعکاس برقی نیز عبارت از قوای کولنی میباشد. ممکن در عملکرد متقابل در اینجا چارج باقی مانده زره اشتراک نموده و توسط این چارج در سطح متصل به زمین چارج القایی ایجاد می‌گردد.

نوع سوم عمل متقابل چارج‌های برقی مربوط به تاثیر **قوه چسبش اصطکاکی** می‌باشد. هنگام غنی سازی دانه‌های بسیار کوچک مواد، چسبش (adhesion) ذرات کوچک (<30 mkm) با یکدیگر و همچنان چسبیدن این ذرات به ذرات بزرگ و به سطوح مختلف وصل شده به زمین به ملاحظه می‌رسد.

علاوه بر این قوه‌ها، به ذرات چارج دار که در ساحه برقی قرار داشته باشد **قوه پوندروموتیف** عمل می‌نماید. قوه پوندروموتیف عبارت از قوه برقی بوده که مانند کشش میخانیکی بمیان می‌آید. این قوه صرف در ساحه‌ی برقی غیرمتجانس به میان آمده و کمیت آن مربوط به خواص محیط می‌باشد.

اگر قابلیت نفوذ پذیری دی‌الکتریکی ذرات کمتر از محیط باشد در این صورت ذرات توسط قوای پوندروموتیف به جهت کاهش شدت ساحه برقی بیرون می‌شود. اما ذرات با قابلیت نفوذپزیری دی‌الکتریکی بیشتر از محیط به ساحه شدت زیاد تر جذب می‌گردند.

هنگام جدا سازی در جداکننده‌های برقی عموماً از تفاوت قابلیت هدایت برقی ذرات منرالی، قابلیت نفوذ دی الکتریکی، برق دهی توسط اصطکاک و چسبش استفاده می‌گردد. سایر خواص برقی ذرات که برمبنای آن میتودهادی غنی سازی اساس گذاری شده باشند، بسیار به ندرت مورد استفاده قرار می‌گرد

(c) ketabton.com: The Digital Library

نطر به قابلیت هدایت برق، منرال‌ها به سه گروپ ذیل تقسیم می‌شود: هادی برق؛ نمیه هادی برق؛ غیرهادی برق.

منرال های هر کدام این گروپ ها نظر به اندازه‌ی مقاومت مخصوص مشخص می‌گردند. به منرال‌های هادی برق، منرال های ارتباط می گیرند که دارای مقاومت مخصوص کمتر از 10^9 Ом $\cdot m$ بوده و منرال‌های غیرهادی برق دارای مقاومت مخصوص بیشتر از 10^{12} Ом $\cdot m$ می‌باشد

طروق چارج نمودن ذرات منرال‌ها

در بسیاری از میتودهای جدا کردن برقی رول مهم را چارچ نمودن (و یا قطبی کردن) ذرات منرال‌ها ایفآ می‌نمایند. در اینجا میتودهای را که برای چارج نمودن منرال‌ها توسعه بیشتر کسب نموده اند مورد مطالعه قرار میدهیم .

1- چارچ نمودن منراها توسط آیونایزیشن

طریقه چارچ نمودن ذرات منرال‌ها در ساحه تخلیه برقی تابنده (corona discharge) توسعه زیاد حاصل نموده است. بخاطر باید داشت که تخلیه برقی تابنده تغییر شکل تخلیه برقی در گاز می‌باشد .اگر دو الکترود به منبع جریان برق وصل می‌شود، پس در صورتی که طاقت این منبع برقی کافی باشد، بین الکترودها میتوان تخلیه تابنده یی، جرقه‌یی و یا قوس برقی را ایجاد نمود. با وجودی که هر گاز عایق کامل برق می‌باشد، در بین الکترودها جریان برق ایجاد میگردد. علت این حادثه در آیونایزیشن گاز (هوا) که در فاصله بین الکترودها قرار دارد خلاصه می‌شود که در نتیجه‌ی آن در گاز، منتقله های چارج‌های برقی (آیونهای چارجدار و الکترون چارجدار مثبت و یا منفی) به میان می‌آید.

تخلیه تابنده را می‌توان تخریب غیر کامل گاز در بین الکترودها نامید که با تفاوت از تخریب کامل گاز هنگام تخلبه جرقه‌یی در ساحه نچندان زیاد نزدیک الکترود باریک و یا نوک تیز ایجاد می‌گردد. اگر در دوالکترود که یکی آن دارای شعاع کم انحنا بوده (سیم، تیغه وغیره) و دیگر آن به شکل مستوی و یا استوانه میان خالی باشد یک مقدارتفاوت پوتانسیل داده شود، در این صورت شدت ساحه الکترود اولی به مراتب بلند تر از سایر فضای بین الکترودها می‌باشد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

در صورت تفاوت بلند پوتانسیل در نزدیک الکترود باریک آیونایزیشن گاز (هوا) آغاز می‌گردد.در نزدیکی الکترود باریک همچنان نور بنفش– آبی گاز به ملاحظه رسیده و صدای خاص جزجز شنیده می‌شود که دلالت به تخلیه تابنده می‌نماید.

الکترودی که در نزدیکی آن افروختن گاز ایجاد می‌کردد، بنام الکترود تابنده یاد گردیده و ساحه‌ی روشنایی بخش که در مجاورت الکترود تابنده قرار دارد بنام قشر تابنده یاد می‌گردد.

شدت ساحه برقی و شدت ولتاژی که در آن صورت تخلیه تابنده در گاز صورت می‌گیرد به ترتیب بنام شدت بهرانی یا ابتدائی ساحه برقی و ولتاژ بهرانی نامیده می‌شود.

تخلیه برقی تابنده در گاز عبارت از ساحه برقی بوده که در آن چاج های حجمی وجود دارد. اگر در ساحه خارجی تخلیه تابنده ذرات منرال‌ها گذاشته شود، پس درآن‌ها آیون‌های چارجدار جذب و روی سطوح زرات می‌چسبند و به این ترتیب ذرات منرال‌ها چارجدار می‌شوند.

2 - برقی ساختن توسط اصطکاک با سطح چارجدار

ماهیت فزیکی حادثه برقی ساختن توسط اصطکاک برمبنای تصور فزیک معاصر در عبور نمودن چارج های برقی از یک جسم تماس کننده به دیگر آن در نتیجه تمرکز متفاوت چارج‌ها در آن‌ها خلاصه می‌شود. برقی کردن دو جسم که در صورت تماس آن‌ها صورت می‌گیرد عبارت از نتیجه تبادله چارج‌ها یعنی تبادله الکترون‌های خارجی می‌باشد. هر جسم سخت می‌تواند توسط انرژی‌یی مشخص گردد که برای جدا نمودن یک الکترون خارجی و انتقال آن در فاصله طولانی به مصرف می‌رسد.

این انرژی بنام کار خارج شدن الکترون نامیده شده و به الکترون ولت (Electron Volt) یا(E·V) اندازه می‌گردد. در صورت تماس دو هادی مختلف‌النوع در سرحد تماس آن‌ها برای هر جوره هادی‌ها تفاوت پوتانسیل بخصوص ایجاد می‌گردد که بنام تفاوت پوتانسیل کنتکتی (تماسی) یاد می‌گردد. در بین هادی‌ها سیلان(جریان) الکترون‌ها تا زمانی ایجاد می‌گردد که تعادل پوتانسیل‌های هادی‌های تماسی انجام پزیرد.

به این ترتیب برقی ساختن اجسام هنگام اصطکاک در نتیجه تفاوت پوتانسیل کنتکتی اجسام تماس کننده ایجاد می‌گردد. اصطکاک، پروسه برقی ساختن رامساعدت نموده و به صورت متواتر تماس ضیق نقاط مختلف سطح جسم را تامین می‌نماید.

(c) ketabton.com: The Digital Library

علامه چارج که توسط اجسام هنگام اصطکاک یکی با دیگر گرفته می‌شود نظر به علامه کار خروج الکترون‌های این اجسام قرار ذیل دریافت می‌گردد: هنگام اندازه زیاد نسبی کار خروج، الکترون‌ها گرفته شده و جسم دارای چارچ منفی می‌شود و در صورت قیمت کم کار، الکترون از دست رفته و جسم دارای چارج مثبت می‌شود.

روی علامه و اندازه‌ی چارج‌های منرال‌های اصطکاکی فکتورهای زیاد (وضعیت سطح، موجودیت مخلوطات، طریقه اصطکاک، شرایط خارجی) تآثیر دارند که نه فقط باعث تغییر کمیت مقداری بلکه باعث تغییر علامه چارج عین منرال نیز می‌گردد.

برقی ساختن ذرات منرالی می‌تواند همچنان در نتیجه تماس این جسم با الکترود چارجدار صورت گیرد. در صورت تماس ذرات دارای قابلیت هدایت برقی مختلف با الکترود چارجدار، آنها چارج‌های مختلف را نظر به مقدار اخذ میدارند. منرال‌های که دارای قابلیت هدایت برقی نسبتآ زیاد می‌باشند بعد از چند لحظه عین چارج‌های الکترود را به خود گرفته و از آن دفع می‌گردند و در عین زمان ذرات عایق برق به الکترود چسبیده، باقی می‌مانند. روش و برخورد متفاوت هادی‌های برقی وعایق‌های برقی روی چارچ نمودن سطوح به منطور جدا نمودن در ساحه برقی مورد استفاده وسیع دارند.

پروسه جدا کردن زرات منرالی

درجدا کننده‌های برقی

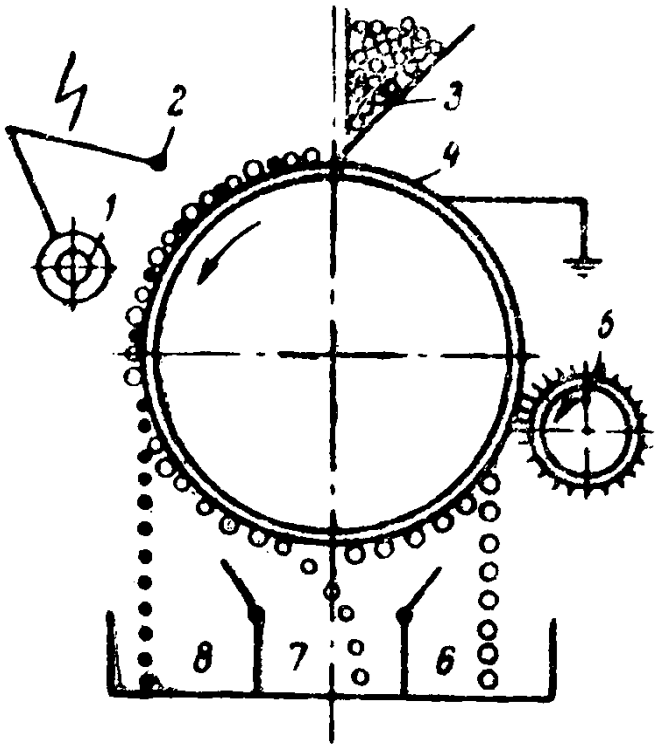
پروسه جدا کردن ذرات منرالی را در جداکننده استوانه‌یی چارج کننده الکتروستاتیکی مورد مطالعه قرارمیدهیم طوری که زون کاری آن در شکل زیر نشان داده شده است.

مخلوط ذرات منرالی از بونکر (3) روی الکترود پذیرنده دورانی (4) رسیده که زرات را به زون عملکرد الکترود منحرف کننده (1) و چارج کننده (2) انتقال می دهد. در این زون تمام

زرات چارج برقی را به خود گرفته و نظر به علامه با پوتانسیل الکترود چارج کننده یکسان بوده و در نتیجه‌ی عمل متقابل قوه‌های برقی به الکترود پذیرنده وصل شده به زمین جذب می‌گردند. روش بعدی ذرات نظر به درجه قابلیت هدایت جریان برقی معین میگردد. ذرات هادی برق به

(c) ketabton.com: The Digital Library

زودی چارج های خود را به الکترود دورانی داده و توسط قوه فرار از مرکز از سطح استوانه به بوتکر (8) می‌افتد. ذراتی که قابلیت هدایت برقی کمتر دارند به کندی چارج



شیمای پرنسیپی جداکننده استوانه یی چارج کننده - الکتروستاتیکی

های خود را روی استوانه از دست داده و مدت بیشتر روی استوانه نگهداری شده و به سمت مخالف زون عملکرد الکترود چارج کننده انتقال می‌نمایند که یک قسمت ذرات دیس‌چارج شده از استونه به بونکر (6) پایین افتاده و قسمت دیگرآن توسط برس (5) از روی استوانه پاک شده و به همین بونکر (6) پائین می‌افتد. ذرات باقابلیت هدایت جریان برق متوسط از ذرات عایق برق زودتر دیس چارج شده و از استوانه دورانی به بوتکر(7) می‌افتد.

پروسه فوق‌الذکر جداکردن ذرات منرال‌ها نظر به قابلیت هدایت برقی در ماهیت، تیورتیکی بوده و عملاً نقض میگردند، زیرا چارج نمودن و دیس‌چارج نمودن ذرات منرال‌ها در جریان مواد چندین قشره صورت می‌گیرد، یعنی شرایط برای تمام منرال‌ها یکسان نیست.

از این لحاظ در هر سه محصول بدست آمده ذرات می‌توانند دارای قابلیت هدایت جریان برقی مختلف باشند که باعث آلوده شدن محصولات و پائین آمدن کیفیت آن‌ها می‌گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

تا آکنون پروسه جدا کردن ذرات را نظر به قابلیت هدایت برقی بدون در نظر داشت تاثیر الکترود انحرافی (1) مورد بررسی قرار دادیم. موجودیت الکترود انحرافی در زون کاری جداکننده که دارای عین پوتانسیل نظر به الکترود چارج کننده می‌باشد باعث ایجاد ساحه برقی الکتروستاتیکی شدت بلند می‌گردد که موازی با ساحه تخلیه برقی می‌باشد.

رول الکترود انحرافی قرار ذیل توضیح میگردد: چون ذراتی که توسط استوانه به زون عملکرد ساحه الکتروستاتیکی رسانیده می‌شوند دارای چارج باقی مانده همنوع نطر به علامه با الکترود انحرافی بوده و در نتیجه این ذرات با شدت بیشتر توسط قوه های برقی دفع کننده‌ی این ساحه به سطح استوانه فشار داده می‌شوند، زیرا ساحه برقی الکتروستاتیکی تخلیه‌ی چارج های ذرات را به الکترود پذیرنده‌ی آرت به زمین مساعدت می‌نماید. تاثیر ساحه الکتروستاتیکی مانند شتاب دهنده خاص دیس چارج کننده ذرات، مربوط به قابلیت هدایت برقی آن ها می باشد.اگر ذرات دارای قابلیت هدایت جریان برق کافی باشد پس قوه برقی ساحه‌ی ستاتیکی افزایش سرعت تخلیه چارج‌های باقی مانده و جداساختن زودتر ذرات را از سطح استوانه مساعدت می‌نماید. در حالت قابلیت هدایت جریان برقی خراب ذرات، تخلیه چارج‌های باقیمانده از آن بسیار به کندی عبور نموده و ساحه‌ی برقی ذرات را به استوانه بیشتر فشار می‌دهد. بدین ترتیب مساعدت جدا کردن ذرات هادی وغیرهادی ساحه الکتروستاتیکی فکتور بسیار مهم تقویت و ثمربخشی پروسه جدا کردن برقی در جدا کننده‌های استوانه‌یی الکتروستاتیکی محسوب می‌گردد

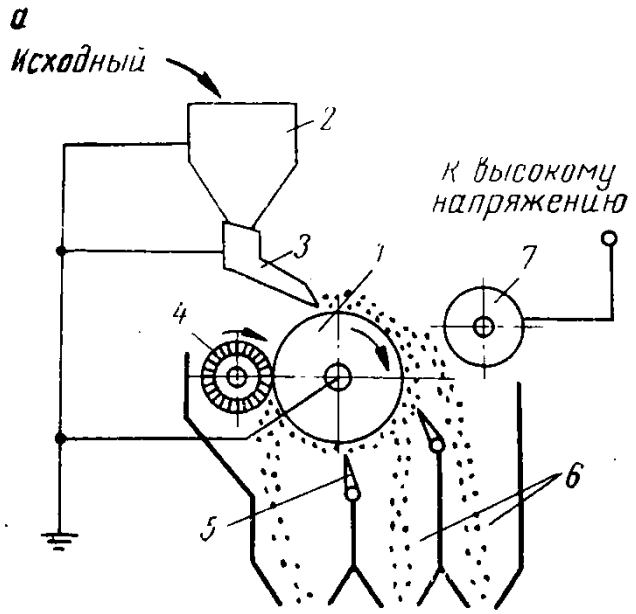
جداکننده‌های برقی

در اشکال زیر شیماهای انواع اساسی جداکننده های برقی نشان داده شده است.

در جداکنندهای الکتروستاتیکی مواد اولیه به استوانه دورانی که یکی از الکترودهای سیستم برقی بحساب میرود می‌رسد. ذرات مواد حین عبور از ساحه برقی بین الکترود ها چاج دار گردیده و در ادامه‌ی حرکت ذرات هادی برق به آسانی چارج خود را از دست داده و به آسانی از استوانه دور می‌شوند. ذرات منرال‌های عایق برق در استوانه نگهداری شده و توسط برس از آن جدا می‌شود. ذراتی که قابلیت متوسط هدایت برق را دارا می‌باشند به استوانه چسبیده اما مسیر حرکت آن‌ها در نتیجه‌ی تاسیر قوای کولنی تغییر می‌نمایند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

این نوع جداکننده های صنعتی قاعدتاً دارای چندین کاسکاد می‌باشد که امکان پاک سازی چندین مرتبه یی را در یک آله مسیر ساخته و موثریت غنی سازی را افزایش می‌دهد. در چنین جدا کننده‌ها استوانه‌ها با قطر 300-400 mm و طول تا 2m مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شیمای جداکننده الکتروستاتیکی

1- استوانه اتصال به زمین؛ 2- بونکر با تغذیه کننده؛ 3- ناوه؛ 4- برس برای جدا نمودن ذرات از استوانه 5 - سپر جداکننده دور خورنده؛ 6- بونکر پذیرش؛ 7- الکترود مخالف.

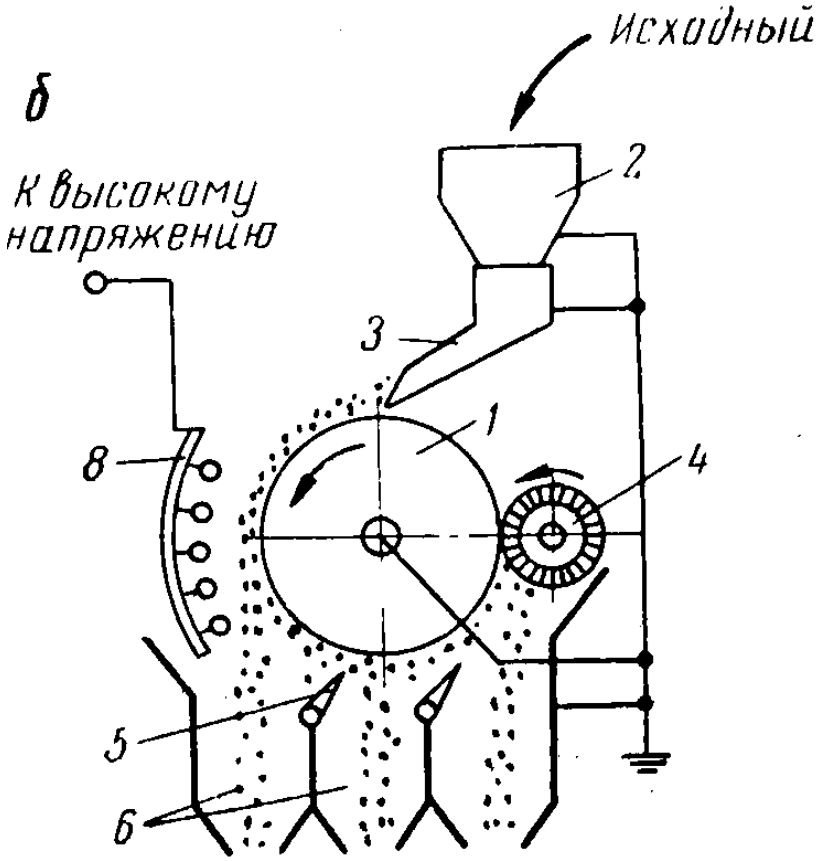
درجداکننده‌های برقی آیونایزیشنی مواد اولیه به استوانه دورانی وصل شده به زمین که در یک دقیقه از 30 تا 60 دور را انجام میدهد می‌رسد.

چارج نمودن ذرات منرال‌ها توسط برق در نتیجه‌ی جریان آیون‌های هوا که روی الکترود استوانه‌یی دورانی فروبرنده حرکت می‌نماید صورت می‌گرد. تا زمانی که ذره در ساحه تخلیه آیونایزیشنی قرار داشته باشد، چارج گرفتن و چارج دادن به استوانه صورت می‌گیرد. پروسه بعدی همچنان مانند جداکننده الکتروستاتیکی صورت میگرد. جداکننده آیونایزیشنی صنعتی متشکل از سه و بیشتر از سه کاسکادهای مسلسل با استوانه‌ها بوده که قطر هر استوانه از 300 تا 400 میلی متر می‌رسد. این جدا کننده با استفاده از جریان ثابت با ولتاژ 50 ÷ 65KV کار می‌نماید. مصرف مجموعی انرژی برقی در فی تن محصول آماده شده به 1.5 Kw.h میرسد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

قاعدتاً جدا کردن برقی، پاک کاری چندین مرتبه‌یی محصولات وسطی را مطالبه نموده وبهره دهی جدا کننده نسبتاً کم می‌باشد.

کاربرد جدا کننده برقی در حالتی از نگاه اقتصادی موثرمی‌باشد که در نتیجه‌ی غنی سازی افزایش بسیار زیاد ارزش محصول نهایی میسر گردد. پروسه جداکردن برقی بخصوص هنگام جدا کردن کنسنترات‌های چندین عنصره که قابلیت خوب غنی سازی را دارا باشند مفید می‌باشد. در شکل زیر شیمای جداکننده برقی آیونایزیشنی نشان داده شده است.



شیمای جدا کننده برقی آیونایزیشنی

1- استوانه اتصال به زمین؛ 2- بونکر با تغذیه کنند؛ 3- ناوه؛ 4- برس برای جدا نمودن ذرات 5- سپر جداکنند دور خورنده؛ 6- بونکر پذیرش؛ 8- سیستم چارج کننده.

(c) ketabton.com: The Digital Library

قصل دهم

نمونه برداری، کنترول و تنظیم پروسه‌های تکنالوژی غنی سازی

1 – نمونه برداری، ثبت و راجستر در فابریکه‌های غنی سازی

فابریکه های غنی سازی عصری عبارت از صنایع مغلق می‌باشد که پروسه تکنالوژی آن باید به صورت سیستماتیک کنترول شود. برای این منظور تدابیر زیادی وجود دارد که پیشبرد پروسه تکنالوزی را در رژیم مناسب مساعدت نموده و باعث ارزیابی نتأئج فعالیت تولیدی فابریکات غنی سازی می‌گردد.

جای خاص را در بین این تدابیر نمونه برداری سنگ های معدنی اولیه و محصولات غنی سازی به خود اختصاص داده که تحت آن انتخاب، آماده کردن و تحقیق نمونه دانسته می‌شود.

نمونه عبارت از قسمت از کتله مواد را نامند که به منظور تحقیق و بررسی یکی از خواص آن انتخاب می‌گردد. در فابریکات غنی سازی نمونه‌ها برای تعین ترکیب دانه بندی، منرالی و کیمیاوی محصولات، رطوبت مواد، کثافت، pH خمیره و سایر اهداف انتخاب می‌گردد.

نمونه‌ها به صورت سیستماتیک برای تعین مقدار فلز در سنگ معدنی اولیه، کنسنترات قابل فروش و فضولات اتوالی، کثافت خمیره در تصنیف کننده‌ها و هایدروسیکلون‌ها، قلویت خمیره، ترکیب دانه بندی سنگ معدنی خرد و ریزه شده، مقدار مواد سخت در لوش تغلیظ کننده انتخاب می‌گردد.

به صورت متواتر نمونه‌ها برای کنترول فعالیت ماشین‌های غنی کننده و سایر پروسه های شیماهای تکنالوژی انتخاب می‌گردد.

مطالبات اساسی که به نمونه ارائه می‌گردد عبارت از انعکاس اعظمی همان خواص مواد می‌باشد که برای تحقیق و بررسی انتخاب گردیده است، یعنی نمونه باید معروف (شناساننده) باشد.

شناسایی نمونه در نتیجه اوسط سازی دقیق ترکیب تامین گردیده که برمبنای مخلوط

(c) ketabton.com: The Digital Library

نمودن ذرات جداگانه نمونه که از قسمت‌های مختلف کتله کنترولی و یا از جریان بلاوقفه مواد که بعد از مدت زمان معین گرفته می‌شود، میسر می‌گردد.

کتله اصغری نمونه عمومی که متشکل از نمونه های بخصوص می‌باشد مربوط به وظیفه نمونه، جسامت توته‌های اعظمی در محصول نمونه‌ی برداشته شده، مقدار و یکنواخت بودن تقسیمات اجزای دریافت شونده در محصول و اندازه مجاز اشتباه در نمونه برداری می‌باشد.

هر قدر توته‌های نمونه مواد بزرگتر باشد به همان اندازه باید کتله نمونه بیشتر باشد. ارتباط کتله نمونه نظر به اندازه های توته‌های سنگ معدنی توسط فورمول ذیل افاده می‌گردد.

$$Q = kd^2$$

در اینجا Q- کتله نمونه به Kg، d - قطر توته اعظمی به mm، k – ضریبی است که مربوط به مقدار اجزای قیمتی در سنگ معدنی، جسامت و یکنواخت بودن انتشار آن می باشد.

نظر به خواص انتشار منرال‌های مفید، ضریب k برای سنگ‌های معدنی فلزات رنگه و نادره در محدوده 1.0 – 0.05 تغییر می نماید .

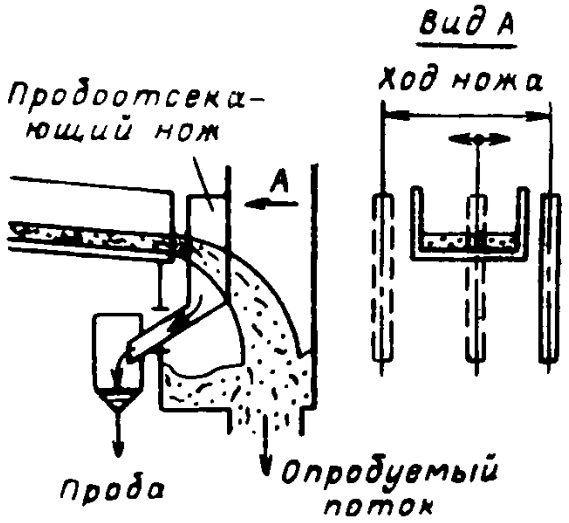
محصولات به طریقه‌های مختلف نمونه برداری می‌شوند. محصولات غیر متحرک (در بونکرها، تحویل خانه‌ها، انبارها، واگون‌ها) عمدتاً به طریقه دستی نمونه برداری می‌شوند. انتخاب نمونه از محصولاتی که در داخل فابریکه توسط انواع مختلف میکانیزم‌های ترانسپورتی تغییر مکان نموده و یا در نل‌ها و ناوه‌ها حرکت می‌نمایند قاعدتاً میکانیزه و اتوماتیزه شده اند.

از محصولات غیر متحرک که جابجا قرار دارند نمونه‌ها توسط گیچ‌ها، شورف‌ها و سوراخ‌ها انتخاب می‌گردند و محصولاتی که به صورت بلاوقفه حرکت می‌نمایند (در کنویر های تسمه‌یی، در ناوه‌ها و نل‌ها) توسط نمونه بردار انتخاب می‌گردد که پرنسیب کار آن اکثر بر مبنای مقطع عرضی پریودیک جریان مواد استوار می‌باشد. در شکل زیر شیمای انتخاب نمونه از جریان خمیره (لوش) نشان داده شده است. تیغه نمونه جدا کننده (ناوه بیرون برنده) جریان مواد را هنگام افتادن خمیره بین ناوه‌ها قطع می‌نماید. محرکه قطع کننده دارای میکانیزم توقفی می‌باشد که بعد از مدت زمان معینه، تیغه نمونه جدا کننده را به حرکت می‌آورد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

نمونه انتخاب شده معمولاً دارای کتله بسیار زیاد نظر به ضرورت انجام بررسی می‌باشد. طور مثال برای بررسی کیمیاوی، نمونه باید دارای کتله نزدیک به $100g$ باشد. اما زمانی که از مواد نمونه گرفته می‌شود کتله آن به چندین کیلوگرام و حتی 1 تن می‌رسد.

از این لحاظ نمونه گرفته شده تحت عملیاتی قرار می‌گیرد که شامل چندین مرحله شکستن، پودر کردن، اولی مخلوط کردن و کاهش آن می‌گردد. شرط بسیار مهم که باید جداً هنگام کاهش کتله نمونه الی بررسی مورد ضرورت رعایت گردد، عبارت از نگهداری قابلیت نمایانگری



شیمای انتخاب نمونه از جریان لوش(خمیره)

نمونه می‌باشد. این کار در نتیجه انتقال دقیق نمونه و تقسیمات آن به قسمت‌ها که نظر به ترکیب و خواص نمونه اولی متفاوت نباشد، میسر می‌گردد.

یکی از اهداف بسیار مهم نمونه گیری عبارت از ایجاد بیلانس فلزات می‌باشد که نظر به سطح تخنیکی فعالیت فابریکه غنی سازی مشخص می‌گردد. به کمک بیلانس فلزات محاسبه شاخص‌های کمی و کیفی فعالیت فابریکه در مدت زمان معین (تایم، شبانه روز، هفته وار، ماه ، ربع و سال) انجام می‌پذیرد. این موضوع تقسیمات فلز را که وارد فابریکه می‌گردد در سنگ معدنی اولیه نظر به محصولات غنی سازی نشان داده و باعث استخراج فلز در کنسنترات می‌گردد.

(c) ketabton.com: The Digital Library

کنترول و تنظیم پروسه های تکنالوژی

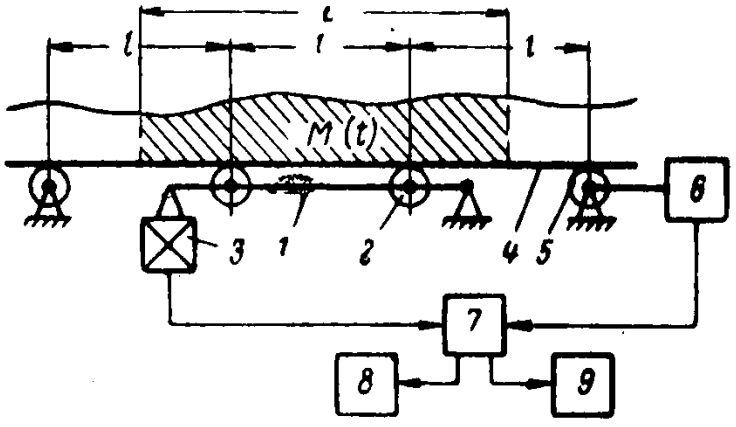
هدف اتوماتیزیشن پروسه های تکنالوژی عبارت ازافزایش بهره دهی تجهیزات، بلند رفتن کیفیت کنسنترات، کاهش ضایعات اجزای مفید، کاهش تعداد پرسونل خدماتی، بهتر شدن شرایط و افزایش بیخطری کار می‌باشد.

عنصر مهم اداره اتوماتیکی عبارت از کنترول اتوماتیکی می‌باشد، زیرا برای پیشبرد هر پروسه تکنالوژی در قدم اول داشتن اطلاعات و جریان اطلاعات ضروری می‌باشد. پارامتر های کنترولی پروسه‌های غنی سازی به پارامترهای برقی (جریان برق، ولتاژ) و تکنالوژیکی (حرارت، مصرف فلز، سطح و کثافت خمیره و غیره) منقسم می‌گردند.

این پارامترها به کمک افزارهای کنترول می‌گردند که نشان داد آن‌ها باعث نظارت سیستماتیک از جریان پروسه تکنالوژی و تنظیم به وقت و زمان آن می‌گردد.

وسایل برای اندازه گیری مصرف مواد پاشان

برای کنترول مصرف مواد پاشان از ترازوهای کنویری استفاده بعمل می‌آید که پرنسیب کار آن برمبنای وزن نمودن قسمت از تسمه کنویر که در آن مواد قرار دارد استوار می‌باشد.



شیمای ترازوهای کنویری تسمه یی

(c) ketabton.com: The Digital Library

ساختمان باربرداری ترازو به شکل چوکات 1 طوری که در رسم فوق نشان داده شده است با نصب رولیک 2 در آن ساخته شده که یک طرف چوکات طور چپراستی وصل گردیده و طرف دیگر آن با اندازه کننده تبدیل کننده 3 ارتباط دارد. تسمه 4 کنویر روی رولیک 5 تغییر مکان نموده و در رولیک چوکات در قسمت کاری خود با طول L اتکا می‌نماید. بار روی یک متر تسمه کنویر از رابطه ذیل دریافت می‌گردد.

$$g(t) = \frac{M(t)}{L}$$

در اینجا M(t) – کتله مواد میباشد که در قسمت کاری قرار دارد.

با یکی از رولیک‌های 5، داتچیک (نشان دهنده) 6 سرعت تسمه ارتباط دارد. سگنال‌ها در داتچیک 6 و مبدل کننده اندازه گیری 3 به ساختمان محاسبوی 7 رسیده و سپس به وسایل دومی 8 و 9 بهره دهی لحظوی و مجموعی می‌رسد. بهره دهی لحظوی در نتیجه حاصل ضرب g(t) در سرعت تسمه v(t) دریافت می گردد یعنی

$$Q(t) = kg\,(t)\ \cdot v(t)$$

در اینجا k – ضریب ثابت بوده که نسبت انتقالی سیستم وزنی را در نظر می‌گیرد.

در صورت وزن نمودن بلاوقفه، کتله مجموعی مواد که از طریق ترازو می‌گذرد با انتیگرال گیری بهره دهی لحظوی Q(t) نظر به زمان t دریافت می‌گردد.

$$Q = \int_{t1}^{t2} Q(t)dt$$

در این جا $t_2 - t_1$ – انتروال زمان بوده که نظر به آن بهره دهی دریافت می‌گردد.

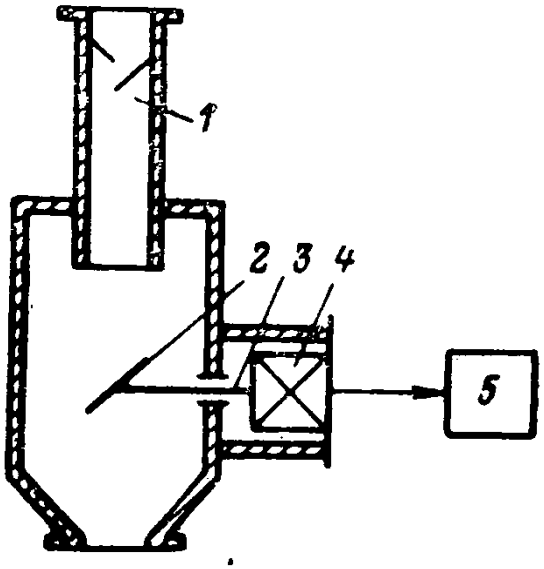
در بعضی از ساختمان های ترازو (وزن سنج تسمه‌یی) بخش کاری بشکل کنویر مستقل کوتاه ساخته می‌شود که در چوکات وزن پذیر نصب می‌گردد.

در صنایع کشور روسیه ترازوی کنویری و اندازه کننده تسمه‌یی با بهره دهی $0.3 - 4500\ tin/h$ و با دقت وزن کردن $\pm 0.2\% - \pm 0.5$ تولید می‌گردند.

(c) ketabton.com: The Digital Library

پرنسیب کار اندازه کننده برای مواد پاشان در رسم زیر نشان داده شده است که بر مبنای موجودیت ارتباط بین مصرف مواد نظر به وزن Q(t) و فشاری (قوه) که عنصر حسی در نتیجه‌ی افتادن جریان مواد از ارتفاع ثابت P(t) متحمل می شود، اساس گذاری شده است، یعنی

$$Q(t) = f[\,p\,(t)]$$



شیمای وزن سنج برای مواد پاشان

جریان مواد با عبور از طریق ساختمان 1 که برای خنثی سازی انرژی حرکی جریان این مواد اختصاص یافته است بالای میدانچه مایل 2 پذیرش بار می‌افتد. میدانچه پذیرش 2 بار به کمک دسته 3 به اندازه سنج تبدیل کننده‌ی 4 محکم گردیده که به آله دومی 5 وصل می‌باشد.

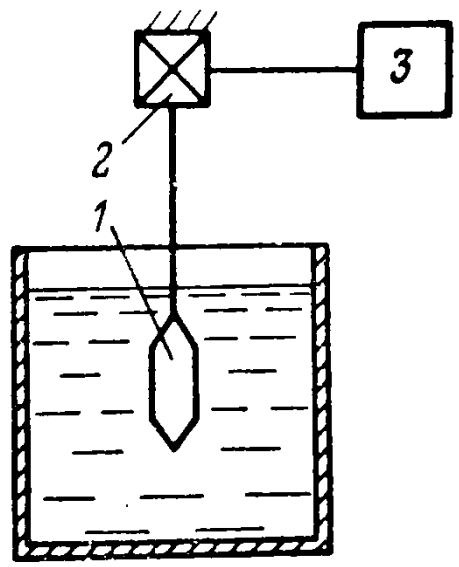
وزن سنج مذکور دقت $\pm 2.5\%$ را تامین نموده و می‌تواند برای اندازه گیری مصرف مواد پاشان با درجه حرارت $250^{o}C$ مورد استفاده قرار گیرد.

وسایل برای اندازه گیری کثافت خمیره

وسایل برای اندازه گیری کثافت خمیره (کثافت سنج) نظر به پرنسیپ کار به گروپ‌های ذیل منقسم می‌شوند: وسایل شناور، وزنی، هایدرو ستاتیکی و رادیو اکتیفی.

(c) ketabton.com: The Digital Library

شیمای کثافت سنج با شناور غرقی در شکل زیر نشان داده شده است.



شیمای کثافت سنج با شناور غرقی

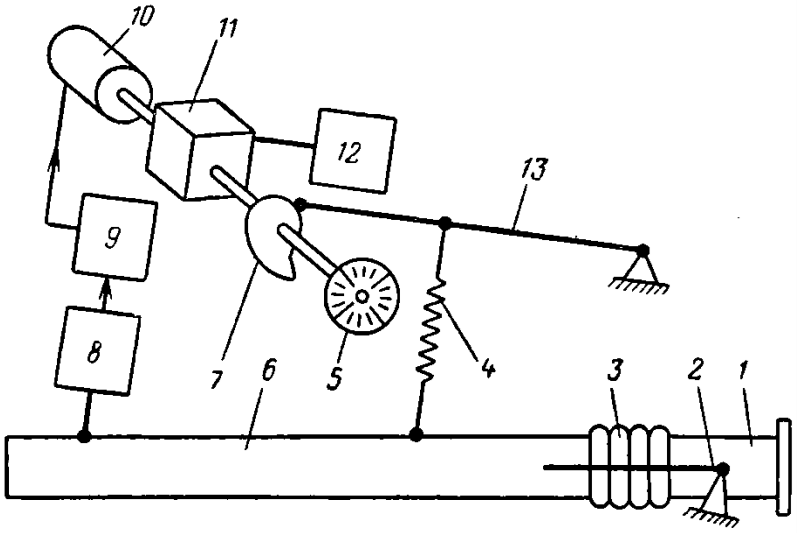
شناور 1 با مبدل کننده‌ی اندازه کننده 2 ارتباط سینماتیکی داشته که سگنال خروجی به آله دومی 3 داده می‌شود. قوه بیرون کننده P که بالای شناور عمل می‌کند مربوط به حجم V شناور و کثافت ρ خمیره می باشد یعنی $P = V\rho g$

در اینجا g – تعجیل سقوط آزاد می‌باشد.

نشان دهنده آله دومی به $^{kg}/_{m^3}$ و یا $^{g}/_{L}$ درجه بندی می شود. کثافت سنج شناور دقت را تا $\pm 0.5\%$ تأمین می‌نماید.

پرنسیب کار کثافت سنج وزنی بر مبنای وزن نمودن بلاوقفه حجم ثابت خمیره که در نل جریان می‌نماید اساس گذاری شده است. در رسم زیر شیمای داتچیک (اندیکاتور) جبران کننده کثافت سنج نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای داتچیک (اندیکاتور) جبران کننده کثافت سنج وزنی

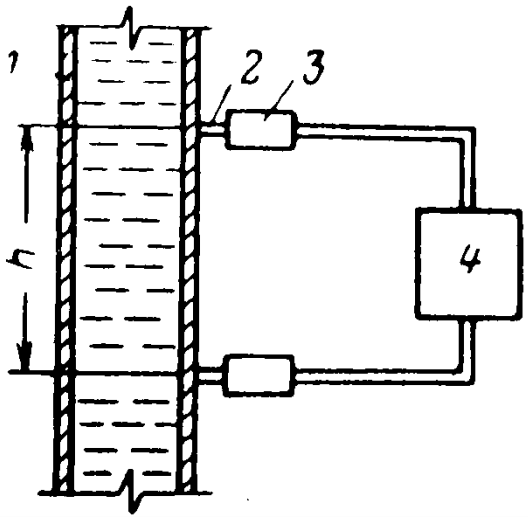
جریان خمیره از نل 1 به نل 6 داده می شود که بین هم به کمک پیپ انحنا پذیر 3 وصل گردیده و از این جا به محل ریزش انتقال می‌یابد. نل 6 به اسپرنگ 4 آویزان گردیده و به چپراست 2 محکم شده است. در صورت تغییر کثافت خمیره، نل 6 از موقعیت صفری خویش منحرف می‌گردد. این انحراف توسط داتجیک تغییر مکان 8 پذیرفته می‌شود. سگنال خروجی داتچیک تغییر مکان به تقویه کننده 9 داده می شود که توسط موتور برقی ریورسی 10 اداره می گردد. موتور برقی از طریق ریدوکتور 11 اندازه سنج 7، راد 13 را تا زمانی حرکت می‌دهد که نل 6 به حالت اولی بر نگشته و در خروجی داتچیک تغییر مکان 8 سگنال انحراف بیلانس ناپدید نگردد. در این صورت نشان دهنده دور خورنده 5 و عناصر حسی داتچیک‌های فاصله‌یی نشان دهنده موقعیتی را به خود می‌گیرند که اندازه جدید کثافت را مطابقت نماید. علاوه بر آن زاویه دوران نشان دهنده (шкала) می‌تواند به سگنال برقی و یا پنوماتیکی مبدل گردیده و به آله تنظیم کننده‌ی 12 داده شود.

در کثافت سنج هایدروستاتیکی در مورد کثافت نظر به فشار ستون مایع P با ارتفاع ثابت h قضاوت می‌گردد، یعنی

$$P = \rho h g$$

(c) ketabton.com: The Digital Library

زیرا فشار ستون مایع می‌تواند مستقیما اندازه گردد (رسم زیر ملاحظه گردد) و یا با پف نمودن هوا از طریق مایع این کار انجام می‌پذیرد.



شیمای کثافت سنج هایدروستاتیکی با اندازه نمودن مستقیم فشار ستون مایع

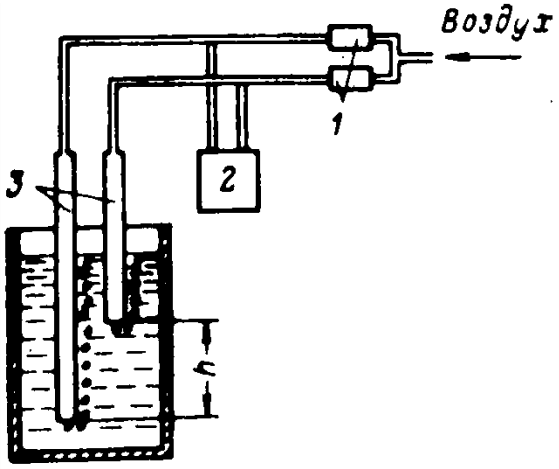
در حالت اولی شکل فوق آن قسمت نل 1 که در آن فشار سنج 2 نصب می‌گردد عمودی انتخاب می‌شود. داتچیک (اندیکاتور) سقوط فشار(مانومترتفاوت فشار) 4 به فشار سنج از طریق ساختمان تنظیم کننده 3 وصل می‌گردد که مانع افتادن ذرات سخت به مانومتر تفاوت فشار می‌گردد.

کثافت سنج نوع دوم (شکل زیر) در حالاتی به کار می‌رود که خمیره زیر فشار اتموسفیر

قرار داشته باشد. هوای فشرده از طریق ساختمان 1 که مصرف ثابت هوا را تأمین می‌نماید به دو نل فشاری 3 که در اعماق مختلف پائین گردیده اند داده می‌شود. به نل فشاری، مانومتر تفاوت فشار 2 وصل می‌گردد. تفاوت فشار که توسط آن اندازه می‌گردد مستقیماً متناسب به کثافت خمیره می‌باشد، زیرا فشار ستون مایع که توسط حباب‌های هوا رفع می‌گردد مربوط به کثافت خمیره و عمق فرورفتن نل فشاری می‌باشد. موجودیت دونل تاثیر اهتزاز سطح خمیره را روی نشان دهنده آله ازبین می‌برد.

دقت کثافت سنج هایدوستاتیکی مساوی است به $\pm(0.1 \div 4\%)$

(c) ketabton.com: The Digital Library

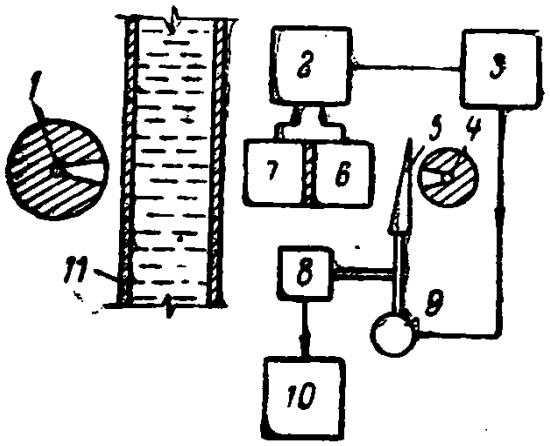


شیمای کثافت سنج هایدروستاتیکی با هوا دهی

فعالیت کثافت سنج‌های رادیو اکتیفی برمبنای قانون ضعیف شدن شعاع گاما – کوانتومتر حین عبور از طریق قشر خمیره اساس گذاری شده است.

شیمای پرنسیپی کثافت سنج رادیو اکتیفی تلافی کننده در رسم زیر نشان داده شده است.

جریان گاما – کوانتومی از منبع اساسی 1 با عبور از جدار نل 11 و محیط کنترولی به گیرنده 7 می‌افتد . تابش از منبع تلافی کننده 4 که برای افزایش دقت اندازه گیری کثافت اختصاص یافته است از طریق تیغه (клин) تلافی کننده 5 به گیرنده (آخذه) 6 می‌افتد. در صورت تغییر کثافت خمیره شدت تابش که توسط گیرنده 7 درک می گردد تغییر نموده و در خروج شیمای اندازه گیری 2 سگنال انحراف تعادل به میان می‌آید.



شیمای پرنسیپی کثافت سنج رادیو اکتیفی

(c) ketabton.com: The Digital Library

سگنال قوی شده که توسط تقویه کننده الکترونی 3 تقویه گردیده است به موتور ریورسی 9 داده می‌شود . موتور برقی تیغه تلافی کننده 5 را تا زمانی حرکت می‌دهد که جذب تابش گاما توسط آن با جذب در محیط کنترول شونده مقایسه نگردیده و سیگنال انحراف (سیگنال غیر متعادل) از بین نرود. ارتباط سینماتیکی داتچیک انتقال دهنده فاصله یی نشان دهنده 8 با تیغه در آله دومی 10 انجام می‌پذیرد .

اشتباه اندازه گیری کثافت سنج رادیو اکتفی به $\pm(2 \div 5)\%$ می‌رسد.

وسایل برای اندازه گیری مصرف خمیره

هنگام کنترول مصرف خمیره که در نل انتقال می‌یابد کمیت فزیکی ای اندازه می‌گردد که مربوط به سرعت متوسط جریان خمیره می‌باشد. مصرف مجموعی خمیره نظر به رابطه ذیل دریافت می‌گردد.

$$Q = S \cdot v$$

در این جا S – مقطع عرضی نل و v – سرعت متوسط جریان خمیره می باشد.

مصرف خمیره نظر به کتله مساوی است

$$G = Q \cdot \rho$$

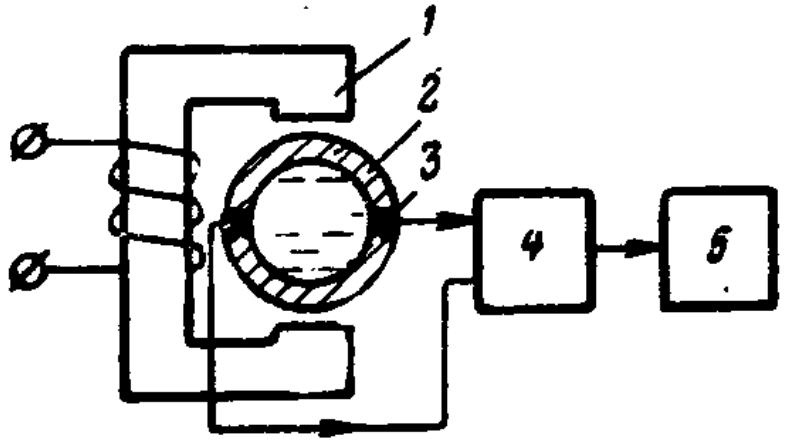
در این جا ρ – کثافت خمیره می‌باشد. مصرف خمیره توسط مصرف سنج‌های ذیل اندازه می‌گردد: مصرف سنج القایی، مصرف سنج جریانی و مصرف سنج سطح متغیر.

مصرف سنج القایی خمیره (شکل زیر) مصرف مایع را نظر به اندازه نیروی محرکه برقی E اندازه می‌نماید که در جریان مایعی قرار می‌گیرد که در ساحه مقناطیسی جریان نموده و جهت آن عمود به محور نل می‌باشد، یعنی

$$E = Bdv$$

در اینجا B – اندکشن ساحه مقناطیسی؛ d- قطر نل؛ v- سرعت متوسط خمیره نظر به مقطع نل می‌باشد

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای مصرف سنج اندکشنی خمیره

مصرف سنج اندکشنی برای اندازه گیری مصرف خمیره با قابلیت هدایت برقی نه کمتر از $1 \cdot 10^{-2} \text{Ом}^{-1}$ بکار می‌رود

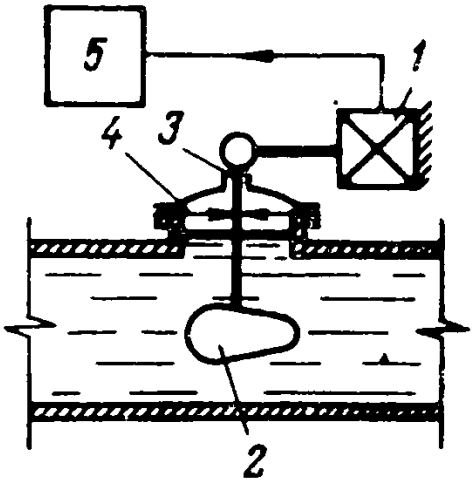
ساحه مقناطیسی داخل قسمت 2 نل شکل فوق که از مواد غیر مقناطیسی ساخته شده و توسط عایق برقی پوشانیده شده است به وسیله مقناطیس برقی 1 ایجاد می‌گردد. نیروی محرکه برقی که در مایع به میان می‌آید از الکترود های 3 بیرون شده و به تقویه کننده 4 داده می‌شود با آله دومی 5 ارتباط دارد. اشتباه مصرف سنج اندکشنی $\pm$ (1-1.6)% می‌باشد.

پرنسیب کار مصرف سنج جریانی بر مبنای اندازه گیری قوه P اساس گذاری شده است که بالای جسمی که در جریان مایع قرار دارد عمل می‌نماید، یعنی

$$P = K \cdot S \frac{v^2}{2} \rho$$

در این جا K – ضریب ضایعات نپور؛ S – مقطع هایدرودینامیکی جسم؛ ν – سرعت جریان خمیره؛ ρ – کثافت خمیره می‌باشد. شیمای مصرف سنج جریانی در شکل زیر نشان داده شده است.

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای مصرف سنج جریانی

جاگزین نمودن جسم 2 در جریان مایع به کمک سیستم راد 3 که از طریق پرده 4 می‌گذرد با مبدل کننده‌ی قوه سنج 1 ارتباط دارد. سیگنال خروجی مبدل کننده قوه سنج به آله دومی 5 داده می‌شود طوری که نشان داد آن به واحدات مصرف درجه بندی می‌شود.

مصرف سنج جریان دقت اندازه گیری را تا $\pm 5\%$ تأمین می‌نماید.

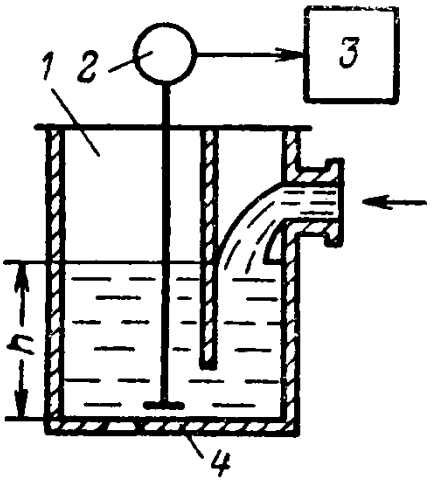
در مصرف سنج های سطح متغیر در مورد اندازه مصرف نظر به سطح در ظرفیت مصرف سنج 1 قضاوت می‌نمایند (شکل زیر) که به کمک اندیکاتور 2 که به آله 3 وصل می‌باشد اندازه می‌گردد.

در مصرف سنج با سوراخ بزرگ جریانی 4 (شکل زیر) ارتباط بین مصرف حجمی Q و سطح h نظر به رابطه ذیل دریافت می‌گردد.

$$Q = \propto \cdot S\sqrt{2gh}$$

در اینجا $\propto$ ضریب مصرف بوده که ضایعات نیپور و درجه انقباض فوران را که از سوراخ خارج می گذرد در نظر می‌گیرد؛ S- مساحت سوراخ می‌باشد

(c) ketabton.com: The Digital Library



شیمای مصرف سنج سطح متغیر

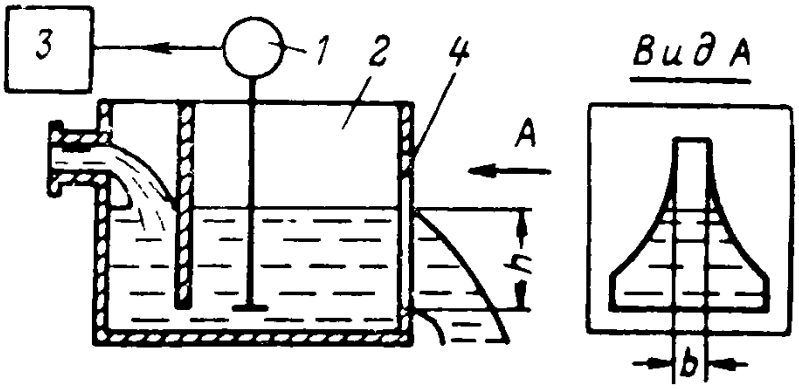
معادلات اساسی محاسبوی مصرف سنج‌های جریانی نوع سوراخ دار طوریکه در شکل زیر نشان داده شده است عبارت است از

$$Q = \propto \cdot b\sqrt{2g}\, h^{\frac{3}{2}}$$

در این جا b – عرض آبریز می‌باشد.

معمولاً سوراخ 4 (شکل زیر) با چنان مقطع عرضی نظر به ارتفاع ساخته می‌شود تا ارتباط بین مصرف و سطح خطی باشد. این شرط مقطع هایپربولیکی درز را مطابقت می‌نماید.

اشتباهات اساسی اندازه گیری مصرف سنج سطح متغیر $\pm$ 3.5 % را تشکیل می دهد



شیمای مصرف سنج متغیر نوع سوراخ دار (نقاط 1 – 4 در شرح شیمای مصرف سنج سطح متغیر ملاحظه شود).

(c) ketabton.com: The Digital Library

موخـــــــــــــذ

1- واحدی، عبدالهادی. افزایش آسیاب های خرد کننده و پودر کننده. مطبعه پوهنتون پولی تخنیک کابل، سال 1397 خورشیدی. 195 صفحه.

2-Егоров В.Л. Основы обогащения рудю. М., Недра 1990. 215 с.

3- Ворбьев В.М., Бирилянтов В.В., Дметриев А.П. Основы горного дела и обогащения полезных ископаемых. М., Недра 1985. 485 с

4- Трубецкой., Галченко Ю.П. Основы горного дела. М., Академическ-

Кий Проект. 2010. 230 с.

Get more e-books from www.ketabton.com
Ketabton.com: The Digital Library