دانشگاه صنعتی شاهرود

آماده سازی خاکه آهن

بخش اول

آماده کردن خاکه اهن

- آماده کردن خاکه آهن شامل مراحل زیرهست:

۱- خردایش و آسیا کردن

۲- دانه بندی

۳- پرعیارسازی (کنسانتره سازی – تغلیظ)

٤- مخلوط کردن

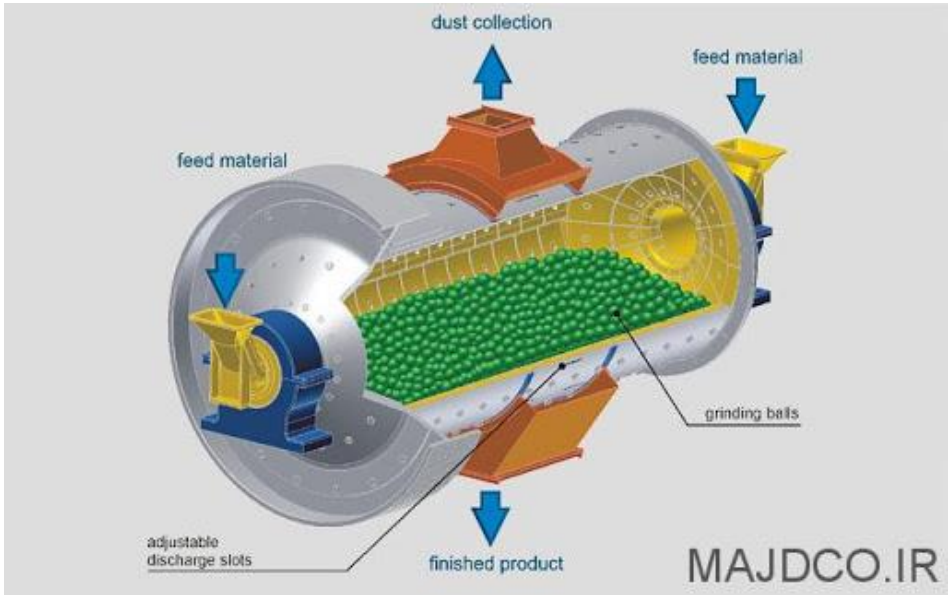
٥- در همجوشی (اگلموراسیون)

خردایش وآسیا کردن

- هنگام استخراج اولیه سنگ معدن، اندازه قطعات استخراج شده ممکن است به۱–۱/۲۵ متر برسد.
- این سایز بسیار بزرگ است و باید برای انجام عملیات بعدی از قبیل کنسانتره سازی و آگلموراسیون کوچک شود.
- علاوه بر این با انجام خردایش می توان به اندازه نسبتا یکنواختی برای قطعات دست یافت.
- عمل خردایش توسط سنگ شکنها صورت می گیرد. معمولا خردایش اولیه در محل معدن صورت میگیرد و توسط سنگ شکن های ثانویه اندازه خاکه باز هم کاهش پیدا می کند و به حدود ۳۵ تا ۳۷ میلیمتر می رسد.
- در صورت نا مرغوب بودن خاکه و پایین بودن عیارآهن ، می توان آن را با استفاده از انواع آسیاب ها، سایز قطعات را تا حدود ٤٠ میکرومتر کاهش داد.

شکل های زیر نمای شماتیک سنگ شکن فکی و آسیای گلوله ای مورد استفاده در خردایش و آسیا کردن سنگ آهن را نشان می دهد.

سنگ شکن فکی

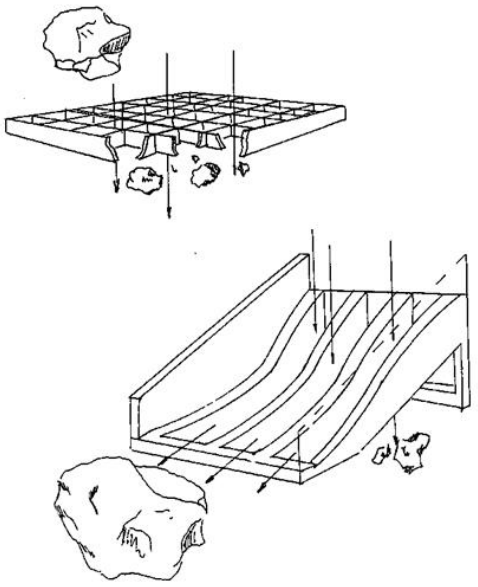


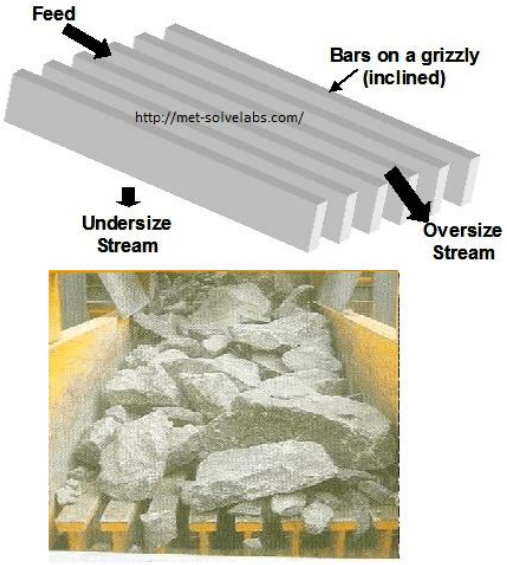
سنگ شکن گلوله ای

- https://jahansanatnews.ir/282789-%d8%a2%d8%ba%d8%a7%d8%b2-%d8%a8%d9%87-%da%a9%d8%a7%d8%b1-%d8%a8%d8%b2%d8%b1%da%af%d8%aa%d8%b1%db%8c%d9%86-%d8%a2%d8%b3%db%8c%d8%a7%d8%a8-%da%af%d9%84%d9%88%d9%84%d9%87%e2%80%8c%d8%a7%db%8c-%d8%b3/

دانه بندی

- این مرحله با هدف به دست آوردن ذرات خاکه با اندازه یکنواخت صورت می گیرد. دستگاه های مورد استفاده در این مرحله بستگی به اندازه و شرایط خاکه دارد. برای مثال می توان از گریزلی grizzly استفاده کرد.
- سرند گریزلی این دستگاه مناسب جهت تفکیک مواد ریز دانه از سنگ طراحی گردیده است
- معمولا جهت استفاده بهینه از ظرفیت سنگ شکنهای فکی مورد استفاده قرار گرفته و باعث استفاده حداکثری از ظرفیت سنگ شکن می گردد.





پرعیار سازی

- عملیات استحصال فلزات از کانه مورد نظر معمولا به کمک یک یا چند پروسه شیمیایی یا فیزیکی صورت می گیرد. هر قدر عیار ماده ای که تحت این پروسه قرار می گیرد، بالاتر باشد مقدار مواد اضافی و باطله همراه آن کمتر می شود.
- با توجه به انکه عملیات شیمیایی هزینه زیادی دارند اگر بتوان با روش های فیزیکی مواد باطله را از سیستم خارج کرد صرفه جویی زیادی در هزینه ها صورت می گیرد.
- درعملیات پرعیار سازی با استفاده از تفاوت های فیزیکی (مثل خاصیت مغناطیسی و چگالی) بین کانه ارزشمند موجود در خاکه و مواد باطله، این دو، تا حدی از یکدیگر جدا می شوند.

- برای پرعیار سازی خاکه های اهن روش های متعددی وجود دارد که مهم ترین روش ها عبارتند از:
  - روش مغناطیسی
  - روش وزنی
  - روش فلو تاسیون
  - روش برشته کردن مغناطیسی
  - روش شستشو
  - روش تشویه و تکلیس

پرعیار سازی خاکه آهن – روش مغناطیسی

- این روش می تواند به صورت خشک یا تر صورت گیرد. اساس آن بر پایه استفاده از خواص مگنتیت برای جداکردن آن از مواد زائد است. شکل های صفحه بعد نمای شماتیک دستگاه را به روش مغناطیسی را نشان می دهد. .

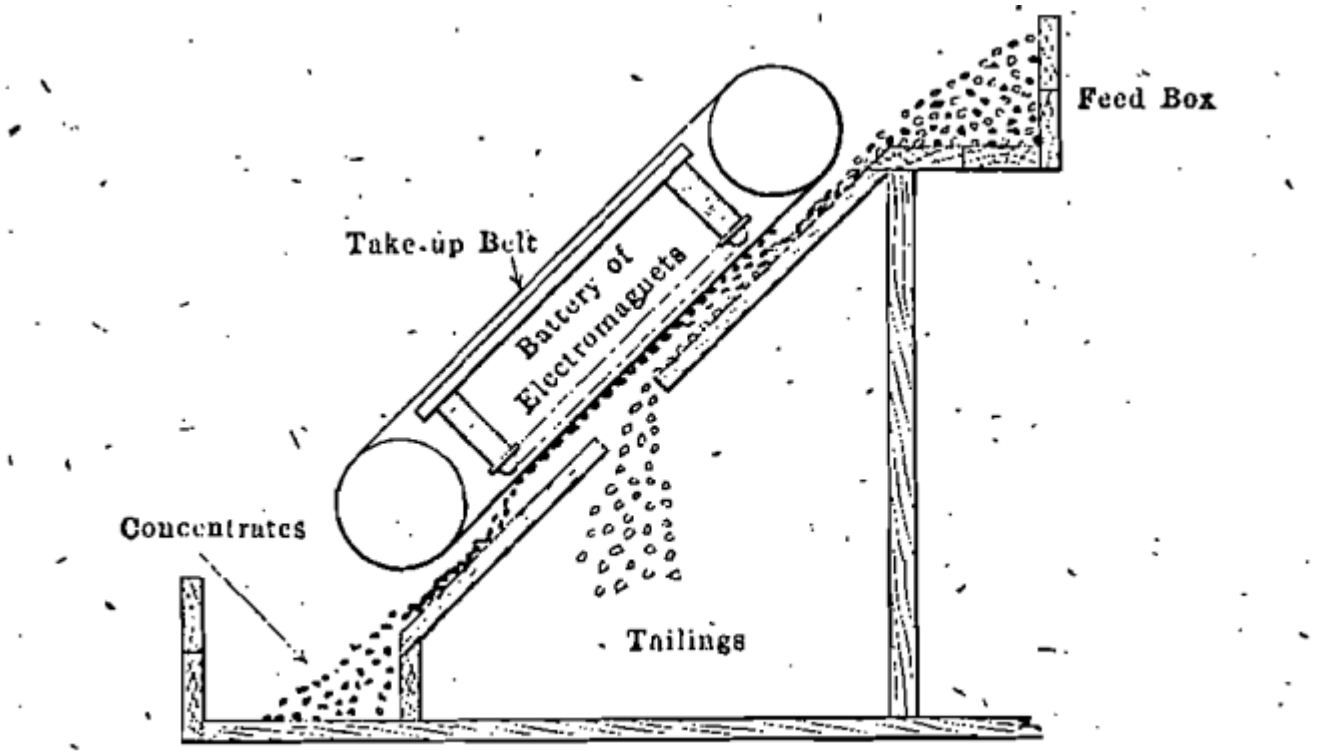
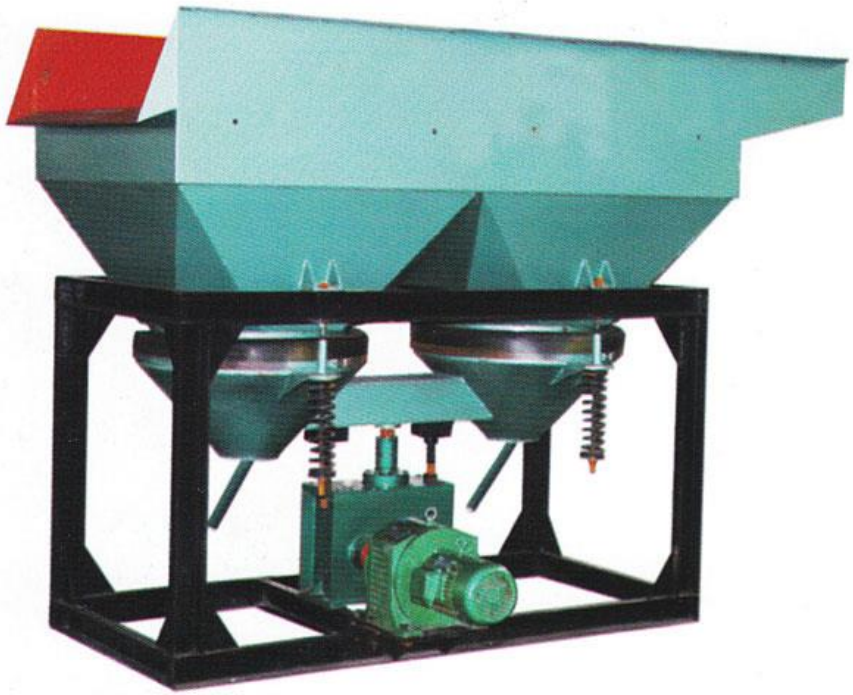


FIG. 2.—EXPERIMENTAL BALL-NORTON BELT SEPARATOR, 1888.

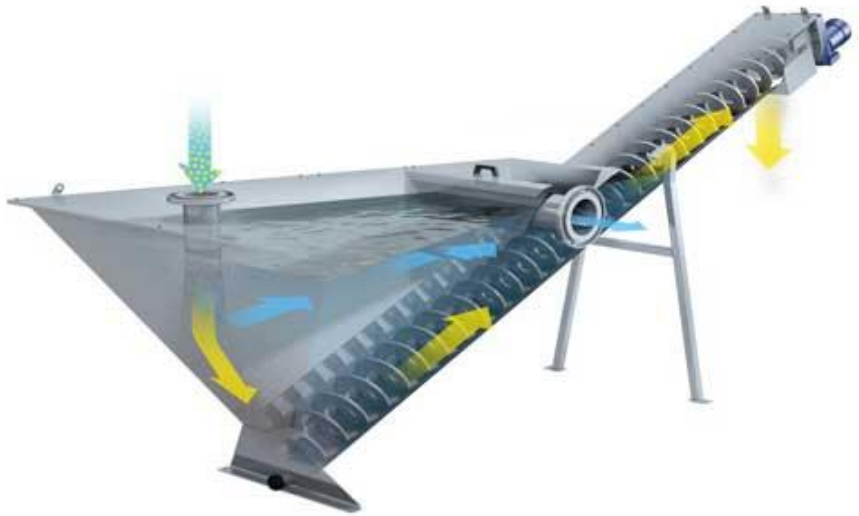
پرعیار سازی خاکه آهن – روش وزنی

- در این روش از تفاوت چگالی بین کانه ارزشمند و مواد گانگ برای جداکردن آنها استفاده می شود.
- دستگاه های متنوعی برای انجام این کار وجود دارند از قبیل جیگ ها یا کلاسیفایرها
- شکل زیر نمای یک جیگ را نشان می دهد.

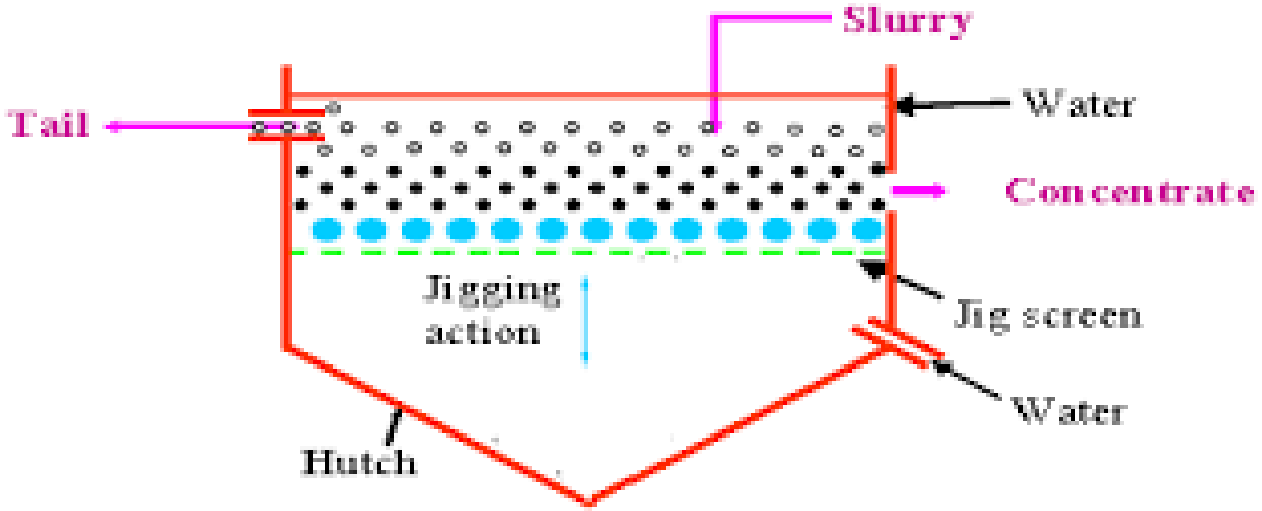


کلاسیفایر

- اصل کار یک کلاسیفایر مارپیچی شامل حرکت ذرات در یک الگوی مارپیچی در یک مخزن استوانه‌ای است.
- هنگامی که مخلوطی از ذرات جامد و مایع وارد مخزن می‌شود، کلاسیفایر مارپیچی از نیروی گریز از مرکز برای جداسازی ذرات بر اساس سرعت ته نشینی آنها استفاده می‌کند.
- ذرات سنگین‌تر در پایین مخزن می‌نشینند در حالی که ذرات سبک‌تر توسط مارپیچ به سمت بالا حمل می‌شوند.

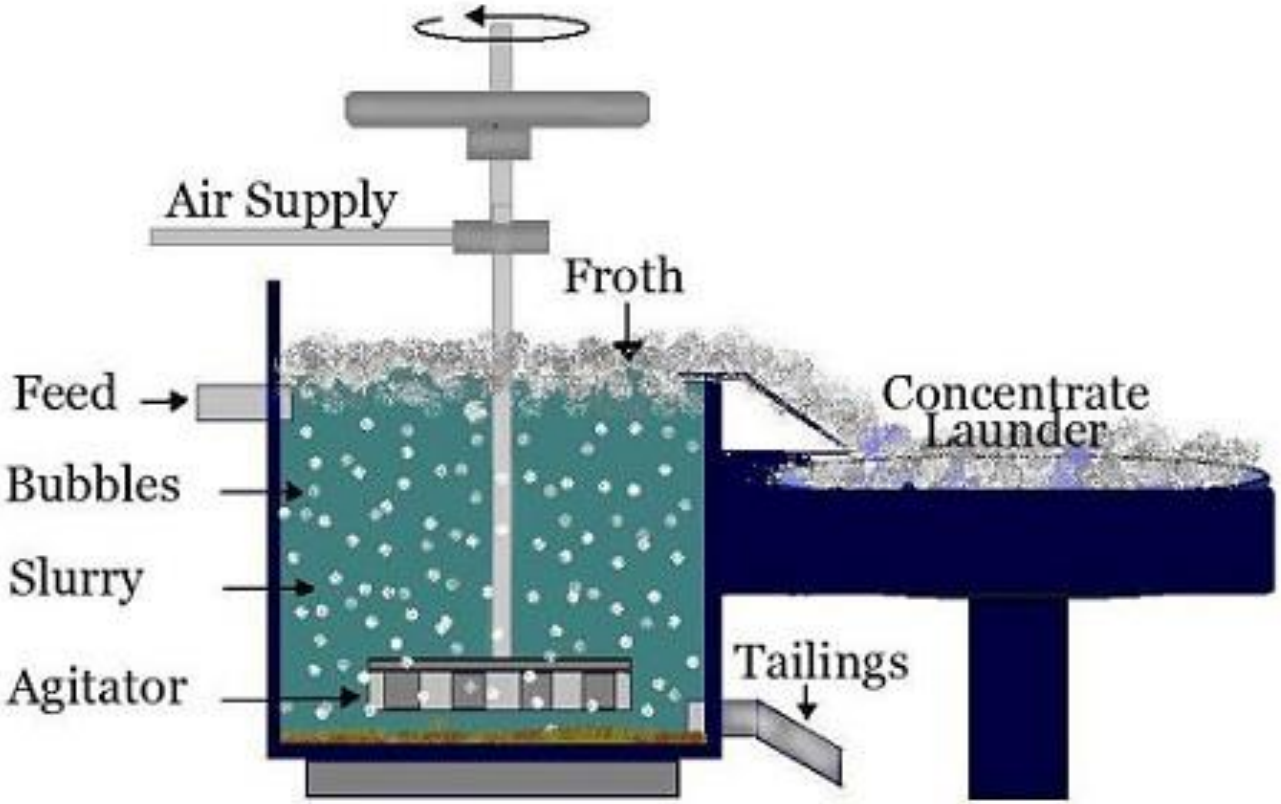


- اساس کار جیگ ها بر همین اختلاف در سرعت سقوط استوار است ،در جیگ ها با قرار دان دانه های مواد معدنی داخل آب و ایجاد حرکت نوسانی در آب بطوری که یک شرایطی شبیه سقوط ذرات در داخل سیال را به تکرار انجام شود، عمل جدایش صورت می گیرد.
- جیگ یکی از قدیمی ترین تجهیزات جداسازی ثقلی برای هماتیت می باشد و از مزیت های آن امکان استفاده از ان برای ابعاد ۱الی ۲۵ میلی متر با بازده خوب اشاره کرد
- از محدودیت های استفاده از جیگ کاهش بازده آن در صورت زیاد بودن بازه ابعاد دانه و مخصوصا وجود دانه های کوچک تر از یک میلی متر است.



پرعیار سازی خاکه آهن- روش فلوتاسیون

- در این روش از تفاوت خواص سطحی مواد موجود در خاکه برای جداکردن انها استفاده می شود.
- معمولا خاکه مورد نظر به صورت پالپ بداخل محفظه های فلوتاسیون ریخته می شود. افزودن نوع و یا انواع مناسب کالکتور باعث هیدروفوب شدن کانه ارزشمند می گردد.
- ذرات هیدروفوب شده به حباب های هوا که از پایین بداخل سیستم دمیده شده اند متصل می گردند و رو به بالا می روند. مواد باطله در پایین محفظه جمع می شوند.
- افزودن مواد کف ساز باعث پایداری کف بدست آمده می شود. با جمع آوری کف بدست آمده که در بالای محفظه قرار می گیرد کنسانتره ای با عیار بالا به دست می آید.


Air Supply
Froth
Feed
Bubbles
Slurry
Agitator
Concentrate
Launder
Tailings

فلوتاسیون مستقیم

- برای پر عیار کردن سنگ آهن از روش های متفاوت فلوتاسیون به صورت مستقیم می توان استفاده کرد.
- در روش مستقیم معمولا از کلکتورهای آنیونی برای شناور کردن هماتیت و جدا سازی آن از گانگ سیلیسی و یا چرت استفاده می شود.
- کلکتورهای مصرفی در این روش به طور معمول اسیدهای چرب انتخاب می شود. تجربه نشان می دهد که در مورد هماتیت ها، سولفونات های نفتی، کلکتور مناسبی هستند

فلوتاسیون غیر مستقیم

- در روش غیر مستقیم فلوتاسیون هدف شناوری مواد سیلیسی و کوارتز می باشد. اکسیدهای آهن در این شرایط شناور نشده و جدا می شوند.
- کلکتورهای معدنی در این روش اغلب انواع آمین ها می باشند.
- یکی از موارد کاربرد روش فلوتاسیون غیر مستقیم جدا سازی کانی های فسفر دار از سنگ آهن است.
- در این روش مواد راسب کننده مناسب مانع از شناوری اکسیدهای آهن شده و کانی فسفر دار را با کلکتور مناسب شناور و جدا می کنند.
- با توجه به اینکه در اکثر معادن ایران آپاتیت به عنوان کانی فسفر دار وجود دارد، لذا عملا برای حذف فسفر از سنگ های آهن ایران و بازیابی آن نیاز به کاربرد این روش خواهد بود.

پرعیار سازی خاکه آهن–روش های دیگر

– روش برشته کردن مغناطیسی

با حرارت دادن هماتیت تحت اتمسفر کنترل شده می توان آن را به مگنتیت تبدیل کرد. مگنتیت بدست امده را می توان با روش های مغناطیسی پر عیار نمود

– روش شستششو

بخشی از مواد زائد را می توان به کمک شستشو با آب از سیستم خارج کرد. این مواد شامل ناخالصیهای محلول در آب و مواد بسیار ریز که می توانند بعنوان لجن در پروسه استحصال ایجاد مزاحمت می کنند می باشند.

– روش تشویه و تکلیس

با حرارت دادن خاکه آهن می توان باعث از بین رفتن رطوبت و تجزیه برخی هیدراتها و کربناتها و سولفید ها شد. تمام واکنش های فوق باعث پرعیار شدن کانه خاکه آهن می شود.

مخلوط کردن

- عمل مخلوط کردن معمولا پس از پرعیار سازی صورت می گیرد. بسیاری از مجتمع های تولید اهن سنگ مورد نیاز خود را بیش از یک معدن تهیه میکنند. باتوجه به تفاوت نوع و خواص سنگ معدن های مختلف با یکدیگر، هر کدام از کنسانتره های بدست آمده ممکن است احتیاج به شرایط و افزونیهای خاص خود را در کوره تولید آهن داشته باشد. این عدم هماهنگی باعث صرف هزینه مضاعف و آسیب بیش از اندازه به کوره خواهد شد. با مخلوط کردن می توان کنسانتره با خواص یکنواخت و همچنین به مقدار بیشتر به دست آورد.

در همجوشی (اگلموراسیون)

- در کوره های عمودی تولید آهن از قبیل کوره بلند ، اساس پروسه بر عبور گازهای داغ احیا کننده از میان مواد تغلیظ شده می باشد. این مواد تغلیظ شده معمولا بصورت پودر (کنسانتره) با اندازه ریز (حدود ۱ میلی متر) است.
- با توجه به ارتفاع برخی کوره های عمودی که ممکن است به ٤٠ متر هم برسد اگر شارژ ورودی به کوره در همین اندازه باشد عبور گاز از میان آن بسیار مشکل خواهد بود و افت فشار سیستم غیر قابل قبول می شود و به همین دلیل لازم است کنسانتره آهن با سایز مناسب داخل کوره شود. این پروسه را آگلموراسیون می نامند.

- برای اگلموراسیون خاکه های آهن از روش های زیر استفاده می شود:
  - خشت سازی briquetting
  - گرده سازی (ندول سازی – رشته سازی) nodoulizing
  - اکستروژن در خلا vacuum extrusion
  - کلوخه سازی sintering
  - گندله سازی pelletizing

Briquettingخشت سازی

- به طور خلاصه این پروسه عبارت است از پرس کردن خاکه نرم همراه با یا بدون چسب binder بداخل یک قالب با سایز و شکل دلخواه.
- این پروسه از سال ۱۹۶۰ میلادی به بعد تقریبا منسوخ شد ولی اخیرا در چند مجتمع بکار گرفته شده است. روش های مختلفی برای خشت سازی وجود دارد. برخی از مهمترین آنها عبارتند از:

- پروسه گروندال – پروسه استفاده از چسب سیمانی
- روش کلرید منیزیم – پروسه خشت سازی باگرما
- خشت سازی با پیوندهای کربناتی

پروسه گروندال

- این پروسه در سال ۱۸۹۹ میلادی در فنلاند اختراع شد. خاکه نرم با آب مخلوط می گردد و درون قالب هایی نظیر قالب آجر ساختمانی قرار میگیرد خشت به دست آمده در دمای ۱۳۵۰ درجه پخته می شود.

پروسه استفاده از چسب سیمانی

مخلوطی از خاکه آهن نرم، رطوبت و ۱-۲ درصد سیمان تحت فشار ۲۲۵ بار پخته می شود.

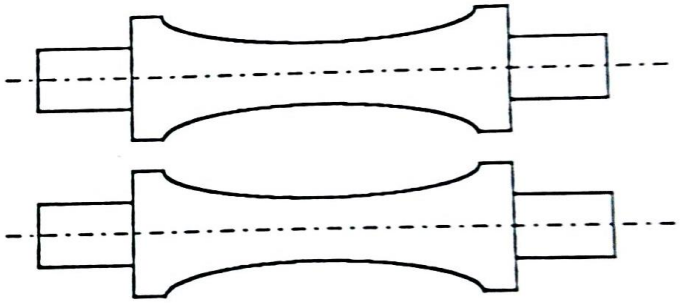
اخیرا در این پروسه تغییراتی بوجود آمده بدین شکل که از ۱۰ درصد سیمان آسیاب شده استفاده شد و دیگر خشت ها پخته نمی شوند بلکه برای مدت چند روز نگهداری می شوند تا استحکام کافی یابند.

- روش کلرید منیزیم

مخلوطی از خاکه بسیار نرم به همراه ۳ درصد براده آهن، ۸ تا ۱۰ درصد خاکه کک، ۳ تا ۵ درصدکلرید منیزیم بصورت محلول ۱۳ درصد در آب تهیه می شود. خمیر بدست آمده در قالب پرس می شود و پس از ۵ روز نگهداری، برای یافتن استحکام کافی به کوره فرستاده می شود و در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد پخته می شود.

پروسه خشت سازی با گرما hot briquetting

خاکه نرم در دمای ۸۰۰ تا ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد نورد می شود و استحکام می یابد . به خاطر شکل مقطع نوردها، خشت به دست آمده دارای مقطعی به شکل بالش است.



مقطع نوردهای بکار برده شده در پروسهٔ hot briquetting

خشت سازی با پیوندهای کربناتی

این فرایند در شوروی ابداع شد و برای سخت کردن خشته و گندله در درجه حرارت پایین (۳۰۰ درجه سانتیگراد) مورد استفاده واقع می‌شود. در این روش به پودر کانی مقداری آهک آب دیده و ملاس اضافه می کنند و پس از خشته نمودن، در محیط دارای CO_2 در درجه حرارت حدود ۳۰۰ درجه سانتیگراد خشک و سخت می‌نمایند.

Nodulizing گرده سازی

- این پروسه امروزه به ندرت بکار برده می شود. در این روش مخلوطی از خاکه نرم آهن و حداقل ٤ درصد کربن داخل یک کوره گردان قرار می گیرد.
- مواد کوره بوسیله گازهای حاصل از سوختن، گرم و سینتر می شدند.
- کوره زاویه کوچکی در حد چند درجه با افق داشت. جهت خاکه از پایین به بالا و جهت حرکت گازها برعکس آن بود.
- سرعت چرخش کوره حداکثر ۲ دور بر دقیقه بود.
- دمای شعله حدود ۱۳۰۰ تا ۱٤۰۰ درجه و دمای خشت ها حدود ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه بود. دمای گاز خروجی حدود ۳۰۰ درجه سانتیگراد بود.

اکستروژن در خلا

اکستروژن در خلأ سالها در صنایع سرامیک استفاده شده است. در سالهای ۱۹۵۰ کوشش‌هایی برای استفاده از این روش جهت آگلومره کردن پودر کانی‌های آهن بعمل آمد و در آمریکا و انگلیس در مقیاس نیمه‌صنعتی تولیداتی نیز وجود داشت . طرح وسیله مورد استفاده در شکل بعد دیده می‌شود. در این روش پودر کانی و غبار کوره‌ها را با آب و چسب مخلوط کرده از میان قالب‌های استوانه‌ای شکل عبور داده تا بصورت استوانه‌های کوچک درآید که پس از خشک شدن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.