آسياهاي غلتكي لوشه؛ آلترناتيوي مناسب براي خردايش كانيها و مواد معدني

مهندس محسن يعقوبي(شركت سيمان نهاوند)

چكيده:
صنايع كاني(سيمان، فراوري مواد معدني و ...) در دنيا، آسياهاي غلتكي عمودي لوشه را در طيف وسيعي جهت خردايش و نرم كني مواد خام و كلينكر در صنعت سيمان، سرباره هاي كوره هاي ذوب فلز و توليد پودر ذغال(سوخت) مورد استفاده قرار داده اند.
تحقيقات اخير در صنعت خردايش نشان داد هنگامي كه اين سيستم خردايش با سيستم هاي معمول نظير (آسياهاي گلوله اي، ميله اي و ...) مورد قياس واقع مي شوند، كاربردآسياهاي غلتكي عمودي در نهايت منجر به نرخهاي چشمگير بازيابي بهتر و عيارهاي بالاتر در عمليات فلوتاسيون و ليچينگ شد. در اين مقاله، تحليل كاربردي نمونه اي از اين آسيا با عنوان LM 50.4 براي خردايش كانه فسفاتي آپاتيت(در برگيرنده پيروكسن) با ظرفيت $825\ ^{t}/_{h}$ و $d_{80} = 480\mu m$ مورد بررسي قرار گرفته است.

كلمات كليدي: خردايش، نرم كني و فراوري مواد معدني

1- مقدمه:

بيشترين عمليات خردايش براي همه فرايندهاي صنعتي هنوز توسط آسياهاي لوله اي($ball\ mill, SAG\ mill, AG\ mill, ...$) در سيستم هاي خردايش خشک يا تر انجام مي شود. اگر چه اين سيستم ها از کارايي بالايي در مبحث انرژي برخوردار نيستند، اما با وجود عواملي همچون دسترسي آسان و ايمني عملياتي بالا ، سيستم هايي اتکاپذير و موفق به شمار مي روند.

بعضي صنايع، نظير صنعت سيمان که خردايش در آن به صورت خشک انجام مي شود، چندين دهه است که به منظور کاهش مصرف انرژي و گازهاي گلخانه اي نظير CO_2 ، از آسياهاي غلتکي عمودي(VRM[1]) استفاده مي کنند. آسياهاي غلتکي عمودي تجهيزات لازم جهت خشک کردن، سايش و جداسازي و انتقال محصول را دارند. علاوه بر اين آسياهاي غلتکي عمودي داراي قابليت هاي ظرفيتي خشک کردن مطلوبي مي باشند و از اين رو، آسيابهايي با ظرفيت $840\ t/h$ و 85 % باقيمانده روي الک 90 ميکرون نصب و مورد بهره برداري قرار گرفته اند. مفاهيمي همچون توزيع ابعادي ذرات، مقاومت سيمان، نسبت آب به سيمان و استقبال کارخانجات سيمان سبب گرايش زياد به اين آسيا شده است.

در اواسط دهه 80، آسياهاي غلتکي فشار بالا($HPGR$[2]) با ورود به صنعت سيمان به استثناي خردايش مواد خام، به طور مقبولي براي خردايش کلينکر، سرباره کوره هاي ذوب، مورد استفاده قرار گرفت. مفاهيمي همچون کاهش مصرف انرژي، توزيع مطلوب دانه بندي ذرات و ... سبب علاقه مندي صاحبان صنايع به اين ماشين خردايش شده وآسياهاي غلتکي فشار بالا براي کاربردهاي خاص و خردايش خشک مورد توجه قرار گرفت و اين کاربردها اخيرا در حال رشد است.

در اواسط دهه 90، کمپاني لوشه آسيابهاي غلتکي عمودي خود را با تکنولوژي $2+2$ (دو غلتک کار بستر سازي و دو غلتک که به عنوان غلتکهاي خردايش به کار مي روند.) براي خردايش سرباره و توليد سيمان با افزودنيهاي خردايش شده به صنعت سيمان عرضه کرد. در اواخر قرن، 20 آسيا از آن نوع، با توان کلي $54.9kw$ و ظرفيت توليد بيش از $2700\ t/h$ سيمان و سرباره خردايش شده توسط اين کمپاني عرضه و فروخته شده است.

بنابراين منطقي بود که کارخانجات سيمان و فراوري مواد معدني ,آسياي غلتکي عمودي را براي خردايش انواع کانه ها و مواد معدني مورد استفاده قرار دهند. شرکت FOSKOR (واقع در آفريقاي جنوبي) زماني که تحقيقات گسترده اي را در زمينه فراوري خشک کاني فسفات دار آپاتيت(در بر گيرنده پيروکسن) در پالابورا انجام دادند، در استفاده از خردايش خشک پيشقدم شدند.

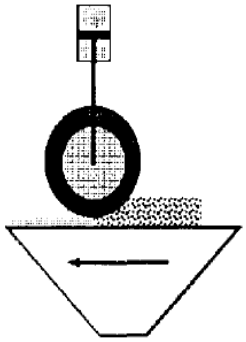
نتايج کارهاي تحقيقاتيشان راي به نصب يک LM 50.4 با ظرفيت $820\ t/h$ و $d_{80} = 480\mu m$ داد.

1- vertical roller mill

2- اصول آسياب لوشه

كمپاني لوشه افزون بر 90 سال، آسيابهاي غلتكي عمودي خود را جهت خردايش مواد خام سيمان، كلينكر، مواد معدني صنعتي، ذغال(سوخت) براي كوره هاي سيمان، نيروگاهها و كوره هاي ذوب، ساخته و به بازار عرضه كرده است. در سي سال اخير، صنعت سيمان به ميزان چشمگيري نيازمند به آسيابهايي با ظرفيت خردايش بالاتر بوده است. بزرگترين آسياب لوشه ساخته شده تاكنون، آسياب LM 63.4 با مشخصات قطر سيني $6.3m$، ظرفيت $840\ {}^{t}/_{h}$، 85% محصول مانده بر روي الک 90 ميكرون و توان $6MW$ مي باشد كه براي خردايش مواد خام سيمان بكار گرفته مي شود.

در آسياي لوشه، خردايش داخلي ذرات بين قسمت تخت سيني خردايش و غلتكهاي مخروطي شكل انجام مي شود. مكانيزم خردايش بدين صورت است كه خوراک به قسمت مركزي و مسطح سيني شارژ مي شود، حركت دادن و جابجايي خوراک روي سيني از نيروهاي سانتريفيوژ و اصطكاک در جهت(به طرف) لبه سيني خردايش تاثير مي پذيرد كه در اين فرايند، مواد توسط غلتكهاي مخروطي شكل 2، 3، 4 يا 6 كه در كنار سيني خردايش نصب شده اند،قاپيده شده و مورد خردايش واقع مي شوند. غلتكها به سيلندرهاي هيدروليک متصل مي شوند كه وظيفه شان تامين فشارهاي هيدروليكي جهت خردايش است (مراجعه به شكل 1).



شكل (1) - اصول خردايش در آسياهاي لوشه

پس از عمليات خردايش، ذراتي كه به اندازه كافي خردايش شده اند توسط جريان هوا به يک جداساز ديناميكي كه در قسمت بالاي آسياب وجود دارد، منتقل مي شوند. در اين فرايند، موادي كه به اندازه كافي خردايش شده اند(محصول) از طريق جريان هوا، آسياب را ترک كرده در حالي كه موادیكه به اندازه كافي خردايش نشده اند مجددا به روي سيني برگشته وهمراه با خوراک تازه بر روي سيني خردايش قرار مي گيرند.

2- High pressure grinding rolls

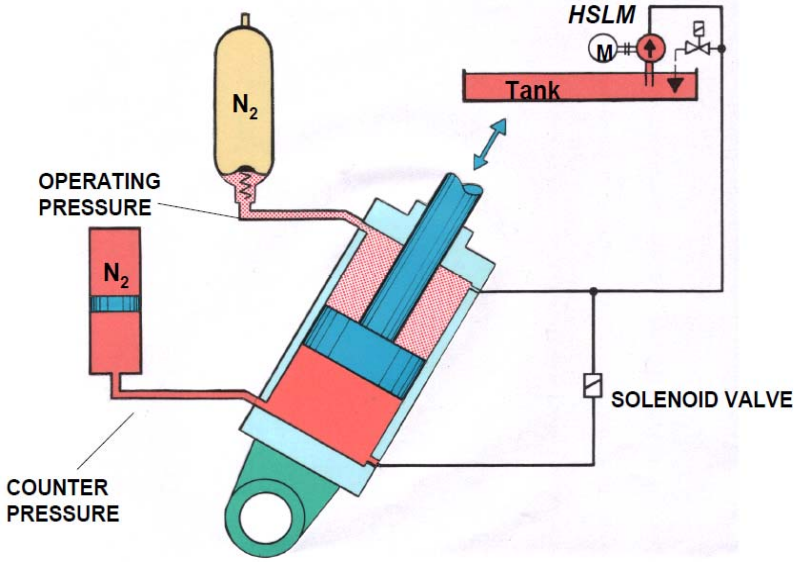
درآسياهاي غلتكي دو نوع سيركولاسيون وجود دارد: سيركولاسيون داخلي و سيركولاسيون بيروني. تعداد سيركولاسيون داخلي مواد بستگي زيادي به قابليت خردايش و دانه بندي مواد دارد و مي تواند اغلب بين 15 تا 25 بار تكرار شود. مقدار سرعت دور سپراتور و ميزان جريان گاز از عوامل موثر بر سيركولاسيون داخلي مواد درون آسيا مي باشند . علاوه برآن از اثرات ناشي از ذرات زبر بر پوشش بدنه آسيا مي كاهند. در آسياهاي غلتكي عمودي، پديده سيركولاسيون بيروني مواد سبب بهبود بيشتر كارايي انرژي شده است.

3- طراحي آسيا

در آسياي لوشه، موتور و گيربكس بر روي صفحه فلزي فونداسيون آسيا تعبيه گرديده است. سيني مسطح خردايش ريختگي شده بر روي گيربكس نصب شده و زيگمنت هاي ضد سايش روي ميز را پوشانيده اند. تمام نيروهاي ناشي از وزن غلتكها، سيني آسياب و فشارهيدروليک و نيز نيروهاي ديناميكي ناشي از كاركرد آسياب به ياتاقان Thrust Bearing منتقل مي شود. همچنين پايه هاي نگهدارنده غلتكهاي خردايش كه شامل سيلندرهاي هيدروليكي غلتكها هستند بر روي صفحه فونداسيون سوار شده اند. اضافه مي نمايد هواي مورد نياز فرايند از قسمت زيرين در دو موقعيت روبرو وارد آسياب مي شود. غلتكهاي خردايش به بازوهاي متحرک متصلند. لازم به ذكر است كه غلتكها با پوششي ضد سايش و درصد كروم بالا ريخته گري شده اند. همچنين مواد مشابه آن براي لاينرها و زيگمنت هاي موجود در سيني خردايش استفاده مي شود. شكل (2) يكي از پروژه هاي سيمان كشور را نشان مي دهد كه در ديارتمانهاي مواد خام و سيمان از دو آسياي غلتكي لوشه استفاده شده است.

شكل (2)- نمايي از **پروژه سيمان نهاوند** كه از دو آسياي غلتكي لوشه براي ديارتمانهاي مواد خام و سيمان استفاده شده است.

روانكاري و هواي آب بندي(سيلينگ فن) نيز جهت محافظت از بيرينگ هاي غلتک مورد استفاده واقع مي شود. فشار مورد نياز براي خردايش مواد از سيستم هيدروليكي-پنوماتيكي تامين مي شود. شكل (3)اصول سيستم هيدروليک را نشان مي دهد.



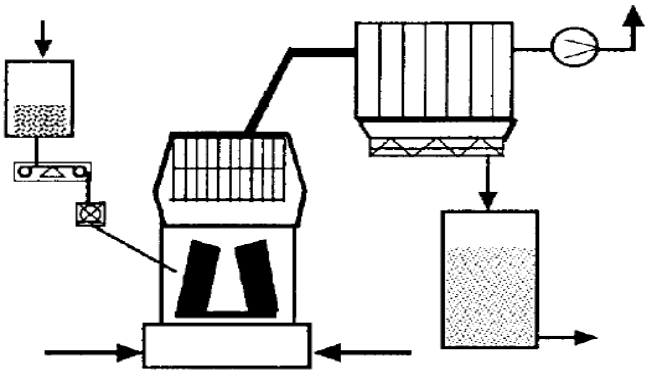
شكل (3)- اصول سيستم هيدرو- پنوماتيكي در آسياهاي لوشه

فشار هيدروليک در سمت فشار بالاي سيلندر هيدروليک، بين 50 تا $100bar$ است كه ايجاد كننده فشار خردايش براي موادي است كه بين غلتكها و سيني خردايش واقع مي شوند.
قسمت فشار پايين سيلندر هيدروليكي فشاري در حدود 10% فشار بخش فشار بالا($5-10bar$) دارد. اين مورد خود اجازه نوع خاصي حركت الاستيكي را به غلتكها مي دهد. شرايط بهره برداري از آسياب را با توجه به خصوصيات خردايش مواد، با تنظيم فشار در هر دو طرف(سمت فشار بالا و فشار كم) مي توان تنظيم نمود. هر دومدار به پمپ هاي آكومولاتور(پمپ هاي ازت مايع) كه در مجاورت سيلندرهاي هيدروليكي هستند، متصل بوده كه حركت غلتكها را هموار مي كند. نتايج چنين تنظيماتي سبب خردايش با ميزان خيلي پايين وييره مي شود.
4- آسياهاي غلتكي براي هر جفت غلتک، دو سيستم هيدروليک جداگانه دارند. براي هر جفت غلتک تنظيمات مختلفي از فشار را مي توان انجام داد كه اين تنظيمات در خردايش موادي كه خاصيت قاپيده شدن آنها توسط سيني و غلتک ضعيف است، مي تواند سودمند و مفيد به فايده باشد.
چندين وظيفه براي سيستم هيدروپنوماتيک در آسياهاي لوشه در نظر گرفته شده است كه اين مورد تنظيمات ساده سيستم فرايند خردايش را در پاسخ به تغيير خصوصيات خردايشي خوراک آسيا(براي مثال به دليل دگرگوني ذخيره مواد خام يا به دليل نوسان در ميزان رطوبت خوراک آسيا) در پي دارد.
دامنه نرمي خوراک تهيه شده جهت عمليات فلوتاسيون يا فرايندهاي هم خانواده به خوبي با فرايند خردايش در آسياي لوشه منطبق است. در خردايش مواد خام سيمان، ميزان 85-90 % محصول مانده بر روي الک 90 ميكرون و تقريبا 99% بر روي الک 200 ميكرون اعداد متداول و مرسومي است در حاليكه ذغال سنگ آنتراسيت و كک به نرمي افزون تر در حدود 95%(مانده بر روي الک 90 ميكرون) نياز دارند و اين امر با خردايش در آسياهاي لوشه به خوبي محقق مي شود. در توليد سيمان يا توليد سرباره دانه دانه شده كوره هاي ذوب ميزان ريزي 90% محصول مانده بر روي الک 45 ميكرون و يا حتي كمتر متداول است.
انتخاب اندازه آسيا(mill size) بر اساس آزمايشات خردايشي كه در مدارهاي كوچک نيمه صنعتي(pilot plant) در مركز تحقيق و توسعه لوشه انجام مي شود، امكان پذير است،

مـــضافا اينكـــه در طـــي مـــدت انجـــام آزمايـــشات، خـــصوصيات سايـــشي مـــواد خام(*bond work index, abrasion index,...*) نيز تعيين و مورد ارزيابي قرار مي گيرد.

3- طراحي دستگاه خردايش

شكل (4) فلوشيت اصلي ديپارتمان خردايش با آسياي لوشه را نشان مي دهد.



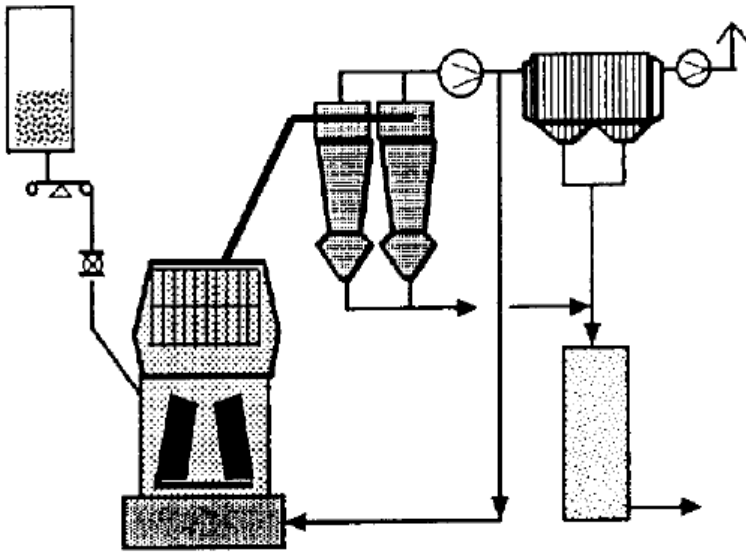
شكل (4)- مدار خردايش با آسياي لوشه

اصول عمليات مدار بدين صورت است كه مواد خام در تناژهاي كنترل شده از طريق ايرلاک به داخل آسيا خوراک دهي مي شود. اين دريچه به طور همزمان از نفوذ هواي كاذب به داخل آسيا جلوگيري مي كند. بر روي نوار نقاله ورودي به آسيا، تاسيساتي به منظور جمع آوري فلزات مزاحم و اجسام خارجي نصب شده است. به منظور جلوگيري از ورود قطعات فلزي به داخل آسياي مواد(جلوگيري از ورود قطعه فلزي و گير افتادن بين سيني و غلتكها) يک جداكننده مغناطيسي و يک آشكارساز فلزي جهت چک كردن مواد، روي نوار ورودي به آسيا نصب گرديده است. جداكننده مغناطيسي شامل يک سيم پيچ استوانه اي (سلنوييد) است كه توسط نوار نقاله به صورت عرضي نصب شده است و با استفاده از ميدان مغناطيسي ايجاد شده در زمان بهره برداري از آسياب مواد، قطعات و اشياي فلزي توسط مگنت جذب شده و به داخل محفظه جمع كننده ريخته مي شوند.

آزمايشات نشان داده كه جداكننده مغناطيسي به تنهايي قادر نيست همه قطعات فلزي را جذب كند. جذب آهن به دلايلي همچون ضخامت زياد لايه مواد روي نوار نقاله، دانه هاي درشت مواد و چسبندگي يا رطوبت بالاي مواد ممكن است خيلي مشكل باشد. همچنين مواد با داشتن خاصيت غير مغناطيسي با روش فوق الذكر به سختي يا اصلا جذب نمي شوند. به همين منظور يک آشكارساز فلز اضافي نيز نصب شده است. در صورت بروز هر گونه آلارم در اين قسمت مواد حاوي فلز از طريق دريچه اي به مسير reject هدايت مي شود.

هوا از قسمت پايين هوزينگ به داخل آسياب وارد مي شود. اين هوا از طريق نازل رينگ در لبه هاي سيني خردايش واقع شده، وارد شده و مواد خردايش شده را به سمت كلاسيفاير حمل و هدايت مي كنند. مكش مواد خردايش شده توسط سيستم فن آسياب ايجاد مي شود. محصول نهايي پس از خروج از محفظه آسيا و قفسه چرخشي كلاسيفاير در سيستم فيلتر جمع آوري مي شود.در آنجا عمليات غبارگيري از محصول انجام شده و در نهايت مواد در سيلو براي انتقال بعدي به مراحل پايين دست فرايند، انبارش مي شود. وضعيت انبارش در سيلو از وضعيت و نوع كانه اي كه فراوري مي شود تاثير پذيري مستقيم دارد. در بعضي حالات، مواد خردايش شده را مي توان مستقيما به سلولهاي فلوتاسيون خوراک دهي كرد و در اين حالت بايستي ضربه گير كوچكي در سيلو نصب شود.

همانطور كه از شكل (5) پيداست سيستم فن بعد از فيلتر نصب شده و بسته به كاربرد فيلتر، ممكن است كه در طراحي توسط چند عدد مولتي سيكلون جايگزين شود.



شكل (5)- فلوشت مدار خردايشي متشكل از سيكلونها، فيلتر و مسير سيركوله هوا در آسياهاي لوشه

از ديگر ويژگيهاي اين فلوشيت مي توان به جريان هواي مدار و خردايش در دماي محيط و صورت نگرفتن عمليات خشک کردن اشاره کرد. در صورتي که خوراک آسيا حاوي مقادير قابل توجهي از مواد نرمه نظير رسها يا محتوي غبار بيشتر از 2 تا 3% نباشد، مي توان چنين شرايطي را جايز شمرد که با اين وجود، ريزي محصول نهايي را نيز بايستي در نظر داشت. در شرايطي که کنترل دماي خروجي آسياب مورد نياز است يا در وضعيتي که نياز به خشک کردن مواد خام احساس مي شود، مدار خردايش مي تواند شامل يک سيکل بسته باشد و در اين حالت قسمتي يا همه هواي بعد از فن همانطور که در شکل (5) نشان داده شده است به داخل آسياب سيرکوله شود. منبع گاز داغ نيز با مدار خردايش يکپارچه شده است و وظيفه آن توليد گاز گزم جهت خشک کردن مي باشد. مدار خردايش آسياهاي لوشه تقريبا درهر گونه شرايط آب و هوايي قابل کابرد است و معمولا نياز به ساختمان سازي نمي باشد و در مقايسه با آسياهاي گلوله اي صداي کمتري ايجاد مي کنند که مقدار آن $85\,dbA$ مي باشد.

4- مزاياي خردايش خشک:

4-1 مزاياي فرايندي:

تکنولوژي آسياي غلتکي عمودي در مقايسه با مدارهاي خردايش معمولي داراي مزايا و منافعي است. از جمله اين مزايا مي توان به ابعاد خوراک ورودي($d_{80} = 80 - 120mm$) اشاره کرد که در مقايسه با آسياهاي گلوله اي به ميزان قابل ملاحظه اي بزرگتر است(حداکثر ابعاد بار ورودي به يک آسياي گلوله اي با ظرفيت $120\ {}^{t}/_{h}$ بر طبق فرمول باند($B = 20.17\sqrt{\frac{F}{K}}\sqrt[3]{\frac{W_I S}{C_s\sqrt{D}}}$) معادل با $17 - 20mm$ است. با اين فرض که دانسيته کلينکر $3.15\ {}^{g}/_{cm^3}$، انديس باند $13\ {}^{kw}/_{ton}$، قطر مفيد آسيا $4.4m$، نسبت مقدار سرعت به سرعت بحراني معادل 78%و قطر بزرگترين گلوله معادل با $90mm$ در نظر گرفته شود). انعطاف پذيري سيستم هيدروپنوماتيک به گونه اي است که با توجه به شرايط مواد، فشار خردايش و عملکرد خردايش را طي عمليات تنظيم مي کند. در چنين شرايطي آسياب مي تواند در دامنه وسيعي از نوسانات خوراک آسيا مانند توزيعات گوناگون اندازه ذرات، سختي، رطوبت و ... وظايف خود را به خوبي وفق دهد و خردايش را به نحو مطلوبي انجام دهد.

مدار خردايش خشک مي تواند نسبت به فرايندهاي بالادستي(مانند سنگ شکني) يا پايين دستي(مانند فلوتاسيون يا ليچينگ) مستقل در نظر گرفته شود. اين امر بهينه سازي عملکرد

مدار را بدون مداخله در عملياتهاي ديگري در پي دارد. هنگامي كه خط فراوري مواد خام متوقف است، مواد خردايش شده را مي توان در سيلويي انبارش كرد كه ممكن است به صورت يک حائل (ضربه گير) عمل كند. همچنين كنترل دانسيته پالپ در عمليات فلوتاسيون نيز به سهولت امكان پذير است.

4-2- مزاياي محصول:

در آسياي غلتكي عمودي در مقايسه با سيستم هاي خردايش معمولي به ميزان مخصوصي از خردايش مضاعف(*overgrinding*) جلوگيري به عمل مي آيد و نرمي و توزيع اندازه محصول به وسيله عواملي همچون دور روتور كلاسيفاير، ميزان دبي هواي ورودي، فشار خردايش هيدروليک و سرعتهاي مختلف سيني خردايش كنترل مي شود. لازم به ذكر است كه در عمليات معدني، خردايش مضاعف سبب ايجاد نرمه(مواد زير $25\mu m$) و كاهش بازيابي و عيار مي شود.

در فرايند خردايش خشک، سطوح جديد آزاد شده مواد معدني از آب تاثير نمي پذيرند كه pH يا eH شان ممكن است واكنش هاي شيميايي را تحت تاثير قرار دهند و در نهايت منجر به كاهش در فعاليت اين سطوح مربوط به فراوري بعدي كاني شود. كارهاي تحقيقاتي AARL[3] در ژوهانسبورگ آفريقاي جنوبي نشان داد كه بازيابي و عيار كاني مي تواند به ميزان چشمگيري در اثر استفاده از خردايش خشک با آسياي عمودي افزايش يابد. شايان ذكر است كه در صنايع كاني بين عيار و بازيابي كنسانتره نسبت عكس وجود داشته و با افزايش عيار، بازيابي كم مي شود و بالعكس.

به هر حال به دلايلي همچون ساختار پيچيده كاني هاي ويژه، هرگونه موردويژه اي باذكرجزئياتش بايستي مورد مطالعه قرار گيرد. بدين منظور AARL آسياي لوشه اي نيمه صنعتي (LM 3.6) با خصوصيات (ظرفيت $2\ ^{t}/_{h} - 300\ ^{kg}/_{h}$ بسته به نرمي محصول) در خط با يک واحد فرايندي پايين دست مثل سلولهاي فلوتاسيون نصب كرده است تا تاثير تنظيمات آسيا بر روي آزاد سازي مواد معدني و همچنين تاثير مصرف و نوع واكنشگرها نظير كلكتورها، كف سازها و پارامترهاي ديگر را مورد بررسي و ارزيابي قرار دهد.

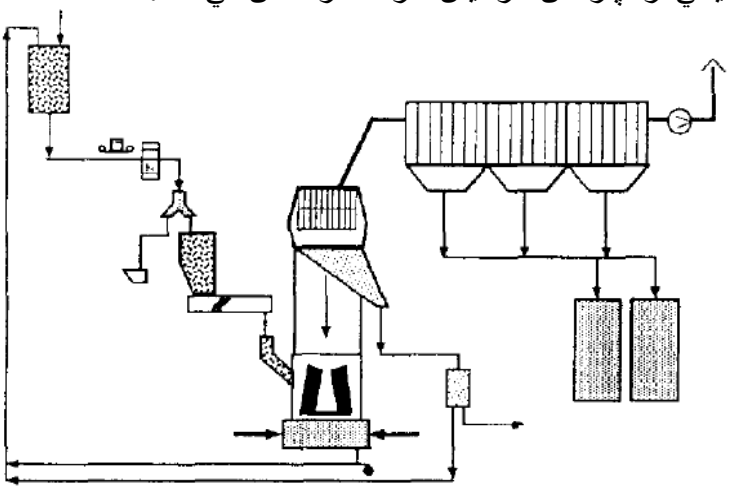
5- تحليل مطالعه موردي(آسياي لوشه LM 50.4 براي فراوري كانه پيروكسن):

كمپاني FOSKOR (واقع در آفريقاي جنوبي) مطالعات گسترده اي را در مورد امكان پذيري فرايندهاي گوناگون خردايش خشک جهت توسعه و گسترش عمليات phalaborwa انجام داده است. در اين كارخانه كانه آپاتيت در بر گيرنده كانه پيروكسن از كمپلكسهاي آذرين آتشفشاني phalaborwa فراوري مي شود. در اين مطالعه عملكرد آسياي لوشه مورد ارزيابي واقع شده است.

اولين مرحله انجام آزمايشات آزمايشگاهي در مركز تحقيق و توسعه لوشه بود. سپس ادامه آزمايشات به مقياس نيمه صنعتي در phalaborwa با يک آسياي لوشه LM 3.6 و ظرفيتي تقريبا معادل با $2\ ^{t}/_{h}$ و يک واحد سلول فلوتاسيون در پايين دست آن با ظرفيت $500\ ^{kg}/_{h}$ انجام شد. نتايج آزمايشات حاكي از آن بود كه بازيابي عمليات فلوتاسيون و عيار محصول خردايش شده با آسياي لوشه در مقايسه با آسياهاي ميله اي موجود (در سيستم تر) بالاتر مي باشد. بر اساس نتايجي كه از آزمايشات مطالعات امكان پذيري حاصل گرديد، تصميم بر آن شد كه در خط جديد كارخانه phalaborwa ، آسياب لوشه اي با ظرفيت خردايش خشک $825\ ^{t}/_{h}$ با $d_{80} = 480\mu m$ و توان $3.5MW$ براي موتور آسيا، نصب و راه اندازي شود. ابعاد خوراک آسيا نيز مي توانست بيش از $120mm$ در نظر گرفته شود.

3- Angola American Research Labratory

شكل (6) شماتيكي از دپارتمان خردايش كارخانه را نشان مي دهد.



شكل (6)- فلوشيت دپارتمان خشک phalaborwa

در اين مدار، سنگ خردايش شده توسط يک خوراک دهنده لرزان به آسيا خوراک دهي مي شود.

در ابتداي پروژه، قابليت جداسازي انتخابي درشت دانه هاي خوراک(سنگ ريزه هاي) توسط کلاسيفاير گذاشته شد که آن را در فرايندهاي ديگر مورد استفاده قرار مي دهد. بنابر اين کلاسيفاير را در مکاني مرتفع نصب کرده و دو شوت در ته مخروط درشت دانه که اجازه مي دهد سنگ ريزه ها يکي از مسيرها را انتخاب کرده ، مستقيما به سيني خردايش برگردند يا اينکه از آسياب و فرايندهاي خردايش بيرون کشيده شوند. همچنين بدليل تغييرات طي انجام پروژه، امکان خارج سازي خوراک درشت دانه ها تاکنون انجام نشده است.

مواد خردايش شده در دو رديف فيلتر بزرگ با ظرفيت $950000\,m^3/h$ جمع آوري مي شوند. يک اتاق بزرگ ته نشيني به منظور محافظت از کيسه هاي فيلتر در ورودي فيلتر نصب شده است. فيلتر در موقعيتي ويژه در بالاي سيلوهاي انبارش نصب شده است. در اين مدار،آسياب فقط با هواي محيط کار کرده و مدار هوا باز است. در شبهاي سرد، به منظور جلوگيري از مسائل و مشکلات نقطه شبنم در فيلتر، از يک مولد گاز گرم براي کاربرهاي خاص استفاده مي شود. مقدار رطوبت خوراک گاهي اوقات از 2% نيز تجاوز مي کند.

6- چشم انداز و نگاهي به آينده:

آزمايشات اوليه با بکارگيري آسياهاي لوشه به منظور خردايش خشک کانه ها، بدلايل بهبود کيفيت محصول و سهولت عمليات دپارتمان خردايش و همچنين فرايندهاي پايين دست(مانند فلوتاسيون، ليچينگ و ...) نشان از قابليت بالاي اين تکنولوژي دارد. لازم به ذکر است که لوشه حمايت مادي براي توسعه پروژه هاي مشترک بيشتر با شرکتهاي معدني و فراوري مواد معدني را در اين منطقه فراهم آورده است.