

فرآیند تولید سیمان

مطالعه موردی کارخانه سیمان دشتستان (استان بوشهر)

استان بوشهر به لحاظ برخورداری از معادن غنی سنگ آهک ، مارل و آلوپیوم از مزیت بسیار خوبی جهت ایجاد کارخانه سیمان برخوردار بوده و اجرای طرح سیمان برازجان به لحاظ این قابلیت و در راستای سیاست های راهبردی وزارت صنایع و معادن با هدف اجرای طرح های عمرانی و زیربنایی محقق گردیده است .

کارخانه سیمان برازجان در ۸۰ کیلومتری شمال شرقی بندر بوشهر در ۷ کیلومتر جاده برازجان به شیراز با ظرفیت یک میلیون تن در سال احداث گردیده و اجرای آن دارای ویژگی های خاصی است که اهم آن عبارتند از :

- بهرمندی از حداکثر توانمندی های داخلی در زمینه طراحی ، ساخت ، نصب و راه اندازی
- سهم ساخت داخل ماشین آلات و تجهیزات مکانیکی حدود ۸۰٪ است .
- میزان ارزبری به کمتر از نصف ارزبری طرح های مشابه اجرا شده در اوائل دهه ۱۳۷۰ کاهش یافته است .
- میزان استفاده از کارشناسان خارجی برای مشارکت در نصب و راه اندازی این طرح ، از ۲۰۰ نفر ماه در طرح های مشابه به حدود ۲۰ نفر ماه کاهش یافته است .
- انتخاب مناسب محل اجرای طرح ، این امکان را به کارخانه می دهد ، تا علاوه بر تامین سیمان مورد نیاز استان به لحاظ نزدیکی به بنادر جنوبی کشور ، برای صدور سیمان به کشورهای منطقه و بازارهای جهانی فعالانه حضور یابد .

شرح روشهای تولید سیمان

برای تولید سیمان روشهای متفاوتی بکار گرفته می شود که به چهار دسته تقسیم می گردند. این روش ها عبارتند از:

- i. روش تر
- ii. روش نیمه تر
- iii. روش نیمه خشک
- iv. روش خشک

اختلاف این روشها بیشتر در نحوه آماده سازی مواد و روش پخت می باشد.

(۱) روش تر

در این طریقه مواد اولیه همراه با آب سائیده شده و به صورت دوغاب در می آید . دوغاب حاصله پس از اختلاط با هوا توسط پمپ های مخصوص به کوره فرستاده می شود . کوره های تر دارای ابعاد بزرگتری در مقایسه با سایر انواع کوره ها می باشند . این روش در کوره های کوچک و بیشتر در مواردی به کار گرفته می شود که مواد اولیه بسیار مرطوب باشد و در هر صورت ظرفیت این نوع کوره ها به دلیل ابعاد آن به حدود ۱۲۰۰ تن در روز محدود می شود .

(۲) روش نیمه تر

در این روش مواد اولیه همراه با آب سائیده شده و به صورت دوغاب در می آید. دوغاب حاصله از فیلترهایی عبور کرده و آب آن گرفته شده بصورت خمیری و سپس بصورت حبه به پیش گرمکن و کوره وارد می گردد. این طریقه بیشتر در مواردی به کار گرفته می شود که رطوبت مواد بسیار زیاد بوده و از طرفی قیمت سوخت نیز بالا باشد.

(۳) روش نیمه خشک

در این طریقه مواد اولیه بصورت خشک سائیده شده ولی در موقع ورود به کوره همراه با آب بصورت حبه در می آید (نودول). حبه ها به پیش گرمکن و یا مستقیماً به کوره وارد و پخته می شوند.

(۴) روش خشک

در این طریقه که متداول ترین روش خصوصاً برای ظرفیت های بالا می باشد، مواد به صورت خشک سائیده می شود و پس از اختلاط به همان صورت به کوره پخت فرستاده می شود. انتخاب هر یک از چهار روش فوق به عوامل زیادی بستگی دارد که مهمترین آنها ظرفیت، ارزش سوخت، میزان رطوبت مواد، وجود قلیایی ها و یونهای سولفات و کلر در مواد اولیه می باشد.

(۵) روش تولید انتخابی سیمان برازجان

امروزه به دلیل بحران انرژی سه روش اول تقریباً تحت الشعاع روش چهارم قرار گرفته اند و با وجود این که روش تولید خشک در مورد تولید سیمان پرتلند که مشهورترین و پر فروش ترین نوع سیمان و در تولید آن ظرفیت ها و راندمانهای بسیار بالایی حاصل گردیده است معذک در مواقع نیاز و ضرورت دلیل خاص دیگری در عدم به کارگیری آنها (به روش اول) وجود نداشته و عوامل مختلفی از قبیل نوع سیمان مورد نظر وضعیت جوی و طبیعی خاص منطقه وضعیت مواد اولیه و نوع تکنولوژی مورد نظر، موجب می گردند که یکی از چهار روش فوق جهت تولید انتخاب و طراحی کردند. اما همان طور که اشاره شد روش خشک رایج ترین و اقتصادی ترین نوع مرسوم در دنیا می باشد و با توجه به وضعیت انرژی، کمبود آب و بالاخص ظرفیت مورد نظر روش تولید انتخابی سیمان برازجان روش خشک انتخاب گردیده است.

علاوه بر موارد فوق برای انتخاب روشهای آماده سازی مواد و پخت و همچنین محاسبه ظرفیت ماشین آلات اصلی خط تولید نکات زیر مورد توجه قرار گرفته اند:

- به دلیل موقعیت خاص منطقه و موقعیت خاص پروژه، سعی گردیده که امکانات و تجهیزات لازم برای صدور محصول پیش بینی گردد.
- تا حد امکان نکاتی را که در گزارش زمین شناسی توصیه شده بودند مورد توجه قرار گرفته شده که بطور مثال استفاده حداکثر از آلوویوم در تولید را می توان نام برد.

- با توجه به مصرف سیمانهای تیپ 2 و 5 در بخش جنوبی کشور ، تولید این دو نوع سیمان در طراحی کارخانه منظور گردیده که بدین منظور برای تولید سیمان تیپ 2 تا یک درصد و سیمان تیپ 5 تا 1.5 درصد سنگ آهن توصیه شده است .
- نظر به اینکه به دلیل بالا بودن مقدار سیلیس و کم بودن مقدار اکسید آلومینیوم در آلویوم دشت تولید سیمان تیپ یک عملی نمی باشد ، جهت تولید سیمان تیپ یک باید از مارال آهکی راهدار و نیز مجموعه مواد استفاده نمود .
- مواد اولیه موجود در منطقه کارخانه امکان تولید هر پنج نوع سیمان را دارا می باشد .
- تجهیزات لازم برای عرضه محصول به حالت 50% به صورت بسته بندی و 50% به صورت پاکتی و لفاف شده برای صدور کالا پیش بینی شده است .

فرایند تولید سیمان در پروژه برازجان

مواد اولیه که عمدتاً شامل آلویوم و مارال می باشد از معادن مختلف کارخانه توسط کامیون به قسمت سنگ شکن (Crusher) حمل می گردد و در این قسمت برای هر یک از مواد قیف جداگانه ای با ظرفیت های مختلف و متناسب با مقدار مصرف و با خوراک دهنده جداگانه نصب می گردد که مواد پس از عبور از خوراک دهنده و به نسبت لازم به سنگ شکن وارد می شوند . مواد پس از خرد شدن توسط نقاله لاستیکی به انبار پیش مخلوط کن انتقال و در آنجا ذخیره می گردد. برای کنترل کیفیت مواد ذخیره شده در انبار مواد در مسیر انتقال مواد به انبار یک سیستم نمونه گیری بصورت (on line) جهت تجزیه شیمیائی مواد با تجهیزات لازم نصب خواهد شد . تعداد پایلهای ذخیره مواد دو عدد می باشد که یکی در حال پر شدن و دیگری در حال مصرف از آن می باشد . مواد ذخیره شده در انبار مواد پس از تنظیم به وسیله یکدستگاه ریکلایمر برداشت می گردد و سپس توسط یک نوار نقاله لاستیکی به سیلو ها ذخیره منتقل می شود . برای تصحیح این مواد سنگ آهن و سنگ آهک در نظر گرفته شده که قبلاً در سیلوهای جداگانه ذخیره و سر در راه انتقال مواد به آسیاب به آن اضافه می گردد . برای کوبیدن سنگ آهک ، از همان سنگ شکن اصلی استفاده می شود ، که در مواقع مقتضی سنگ مورد لزوم خرد و در سیلو ذخیره می گردد . بر حسب آنالیز شیمیائی مواد پودر شده در آسیای مواد ، مواد اولیه ذخیره شده در سیلوهای سنگ توسط نوارهایی که مجهز به load cell می باشد و در قسمت تحتانی سیلوهای ذخیره نصب می گردد ، توزیع می گردند و سپس توسط نوار نقاله مشترکی به داخل آسیای مواد ریخته می شود . با توجه به عواملی از قبیل سختی مواد ، درصد رطوبت مواد ، هزینه سرمایه گذاری و غیره که در انتخاب نوع آسیای مواد موثر هستند و همچنین بر اساس مشاهدات محلی و آزمایشات انجام شده در دانشگاه تهران مواد اولیه مورد استفاده طرح برازجان دارای سختی زیاد نبوده و لذا برای پودر نمودن مواد اولیه از آسیای غلطکی استفاده گردیده است . مواد اولیه پس از پودر شدن توسط مکش هوا که توسط یکدستگاه فن فشار قوی ایجاد می گردد مکیده می شوند . در داخل و قسمت بالای آسیای غلطکی یک دستگاه سپراتور دینامیکی نصب گردیده که مواد ریز تحت تاثیر مکش هوا به خارج از آسیا رانده می شود . نرمی لازم مواد پودر شده در آسیای مواد 12% روی الک 4900 پیش بینی شده است . مواد پس از عبور از آسیای مواد توسط ایراسلاید و یک دستگاه ایرلیفت در سیلوهای همگن ذخیره می گردد . در پروژه 2 واحد سیلوی ذخیره مواد پیش بینی شده است . جهت کنترل کیفی مواد پودر شده در مسیر انتقال

مواد پودر شده بوسیله سیلو ها یک دستگاه نمونه گیر در نظر گرفته شده که نمونه ها طبق برنامه جهت آزمایشات شیمیائی به آزمایشگاه ارسال می گردد. برای همگن نمودن و ذخیره سازی مواد ، سیلوهای نوع مداوم در پروژه پیش بینی شده است . مواد ذخیره شده در سیلو ها توسط یک سری ایراسلاید در سیلوها ذخیره می گردد و سپس پس از توزیع توسط ایرلیف به بالای پیش گرمکن هدایت می شوند . با توجه به ظرفیت پروژه ، کوره از نوع دوار مجهز به پری کلسایتر پیش بینی شده که نتیجتاً مواد پس از عبور از پیش گرمکن تقریباً حدود 90% از آن قبل از ورود به کوره کلسینه می گردند .

مواد پس از پخته شدن در کوره توسط یک دستگاه خنک کن از نوع Grate می باشد خنک می گردد . و سپس از طریق نوار نقاله فلزی در سیلو های کلینکر ذخیره می گردند . سوخت کوره که مازوت می باشد در دو منبع ذخیره خواهد شد که پس از گرم کردن آن در مشعل های سوخت استفاده می گردد .

کلینکر ذخیره شده در سیلو توسط تعدادی ویبراتور بر روی نوار فلزی که در زیر آن نصب گردیده ریخته می شوند و توسط نوار نقاله در سیلو هایی جهت تغذیه به آسیای سیمان نگه داری می شوند . سنگ گچ که میزان مصرف آن حدود 5 - 4 درصد می باشد و مصرف آن جهت تنظیم گیرش سیمان تولیدی می باشد توسط یکدستگاه سنگ شکن خرد شده و سپس از طریق نوار نقاله در سیلو هایی ذخیره می گردند .

از آنجا که در منطقه به مواد افزودنی نظیر پوزولان ، سرباره و غیرو دسترسی نمی باشد لذا سیلوی ذخیره ای نیز برای این گونه مواد در نظر گرفته نشده است. کلینکر و سنگ گچ پس از توزیع در آسیاهای سیمان که تعداد آنها 2 دستگاه که یکی از آنها به روش سیستم باز و دیگری به روش بسته می باشد خرد می شوند و پس از رسیدن به نرمی لازم که در حدود بلین 3000 گرم بر سانتی متر مربع می باشد توسط ایرلیفت به سیلوهای سیمان منتقل می گردد که تعداد سیلوهای سیمان نیز 4 واحد پیش بینی شده است . از آنجا که در مناطق جنوبی کشور سیمان های تیپ 2 و یا 5 مرسوم می باشد تغذیه سیلو ها به نحوی پیش بینی شده که هر یک از آسیابها قابلیت تغذیه هر یک از سیلو ها را دارا می باشد . سیمان ذخیره شده یکسری ایراسلاید از سیلو خارج گردیده و قابلیت عرضه آن هم به صورت فله و هم به صورت پاکتی امکان پذیر می باشد که به نسبت 50 به 50 پیش بینی شده است . از آنجا که در نظر است بخشی از محصول به صورت کلینکر و بخشی دیگر از آن بصورت بسته بندی به خارج از کشور صادر گردد سیلو های ذخیره اختصاصی با تجهیزات توزیع کننده و غیره برای کلینکر و نیز دستگاه های بسته بندی در نظر گرفته شده است . یکی از دستگاه های بسته بندی مجهز به لفاف زنی روی پاکت است که در صورت افزایش صادرات در آینده می توان در مراحل بعد از بهره برداری تجهیزات اضافی دیگری نیز برای سایر دستگاه های بسته بندی نصب نمود .

به لحاظ اینکه جابجائی مواد تولید گرد و غبار در مسیر خط تولید می نماید و با توجه به مقررات محیط زیست و نیز اینکه خروج گازهای خروجی از کوره و آسیای مواد به دلیل وجود ذرات مواد ریز در گاز عملی و اقتصادی نمی باشد لذا یکدستگاه الکترو فیلتر در خط تولید برای بخش آسیای مواد و کوره پیش بینی شده که امکان گرد گیری کوره و آسیای مواد را چه در حالتی که هر دو دپارتمان در یک زمان کارکنند و چه اینکه هر یک از دپارتمانهای یاد شده فوق به تنهایی کار نمایند دارد . میزان ذرات غبار در گازهای خروجی 50 میلی گرم بر متر مکعب پیش بینی شده است . گردگیری دپارتمانها خط تولد بجز در مورد فوق ، خنک کن و آسیای سیمان که الکترو فیلتر پیش بینی شده اند در سایر قسمت ها از فیلتر های کیسه ای از نوع (Air jet) استفاده گردیده است .

□ انتخاب سیمان از نقطه نظر کیفیت سیمان

در ارتباط با نسبت تولید سیمانهای معمولی و سیمانهای مخصوص (تیپ ۳ و غیره) که بایستی ساییده شود، آسیابهای مدار بسته یا مدار باز انتخاب میگردد. آسیابهای مدار بسته برای تولید سیمانهای با بلین $3300-4000 \text{ cm}^2/\text{gr}$ و آسیابهای مدار باز برای تهیه سیمان معمولی با بلین $2800-3300 \text{ cm}^2/\text{gr}$ انتخاب میگردد.

□ کیفیت سیمان

کیفیت سیمان در عملکرد ترکیب آن با آب بعنوان ماده چسبنده و سایر خواص آن شامل گیرش، مقاومت، حرارت هیدراسیون و غیره مورد آزمایش قرار میگیرد. تولید کنندگان سیمان موظف هستند که این خواص را در سطح معینی ثابت نگهداشته و در حد استانداردهای تعیین شده مورد احتیاج بازار فروش حفظ نمایند.

□ گیرش سیمان

گیرش به سفت شدن خمیر سیمان که از یک حالت پلاستیکی یا جرم جریان دار به یک ماده سخت تبدیل میگردد اطلاق میگردد. بر طبق استانداردهای موجود، گیرش ابتدایی باید از ۳۰ و ۴۰ و ۶۰ دقیقه بیشتر و گیرش نهایی از ۸ و ۱۰ و ۱۲ ساعت کمتر باشد. حدود این زمانها از یک کشور به کشور دیگر فرق میکند. در استانداردهای ایران زمان گیرش ابتدایی حداقل ۴۵ دقیقه و گیرش نهایی حداکثر ۱۲ ساعت میباشد. مساله کنترل کیفی سیمان در مورد گیرش به دو مورد زیر مربوط میگردد:

۱. جلوگیری از تولید سیمان با زمان گیرش غیر عادی

۲. تولید سیمان با زمان گیرش یکنواخت

فاکتور اصلی در گیرش بخصوص گیرش غیر عادی مقدار و اکتیویته گچ میباشد. اگر مقدار SO_3 خیلی کم باشد بطوریکه حضور این مقدار از هیدراسیون سریع فاز آلومینات جلوگیری ننماید، گیرش سریع پیش می آید که باعث میشود زمان استفاده از سیمان کمتر شده و بعلاوه پیشرفت بعدی مقاومت سیمان از بین میرود. از طرف دیگر اگر مقدار زیادی گچ بصورت گچ بدون آب تبلور در سیمان وجود داشته باشد سفت شدن ابتدایی با رسوب کردن سولفات کلسیم دی هیدرات ظاهر میگردد که باعث گیرش کاذب در سیمان و در بیشتر مواقع با بهم زدن همچون مخلوطی دوباره مخلوط مایع حاصل میگردد و پس از آن سیمان دوباره گیرش اصلی را شروع و مقاومت آن بالا میرود. مقدار SO_3 لازم جهت رسیدن به زمان گیرش نرمال معمولاً بین ۱-۳ درصد میباشد. فاکتورهای زیر در گیرش سیمان اثر دارند:

- درجه حرارت مربوط به محیط

- مقدار و اکتیویته فازهای C_3S و C_3A مربوط به ترکیبات کلینکر

- مقدار آلکالیهای قابل حل مربوط به ترکیبات کلینکر

- راکتیویته گچ مربوط به مشخصات زمان

- نرمی سیمان مربوط به مشخصات زمان

در جریان سایش سیمان در اثر تبدیل انرژی مکانیکی به حرارتی و بالا بردن درجه حرارت کلینکر حرارت سیمان بالا می‌رود و در نتیجه بالا رفتن حرارت در فضای آسیاب ، گچ آب ملکولی همراه خود را از دست داده و گیرش کاذب ایجاد می‌گردد و بعلاوه کوتینگ بستن روی گلوله ها نیز میتواند راندمان سایش را کاهش دهد.

سنگ شکن

انواع مختلف سنگ شکن که در صنعت سیمان مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از :سنگ شکن مخروطی ،سنگ شکن چکشی، سنگ شکن استوانه ای و... که کاربرد هر یک بستگی به جنس مواد دارد. سنگ شکن های ثابت در ابتدای خط تولید سیمان قرار می‌گیرند. مواد اولیه بوسیله کامیون در اخل قیف سنگ شکن ریخته شده، که پس از خرد شدن از طریق نوار نقاله راهی سالن خیره می شود.

□ اجزاء و بخشهای مختلف سنگ شکن

در سنگ شکن دو عدد آپرون وجود دارد که یکی مربوط به آهک و دیگری مربوط به رس است. وقتی مواد از معدن آورده می شود و درون این دو آپرون می ریزد، این دو آپرون بوسیله آپرون فیدر (زنجرهایی که مواد را درون سنگ شکن میریزند) مصالح را بدرون سنگ شکن میریزند، یعنی بین چکش و سندان. چکشها به یک روتور وصل می باشند. روتوری که می چرخد چکشها را به مصالح می کوبد و خرد می کند. موای که به اندازه ۶ سانتیمتر و کمتر می رسند از سرند که در اطراف چکشها قرار دارد عبور می کنند. در این قسمت یک شاخه از یک فیلتر وجود دارد که گرد و غبار ایجاد شده را بدرون کیسه های هوا میفرستد و سپس مجدداً با ایجاد فشار ۷bar هوا را از این کیسه ها سرریز می کند و سپس توسط اسکرو این گرد و غبارها به پایین ریخته می شوند. در ضمن هر دو مواد یعنی سنگ آهک و خاک رس با هم و با سرعتی که اپراتور سنگ شکن از قبل آنرا تنظیم کرده به سنگ شکن غذا میدهند.

در ادامه مواد خرد شده از این مسیر بوسیله یک نوار نقاله به جلو پیش می روند. در انتهای این نوار مگنت سپراتور نصب شده است و کارش این است که اگر تکه ای یا قطعه ای از فلز وجود دارد، قبل از اینکه بخوابد وارد سالن اختلاط گردد، گرفته شود و به بیرون از نوار نقاله پرتاب گردد. عرض آپرون فیدر آهک ۲/۶۰ سانتیمتر و عرض آپرون فیدر خاک رس ۲ متر می باشد.

□ انتخاب تعداد و ظرفیت خطوط تغذیه سنگ شکن

با توجه به محاسبات سیمان سازی انجام شده حداقل 3 نوع مواد (مارل راهدار - مارل دالکی - و آلوویوم دشت)، می بایستی در سنگ شکن خرد و مخلوط شوند و در نتیجه تعداد و ظرفیت خطوط تولید به نحوی انتخاب می شوند که ضمن انجام اختلاط اولیه، حداقل هزینه را نیز در بر داشته باشد. در این ارتباط گزینه های زیر مورد بررسی قرار می گیرد.

□ پیش بینی سه خط مستقل برای تغذیه مواد به سنگ شکن

در این حالت مارل دالکی و آلوویوم از طریق آپرون فیدرهای مجزی و به میزان مورد نیاز بر روی آپرون فیدر اصلی که حاوی مارل راهدار می باشد می ریزد و همزمان وارد سنگ شکن می شوند. مزایای این گزینه عبارتند از:

- کنترل مناسب نسبت اختلاط مواد
- امکان استفاده از یک خط تغذیه فرعی در صورت خرابی خط تغذیه دیگر
- معایب این گزینه به شرح زیر می باشد:
- افزایش تعداد ماشین آلات و در نتیجه افزایش هزینه سرمایه گذاری تعمیرات و راهبری
- انجام تغییرات در نقشه های تکنولوژی و ساخت سنگ شکن سفارش شده به جهاد تحقیقات مشکلات در برنامه ریزی کار سنگ شکن

شکل قیف اصلی سنگ شکن



□ ظرفیت قیفهای تغذیه

با توجه به مطالب مندرج در قسمت قبلی ، از دو قیف تغذیه استفاده می شود ظرفیت و ابعاد هر قیف بستگی به پارامترهای زیر دارد :

- ظرفیت سنگ شکن

- ظرفیت حمل مواد از معدن به سنگ شکن
- تعداد کامیونها
- فاصله معدن تا محل سنگ شکن
- زمان توقف سنگ شکن در یک شیفت کار
- درصد مورد نیاز مواد تخلیه شده در قیف
- سائز مواد

لازم به ذکر است که با توجه به فاصله معادن مارل راهدار و مارل دالکی از کارخانه ، بمنظور جلوگیری از اختلالات احتمالی در حمل و نقل مواد ، پیش بینی محل کافی برای دپوی مواد در کنار قیفهای سنگ شکن ضروری است . با در نظر گرفتن نکات فوق حجم قیف اصلی حداقل معادل 15 دقیقه کارکرد سنگ شکن می باشد .

□ خطوط تغذیه سنگ شکن

با توجه به وجود مواد ریز در مواد ورودی ، ظرفیت خط تغذیه اصلی معادل 1000 ton/hr انتخاب می گردد . ظرفیت نوار تغذیه فرعی نیز 25% خط فوق و برابر 250 ton/hr منظور می شود . با توجه به ماهیت سنگ شکن ورودی ، نوع باند ، Apron Feeder و بمنظور کنترل میزان مواد ورودی دارای سرعت متغیر خواهد بود . ظرفیت باند دوم (خط فرعی) معادل 25% ظرفیت خط اصلی و حدود برآورد می گردد . در آلترناتیو دوم یعنی استفاده از سه خط تغذیه ، ظرفیت هاپر باند سوم نیز معادل خط فرعی در نظر گرفته می شود .

□ سیستم نمونه گیری

یکی از مسائل مهمی که خصوصاً در سالهای اخیر بدان توجه شده است ، نمونه برداری و آنالیز مواد اولیه در صنعت سیمان می باشد ، زیرا کنترل ترکیب مناسب مواد اولیه برای تولید سیمان حائز اهمیت است و ثانیاً احتمال یافتن مواد مناسب یکنواخت در طبیعت غیر ممکن می باشد . نتایجی که از نمونه برداری و آنالیز مواد حاصل می گردد برای دو هدف بکار گرفته می شود ، یکی نحوه پیش اختلاط مواد (Preblendeng) در سالن مواد و به عبارت دیگر تنظیم مواد ورودی به سنگ شکن ، و دیگری تصحیح مواد در آسیاب مواد با استفاده از مواد تصحیح کننده مانند آهک با خواص زیاد و یا سنگ آهن .

سیستم های نمونه برداری و آنالیز به دو گروه عمده تقسیم بندی می شود :

الف - ایستگاههای نمونه برداری (Sampling Station)

ب - سیستم های سنجش پیوسته مواد (On Line analyser)

سیستم های سنجش پیوسته مواد نیز به دو گروه γ -Ray و X -Ray تقسیم بندی می شوند . در ایستگاههای نمونه برداری ، که همانند یک کارخانه سیمان کوچک عمل می نمایند ، عمل نمونه گیری ، سایش و خشک کردن ، بصورت مکانیکی انجام می شود ، و سپس نمونه ها بوسیله سیستم انتقال پنوماتیک به آزمایشگاه منتقل شده و آنالیز می شود . در سیستم های سنجش پیوسته γ -Ray ترکیب مواد اولیه ، توسط ارسال نوترونها بر روی باند نقاله حاوی مواد اولیه و آنالیز اشعه های منعکس شده گاما مشخص می شود . این پروسه هسته ای که بر مبنای تکنیک PGNAA (Prompt Gamma Neutron Activity Analysis) استوار می باشد . بر اساس واکنش ما بین نوترون ارسالی از سوی دستگاه و برخورد آن با هسته های اتم مواد مورد سنجش می باشد . اجزاء این سیستم شامل قیف ورود مواد ،

منبع نوترون ، آشکار ساز اشعه گاما ، پردازشگر ، مجموعه محافظت از اشعه و پوشش می باشد . از معایب این سیستم این است که به واسطه تابش دائمی اشعه گاما ، رعایت نکات ایمنی در این سیستم همواره الزامی است و نیاز به تمهیدات خاص برای محافظت در برابر اشعه به دلیل مشکلات کار با اشعه گاما بوجود آمدند . البته بکارگیری دستگاههای آنالیز اشعه ایکس با تکنیک WDXRF در اکثر آزمایشگاه های کارخانجات سیمان وجود دارد ، اما سیستم های سنجش پیوسته (on Line) بر مبنای تکنیک EDXRF (Energy Dispersive XRF) کار می نماید .

عملکرد دستگاه بدین نحو می باشد که پرتو های ایکس از یک لامپ اشعه ایکس با انرژی کم ، به سطح مواد مورد آزمایش تابیده می شود . دتکتورهایی که در یک محفظه کاملاً ایزوله قرار دارند ، پرتو های منعکس شده از مواد را دریافت می کنند سیستم های کنترل لامپ و کنترل دکتورها و منبع ولتاژ در دستگاه آنالیز قرار داده می شوند و اطلاعات مربوط به آنالیز عناصر به صورت سیگنال آنالوگ در خروجی دستگاه آنالیز ظاهر می شود .

در این سیستم تعداد عناصر مورد اندازه گیری محدود بوده و صرفاً عناصر سنگین تر مانند CaO و Fe_2O_3 اندازه گیری می شود . دقت آنالیز در دستگاههای EDXRF کمتر از WDXRF است ، اما با این روش تغییرات دینامیکی میزان عناصر مورد سنجش کاملاً تحت کنترل است .

از مزایای این سیستم در مقایسه با γ - Ray ، کم خطر بودن آن است زیرا در این دستگاهها ، (از لامپ اشعه ایکس با شدت کم استفاده می شود) .

در مواقعی که برق دستگاه قطع می شود ، لامپ فوق ، خاموش و هیچ گونه پرتوی از آن صادر نمی شود . همچنین با توجه به اینکه قطعه یا بخش متحرکی در این دستگاه ها وجود ندارد ، میزان تعمیرات و خرابی دستگاه اندک می باشد . با توجه به مواد فوق جدول مقایسه ای زیر برای انتخاب سیستم نمونه گیری تشکیل می شود .

بنا بر این جهت نمونه برداری برای تنظیم مواد ورودی به سنگ شکن و همچنین خوراک آسیاب مواد ، دستگاههای نمونه گیر On Line از نوع X-Ray توصیه و انتخاب می شود .

سالن اختلاط مواد خام Preblending

مواد خروجی از سنگ شکن پس از طی مراحل نمونه گیری به روی نوار لاستیکی میریزد و از این طریق به استاکر منتقل میشود و در سالن مواد خیره میگردد. ظرفیت نوار لاستیکی ۱۰۰۰ تن در ساعت، عرض آن ۱/۲ متر و طول آن ۲۶۸/۲ متر میباشد. نوار افقی بوده و سرعت انتقال آن ۱/۷۳ متر بر ثانیه میباشد. در سالن مواد دو پایل (تپه) تشکیل میشود و ظرفیت هر پایل حدود ۳۰۰۰۰ تن می باشد. ظرفیت انبار کردن مواد توسط استاکر حدود ۱۰۰۰ تن در ساعت و ظرفیت برداشت مواد توسط ریکلایمر حدود ۵۰۰۰ تن در ساعت می باشد. به هنگام کار استاکر در یک پایل ریکلایمر در پایل دیگر می تواند کار برداشت بار را انجام دهد. ضمناً طول هر پایل ۱۱۵ متر و عرض آن ۳۲ متر می باشد.

□ دستگاههای موجود در سالن اختلاط

- استاکر
- ریکلایمر

♦ استاکر:

موادی که پس از نمونه گیری توسط نوار نقاله به سمت سالن اختلاط ارسال می شود توسط این دستگاه بصورت طولیدر یک حرکت رفت و برگشتی ریخته و تشکیل یک پایل می دهد. این دستگاه از قسمتهای مختلف ساخته شده است که عبارتند از:

۱. بوم
۲. موتور هیدرولیک
۳. موتور کابل جمع کن
۴. نوار نقاله و رولیک
۵. اتاق کنترل دستگاه

□ انواع انباشت طولی مواد

۱. انباشت سقفی (CHEVRON):

در این روش مواد بطور مداوم ولایه ای در طول بستر انباشته می شود. با حرکت طولی و تناوبی دستگاه ، مواد بصورت لایه ای روی هم قرار میگیرند و در نهایت یک پایل با مقطع مثلث تشکیل میشود. در این روش در زمان ذخیره مواد، ذرات درشت تر به پایین میلغزند و خصوصاً ر ناحیه پایین پایل تجمع می یابند. جدایش و نوسان ذرات درشت در یک نقطه نوسانات شیمیایی را افزایش میدهد. هر چقدر دانه بندی ذرات یکناخت تر باشد این پدیده کمتر رخ میدهد. برداشت مواد از قسمت انتها و جلو بصورت برشی از مقطع پایل انجام میشود بطوریکه از کلیه نقاط پایل جمع آوری و به انتقال دهنده خروجی منتقل می گردند و دستگاه ضمن جمع آوری مواد از هر مقطع، در طول پایل نیز حرکت می کند.

۲. انباشت ردیفی (WINDROW) :

در این روش لایه های مواد علاوه بر آنکه بصورت طولی روی هم می ریزند، بطور موازی در عرض نیز انباشته میشوند. به عبارت دیگر دستگاه انباشت (استاکر) علاوه بر حرکت طولی (رفت و برگشت) دارای حرکت انتقالی در عرض می باشد و با حرکت طولی لایه ها روی هم یک ردیف و با حرکت انتقالی ردیفهای موازی در کنار هم تشکیل می شوند.

♦ دستگاه ریکلایمر

ستگاه ریکلایمر که در کنار پایل قرار می گیرد عملیات برداشت مواد را انجام می دهد. این دستگاه با توجه به حرکت بسیار کند خود مواد را در یک حرکت برشی و عرضی برداشت می کند. بخشهای مختلف این دستگاه عبارتند از:

۱. اتاق کنترل
۲. داک

۳. موتور هیدرولیک

۴. زنجیرها

۵. موتور فرکانس

۶. موتور کابل جمع کن.

دستگاه ریکلایمر توسط داک که یک حرکت عرضی دارد به داخل مواد نفوذ کرده و مواد را به زیر دستگاه انتقال می دهد. در زیر دستگاه باکتهای زنجیر مانند تعبیه شده که با حرکت خود مواد را به سمت نوار نقاله هدایت می کند.

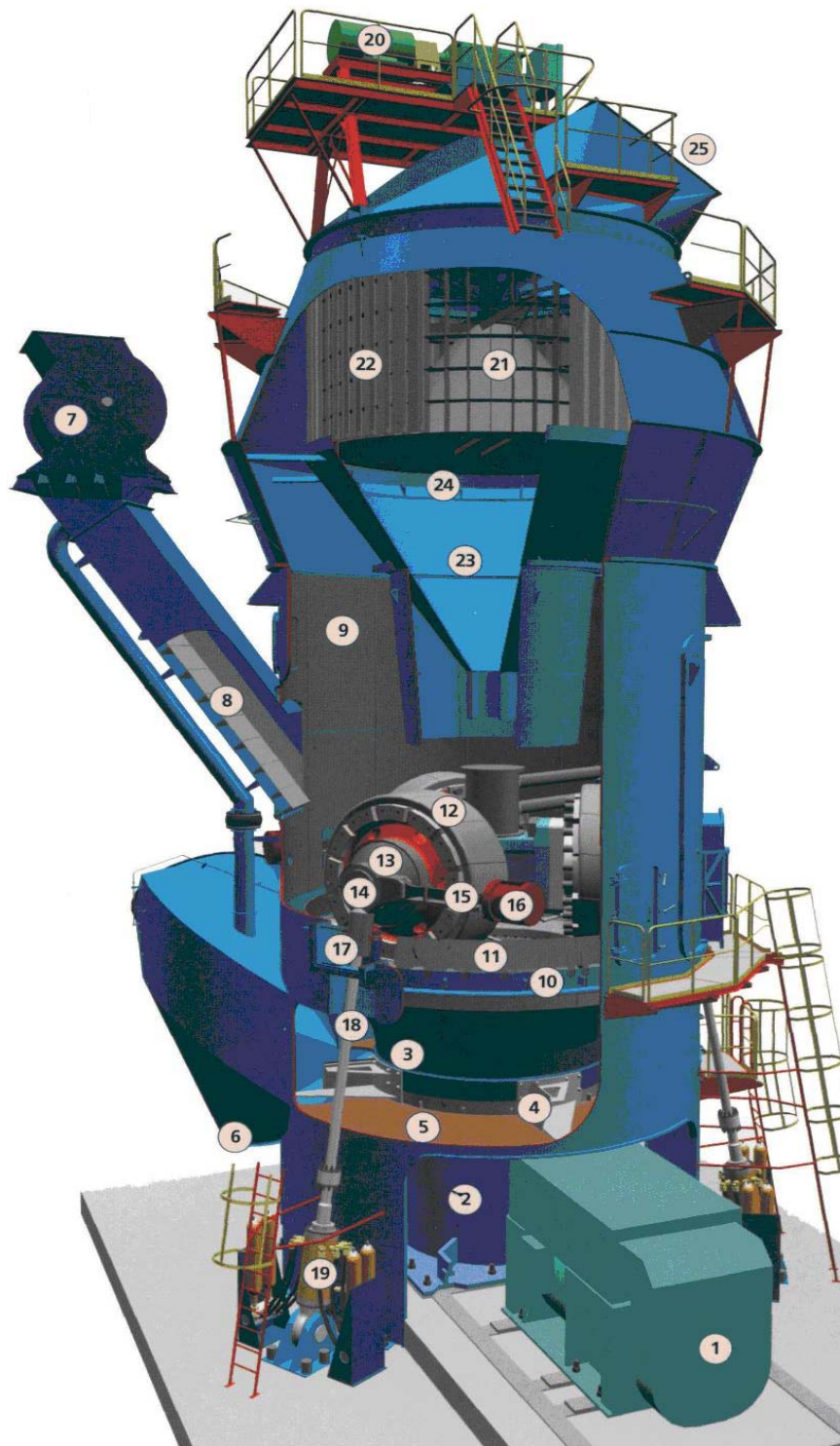
□ انتخاب نوع مناسب

انبار مواد خام جهت ذخیره سازی و همگن سازی اولیه مخلوط مواد قبل از ورود به آسیاب در نظر گرفته می شود . با توجه به آنالیز متوسط مواد و محاسبات سیمان سازی ، ترکیب سه ماده معدنی جهت حصول مخلوط مناسب برای تولید سیمان ضروری است ، لذا بمنظور جلوگیری از تغییرات شدید آنالیز مواد ورودی به آسیاب مواد ، سالن مخلوط مواد پیش بینی می شود .

نحوه ذخیره سازی مواد در سالن مواد به سه دسته کلی ، مدور (Circular) ، سری (In-Line) و موازی (Paralell) تقسیم بندی می شود که با توجه به جدول مقایسه ای زیر ، از روش دپوی سری (In - line) استفاده خواهد شد . ریزش مواد در سالن (Stacking) نیز بصورت لایه به لایه (Chevron) و برداشت آن بصورت عمودی پیش بینی می شود . طریقه برداشت مواد از توده های ذخیره (Reclaiming) عمدتاً با سه نوع چرخ کاسه ای (Bucket – Wheel reclaimer) ، پاروئی یا زنجیری (Scraper) و یا دیسکی (Disc Type) می باشد . نوع دیسکی کاربرد بسیار کمی دارد و از میان دو نوع دیگر با توجه به اینکه نوع پاروئی قابلیت کار در دو جهت را دارا می باشد و همچنین امکان تغذیه سالن را با تناژ یکنواخت فراهم می آورد برای ریکلایمر انتخاب می شود .

آسیاب مواد خام





آسیاب مواد خام

مقدمه

امروزه تعداد زیادی سیستمهای مختلف جهت خشک کردن و آسیاب نمودن بصورت جداگانه و یا ترکیبی تا سیس گردیده اند. جهت انتخاب مناسبترین سیستم علاوه بر دانستن درصد رطوبت بایستی اطلاعات جامع پیرامون ویژگیهای مواد داشته باشیم که عبارتند از:

۱. ابعاد مواد (FEED LUMP SIZE)
۲. آسیاب شوندگی (GRINDABILITY)
۳. درصد رطوبت (MOIST CONTENT)
۴. سایش (ABRAISIVENESS)
۵. نرمی مورد نیاز (BURNABILITY)
۶. ویژگیهای خشک شدن (DRYING PROPERTIES)

بعلاوه قیمت ماشین آلات، هزینه ساختمان، فضای مورد نیاز، سهولت سرویس و نگهداری و غیره را نیز بایستی در نظر گرفت و ضمن برآوردهای جامع اقتصادی مناسبترین سیستم را از میان آسیابهای مختلف انتخاب نمود.

□ انواع آسیابها

آسیابها (چه سیمان چه مواد خام) به دو نوع مختلف :

آسیابهای گلوله ای (TUBE MILLS) و

آسیابهای غلطکی (ROLLER MILLS)

تقسیم میشوند که هر کدام از آنها را بطور مفصل در زیر توضیح میدهیم.

آسیابهای گلوله ای (TUBE MILLS)

اساس کار این نوع آسیاب این است که مواد جهت نرم شدن از میان محفظه ای استوانه ای که حول محور افقی خود حرکت دورانی انجام میدهد و حاوی مقداری مواد آسیاب کننده (GRINDIN MEDIA) می باشد، می گذرند. این مواد ۳۰-۲۵ درصد حجم مفید داخلی آسیاب را اشغال می کنند. سطح داخلی آسیاب جهت جلوگیری از ساییده شدن بوسیله زره های ضد سایش پوشانده شده است. کار نرم شدن مواد ممکن است در یک مرحله یا چند مرحله انجام گیرد. بعبارت دیگر آسیاب ممکن است تکخانه ای بوده و یا به دو یا سه خانه تقسیم شده باشد. انتخاب گلوله ها از نقطه نظر جنس، ابعاد و شکل، بسته به نوع آسیاب، ابعاد خوراک، قابلیت نرم شدن و دانه بندی دارد. دوران آسیاب باعث میشود تا محتویات آن که مخلوطی از گلوله و مواد است تحت تاثیر اصطکاک سطح و نیروی گریز از مرکز تا ارتفاع معین بالا رفته و از آنجا سقوط کنند. مسیر حرکت گلوله ها به هنگام سقوط تقریباً سهمی می باشد. مواد بر اثر ضربه و اصطکاک بین گلوله ها و زره ها پودر می شوند. مواد پودر شده از انتهای آسیاب بصورت

مکانیکی توسط الواتور و یا به همراه جریان گاز خارج می کردند. شکل نشان داده شده مقطع طولی یک آسیاب گلوله ای از نوع DOUBLE ROTATOR را نشان می دهد. در خانه اول خرد شدن بیشتر بر اثر ضربه (IMPACT) صورت می پذیرد. زره های تعبیه شده در این قسمت بگونه ای طراحی و نصب می شوند که بتوانند به صورت بالابر LIFTING LINER عمل نمایند. بطوریکه گلوله ها به اندازه کافی بالا رفته و هنگام سقوط ضربات شدیدی بر بستر مواد خشک وارد می آورند.

خانه اول با مخلوطی از گلوله های فولادی به قطر ۵۰-۱۰۰ میلیمتر شارژ میشود. وزن مخصوص این گلوله ها (SPECIFIC GRAVITY) بین ۷/۸-۷/۹ tons/m³ و دانسیته حجمی آن حدود ۴/۵۵ tosm/m³ می باشد. دانسیته حجمی با قطر گلوله ها بطور جزئی تغییر میکند. سختی گلوله ها بسته به جنس و نحوه ساخت آن متفاوت و بین ۵۵-۶۰ RC تغییر مینماید. در این آسیاب مواد پس از عبور از خانه اول از طریق سوراخهای بزرگی که در بدنه آسیاب تعبیه شده اند تخلیه شده و بوسیله الواتور به سپراتور برده می شوند. در آنجا مواد نرم (محصول نهایی آسیاب) جدا شده و مواد زبر به خانه دوم جهت نرم شدن بیشتر هدایت میگردد. این خانه بگونه ای تجهیز شده که بتواند عمل نرم کردن مواد را هر چه بهتر انجام دهد. مواد به موازات حرکت در این خانه نرمتر شده و علاوه بر آن ابعاد گلوله ها هم کاهش می یابد. این طبقه بندی گلوله ها در نتیجه نصب نوعی زره که به آن CLASSIFYING LINERS میگویند صورت میگیرد. این زره ها به صورت پلکانی در جهت حرکت مواد نصب شده و باعث میشود تا گلوله های درشت در ابتدای خانه دوم تجمع کرده و در جهت حرکت مواد به سمت مرکز آسیاب اندازه آنها کاهش پیدا می کند. بر خلاف خانه اول COARSE GRINDING که به خاطر وجود زره های بالابر، خرد شدن مواد بیشتر توسط ضربه ناشی از سقوط گلوله های درشت صورت می گیرد، در این خانه FINE GRINDING، نرم شدن عمدتاً بر اثر سایش گلوله ها بر روی یکدیگر و نیز بر روی زره ها انجام میشود (RUBBING ACTION). همانگونه که در شکل دیده میشود رطوبت زدایی مواد قبل از ورود به خانه اول و در خشک کن ۳ انجام میشود. این محفظه به صفحات بالابر مجهز بوده که ضمن پخش کردن مواد در مسیر جریان گاز باعث بهبود شرایط انتقال حرارت بین ماده مرطوب و گاز داغ می گردند. این صفحات SCATTERING LIFTER PLATE در ضمن از چسبیدن مواد به بدنه آسیاب CAKIG جلوگیری به عمل می آورند. انواع مختلف سیستمهایی که در آن کار خشک کردن و آسیاب نمودن توأماً صورت می گیرند وجود دارد. از میان آنها سیستم بسته CLOSED CIRCUIT که در آن مواد درشت منظمآ در سپراتور جدا شده و به آسیاب برگشت داده میشوند، بیشترین کاربرد را دارند. انتقال مواد از آسیاب به سپراتور می تواند بوسیله جریان گاز AIR-SWEPT MILL و یا با استفاده از وسایل مکانیکی (الواتور) صورت پذیرد. آسیابهای DOUBLE-ROTATOR نوع خاصی از این آسیابها هستند.

• آسیابهای AIR-SWEPT

همانگونه که در شکل ملاحظه میشود، ساختمان این آسیاب شامل یک خانه جهت خشک کردن مواد (۱) و یک خانه برای آسیاب کردن می باشد. جریان گاز داغ از طریق (۳) وارد آسیاب شده و مواد را که از راه کانال (۴) وارد میشوند به همراه خود به داخل آسیاب می برد. پس از خرد شدن تمام مواد، مجدداً گاز از طریق (۵) آسیاب را ترک می کند. بخشی از گاز می تواند از راه (۶) وارد سیستم شود. هدف از اینکار تقویت جریان گاز به منظور حمل مواد می باشد. نظر به اینکه در این آسیابها تنها از یک خانه جهت آسیاب کردن مواد استفاده میشود ابعاد خوراک نایبستی بیشتر از ۳۰ میلیمتر باشد. ویژگی این آسیابها امکان استفاده از مقادیر زیاد گاز جهت خشک کردن مواد می باشد. از

طرفی نظر به اینکه انتقال مواد توسط گاز صورت میگیرد و ضمناً مقاومت مسیر در برابر جریان گاز زیاد است، بایستی از فنهای پر قدرت در سیستم استفاده شود. انرژی مورد نیاز جهت حمل مواد بسته به ابعاد اولیه خوراک، آسیاب شوندگی و نرمی محصول نهایی بین ۴-۷ kwh به ازاء هر تن محصول تغییر می کند، که در مقایسه با سیستمهای دیگر که در آنها از الواتور جهت انتقال مواد استفاده میشود، ۱۲-۱۰ درصد افزایش نشان می دهد. از طرف دیگر در صورتیکه درجه حرارت گاز به اندازه کافی بالا باشد این نوع آسیابها از توان خشک کنندگی بسیار بالایی برخوردار خواهند بود بطوریکه اگر از گازهای خروجی از پیش گرمکن استفاده شود، میتوان موادی با ۸ درصد رطوبت را خشک کرد. در صورت نصب مشعل کمکی این رقم به ۱۵ درصد میتواند برسد و در آسیابهای کوچک درصد رطوبت میتواند تا ۲۰ درصد هم باشد.

شکل صفحه بعد فلودیگرام واحدی را که در آن از این نوع آسیاب استفاده شده است، نشان میدهد. مواد از بونکر پس از توزین و اختلاط مناسب وارد آسیاب می شوند. روتاری ولو (۳) به منظور جلوگیری از نفوذ هوای خارج به داخل آسیاب تعبیه گردیده است. مواد پس از خشک شدن از طریق دیافراگم به تنها خانه آسیاب وارد می شوند. گازهای خروجی از پیش گرمکن حرارت لازم را جهت خشک کردن مواد تامین میکنند. مواد پس از آسیاب شدن با جریان گاز به سپراتور استاتیک (۵) رفته و در آنجا مواد درشت جدا شده از طریق مسیر (۶) به ابتدای آسیاب برگردانده میشوند. مواد نرم یا محصول نهایی آسیاب در الکترو فیلتر (۷) ته نشین میگردند. حرکت گاز و مواد در سیستم توسط فن (۸) تامین میگردد. بخشی از گاز پس از فن از طریق مسیر (۹) به ورودی آسیاب برگشت داده می شوند. قسمتی هم به خروجی برمیگردد تا همانطور که قبلاً گفتیم کار حمل مواد را به سپراتور تقویت نماید. در مواقعی که آسیاب متوقف است، گاز خروجی از کوره از راه (۱۲) مستقیماً به الکترو فیلتر فرستاده می شود. قبل از آن درجه حرارت و نقطه شبنم در برج شماره (۱۵) طوری تنظیم می شود که برای غبارگیری در الکترو فیلتر مناسب باشد. از آنجا که فشار داخل سیستم منفی است جهت جلوگیری از نفوذ هوای بیرون به داخل سیستم تمام مسیر گاز اعم از کانالها، روتاری والو، الکترو فیلتر، دریچه های بازدید و غیره بایستی که آب بندی باشند. لی اوت و تجهیزات واحد آسیاب میتواند با توجه به نیازهای موجود تغییر کند. در صورتیکه بجای گازهای داغ کوره از گاز تولید شده در مشعل کمکی استفاده شود، همانگونه که در دیافراگم دیگر نشان داده شده است، بهتر است همان مقدار گاز وارد الکترو فیلتر شود که در مشعل تولید شده است. در این واحد بخشی از مواد در سیکلونهای (۷) و قسمتی دیگر در الکترو فیلتر (۱۰) ته نشین میگردند. فن شماره (۹) که بالای سیکلونها نصب شده است، یک قسمت از گاز را به الکترو فیلتر می فرستد تا به کمک فن (۱۱) در اتمسفر تخلیه گردد. قسمت اعظم گاز قبل از الکترو فیلتر سیرکوله شده به آسیاب برمیگردد تا به همراه گاز تولید شده در مشعل کار حمل مواد را در سیستم انجام دهد. عیب این سیستم نصب به واحد قبلی افزایش هزینه ناشی از نصب سیکلونها و فن دوم می باشد و مزیت آن کاسته شدن از حجم الکترو فیلتر است که از این راه صرفه جویی قابل ملاحظه ای صورت می پذیرد. بعلاوه در این حالت الکترو فیلتر تحت مکش کمتری کار می کند. مزایای این نوع آسیابها علاوه بر قابلیت کاربرد آن برای مواد با رطوبت زیاد، سادگی طرح، راهبری و تعمیرات آسان است. بعلاوه سیستم کنترل آن نیز خیلی ساده می باشد. کنترل میزان خوراک از راه تثبیت اختلاف فشار گاز بین ورودی و خروجی صورت می پذیرد. نصب فن پر مصرف و محدود بودن خوراک از نقاط ضعف آن می باشد. سرعت گاز در این آسیابها ۳-۸ m/sec و مقدار ذرات جامد در گاز بین آسیاب و سپراتور استاتیک ۱۵۰۰ grams/cm³ و حدود ۲۵۰-۳۰۰ grams/cm³ بعد از سپراتور می باشد. فشار استاتیک فن آسیاب بایستی بین ۵۵-۶۵ mbar باشد. سرمایه گذاری اولیه هم در این نوع آسیابها کمتر از انواعی است که در آنها تخلیه مواد با وسایل مکانیکی صورت می گیرد.

• آسیابهای غلطکی (ROLLER MILLS)

در نتیجه توسعه و تکامل کوره های مجهز به پیش گرمکن سیکلونی و ساخته شدن فولادهای مقاوم در برابر سایش، آسیابهای غلطکی هر چه بیشتر جای خود را در صنعت سیمان باز کرده اند. این آسیابها بخصوص جهت کار با موادی با آسیاب شونده گی خوب تا متوسط کاربرد دارند. موادی با ابعاد بزرگ و رطوبت بالا که بایستی توسط گازهای کم دما خشک و آسیاب شوند. نظر به اینکه علاوه بر مصرف انرژی کمتر فضای کمتری را اشغال می نمایند، جایگزین مناسبی برای سایر سیستمها می باشند. حمل مواد از آسیاب به سپراتور که در داخل آسیاب نصب میشود، مانند آسیابهای AIR-SWEPT توسط جریان گاز صورت می گیرد و بنابراین بر اساس کاربرد حجم زیاد طراحی میشوند. تعداد غلطکها در این نوع آسیابها بین ۲ تا ۴ متغیر بوده و کمپانیهای مختلف هر کدام طرح مخصوص به خود را دارند. غلطکها حول محورهای متصل به بازوهای آویخته، بر روی سینی افقی آسیاب حرکت دورانی انجام می دهند. این حرکت بر اثر دوران سینی انجام میگردد. در آسیابهای کوچکتر غلطکها توسط فنرهای مارپیچ به سینی آسیاب فشرده میشوند (SPRING TYPE) در حالی که در آسیابهای بزرگ این فشار توسط سیستم هیدرولیک تامین میگردد. ذیلا به تشریح مختصر برخی از انواع آسیابهای غلطکی می پردازیم.

• آسیاب فایفر (MPS-ROLLER BOWEL MILL)

تعداد غلطکها در این نوع سه عدد است. فشار لازم توسط سیستم هیدرولیک همزمان بر روی سه غلطک اعمال میگردد. مواد پس از توزین از طریق روتاری ولو آب بندی کننده و توسط یک شوت از کنار وارد آسیاب شده به وسط سینی میریزد. نیروی گریز از مرکز ناشی از دوران سینی مواد را به زیر غلطکها هدایت کرده و آنها پس از خرد شدن بطرف بیرون سینی پرتاب میگرددند. گازهای داغ که از طریق نازل رینگ تعبیه شده در پیرامون سینی وارد آسیاب میشوند، ضمن حمل مواد به سپراتور عمل خشک کردن مواد را هم بخوبی انجام میدهند. سپراتور از نوع دینامیک و مجهز به روتور قفسی AGE ROTOR بوده و حرکت دورانی آن بوسیله یک موتور هیدرولیکی تا مین میگردد. زبری و نرمی محصول را میتوان با تغییر دور سپراتور مطابق نیاز تنظیم نمود. مواد درشت به سینی برگشت داده شده و مواد نرم یا محصول نهایی آسیاب همراه با جریان گاز به فیلتر رفته و در آنجا جدا میگردد. چنانچه جریان گاز قادر به حمل ذراتی با ابعاد درشت نباشد، این مواد از طریق نازل رینگ به پایین سقوط کرده و از آنجا توسط جارویی که متصل به سینی است، از آسیاب خارج میگردد. طرح فایفر در مقایسه با سایرین سطح مقطع بیشتری دارد در نتیجه افت فشار گاز در آن نسبتا کمتر است. شکل این نوع آسیاب در صفحه بعد آورده شده است. برای نمونه در یک مورد با استفاده از مشعل کمکی موادی با ۱۸ درصد رطوبت آسیاب شده و رطوبت آن به ۷٪ درصد رسیده است. دمای گاز ورودی ۴۵۰ درجه سانتیگراد و خروجی ۱۰۵ درجه سانتیگراد بوده است. آسیابهای فایفر در صنعت سیمان جهت نرم کردن مواد خام، پودر کردن زغال سنگ و سیمان مورد استفاده قرار میگیرد. آنها در محدوده وسیعی از ظرفیت بسیار پایین تا t/h

۵۰۰ ساخته شده اند. قطر غلطکها در غالب آسیابهای فایفر بین ۲۵۰۰-۱۴۰۰ میلیمتر میباشد. زره غلطکها و سینی از جنس NI-HARD ساخته شده است. سختی این آلیاژها ۶۵۰ درجه HV (VICKERS) است.

مرحله ۱: آسیاب بدون شارژ و گاهی اوقات ۱۰-۵ درصد شارژ کامل بمدت ۱۲-۸ ساعت راه اندازی میشود و در این مدت بایستی کلیه قسمتهای فرعی بدون بار کار نمایند. ضمن این مدت سیستم اینتر لاکینگ (Interlocking) و دستگاههای مکانیکی و الکتریکی کنترل میگردد. کارکرد بیشتر از این مدت باعث صدمه زدن به بدنه و صفحات آسیاب میگردد.

مرحله ۲: آسیاب بمدت ۱۵۰-۱۰۰ ساعت با ۶۰-۵۰ درصد کل شارژ کار میکند. ترکیب شارژ از نظر قطر گلوله های فولادی مطابق پیشنهاد فروشنده میباشد. بعضی شرکتها برای جلوگیری از صدمه خوردن به صفحات بدنه برای اطاقچه اول حداکثر قطر گلوله را ۶۰ میلیمتر توصیه مینمایند.

مرحله ۳: آسیاب بمدت ۳۰۰-۲۰۰ ساعت با ۸۵-۷۵ درصد شارژ کامل کار میکند. در این مرحله قدرت مصرفی حدود ۸۵ درصد قدرت مصرفی با شارژ کامل میباشد.

مرحله ۴: آسیاب با شارژ کامل کار میکند. در این مرحله قدرت مصرفی با توجه به تولید آسیاب حدود ۹۵ درصد قدرت موتور خواهد بود.

در تمام مراحل فوق الذکر بایستی در هر توقف کلیه قسمتهای مکانیکی -الکتریکی سیستم شامل سیستم اینتر لاکینگ، روغنکاری، جریان مواد و غیرو با دقت کامل بررسی و نتایج کنترلها یادداشت گردد.

□ اشکال در سیستمهای سایش

در این قسمت به چند مورد از اشکالاتی که در سیستمهای سایش مواد خام و سیمان پیش می آید اشاره شده و راه حلهایی نیز مشخص گردیده است.

◆ ذرات درشت در محصول نهایی

این ذرات که از جنس محصول نهایی دستگاه میباشد معمولا در نمونه های ساعتی که بمقدار ۱۰-۱۰۰ گرم جهت نرمی محصول گرفته میشود چیزی را نشان نمیدهند. دلایل ممکنه در این رابطه بقرار زیر میباشد:

۱-شیارهای دیافراگم اول گشاد و فاصله بین صفحات دیافراگم زیاد است.

۲-مواد اولیه تغذیه به آسیاب در مواردی بیش از اندازه سخت است.

۳-ابعاد مواد اولیه تغذیه به آسیاب بیش از اندازه درشت باشد.

۴-انتخاب غلط ترکیب شارژ

۵-اطاقچه دوم و یا احتمالا اطاقچه اول بیش از اندازه کوتاه است.

- راه حل: قدم اول بررسی دیافراگم اول میباشد که با جوشکاری یا تعویض اصلاح خواهد شد. بعد از آن باید سنگ ورودی به آسیاب بررسی گردد و اگر بیش از اندازه درشت است اصلاح لازم در آسیاب سنگ یا کراشر ابتدایی صورت پذیرد. در صورتیکه این اقدامات مقدار این نوع ذرات را کاهش داد ، مقداری از شارژ اطاقچه دوم و احتمالا اطاقچه اول را با گلوله با قطر زیاد تعویض نمود. در این حالت مقدار کل شارژ اطاقچه نباید تغییر کند.

♦ کاهش تولید ساعتی آسیاب

کاهش تولید ساعتی آسیاب بدلائل زیر میتواند بوجود آید:

- ۱- مواد اولیه تغذیه آسیاب نسبت به فید معمولی خیلی سخت تر شده باشد که در نتیجه باعث پر شدن آسیاب و کاهش تولید ساعتی میگردد.
- ۲- ترکیب شارژ آسیاب در اثر سایش زیاد کاملاً بهم خورده باشد که در این حالت بایستی شارژ تخلیه و پس از سورت دو مرتبه به آسیاب ریخته شود.
- ۳- دیافراگمها یا سینه خروجی آسیاب مسدود شده باشد. در این حالت آسیاب را متوقف و شیارها را تمیز میکنند.
- ۴- ترکیب شارژ در اثر شکستن دیافراگم بهم خورده که بایستی شارژ تخلیه و پس از سورت و دانه بندی و تعمیر دیافراگم به آسیاب ریخته شود.
- ۵- کلوخه شدن مواد تغذیه به آسیاب.

♦ زبر شدن محصول آسیاب (زیاد شدن درصد باقیمانده روی الک)

شیار دیافراگم اول بیش از حد عریض شده است که بایستی دیافراگم تعویض گردد.

♦ نرم شدن بیش از اندازه محصول آسیاب (کم شدن درصد باقیمانده الک)

در مواقعی روی میدهد که تولید ساعتی آسیاب نقصان پیدا کند و بدین ترتیب محصول بیش از اندازه نرم میگردد.

♦ مسدود شدن شیارهای دیافراگم و سینه خروجی

قطعات فلزی همراه مواد اولیه مانند کلینکر - گچ - سنگ آهک و غیره باعث مسدود شدن شیارها میگردد. یا اینکه رطوبت مواد اولیه - مکش غیر کافی - ریز شدن شارژ آسیاب باعث مسدود شدن شیارهای سینه خروجی میگردد. در این صورت بایستی شارژ تخلیه و سورت گردد.

♦ پر کردن آسیاب

در اثر انباشت مواد اولیه در آسیاب صدای آسیاب ضعیف شده و باعث پر شدن آسیاب میگردد که ضمن آن تولید ساعتی کاهش و نرمی محصول افزایش پیدا میکند. دلایل پر کردن آسیاب به قرار زیر میباشد:

- ۱- تغذیه بیش از اندازه مواد اولیه به آسیاب
- ۲- مواد اولیه بیش از اندازه سخت باشد
- ۳- مسدود شدن شیارهای دیافراگم اطاقچه اول آسیاب
- ۴- کلوخه شدن و چسبندگی مواد اولیه در اطاقچه اول
- ۵- ساییده شدن بیش از اندازه گلوله های فولادی در اطاقچه اول

• راه حل: در صورت پر کردن بایستی فید آسیاب برای مدتی قطع گردد. در این مدت مواد اولیه جمع شده بتدریج از آسیاب خارج میگردد و وقتی صدای آسیاب به حد نرمال رسید دوباره مواد اولیه به آسیاب تغذیه گردد. در این مرحله بایستی فید آسیاب کمتر از حالت قبل گردد. اگر پس از مدتی مقدار تولید ساعتی و نرمی محصول تغییری نکرد دلیل پر کردن مربوط به تغذیه بیش از اندازه مواد اولیه (بندیک) میباشد. در صورتیکه پر کردن آسیاب ناشی از سختی مواد اولیه باشد و این سختی دایمی باشد بایستی از گلوله های با قطر زیاد در اطاقچه اول استفاده نمود. توجه شود که کل شارژ اطاقچه نباید زیادتر از مقدار تعیین شده باشد. در مورد بند ۳ بایستی دیافراگم کاملاً تمیز گردد.

در مورد بند ۴ باید گفت وقتی که مقدار آب همراه مواد اولیه از ۱-۵ درصد بیشتر گردد کلوخه شدن پیش می آید. اگر کلوخه شدن مربوط به عبور هوای گرم جهت خشک کردن مواد اولیه باشد تغذیه به آسیاب و در نتیجه تولید آسیاب را کاهش می دهیم تا ونتیلاسیون و عبور هوای گرم بخوبی انجام گیرد و آبهای موجود در مواد اولیه تبخیر شده از آسیاب خارج گردد. اثر خنک کنندگی فن مکنده جزیی میباشد. سرعت جریان هوا نباید خیلی زیاد باشد چون در آنصورت ذرات درشت تر از آسیاب خارج میگردد. در سیستمهایی که هوای خروجی از آسیاب از داخل فیلتر عبور داده میشود برای جلوگیری از کندانسه شدن بخار آب بایستی فیلتر و لوله های ارتباط آن ایزوله و قبل از راه اندازی آسیاب سیستم غبار گیر کاملاً گرم شود.

♦ خالی شدن آسیاب

این اشکال نقطه مقابل پر کردن آسیاب میباشد و طی آن صدای آسیاب شدید، مواد اولیه در اطاقچه اول خیلی کم و نرمی مواد خیلی زیاد میگردد. دلایل ممکنه عبارتند از:

۱- تغذیه مواد اولیه به آسیاب کافی نمیشد

۲- شیارهای دیافراگم اول خیلی عریض شده است

۳- مواد اولیه نسبت به قبل نرمتر است

۴- شارژ موجود در اطاقچه مربوط به سایش نرم خیلی درشت است

• راه حل: تغذیه مواد اولیه به آسیاب را افزایش میدهیم تا صدای آسیاب دوباره نرمال گردد. اگر مقدار تولید ساعتی و نرمی به حالت نرمال برسد مشخص میگردد که عیب مربوط به تغذیه غیر کافی (بندیک) میباشد. اگر با نرمال شدن صدای آسیاب مواد خروجی زبر باشد اشکال به ردیفهای ۲ و ۳ و ۴ بر میگردد. در مورد ردیف ۲ صفحات دیافراگم باید تعویض گردد. در ردیف ۳ اگر نرم بودن مواد اولیه دایمی باشد بایستی گلوله های درشت را خارج و بهمان اندازه گلوله های با قطر کمتر ریخت. در ردیف ۴ بایستی شارژ مربوط به اطاقچه آخر تعویض گردد.

□ برخی اطلاعات آماری

تبدیل مواد خرد شده در سنگ شکن به مواد نرم با نرمی پائین تر از 200 میکرون توسط آسیاب مواد خام می باشد از آنجائی که حدود 75 درصد کل انرژی الکتریکی در یک کارخانه سیمان صرف خردایش آسیاب مواد و کلینکر می شود ، انتخاب نوع مناسب آسیاب از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد .

از میان عواملی که قبلاً در مورد سختی مواد بحث شد ، دو عامل مربوط به مشخصات فیزیکی مواد و شرایط محلی می باشد . در مورد سختی مواد و همچنین Girndability ، آزمایشات تکنولوژی بصورت کامل انجام نشده

است ، اما بر اساس مشاهدات محلی و همچنین آزمایشات انجام شده توسط دانشگاه تهران ، مواد اولیه مورد استفاده طرح سیمان برازجان دارای سختی زیاد نبوده و امکان امکان استفاده از آسیاب غلطکی وجود دارد . لذا با به جدول مقایسه ای زیر ، آسیاب مواد غلطکی برای طرح سیمان برازجان استفاده شده است .

ترکیب رولپرس و آسیاب گلوله ای	آسیاب غلطکی	آسیاب گلوله ای با جدا کننده و تفلیه از وسط	آسیاب گلوله ای با جدا کننده و تفلیه از انتها	آسیاب گلوله ای با جریان هوا	عوامل موثر در انتخاب
125	95	115	110	100	هزینه خرید و نصب ماشین آلات
120	70	110	110	100	هزینه سافتمان
17-18	12-16	15-20	15-20	20-25	مصرف انرژی KWh/t
120	80	120	120	100	هزینه تعمیرات و نگهداری
%6	%20	%8	%5	%12	مداکثر رطوبت قابل قبول مواد
30	70	25	25	25	مداکثر درشتی قابل قبول مواد (mm)
مناسب	نا مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسبت نسبت به سفتی مواد
زیاد	زیاد	کم	کم	متوسط	مد مشکلات نگهداری و بهره برداری

□ محاسبه ظرفیت

۱ - ظرفیت آسیاب

با توجه به اینکه گازهای خروجی از کوره جهت خشک کردن مواد وارد آسیاب مواد می شود ، لذا بمنظور افزایش راندمان حرارتی کوره و کاهش تلفات آن ، زمان کارکرد آسیاب مواد می بایست قابلیت کارکرد معادل کوره یعنی 24 ساعت در شبانه روز را دارا باشد معذالک جهت اطمینان از جوابگوئی به نیاز کوره و جلوگیری از توقف های احتمالی کوره در اثر خراب شدن آسیاب ، ظرفیت آن معمولا بر اساس 17 ساعت کار درز روز محاسبه می شود بنا بر این ظرفیت آسیاب برابر خواهد بود با :

$$\frac{3000 \times 1.6}{17} \times 1.05 = 300 \text{ ton/hr}$$



با توجه به آنالیز مواد ، از سه بونکر مخلوط مواد ، آهک تیترا بالا (آلوپوم راهدار) و آهن ، جهت تنظیم مواد و ورودی به آسیاب استفاده می شود .

❖ ظرفیت بونکر سیلوی مخلوط مواد خام حدود 4 ساعت کارکرد آسیاب و با احتساب وزن مخصوص 1.5 ton/m^3 معادل :

$$\frac{300 \times 4}{1.5} = 800 \text{ m}^3 \text{ محاسبه می شود .}$$

❖ ظرفیت بونکر آهک تیترا بالا ، با احتساب حداکثر 10% خوراک آسیاب و تامین ذخیره به میزان 40 ساعت

$$\frac{40 \times 300 \times 0.1}{1.5} = 800 \text{ m}^3 \text{ برابر است با :}$$

❖ ظرفیت بونکر آهن با توجه به فاصله معدن تا کارخانه و بمنظور تامین ذخیره کافی ، برای مصرف حدود 5 روز و متوسط معادل 3٪ مواد ورودی با دانستیه 3.5 ton/m^3 برابر خواهد بود با :

$$\frac{300 \times 0.03 \times 24 \times 5}{3.5} = 300 \text{ m}^3$$

با در نظر گرفتن راندمان تخلیه و با احتساب حجم مفید معادل ارقام محاسبه شده فوق قطر بونکر های مخلوط و آهک 8 متر و ارتفاع آن معادل 22 متر محاسبه می شود . بونکر سنگ آهن نیز به قطر حدود 5.5 متر و ارتفاع 14 متر محاسبه می شود . توضیح اینکه ، به دلیل استفاده از یک باند مشترک برای تغذیه ها پره های سه گانه فوق و از طرف دیگر لزوم استفاده از این باند در حدود هر 4 ساعت برای تامین مواد Mix آسیاب مواد ، ظرفیت بونکر های مواد و تصحیح کننده به نحوی پیش بینی شده است تا حداقل حدود 2 روز مصرف آسیاب تامین شده باشد ، تا نیازی به توقف های پی در پی باند مذکور و همچنین استفاده از سنگ شکن نباشد. تغذیه سنگ آهن نیز بر طبق فلوشیتهای تهیه شده ، با استفاده از یک هاپر ، و یکدستگاه Vibrating Feeder انجام می شود . هاپرو فیدر مذکور در مسیر نوار خروجی از ریکلایمر قرار گرفته و مستقیماً سنگ آهن وارد بونکر مربوطه می شود . ظرفیت هاپر حدود 30 m^3 و ظرفیت فیدر برابر 100 ton/hr پیش بینی می شود

□ اطلاعات آماری در مورد نوارهای تغذیه

✓ فیدر مخلوط مواد
ظرفیت فیدر بونکر مخلوط مواد برای تغذیه کامل آسیاب و با احتساب ضریب اطمینان 10% معادل 330 تن در ساعت محاسبه می شود .

✓ فیدر سنگ آهک تیترا بالا
ظرفیت فیدر آهک تیترا بالا ، با توجه به میزان نیاز آن حدود 60 ton/hr محاسبه می شود .

✓ فیدر سنگ آهن

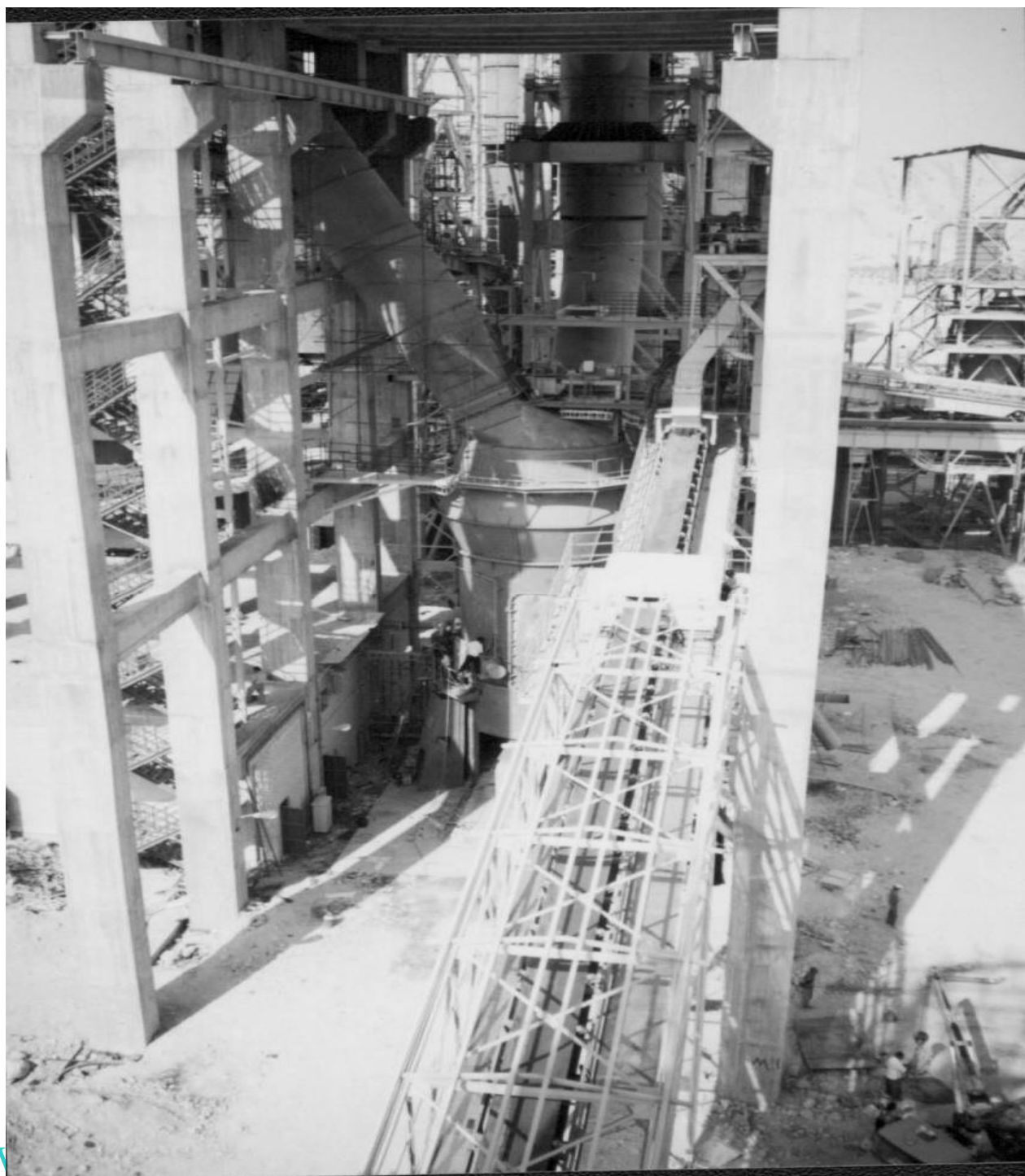
ظرفیت فیدر تغذیه سنگ آهن تا 5% میزان مواد ورودی به آسیاب منظور می شود . بنا بر این حداکثر ظرفیت آن برابر خواهد بود با : 15 ton/hr

عرض کلیه نوارهای تغذیه با توجه به ابعاد خروجی بونکر های مواد برابر 1000 میلیمتر انتخاب می شود .

□ نوار نقاله تغذیه آسیاب

تسمه نقاله مواد را از سیلو های سه گانه به آسیاب مواد می فرستد. ظرفیت این نوار با توجه به سه عامل ذیل محاسبه می شود .

- ◆ تغذیه آسیاب مواد
- ◆ کالیبراسیون نقاله های تغذیه
- ◆ مواد برگشتی از الواتور



با ملحوظ نمودن موارد فوق ظرفیت این باند معادل 500 تن در ساعت و عرض آن با توجه به عرض نوار نقاله های زیر بونکر های مواد حداقل برابر 1000 میلی متر انتخاب می شود .

□ اطلاعات آماری در مورد خط برگشت مواد از آسیاب

خط برگشت مواد از آسیاب با احتساب حدود 25% تا 30% ریزش معادل 100 تن در ساعت بر آورد می گردد . خط برگشتی شامل یک دستگاه نقاله زنجیری و یک دستگاه الواتور می باشد .

انتقال مواد به سیلوها

برای انتقال مواد به سیلو های مواد روش های مختلفی وجود دارد که اهم آنها به شرح زیر می باشد :

الف - انتقال مواد توسط بالابر

ب - انتقال مواد توسط ایرلیفت

◆ انتقال مواد توسط بالابر

در این روش مواد پودر شده توسط ایراسلاید به الواتور تغذیه می گردد و عمل تغذیه سیلو های مواد با بالا بر انجام می گیرد .

با توجه به مقدار مواد که حدود 300 تن در ساعت می باشد و نیز در نظر گرفتن ارتفاع سیلو ها هزینه تعمیرات و نگهداری قابل توجه می باشد و لذا برای ظرفیت مورد نظر معمول نبوده و توصیه نمی گردد هر چند که هزینه سرمایه گذاری اولیه در مقایسه با سایر روشها کمتر می باشد .

◆ انتقال مواد توسط ایرلیفت

در این روش مواد توسط ایراسلاید به ایرلیفت تغذیه می گردد ، حمل مواد به سیلو ها توسط یکسری دمنده (Blower) تامین می شود . در این روش هزینه سرمایه گذاری اولیه در مقایسه با روش الف بالا تر بوده لیکن از لحاظ هزینه تعمیرات و نگهداری و سهولت بهره برداری مقرون به صرفه تر می باشد و لذا در پروژه سیمان برازجان انتقال مواد توسط ایرلیفت انتخاب شده است . برای انتقال مواد 3 دستگاه دمنده هر یک به ظرفیت 160 متر مکعب در دقیقه انتخاب شده که یکی از آنها به حالت رزرو خواهد بود .

سیلو های مواد خام (اختلاط نهائی)

برای همگن نمودن و ذخیره مواد سائیده شده روشهای مختلفی وجود دارد که اهم آنها بشرح زیر می باشد :

۱- روش منقطع Batch

در این روش مواد سائیده شده و پس از پر شدن سیلو، توسط سیستم هوادهی این مواد را با هم مخلوط می کنند. پس از انجام اختلاط کامل مواد به سیلو های ذخیره منتقل شده و از آنجا برای تغذیه کوره استفاده می گردد. در این روش حداکثر اختلاط ممکن صورت خواهد گرفت و بطور کلی فرصت آن وجود دارد که مواد مورد نظر اصلاح شده و سپس مصرف گردد ضریب اختلاط در این نوع سیلو ها به 1.15 می رسد. این روش بیشتر در مواقعی به کار گرفته می شود که ترکیبات شیمیائی مواد اولیه دارای اختلافات زیادی باشد.

۲- روش سیلو به سیلو

این روش یکی از قدیمی ترین روشهای اختلاط می باشد و فرم ساده آن به این ترتیب می باشد که مواد در سیلو های مختلف نسبتاً کوچک ریخته شده و سپس با تخلیه هر یک از سیلو ها و وارد کردن آن به سیلوی دیگر عمل اختلاط انجام خواهد گرفت و با تکرار این عمل می توان عمل مخلوط نمودن را تا حد مورد نظر ادامه داد. سرمایه گذاری اولیه و هزینه بهره برداری از این نوع سیلو ها زیاد بوده و تقریباً منسوخ شده می باشد. بعضی از سازندگان این روش را با تغییراتی دوباره در بعضی کارخانه ها بکار گرفته اند و بجای جابجائی مواد در سیلو ها (سیلو به سیلو کردن) از هر سیلو مقدار معینی بر حسب نتیجه آنالیز مواد از هر سیلو گرفته و برای تغذیه کوره فرستاده می شود.

۳- روش مداوم

در این روش فرض اثبات شده بر این است که در صورت تخلیه مواد از کف یک سیلو، مواد خروجی به ترتیب از طبقات زیرین نبوده بلکه از طبقات بالا نیز مواد همراه مواد تحتانی از سیلو خارج می گردد. بنا بر این مواد خروجی از سیلو مخلوطی از مواد وارد شده در سیلو است. در این نوع سیلو ها همزمان با ورود مواد به سیلو می توان سیلو را تخلیه نمود. بدیهی است در این سیستم درصد اختلاط نمی تواند در حد روشهای قبلی باشد ولی حجم سرمایه گذاری و بهره برداری از آنها بسیار کمتر می باشد. نظر به اینکه مواد انتخاب شده برای کارخانه سیمان برازجان دارای نوسانات شدید نمی باشد و از طرفی بخشی از عملیات همگن سازی در سالن ذخیره مواد (حدود 1.8 یا 1.10) صورت می پذیرد. استفاده از این نوع سیلو ها منطقی به نظر می رسد. لازم به توضیح است که طراحان و سازندگان سیستم های اختلاط مواد با تجربه و آزمایشهای مختلف بر روی این سیستم از نظر نسبت قطر به ارتفاع سیلو و همچنین نحوه پر کردن و تخلیه از آن بازدهی این نوع سیلو ها را تا حد زیادی بالا برده و حتی مدعی آن می باشند که نسبت اختلاط از 1.10 نیز تجاوز کرده است. آنالیز شیمیائی نمونه های گرفته شده آلوپیوم دشت راهدار و مارل منطقه راهدار و دالکی حاکی از آن است که میزان تغییرات مواد زیاد نیست و لذا می توان از روش مداوم استفاده نمود و نتیجتاً سیلو های مواد خام از نوع سیلوی مداوم استفاده شده است.

تغذیه کوره

مواد خروجی از سیلوهای مواد خام توسط ایراسلاید ها و بالابرها در مخزنی فلزی که بر روی یکسری Load cell نصب شده ذخیره می گردد. ظرفیت این مخزن 60 متر مکعب پیش بینی شده است. مواد خروجی از مخزن ذخیره سپس توسط شیر دوار خارج و پس از توزیع آن بوسیله ایرلیفت به بالای پیش گرمکن پرتاب می گردد با توجه به اینکه در جریان بهره برداری امکان خرابی و از کار افتادن مقطعی مسیر تغذیه به ایرلیفت تغذیه کوره وجود دارد یک مسیر

by-pass نیز از مخزن ذخیره پیش بینی گردیده که در مواقع اضطراری می توان از آن جهت تغذیه کوره استفاده نمود. سیستم تغذیه کوره ایرلیفت که مجهز به یکسری دمنده (Blower) می باشد انجام می گردد ، تعدادی از این دمندها بصورت Reserve پیش بینی گردیده است .

پیش گرمکن و کوره

□ مقدمه

باید گفت که عمل پخت و تشکیل فازها در سه مرحله صورت میگیرد: ۱. پیش گرمکن ۲. کوره ۳. خنک کن. وظیفه پیش گرمکن ، گرفتن رطوبت سطحی باقیمانده در مواد خام ، آب تبلور تجزیه مقدماتی سیلیکاتها و همچنین اکسینه کردن بخشی از کربناتهای موجود در مواد خام ، میباشد.

□ پیش گرمکن

پیش گرمکنهای سیکلونی معمولا از چهار طبقه سیکلون تشکیل شده است که مواد خام از طبقه سوم وارد آنها میگردد. از پایینترین قسمت پیش گرمکن ، گازهای گرم خروجی از کوره وارد پایینترین سیکلون میشوند، طرح سیکلونها طوری است که جریان گاز و مواد ایجاد محیط گردبادی و شناور مینمایند. بدلیل ایجاد این محیط بشدت بین گاز و مواد تبادل حرارت صورت میگیرد. قسمت تحتانی سیکلونها قیفی شکل میباشد و باعث جدا شدن ذرات جامد داغ شده از فاز گازی میشوند. در پایینترین قسمت پیش گرمکن محفظه ای بنام دستگاه تکلیس یا دستگاه پری کلسیناسیون قرار دارد که به شکل سیکلون می باشد و مجهز به چند مشعل است که باعث میگردد درصد بیشتری CO₂ از کربناتها آزاد و در نتیجه مواد پخته تر وارد کوره شده و بار حرارتی کوره کاهش می یابد. شوک بلاسترها هم دستگاههای کپسول ماندی هستند که به مشعلها یا گاها دیواره سیکلون فلنج میشوند و در مواقع لازم با فرستادن هوا از جمع شدن گردوغبار در دیواره سیکلون یا دهانه مشعل جلوگیری میکنند.

□ تاریخچه کوره دوار

اولین طرح و برنامه ریزی برای احداث کوره دوار احتمالا در سال ۱۸۷۷ میلادی شروع شده ولی اولین ثبت کننده اختراع این کوره ها Fredrick Ransome است که در دوم می ۱۸۸۵ در انگلستان به ثبت رسانید.

□ کوره با مشعل کمکی

با توجه به سیر صعودی افزایش کوره های جدید در پایان دهه ۷۰-۱۹۶۰ مشکلاتی در رابطه با آجر نسوز و تداوم آن در این کوره ها پیش آمد که عملا باعث میگردید قابلیت کار و بازده کوره های دارای ظرفیت بالا کاهش یابد. بدنبال عوارضی از این نوع بود که فکر محدود کردن ظرفیت کوره ها مطرح گردید. در همین زمان فکر کاهش بار حرارتی کوره ها نیز اوج گرفت و بدنبال آن سیستمهای پیش گرمکن دارای دستگاه کلسیناسیون (تکلیس) با مشعل کمکی مراحل آزمایش را با موفقیت پشت سر گذاشتند. نتایج حاصله فراوان بود از جمله اینکه : عمر آجر زیاد میشود، تشکیل

کوتینگ بهتر و یکنواخت تر است ، کوره یکنواخت تر کار میکند و توقفات کوره کاهش می یابد، بار حرارتی در منطقه پخت کم میشود، نهایتاً ظرفیت کوره بالا میرود و مصرف سوخت حدود 750 kcal/kg است.

□ مناطق داخل کوره و چگونگی پخت مواد

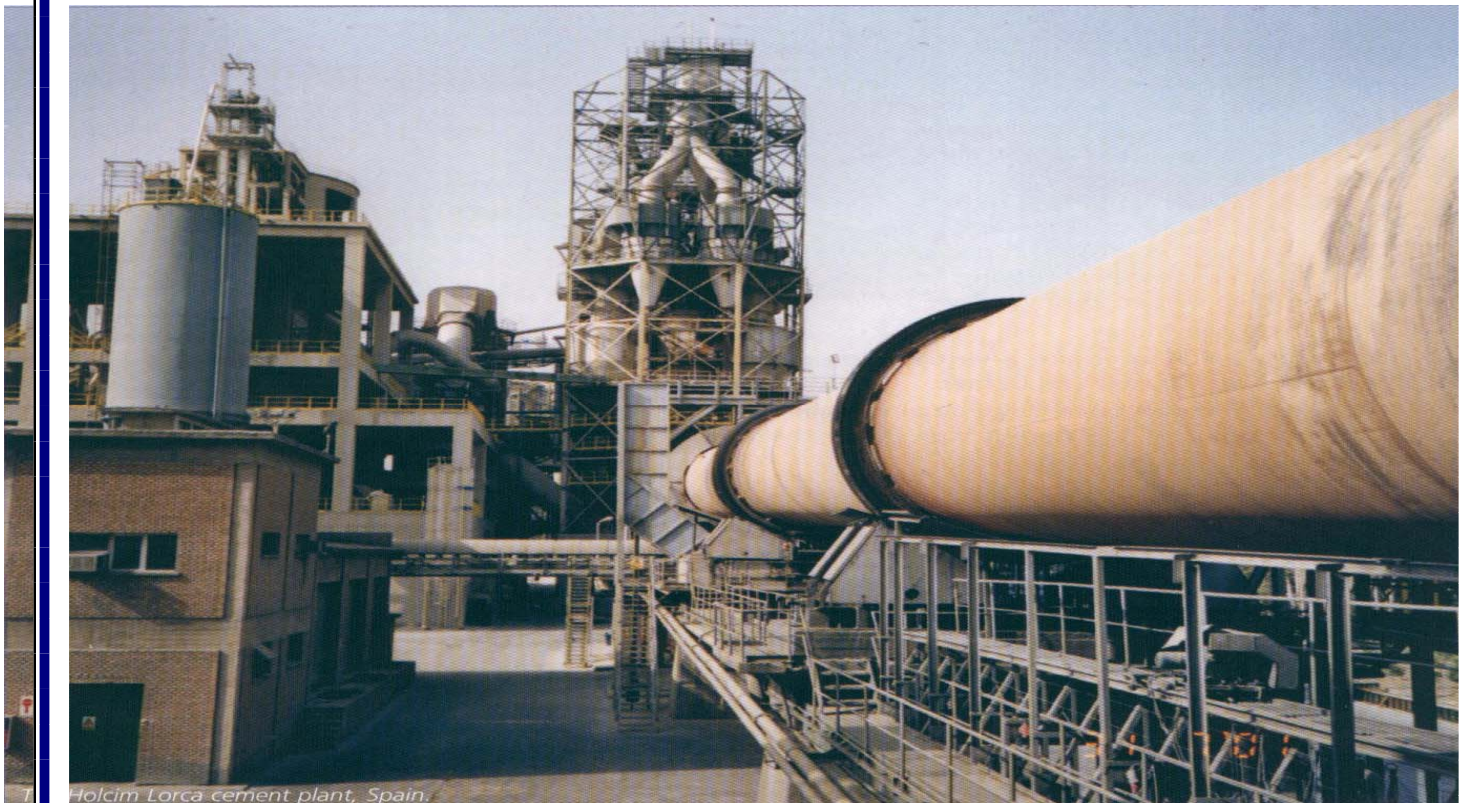
داخل کوره های دارای پیش گرمکن را به چند منطقه تقسیم مینمایند که اساس این تقسیم بندی فعل و انفعالات و تغییرات شیمیایی-حرارتی است که روی مواد جاری در داخل کوره انجام میشود. مواد خام ورودی به داخل پیش گرمکن و سپس کوره بدلیل تماس با گازها و نهایتاً شعله در ابتدای ورود ، آب سطحی و سپس آبهای کریستالی و مواد آلی و گیاهی موجود در خود را از دست میدهد و بمرور شروع به گرم شدن مینماید. از این مرحله به بعد ترکیبات سیلیکات موجود در مواد خام (خوراک کوره) که از طریق خاک رس وارد خوراک کوره گشته اند شروع به تجزیه شدن میکنند . سپس نوبت به تجزیه کربناتها (تکلیس) موجود در خوراک کوره میشود که بستگی به نوع سیستم درصدی از کربناتها در پیش گرمکن کلسینه میگردد. در صورتیکه سیستم کوره فقط دارای پیش گرمکن باشد این درصدها تا حدود ۴۰ می باشد و در صورتیکه دارای مشعل کمکی (سیستم تکلیس) باشد درصد کلسینه شدن مواد به بیش از ۹۰ درصد میرسد. این مراحل تا حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد است.

پس از مراحل فوق که تما ما در پیش گرمکن و دستگاه تکلیس صورت میگیرد، مواد خام(خوراک کوره) وارد کوره میگردد و در ابتدا عمل تکلیس کامل و تمام کربناتها تجزیه میگردند. سپس ترکیب اکسیدها با یکدیگر و تشکیل ترکیبات کلسیم-سیلیسیوم و کلسیم-آلومنیوم و ترکیب اکسیدهای مختلف با اکسید کلسیم شروع و ادامه می یابد. در این مرحله مواد تقریباً به شعله نزدیک شده اند و با پیشرفت تدریجی در جوار درجات حرارت بالاتر قرار میگیرند و با نتیجه مقداری از مواد بصورت فاز مایع در می آیند. در این شرایط است که ترکیبات اکسیدهای مختلف با یکدیگر (فازهای کلینکر) تکمیل شده و کلینکر سیمان حاصل میشود. پس از این مرحله مواد به مرور از مجاور شعله دور میگردند و بمرور خنک شده و کریستالی میگردند. شعله مشعل دارای درجه حرارتی حدود ۱۸۰۰-۱۷۰۰ میباشد که مواد داخل کوره در موقع مجاورت با شعله به درجه حرارت حدود ۱۴۵۰ درجه سانتیگراد میرسند که این درجه حرارت پخت کلینکر میباشد. کلینکر پخته شده پس از ترک منطقه پخت تا خروج از کوره مقداری سرد میشود و نهایتاً با درجه حرارت حدود ۱۲۰۰-۱۰۰۰ درجه سانتیگراد وارد خنک کن ها میشود.

□ برخی پارامترهای مربوط به کوره

الف-درجه پر بودن کوره

بخشی از حجم داخلی کوره بوسیله مواد خام با کلینکر جاری در کوره پر میشود که مقطع آن در شکل نمایش داده شده است. نسبت سطح این قطعه به سطح مقطع کوره بر حسب درصد بعنوان درجه یا درصد پر بودن کوره نامیده میشود. این نسبت بین ۱۷-۵ درصد نوسان دارد.



Holcim Lorca cement plant, Spain.

ب- شیب کوره

اغلب کوره های موجود دارای شیب ۲-۴ درصد نسبت به افق هستند. هر چقدر دور کوره کم باشد بایستی شیب بیشتر باشد و بالعکس برای دورهای بالا شیب کوره کمتر است.

پ- سرعت جریان مواد در کوره

روابط متفاوت و گوناگونی برای محاسبه سرعت جریان مواد در داخل کوره وجود دارد که از -- جمله آنها میتوان از رابطه دفتر امور معادن آمریکا که مربوط به زمان سیر مواد در کوره هاست استفاده نمود:

$$(t/F) = (1.77 * L * T^{0.5}) / (p * D * n)$$

که در آن :

t = زمان سیر مواد (دقیقه)

L = طول کوره (متر)

T = زاویه لغزش مواد بر روی سطح داخلی کوره (برحسب درجه) این فاکتور برای مواد خام سیمان ۴۰ میباشد.

P = شیب کوره (درجه)

D = قطر کوره (متر)

N = دور در دقیقه

F = ضریب اصطکاک موانع (مربوط به موانع احتمالی داخل کوره) در مورد کوره دارای مقطع یکنواخت این ضریب برابر ۱ است. با توجه به موارد فوق فرمول مذکور برای کوره بصورت زیر در می آید:

$$t = (11.2 * L) / (p * D * n)$$

□ انواع دیگر کوره ها با توجه به روش پخت کلینکر

از انواع روشهای تولید کلینکر که در مقدمه گزارش توضیح داده شده با توجه به ظرفیت تولید کارخانه روش خشک انتخاب شده است ، سیستم های پخت کلینکر در روش خشک به طور خلاصه به شرح زیر می باشد:

- کوره دوار بلند
 - کوره مجهز به پیش گرم کن ساده
 - کوره مجهز به پیش گرم کن با مشعل اضافی که این خود بر دو نوع می باشد :
- ۱- پیش گرم کن با مشعل اضافی که هوای مورد نیاز مشعل از داخل کوره عبور داده می شود که به نوع Air Through معروف می باشد .

۲- پیش گرم کن با مشعل اضافی که هوای مورد نیاز آن از خارج از کوره تامین می گردد و برای استفاده از انرژی حرارتی موجود در کلینکر پخته شده این هوا از کولر گرفته شده و به پیش گرم کن فرستاده می شود .
که با اختصار در ذیل در باره هر یک از موارد فوق توضیح داده می شود :

♦ کوره دوار بلند

در این سیستم مواد پودر شده داخل یک کوره دوار گردیده و کلیه مراحل خشک و گرم شدن مواد و کلسینه شدن (از دست دادن گاز کربنیک سنگ آهک) و بالا خره سینتره شدن و تولید کلینکر در کوره انجام می گیرد . در این روش ابعاد کوره بایستی طوری انتخاب گردد که امکان عملیات بالا در آن وجود داشته باشد .
این سیستم جز در موارد بسیار خاص و در کوره های با ظرفیت بالا منسوخ شده است . بعنوان مثال برای ظرفیت 3000 تن کلینکر در روز ابعاد کوره حدود 200 متر طول و 6 متر قطر خواهد داشت و روشن است که با روشهای بعدی که توضیح داده خواهد شد هم بلحاظ حجم سرمایه گذاری و هم بلحاظ بهره برداری و هزینه های بعد از بهره برداری قابل مقایسه نیست .

♦ کوره مجهز به پیش گرم کن نوع ساده

در این سیستم عملیات خشک و گرم شدن مواد و حتی قسمتی از کلسینه شدن مواد در یک پیش گرم کن ثابت انجام می گیرد . هر یک از سازندگان به نوعی این قسمت را طراحی و ارائه کرده اند که در بهترین فرم آن ها حد کلسینه مواد به 35 درصد می رسد بنا بر این قسمت عمده ای از کوره که در کوره دوار بلند برای کلسینه شدن مواد بایستی منظور شود ، حذف شده و کوره ابعاد کوچکتری خواهد داشت . حرارت مورد نیاز پیش گرم کن توسط مشعل اصلی که در خروجی کوره نصب می گردد تامین شده و گاز گرم خروجی از کوره وارد پیش گرم کن شده و در اثر همجواری با مواد ورودی به کوره حرارت خود را به مواد منتقل می نماید . ابعاد کوره با این نوع پیش گرم کن ها برای ظرفیت 3000 تن کلینکر در روز حدوداً برابر با 120 متر طول و قطر 5.5 متر .

♦ کوره با پیش گرم کن و با مشعل اضافی (Air Through)

این سیستم مطابق نوع قبلی و با این تفاوت که در مرحله آخر پیش گرم کن یک یا چند مشعل نصب می گردد و هوای مورد نیاز برای این مشعل ها از داخل کوره عبور داده می شود که حد کلسینه شدن مواد را بالا برده و به حدود 40-45 درصد می رساند .
در این روش چون هوای اضافی از داخل کوره عبور داده می شود و سرعت گاز و هوا در داخل کوره از حد معینی نمی تواند بیشتر باشد لذا قطر کوره تفاوتی نکرده فقط مقداری از طول آن کسر می گردد .
در حال حاضر از این روش بیشتر در کوره های موجود و در درجه اول برای بهتر کار کردن کوره با ظرفیت اسمی آن و یا چند درصد اضافه تولید به کار گرفته می شود .

♦ کوره با پیش گرم کن و مشعل اضافی و هوای خارجی

این سیستم مطابق با روش الف - ۳ - بوده با این تفاوت که هوای مورد نیاز از مشعل از خارج کوره تامین می گردد و جهت استفاده از هوای گرمی که از خنک کردن کلینکر های تولیدی بدست می آید هوای گرم خروجی از کولر توسط

یک کانال که در امتداد کوره تعبیه شده به قسمت پیش گرم کن انتقال می یابد . در این حالت چون محدودیتی برای تامین هوا نمی باشد کلیه مراحل خشک و گرم شدن مواد و کلسینه شدن تا حد 90 درصد و حتی بالا تر در قسمت پیش گرم کن انجام خواهد شد و چون حدود 60 درصد سوخت در قسمت پیش گرم کن مصرف می شود بار حرارتی کوره کم شده و طبیعتاً ابعاد کوچکتری خواهد داشت . ابعاد کوره در این سیستم حدود 67-70 متر طول و قطر 4.4 متر خواهد داشت لازم به توضیح است که سازندگان مختلف برای نصب مشعلهای اضافی سیستم های گوناگون را ابداع کرده اند (در کانال خروجی گاز از کوره ، سیکلون اضافی . . .) که جزو دانش فنی هر یک از سازندگان می باشد .

در مقایسه با سیستم های مختلف توضیح داده شده این روش دارای تکنولوژی بالا تری بوده و در ظرفیت های بالای 1500 تن کلینکر در روز توصیه آن قطعی است و برای ظرفیت های کمتر بایستی با سایر شرایط موجود مقایسه گردد . بنا بر این با توجه به موارد فوق الذکر کوره مورد نظر برای سیمان برازجان از نوع مجهز به پری کلسینر از نوع ردیف الف - ۴ - توصیه می گردد .

حداقل ابعاد کوره $D = 4.4 \text{ M}$ و $L = 67 \text{ M}$ متر با پیش گرم کن 5 مرحله ای پیش بینی شده است . کوره دارای سه تکیه گاه خواهد بود و دور کوره توسط یک موتور دور متغیر انجام خواهد پذیرفت . علاوه بر موتور اصلی برای کوره دو موتور کمکی پیش بینی شده که یکی از آنها برای شروع راه اندازی برقی در نظر گرفته شده و دیگری از نوع بنزینی خواهد بود که برای مواقع اضطراری و قطع برق مورد استفاده قرار خواهد گرفت .

□ سیستم سوخت رسانی

ابتدا از طریق دو دستگاه پمپ که یکی stand by است مازوت که توسط کامیون حمل شده ذخیره میگردد. این پمپها به همراه فیلتر میباشند. این مازوت تزریق شده وارد دو مخزن بزرگ میشود. در اطاق بویلرها دو بویلر روغن که یکی رزرو میباشد و نیز یک بویلر بخار وجود دارد. بویلرهای روغن مجهز به چشم الکترونیکی بوده و به محض اینکه داخل آن نور زیاد ایجاد شد عمل کرده و مشعل را جهت سوزاندن به کار میاندازند. روغن به همراه مازوت وارد مبدلهای حرارتی شده و بدینوسیله از طریق روغن مازوت گرم میشود. در مرحله اول فشار مازوت به bar_v میرسد و سپس مازوت به همراه روغن به قسمت پیلارد میرود و در آنجا به فشار 40 bar میرسد و بدینوسیله بعنوان نفت کوره وارد خط میگردد.

□ اطلاعات بیشتر

در حال حاضر سوخت مورد نظر برای کوره پخت مازوت پیش بینی شده است . مازوت حمل شده با کامیون توسط 2 دستگاه پمپ که یکی از آنها به حالت رزرو می باشد در مخازن ذخیره خواهد شد . لازم به یاد آوری است که در حال حاضر ظرفیت هر یک از مخازن 5000 متر مکعب پیش بینی شده که می تواند تکافوی نیاز حدود بیش از یکماه را بنماید . علیهذا ظرفیت قطعی ذخیره با توجه به شرایط و امکانات حمل سوخت بایستی توسط شرکت پخش مواد سوختی تعیین گردد تا بر اساس میزان ذخیره ، ظرفیت مخازن تعیین و اقدام شود . برای سوختن لازم است که دمای آن به حدود 110-120 درجه سانتی گراد برسد تا ویسکوزیته آن کاهش یابد و بتوان آن را پودر یا Atomize نمود . گرم کردن مازوت به روشهای مختلفی از جمله استفاده از بخار ، روغن های حرارتی انرژی الکتریکی و یا تشعشع مستقیم شعله امکان پذیر می باشد که با توجه به سهولت مورد استفاده از روغن های حرارتی توصیه می گردد که برای سیمان برازجان انتخاب شده است .

نظر به اینکه سیستم پخت مجهز به پری کلساینر می باشد ، لذا بخشی از سوخت به میزان حدود 55-60 درصد در مشعل پیش گرم کن و باقی در مشعل اصلی کوره مصرف خواهد شد .

□ غبار گیری کوره ، آسیای مواد

گرد و غبار عمدتاً در پروسه انتقال مواد ، خرد شدن ، پودر شدن و همچنین در پروسه خشک کردن و پخت مواد در صنعت سیمان حاصل می گردد .

انتشار گرد و غبار در محیط کار علاوه بر اینکه بلحاظ حفاظت محیط زیست دارای ضرر و زیانهای متعددی می باشد از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد و به همین دلیل گرد و غبار ناشی از موارد فوق بایستی به نحوی از محیط کار جمع آوری گردد .

در این واحد سیمان پیش بینی فیلتر اسیون مناسب برای هر یک از دپارتمانها بستگی به شرایط گرد و غبار بالاخص درجه حرارت دارد و به همین دلیل می توان گرد گیری را به روش های زیر انجام داد :

❖ گرد گیری توسط فیلتر کیسه ای

❖ گرد گیری توسط مولتی سیکلون

❖ گرد گیری توسط الکترو فیلتر

از آنجا که برای خشک کردن مواد خام در آسیای مواد از گاز کوره استفاده می گردد و نیز اینکه گرد گیری جداگانه برای آسیای مواد و کوره به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد لذا از یک دستگاه گردگیری برای گردگیری آسیای مواد ، کوره استفاده خواهد شد.

استفاده از گردگیر کیسه ای با توجه به اینکه گاز دارای حرارت می باشد باعث کاهش عمر کیسه ها می گردد و در این صنعت مورد استفاده قرار نمی گیرد .

استفاده از مولتی سیکلون نیز با توجه به حجم گاز و راندمان نسبتاً پایین صرف نظر از غیر اقتصادی بودن آن و راندمان گردگیری نسبتاً پایین در پروژه سیمان برازجان که فاصله زیادی با شهر برازجان ندارد مناسب نمی باشد . با توجه به موارد فوق الذکر گردگیری کوره و آسیای مواد با استفاده از یک دستگاه گردگیر الکتریکی (electro-filter) انجام خواهد گرفت .

بنا به دلایل فوق الذکر برای گردگیری خنک کن نیز از الکتروفیلتر توصیه می گردد

□ خنک کن (کولر)

خنک کردن کلینکر که تاثیر مستقیمی در قلبلیت خرد شدن آن و کیفیت سیمان حاصله دارد به دلایل اصلی زیر باید صورت گیرد :

- نقل و انتقال کلینکر داغ مشکل بوده و حرارت مزبوطه ، اثر سوء و مخرب روی سیستم های انتقال و مخصوصاً آسیاب سیمان دارد .

- باز یابی حرارت موجود در کلینکر و استفاده از آن تاثیر زیادی در مصرف سوخت و راندمان سیستمهای حرارتی و قیمت تمام شده کلینکر دارد .

با توجه به موارد فوق خنک کردن کلینکر از اصول عمده و اولیه صنعت سیمان بوده و انتخاب یک سیستم مناسب و مطلوب خنک کن ، نقش اساسی و تعیین کننده ای را در انتخاب یک روش مناسب تولید سیمان ایفا می نماید .

خنک کن ها با بازده حرارتی بین 75 الی 95 درصد (بازده حرارتی معرف نسبت گرمای بازیابی شده از کلینکر به کل حرارت موجود در کلینکر در موقع خروج از کوره است) که در صنعت سیمان مورد استفاده قرار می گیرد عبارتند از :

➤ خنک کن قائم یا شفت کولر (Shaft Cooler)

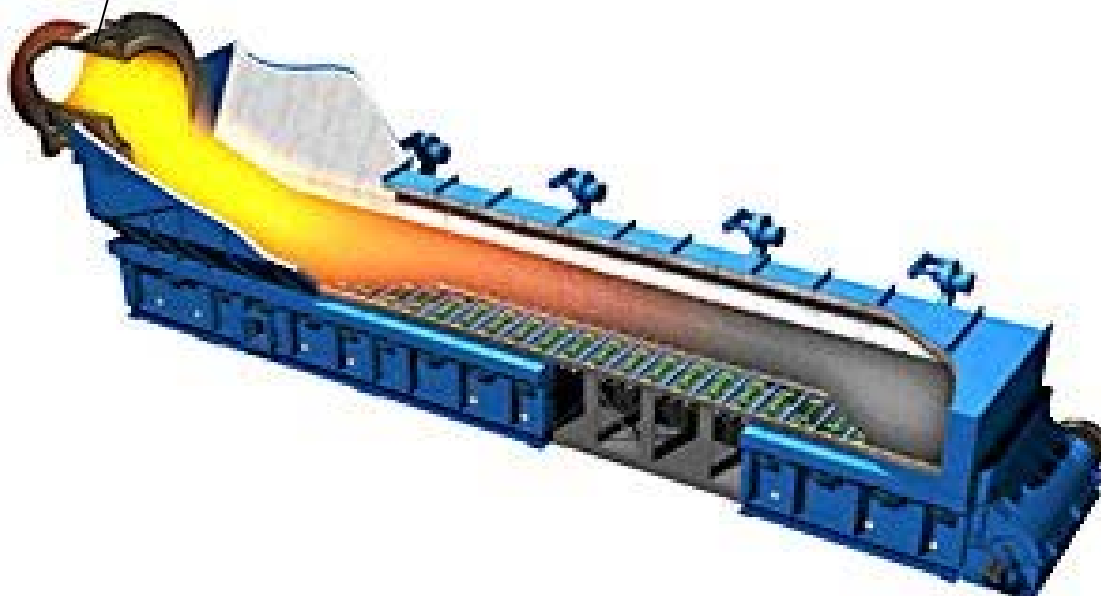
➤ خنک کن دوار (Rotary Cooler)

➤ خنک کن گوشواره ای یا اقماری (Satellite Cooler)

➤ خنک کن پله ای یا مشبک (Grate Cooler)

خنک کن مشبك (Grate Cooler)

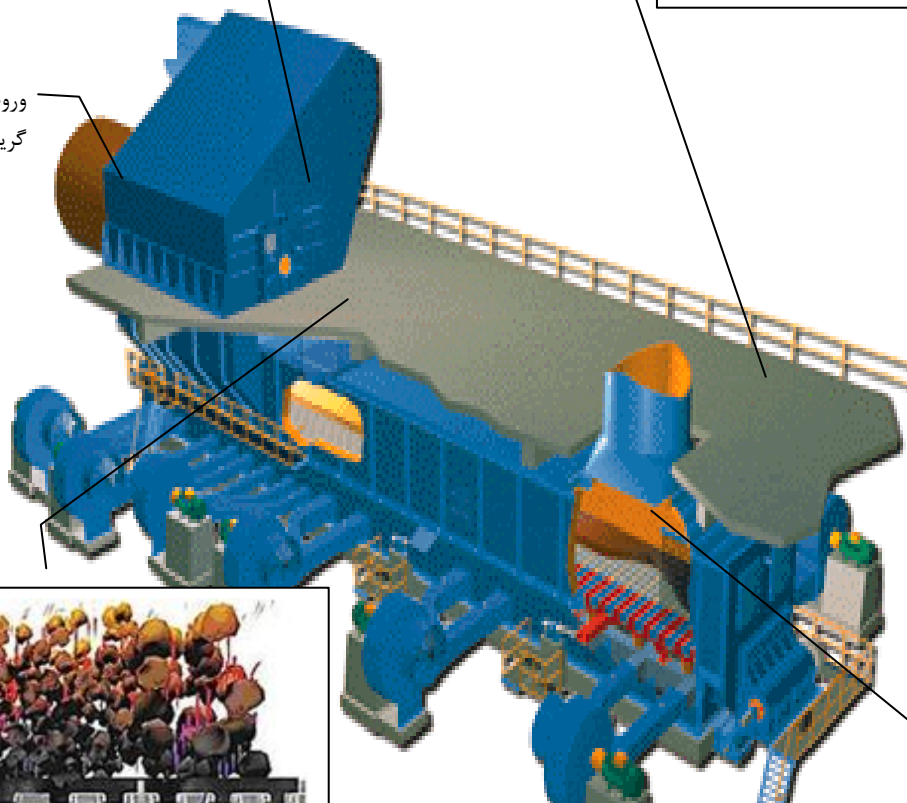
ورودی مواد مذاب از کوره
به گریت کولر



خروجی هوای گرم به سمت پیش گرم کن

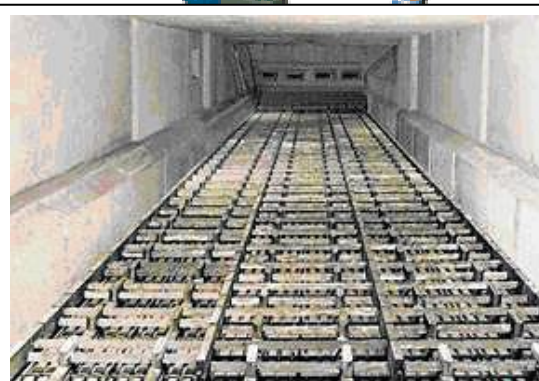
گاز های خروجی به طرف
الکترو فیلتر

ورودی مواد مذاب از کوره به
گریت کولر

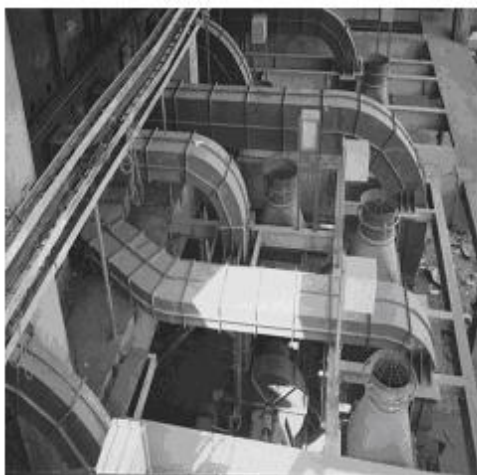


خنک سازی کلینکر

مسیر جریان هوا عمود بر جریان مواد و از لابلای غلطک ها
صورت می گیرد .



(مسیر عبور و خنک سازی کلینکر)



فن ها و کانال کشی برای خنک سازی کلینکر



الف : انتخاب نوع مناسب

وجود ذخیره کلینکر باعث می گردد که آسیاب سیمان و کوره ، مستقل از یکدیگر عمل کرده و هیچ کدام تابع نوسانات یا توقف های دیگری نبوده و مخصوصاً با توقف کوره تولید و تحویل سیمان دچار نوسان نگردد .

انبارهای ذخیره کلینکر که در اشکال و ابعاد متنوع طراحی و ساخت می شوند هر یک دارای معایب و محاسنی می باشد اما در مورد جملگی آنها معیارهائی برای سنجش وجود دارد که در مقایسه انبار ها با یکدیگر بر اساس این معیارها ، انتخاب نوع مناسب را امکان پذیر می نماید .

اهم عوامل موثر در انتخاب انبارهای ذخیره به شرح زیر است :

۱- شرایط طبیعی اقلیمی :

شامل مقاومت زمین و خاک ، سطح آب زیرزمینی ، عوامل و اوضاع جوی از قبیل باد و باران ، رطوبت و غیره .

۲- سطح مورد نیاز :

سطح زیربنا و مقدار ضروری زمین کارخانه که این انبار به خود اختصاص داده و تاثیر آن در جا نمائی کارخانه .

۳- کنترل گرد و غبار :

در بسیاری از موارد مخصوصاً در زمانی که کارخانه در نزدیکی یا در محدوده مناطق مسکونی ساخته شود .

۴- راندمان ذخیره سازی :

نسبت یک حجم معین کلینکر وارده به سیلو می شود .

۵- تبادل حرارتی :

یکی از عوامل موثر انتخاب نوع انبار مناسب است زیرا یکی از مزایا و کاربردهای انبارهای کلینکر در خط تولید سیمان ، توقف کلینکر در آن و تبادل حرارتی و تقلیل حرارت کلینکر است .

۶- وضعیت سرویس و نگهداری :

متناسب با نوع انبار و ارتفاع و موقعیت قرار گرفتن آن نسبت به خط تولید و تجهیزات به کار رفته در آن قابل بررسی است .

در جدول زیر سعی شده که موارد فوق الذکر به نحوی ساده با یکدیگر مقایسه کردند تا برای پروژه انتخاب مناسب انجام پذیرد .

ردیف	نوع انبار	شرایط محیط	سطح (زیربنا)	وضعیت کنترل گرد و غبار	راندمان ذخیره سازی	تبادل حرارتی	سرویس و نگهداری
1	رو باز (روی زمینی)	محیط فشرک میزان باد و باران و برف کم	زیاد	غیر ممکن	بسیار کم	عالی	متوسط
2	سربسته (روی زمینی)	شرایط فاضی ندارد	زیاد	مشکل است	60-65 %	عالی	بالنسبه زیاد
3	سربسته (زیرزمینی)	سطح آبهای (زیرزمینی) پائین، مقاومت فاک بالا باشد	کم	نسبتاً با اشکال همراه است	حدود 96%	متوسط	بالنسبه ساده
4	سیلوی فلزی	شرایط فاضی ندارد	کم	عملی است	93-95 %	فوق	ساده
5	سیلوی بتنی	شرایط فاضی ندارد	کم	عملی است	93-95	بد	ساده

اکنون با عنایت به جدول فوق و نظر به اینکه :

انبار ردیف 1- برای سیمان برازجان با توجه به شرایط جوی منطقه مناسب نیست .

انبار ردیف 2- در این نوع انبار بایستی اطراف انبار جهت نصب پایه های سقف محدود گردد اگر دیواره ها کوتاه باشند سطح زیربنا و پوشش سقف زیاد و مشکل خواهد بود و در صورتی که دیواره ها بلند و سطح محدود گردد نزدیک به انواع سیلوهای ردیف 4 و 5 خواهد شد .

انبار ردیف 3- این نوع انبار به دلیل عمق زیاد محل تخلیه توصیه نمی شود .

انبار ردیف 4 و 5 (سیلو ها) - از نظر راندمان تخلیه و کنترل گرد و خاک و غیره تفاوتی با هم ندارد فقط در سیلو های فلزی تبادل حرارتی بیشتر می باشد ولی با در نظر گرفتن رطوبت هوا و لزوم استفاده از ورقهای مخصوص فلزی که باید از منابع خارجی تهیه شود سیلوی بتنی ردیف 5 انتخاب می گردد .

خروج کلینکر از سیلو های فلزی توسط ویبراتورها می باشد که در زیر سیلو ها نصب می گردد انجام خواهد شد ، این ویبراتورها در هر سیلو 6 دستگاه پیش بینی گردیده که در دو ردیف (هر ردیف 3 دستگاه) نصب خواهد گردید . کلینکر خروجی از سیلو ها توسط 2 سری نوار نقاله فلزی که در زیر هر سیلو نصب خواهد شد به سیلو های ذخیره کلینکر از طریق 2 نوار نقاله انجام خواهد شد . ظرفیت هر یک از نوار نقاله ها 180 تن در ساعت با عرض 800 میلیمتر پیش بینی شده است .

ب - محاسبه ظرفیت ذخیره

ظرفیت ذخیره کلینکر در فضای بسته معمولاً با توجه به پارامتر های فنی و اقتصادی حدود 14 روز تولید کوره می باشد و در صورتی که به هر دلیلی تعمیرات آسیای سیمان بعلت صدمات عمده به آسیا (این نوع صدمات معمولاً اتفاقی بوده و جزو تعمیرات محسوب نمی شود) بیش از دو هفته به درازا کشد می توان کلینکر را در فضای باز انبار نمود بنا بر این ظرفیت مخازن کلینکر با توجه به تولید 3000 تن کلینکر و ذخیره حدود 14 روز تولید کوره معادل 42000 تن کلینکر خواهد شد . نظر به اینکه سیمان برازجان تولید کلینکر تیپ 1 و 2 را در برنامه تولید دارد باید تعداد سیلوهای ذخیره حداقل 2 دستگاه پیش بینی شود . بنابراین ظرفیت هر یک از آنها حداقل 21000 تن منظور می گردد که با در نظر گرفتن فضای غیر مفید این نوع ذخایر که حدود 7 درصد حجم کل سیلوه ها می باشد ابعاد آنها بشرح زیر محاسبه می شود .

وزن حجمی کلینکر	1.35 تن بر متر مکعب
قطر سیلو	25 متر
سطح مقطع هر سیلو	491 متر مربع
حجم مخروط فوقانی که در آن کلینکر ذخیره خواهد شد :	1472 متر مکعب
حجم هر سیلو به متر مکعب	$1.007 \times 21000 \div 1.35 = 16644$
ارتفاع سیلو به متر	$15172 \div 491 = 31$

در نتیجه ارتفاع مفید سیلوه ها با توجه به حاشیه ایمنی ریزش کلینکر 32 متر انتخاب می گردند از طرفی نظر به اینکه در نظر است بخشی از محصول بصورت کلینکر نیز صادر گردد سیلوی جداگانه ای برای این منظور پیش بینی خواهد شد که ظرفیت آن حدود 500 تن در نظر گرفته شده است ، که می تواند از سیلوهای ذخیره کلینکر تغذیه گردد .

در ضمن سیلوی ذخیره دیگری نیز که برای کلینکر ضایعاتی منظور شده می تواند در صورت نیاز و زمان مقتضی برای بارگیری صادراتی مورد استفاده قرار گیرد .



سیلوه‌های ذخیره کلینکر

سنگ شکن گچ

الف - انتخاب نوع مناسب

برای تنظیم زمان گیرش سیمان در مرحله آسیاب نمودن کلینکر حداکثر به میزان 5% گچ افزوده می شود . برای خرد کردن گچ مزبور قبل از ورود به آسیاب از یکدستگاه سنگ شکن استفاده می شود . حداکثر سایز ورودی سنگ گچ ، معادل 250 میلیمتر و سایز خروجی جهت آسیاب معادل 25 میلیمتر منظور می شود . با توجه به مبانی مندرج در قسمت سنگ شکن ، نوع چکشی برای این منظور انتخاب می شود .

ب - محاسبه ظرفیت

ب - ۱ - سنگ شکن

از آنجائیکه تا زمان تهیه این گزارش ، در مورد افزودنی ها به آسیاب سیمان مانند پوزولان گزارش ارائه نشده است ، لذا ظرفیت مورد نیاز فقط برای خرد کردن گچ به میزان 5% کلینکر تولیدی برابر با :

$$3000 \times 0.05 = 150 \quad \text{ton / day}$$

بر اساس سنگ شکن های ساخت داخل ، و حداقل ظرفیت های موجود ، و همچنین سایز ورودی مورد نیاز یکدستگاه سنگ شکن چکشی با ظرفیت 100 ton / hr برای این منظور استفاده می شود . بدین ترتیب سنگ شکن ظرفیت لازم برای خرد کردن مواد ثانویه و در صورت وجود (پوزولان) را دارا می باشد . و در ضمن جوابگوی نیاز طرح توسعه نیز خواهد بود .

ب - ۲ - هاپر مواد ورودی

ظرفیت هاپر مواد ورودی معادل ظرفیت حداقل یک کامیون و معادل 30 m^3 محاسبه می شود .

ب - ۳ - نوار تغذیه ورودی

نوار تغذیه ورودی متناسب با ظرفیت سنگ شکن و معادل 100 ton/hr و با عرض 650 mm انتخاب می شود .

ب - ۴ - تجهیزات خروجی سنگ شکن

تجهیزات خروجی از سنگ شکن شامل نوار نقاله و الواتور می باشد . ظرفیت تجهیزات مزبور معادل 100 ton/hr و عرض نوار نقاله معادل 650 میلی متر پیش بینی می شود .

ب - ۵ - بونکر گچ

بمنظور عملکرد مداوم آسیاب های سیمان و همچنین امکان توزین مواد قبل از ورود به آسیاب از یکسری بونکر (همراه با تغذیه کننده های مربوطه) استفاده می شود . ظرفیت بونکر های گچ جهت 4 روز مصرف کارخانه و معادل 600

ton در نظر گرفته می شود . با در نظر گرفتن دانسیته سنگ شکن معادل 1.35 ، حجم بونکرها ، معادل $m^3 450$ خواهد بود .

ب - ۶ - فیلتر کیسه ای

ظرفیت فیلتر کیسه ای بر مبنای حجم هوای مورد نیاز $80 m^3 / ton$ مواد خرد شده در سنگ شکن محاسبه می شود . با توجه به ظرفیت سنگ شکن ($100 ton / hr$) حجم هوای مورد نیاز برای فن غیلتر برابر است با:

$$100 ton / hr \times 80 m^3 / ton = 133 m^3 / min$$

با احتساب سطح مخصوص فیلتر معادل $1.5 m^3 / m^2$ min سطح مورد نیاز فیلتر نیز حدود $136 m^2$ حساب می شود .

□ آسیاب سیمان (Cement Mills)

الف - انتخاب نوع مناسب

آسیاب سیمان آخرین مرحله تولید سیمان محسوب می شود . در این واحد کلینکر به همراه حد مناسبی از گچ و یا مواد افزودنی دیگر تا رسیدن به نرمی مورد نیاز آسیاب می گردد . انتخاب نوع و ابعاد آسیاب بستگی به پارامترهای زیر دارد :

- نوع سیمان تولیدی

- نرمی مورد نیاز (Blain)

- ظرفیت

- هزینه سرمایه گذاری

- هزینه بهره برداری و نگهداری

بر اساس محاسبات سیمان سازی ، سیمان تیپهای مختلف (I , II , V) قابل تولید می باشد . امروزه در صنعت سیمان جهان ، جهت آسیاب نمودن کلینکر ، عمدتاً از سه نوع آسیاب گلوله ای . غلطکی عمودی و رولر پرس ها (ترکیب با آسیاب گلوله ای) استفاده می شود . علیرغم پایین بودن مصرف انرژی ، آسیاب های غلطکی به جهت حساسیت نسبت به سختی کلینکر و همچنین مشکلات اپراتوری و نگهداری ، جایگزین مناسبی برای آسیاب های گلوله ای نبوده اند . رولر پرسها نیز به تنهایی جهت آسیاب سیمان مورد استفاده قرار نمی گیرد زیرا اندازه ذرات خروجی از رولر پرسها دارای توزیع یکنواخت نبوده و در محصول خروجی ذرات درشت و ریز توام وجود دارد . به همین جهت معمولاً از آنها بعنوان پیش خردایش در ترکیب با آسیاب گلوله ای استفاده می شود .

در جدول زیر برای نرمی 3500 ، مقایسه ای بر مبنای قدرت ویژه مصرفی در سه حالت آسیاب گلوله ای در مسیر بسته . ترکیب رولر پرس با آسیاب گلوله ای نشان داده شده است همان گونه که از جدول مشخص است ترکیب رولر پرس با آسیاب گلوله ای به لحاظ کاهش قدرت ویژه مصرفی ($k wh / t$) ، می توان به عنوان یک آلترناتیو مطرح باشد . اما از طرف دیگر مشکلات مانند افزایش حجم سرمایه گذاری و ارزشی ، کاهش درصد ساخت داخل ، افزایش حجم عملیات ساختمانی ، پیچیدگی اپراتوری و نگهداری ، میزان سایش زیاد در تجهیزات بعد از Roller press را ایجاد می کند . لذا برای طرح سیمان برازجان آسیاب های گلوله ای مناسب خواهد بود .

power uptake	3500 Blaine		
	Close circuit	Pregrinding	Semifinish
Ball mill	37.5	28.0	17.1
Roller press	-	4.8	9.6
Separator	1.2	1.2	1.2
Grit separator	-	-	0.6
Sep. fan	2.3	2.3	3.6
Mill fan	0.8	0.6	0.5
Aux.	1.2	1.6	1.8
Total kw	43.0	38.5	34.5

برای تولید سیمان تیپ I و با نرمی $2800 - 3200 \text{ Cm}^2 / \text{gr}$ ، آسیاب گلوله ای با سیستم باز مناسب ترین انتخاب خواهد بود . از طرف دیگر برای تولید سایر تیپهای سیمان و با نرمی بالا تر از 3000 Blain ، از آسیاب بسته استفاده می شود . در سیستم بسته میزان سرمایه گذاری بیشتر از روش باز بوده ، اما با توجه به اینکه تولید سیمان ضد سولفات با نرمی حدود 3500 Blain با توجه به شرایط حملی برازجان مد نظر می باشد ، دو آسیاب یکی با مدار باز و دیگری با مدار بسته برای سیمان برازجان انتخاب می گردد .

ب - محاسبه ظرفیت

ب - ۱ - محاسبه ظرفیت آسیاب سیمان

ظرفیت آسیاب سیمان با حداکثر 5% گچ مصرفی ، معادل $3150 = (3000 \times 1.05)$ تن در روز می باشد . تداوم کارکرد آسیاب جهت جلوگیری از اختلال در توزیع سیمان کارخانه و همچنین تضمین تداوم کارکرد کوره اهمیت بسزائی دارد . از طرف دیگر با توجه به خورندگی شدید سیمان و همچنین پاشش آب در خلال آسیاب ، بمنظور کنترل درجه حرارت ، معمولاً زمانهای توقف و تعمیرات آسیاب را زیاد می کند ، برای همین منظور ، در قبال کارکرد 24 ساعت کوره ، زمان کارکرد آسیاب را حدود 18 تا 16 ساعت در روز با پیش بینی ضریب اطمینان مناسب در نرمی گیرند .

لذا ظرفیت آسیاب برابر خواهد بود با :

$$\frac{3150}{17} = 185 \text{ t/hr}$$

که با توجه به رقم فوق از دو واحد آسیاب هر یک بظرفیت حدود 100 t/hr استفاده می شود . با توجه به ظرفیت مذکور ، و بر اساس فرمولها و گرافهای انتخاب ابعاد آسیاب . و با احتساب نسبت طول به قطر حدود 3.3 ، قطر آسیاب معادل 4.4 متر و طول آسیاب حدود 13.0 متر محاسبه می شود . توان نیاز برای آسیاب فوق حدود 4000KW و دور موتور آسیاب 750RPM محاسبه می شود .



آسیاب سیمان (Cement Mills)

ب - ۲ - بونکرهای کلینکر

برای جلوگیری از توقف کار آسیاب و بمنظور توزین کلینکر ورودی به آسیاب ، برای هر خط ، یک بونکر ذخیره که جوابگوی حدود 5 ساعت کار آسیاب باشد ، در نظر گرفته می شود . بنابراین ظرفیت هر بونکر برابر است با :

$$5 \times 100 = 500 \text{ ton}$$

با احتساب دانسیته معادل 1.35 ظرفیت هر بونکر حدود 400 متر مکعب در نظر گرفته می شود.

ب - ۳ - نوارهای توزین

ب - ۳ - ۱ - نوارهای توزین کلینکر
ظرفیت این نوار با احتساب 20% اضافه بار برابر 120 ton/hr می باشد .

ب - ۳ - ۲ - نوار توزین گچ
با توجه به مصرف حداکثر گچ معادل 5% ، ظرفیت کاری هر خط ، ظرفیت مورد نیاز 5 ton/hr می باشد

ب - ۳ - ۳ - نوار توزین افزودنی
در صورتیکه در آینده ، استفاده از یک ماده افزودنی مانند پوزولان مد نظر باشد . با پیش بینی حداکثر 30% میزان کلینکر برای مواد افزودنی ، ظرفیت مورد نیاز معادل 30 ton/hr می باشد که به لحاظ مشابه سازی ، ظرفیت نوار توزین گچ نیز 30 ton/hr محاسبه می شود .

ب - ۴ - نوار نقاله ریزش مواد به آسیاب سیمان
حداکثر ظرفیت این نوار ، با توجه به ظرفیت آسیاب و بمنظور استفاده برای کالیراسیون فیدرهای توزین ، معادل 180 ton/hr و عرض آن با توجه به عرض نوارهای تغذیه مستقر در روی آن معادل 650 mm انتخاب می شود

ب - ۵ - الکترو فیلتر
با توجه به حجم زیاد در گردش ، مناسب بودن خاصیت یونیزه شدن گازهای خروجی از آسیاب سیمان بر اثر پاشش آب خنک کن . و به جهت بالا بردن راندمان غبارگیری به لحاظ خطرناک بودن گرد سیمان ، از الکترو فیلتر جهت غبارگیری استفاده می شود .
حجم هوای مورد نیاز برای آسیاب سیمان حدود 4 برابر حجم آسیاب سیمان در دقیقه محاسبه می شود . مقدار گرد و غبار تولیدی در ورود به فیلتر در حدود 80 gr/m^3 بوده و چنانچه میزان غبار خروجی برابر 80 mg/m^3 منظور شود ، راندمان فیلتر برابر است با :

$$E_f = \frac{80 - 0.08}{80} = \%99.9$$

میزان هوای مورد نیاز با احتساب حجم 260 m^3 برای آسیاب معادل $1040 \text{ m}^3/\text{min}$ یا $62400 \text{ m}^3/\text{hr}$ می باشد . با توجه به ظرفیت آسیاب و راندمان غوق میزان سیمان خروجی از زیر الکترو معادل 5 ton/hr منظور می شود .

ب - ۶ - ظرفیت سیستم انتقال سیمان
ظرفیت سیستم انتقال از آسیاب سیمان که با توجه به پودری بودن مواد از نوع نیوماتیک انتخاب می شود . (Air Slide) با احتساب 20% اضافه بار و با محاسبه مواد برگشتی از الکتروفیلتر معادل 130 ton/hr محاسبه می شود .

ب - ۷ - فیلترهای کیسه ای
برای غبارگیری فیدرهای زیر بونکرهای تغذیه ، ایراسلاید و باند ریزی مواد به آسیاب سیمان ، میزان هوای مورد نیاز برابر خواهد بود با : $320 \text{ m}^3/\text{min}$

و سطح مورد نیاز بر اساس سطح مخصوص $1.5m^3 / m^2 \cdot \min$ ، $136 m^2$ پیش بینی خواهد شد .

سیلوی سیمان

با توجه به تولید دو نوع سیمان (تیپ های ۱ و ۲) در این واحد توصیه می گردد که حداقل ۴ واحد سیلوی سیمان در طرح منظور گردد .

$$3000 \times 1.05 \times 7 = 22.050$$

ظرفیت مجموع سیلوهای سیمان

$$22050 \div 4 = 5513$$

ظرفیت هر سیلو به تن

$$5513 \div 1.1 = 5011$$

حجم هر سیلو به متر مکعب

از جهت تسریع در اجرای عملیات ساختمانی قطر سیلوهای سیمان مشابه با سیلوهای مواد که 16 متر منظور شده فرض گردیده و بنابراین بشرح زیر محاسبه می گردد

$$D = 16$$

قطر سیلو به متر

$$201$$

سطح مقطع (متر مربع)

$$5011 \div 201 = 25$$

ارتفاع متر مربع

بنابر این ارتفاع سیلوهای سیمان با فضای غیر مفید 30 متر منظور خواهد شد .

بسته بندی و بارگیری

با احتساب 3100 تن سیمان تولیدی در روز و 6 روز کار در هر هفته ظرفیت و تعداد ماشینهای بسته بندی برای حداقل 50 درصد تولید که بصورت پاکتی عرضه شوند به ترتیب زیر محاسبه می گردد :

$$6.5 \text{ ساعت در روز}$$

ساعت کار در روز (هر شیفت)

$$3100 \times 7 = 21,700$$

تولید هفتگی سیمان هر تن

$$(21700 \times 0.5) \div (6) = 1,808$$

ظرفیت ماشین های بسته بندی در روز به تن

$$1670 \div 6.5 = 278$$

تن سیمان در ساعت که باید بسته بندی شود

در صورتی که ظرفیت مفید هر دستگاه بسته بندی 80 تن در ساعت (80 درصد ظرفیت اسمی) منظور شود تعداد دستگاه های بسته بندی 4 دستگاه خواهد شد . البته با توجه به امکان حداقل 10 ساعت کار در روز در قسمت بارگیر خانه ، نظر به اینکه دستگاههای جدید را با ظرفیت اسمی 120 تن در ساعت اعلام می نمایند و همچنین از نظر صرفه جویی در هزینه های سرمایه ای می توان سه دستگاه بسته بندی انتخاب نمود .

لازم به توزیع است با توجه به اینکه بخشی از محصول کارخانه برای صادرات پیش بینی شده است و باید پس از بسته بندی روی پالت چیده شود و سپس جهت جلو جلوگیری از نفوذ رطوبت و سایر عوامل جوی لفاف شود لذا در یکی از

خطوط بسته بندی دستگاه لفاف پیش بینی می شود و برای سایر خطوط نیز در حال حاضر محل آن پیش بینی می شود لیکن تهیه ماشین آلات و تجهیزات لفاف به مراحل بعدی از بهره برداری موکول می گردد و در آینده در صورتی که نیاز به آن احساس شد ، تجهیزات اضافی بتواند خریداری و نصب گردد .
برای بخش بسته بندی سه دستگاه فیلتر کیسه ای هر یک به ظرفیت حدود 12000 متر مکعب در ساعت پیش بینی شده است .