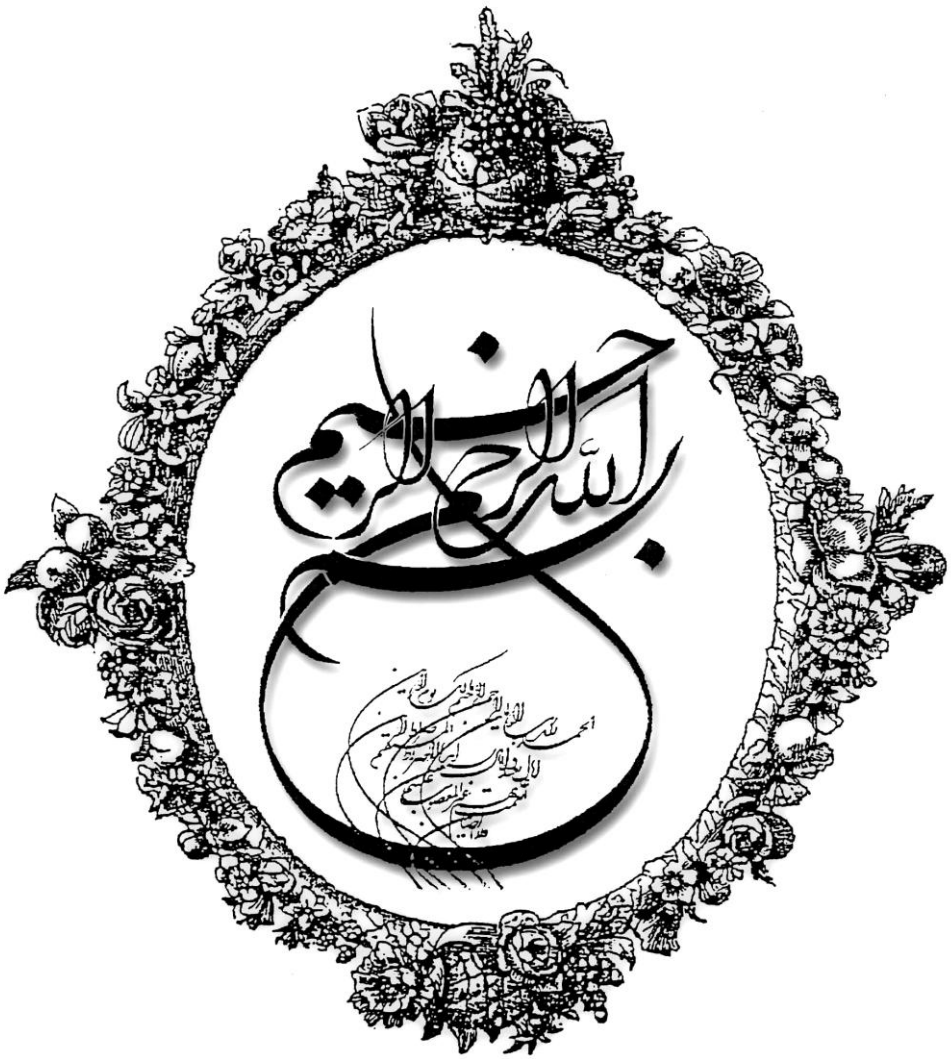

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد

بررسی امکان استفاده از بنتونیت و مکانیزم‌اثرآن درفرایند سینتر سازی

پایان نامه‌کارشناسی ارشد مهندسی مواد

بهزاد نظمی ادیب

استاد راهنما
دکتر مرتضی شمعانیان
دکتر علی سعیدی

۱۳۸۵

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی مواد

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته متالورژی استخراج فلزات آقای بهزاد نظمی ادیب

تحت عنوان

بررسی امکان استفاده از بنتونیت و مکانیزم اثر آن در فرایند سینتر سازی

در تاریخ ۱۳۸۵/۸/۲۰ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر مرتضی شمعانیان- دکتر علی سعیدی
۲- استاد مشاور پایان نامه	دکتر محمدحسن عباسی
۳- استاد داور ۱:	دکتر اسکندر کشاورز علمداری
۴- استاد داور ۲:	دکتر حسین ادریس
۵- سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده:	دکتر مرتضی شمعانیان

تشکر و قدردانی

اکنون که به لطف خدای بزرگ موفق به انجام این پایان نامه گردیدم،لازم دانستم از همه کسانی که مرا در انجام این پروژه یاری نمودند ،تشکر نمایم.

در ابتدااز **همسر مهربانم** بخاطر همه آنچه که گفتنش نیاز به صفحات بیشمار دارد،تشکر میکنم .همچنین از **پدر ومادر عزیزم** که در این مدت زحمات من برآنها دو چندان شده بود سپاسگزارم وامیدوارم دعای خیر آنها همیشه بدرقه راه ما باشد.در انجام این پروژه از راهنمائیهای اساتید بزرگوارم جناب **آقای دکتر شمعانیان وجناب آقای دکتر سعیدی** بسیار بهره بردم.هرچند زبان و قلم قاصراز سپاس این عزیزان است ولی چاره ای از این ابراز محدود نیست لذا پس از درود و سلام خدمت این دو بزرگوار ،سپاس صادقانه خود را تقدیم می نمایم.از آقایان دکتر عباسی ودکتر پنجه پور نیز بخاطر نظرات مفیدشان در راهبرد این پروژه قدردانی مینمایم.از پرسنل محترم دفتر تحقیقات و آزمایشگاه آگلومراسیون و آزمایشگاه مرکزی شرکت ذوب آهن بخصوص آقایان مهندس ممیزان،مهندس جولازاده،مهندس نادری،مهندس زمانی و مهندس رضائی نیز کمال تشکر را دارم.همچنین از آقای عربیان و خانم کرباسی در آزمایشگاه دانشگاه صنعتی اصفهان نیز سپاسگزارماز تمامی دوستان عزیزم ،آقایان طلاکش ،حیدری وطوفانی و دیگر عزیزانی که اوقات خوشی را در خدمتشان بودم،تشکر می نمایم.

بهزاد نظمی ادیب

آبان‌ماه۱۳۸۵

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعـــات، ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این پـایـــان نامه (رساله) متعلق به دانشگـــــاه صنعتـــــی اصفهان است.

تقدیم

به

همسر گرامیم

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب.....شش

چکیده.....۱

فصل اول:مقدمه.....۲

فصل دوم:فرایند سینترسازی کانه های آهن.....۵

۲-۱-مواد اولیه سینترسازی.....۷

۲-۱-۱-سنگ آهن.....۸

۲-۱-۲-غبارهای بازیابی شده در کارخانه.....۸

۲-۱-۳-مواد گدازآوردربارکلوخه.....۸

۲-۱-۴- مواد کمکی در بار کلوخه.....۸

۲-۱-۵-پوسته های نورد در بار کلوخه.....۹

۲-۱-۶-خرده کک در بار کلوخه.....۹

۲-۱-۷-بار برگشتی در بارکلوخه سازی.....۱۰

۲-۱-۸-آب در بار کلوخه.....۱۱

۲-۲-انواع کلوخه.....۱۲

۲-۲-۱-کلوخه اسیدی.....۱۳

۲-۲-۲-کلوخه خنثی.....۱۴

۲-۲-۳-کلوخه بازی.....۱۴

۲-۳-تشکیل‌ورشد جوانه ها در مخلوط بارکلوخه.....۱۵

۲-۳-۱-نقش ذرات درشتتر از ۷۰۰ میکرون در بار کلوخه.....۱۵

۲-۳-۲-نقش ذرات ما بین ۲۰۰ الی ۷۰۰ میکرون در بار کلوخه.....۱۵

۲-۳-۳-نقش ذرات زیر ۲۰۰ میکرون.....۱۷

۲-۴-ترکیب شیمیائی و فیزیکی بار کلوخه.....۱۷

۲-۵-پارامترهای کیفی سینتر و ارزیابی آنها.....۱۸

۲-۵-۱-مقاومت مکانیکی سینتر.....۱۸

۲-۵-۲-روشهای ارزیابی مقاومت مکانیکی کلوخه.....۲۰

۲-۵-۳-احیاءپذیری.....۲۲

فصل سوم:بررسی عوامل موثر بر کیفیت سینتر تولیدی.....۲۷

۳-۱-اثر ترکیب شیمیائی مواد اولیه بر کیفیت سینتر تولیدی.....۲۷

۳-۱-۱-تاثیرمقدار Fe.....۲۷

۳-۱-۲-تاثیر سنگ آهک بر کیفیت سینتر تولیدی.....۲۸

۳-۱-۳-تاثیر MgO ۲۸
۳-۱-۴-تاثیر منگنز ۲۸
۳-۱-۵-تاثیر سیلیس ۲۹
۳-۱-۶-تاثیر آهک زنده ۲۹
۳-۱-۷-تاثیر مصرف آب درکلوخه سازی ۲۹
۳-۱-۸-تاثیر آگلومره برگشتی ۲۹
۳-۲-تاثیر دانه بندی بار بر کیفیت سینتر تولیدی ۳۰
۳-۲-۱-تاثیر دانه بندی سنگ آهن ۳۰
۳-۲-۲-تاثیر دانه بندی سنگ آهک ۳۱
۳-۲-۳-تاثیر دانه بندی کک ۳۱
۳-۳-تاثیر بازیسیته‌برکیفیت سینتر تولیدی ۳۲
۳-۴-تاثیر نفوذپذیری بر کیفیت سینترتولیدی ۳۳
۳-۴-۱-تاثیرآب برنفوذپذیری ۳۳
۳-۴-۲-تاثیرارتفاع بستربرنفوذپذیری ۳۴
۳-۴-۳-عوامل موثربرنفوذپذیری درحین احیاء ۳۴
۳-۴-۴-تاثیرافزایش‌انرژی‌حرارتی‌موردنیازکلوخه‌سازی برنفوذپذیری ۳۵
۳-۴-۵-عوامل موثر برنفوذپذیری درحین پخت ۳۵
۳-۵-بررسی سیستمهای چندتائی مهم درسینترسازی ۳۵
۳-۵-۱-سیستم $FeO-CaO-SiO_2$ ۳۵
۳-۵-۲-سیستم $FeO-CaO-Fe_2O_3$ ۳۷
۳-۶-تاثیربایندرهابرفرایندسینترسازی ۳۸
۳-۶-۱-بنتونیت ۳۸
۳-۶-۲-تاثیربنتونیت برکیفیت گندله ۴۰
۳-۶-۳-مکانیزم تشکیل فیبروالیاف دربنتونیت ۴۳
۳-۷-پریدور ۴۷
۳-۸-آهک ۴۹
۳-۸-۱-تاثیرآهک بر کیفیت گندله ۴۹
۳-۸-۲-شیرآهک ۴۹
۳-۸-۳-تاثیرابعادآهک برکیفیت محصول ۵۰
فصل چهارم:موادوروش تحقیق ۵۴
۴-۱-مواداولیه ۵۴
۴-۲-روش انجام آزمایشات سینترسازی درمقیاس نیمه صنعتی ۵۶

۴-۲-۱-توزین ومخلوط کردن مواداولیه ۵۶
۴-۲-۲-پخت مخلوط بارآماده شده ۵۷
۴-۳-روش انجام آزمایشات درمقیاس آزمایشگاهی ۵۸
۴-۴-روش ارزیابی نتایج ۶۲
۴-۴-۱-آزمون استحکام ۶۲
۴-۴-۲-آنالیز شیمیائی آگلومره تولیدشده ۶۳
۴-۴-۳-بررسی نمونه های تولیدشده بامیکروسکوپ نوری ۶۳
۴-۴-۴-بررسی نمونه های تولیدشده بامیکروسکوپ الکترونی ۶۳
۴-۴-۵-بررسی احیاءپذیری نمونه های تولیدشده ۶۴
۴-۴-۶-بررسی تخلخل نمونه های تولیدشده ۶۴
فصل پنجم: نتایج وبحث ۶۵
۵-۱-مشخصات و ترکیب شیمیائی نمونه ها ۶۵
۵-۲-تاثیر بنتونیت روی نفوذپذیری نمونه ها ۶۷
۵-۳-تاثیر بنتونیت روی تخلخل نمونه ها ۷۱
۵-۴-تاثیر بنتونیت روی احیاءپذیری نمونه ها ۷۵
۵-۵-تاثیر بنتونیت روی استحکام نونه ها ۷۸
۵-۶-بررسی مکانیزم تاثیربنتونیت درنمونه های تولید شده ۸۴
نتیجه گیری ۹۲
پیشنهادات ۹۳
مراجع ۹۴

چکیده

دراین پروژه،امکان استفاده از بنتونیت و مکانیزم اثر آن در فرایند سینترسازی کانه آهن مورد بررسی قرار گرفته است. تاثیر افزایش بنتونیت در محدوده ۰/۱ تا ۰/۴ درصد بر نفوذپزیری بار سینترسازی و استحکام و احیاء پذیری و ساختار میکروسکوپی سینتر تولیدی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده حاکی این بود که با افزایش بنتونیت از ۰/۱ تا ۰/۴ درصد ، زمان پخت سینتر کاهش یافت ومقداری از مخلوط نیز اضافه ماند که این مطلب نشان دهنده افزایش نفوذپذیری در همه نمونه ها بود.با افزودن ۱/. تا ۴/. درصد بنتونیت ،درصد تخلخل در نمونه ها از ۳۱/۵ ٪ تا ۵۹/۸ ٪افزایش یافت ولی در مورد احیاءپذیری، نمونه های حاوی ۰/۱و۰/۲ درصد بنتونیت بدلیل افزایش تخلخل ،از احیاءپذیری بهتری برخوردار شدند، ولی درنمونه های حاوی ۰/۳ و ۰/۴ درصد بنتونیت برخلاف افزایش تخلخل، باتشکیل فازهای شیشه ای سیلیکاتی و پوشاندن سطح ذرات اکسید آهن ،احیاءپذیری کاهش یافت. همچنین پس از بررسی نتایج بدست آمده از آزمون استحکام ،مشخص شد که افزایش بنتونیت از ۱/. تا ۳/. درصد تاثیر چندانی روی استحکام نمونه ها نداشته و فقط نمونه حاوی ۴/. درصد بنتونیت استحکام کمتری پیدا کرده است. از نظر ساختاری ،با افزایش ۰/۱ تا ۰/۴ درصد بنتونیت ،مقدار فازهای سیلیکاتی افزایش یافته و مقدار فازهای سوزنی کلسیمی کاهش یافتند.

فصل اول

مقدمه

در سالهای اخیر توجه فزاینده ای معطوف صنعت فولاد جهان گردیده است بطوریکه طبق آمار مربوط به انستیتو بین المللی آهن و فولاد (IISI)، در سال ۲۰۰۲ میلادی تولیدی فولاد خام جهان به ۹۰۳ میلیون تن در سال رسید [۱] و طبق آخرین آمار منتشره از سوی انستیتو بین المللی آهن و فولاد میزان تولید فولاد در سال ۲۰۰۳ میلادی از مرز ۹۶۲/۵ میلیون تن گذشت که در این میان چین با تولید ۲۲۰/۱ میلیون تن در سال، رتبه اول تولیدکنندگان فولاد در جهان را دارا می باشد و ژاپن با تولید ۱۱۰/۵ میلیون تن و ایالات متحده آمریکا با ۹۱/۴ میلیون تن و روسیه با ۶۱/۳ میلیون تن در جایگاههای بعدی قرار دارند.

ایران نیز در رتبه بیست و دوم تولیدکنندگان فولاد قرار دارد [۲]. در ایران نیز با توجه به برنامه چهارم توسعه میزان تولید فولاد کشور در سال ۱۳۸۸ باید به رقم ۲۲ میلیون تن برسد که برای رسیدن به این هدف باید پتانسیل ها و ظرفیت های موجود در کشور در زمینه تهیه مواد اولیه و توسعه صنایع جانبی به جریان انداخته شود . امروزه بیشتر تولید فولاد دنیا، اختصاص به دو روش کوره بلند- کنورتر و احیاء مستقیم ذوب الکتریکی دارد. هر چند روش تولید فولاد با کوره های قوس الکتریکی رشد قابل توجهی داشته است، ولی هنوز هم نزدیک به ۶۰٪ تولید جهانی اختصاص به روش کوره بلند دارد [۳]. شرکت ذوب آهن اصفهان به عنوان اولین مرکز تولید فولاد در کشور با بکارگیری روش کوره بلند-کنورتر فعالیت می کند و با تولید ۲/۶ میلیون تن در سال ۱۳۸۲ در جایگاه دوم تولید فولاد در کشور قرار دارد [۴]. در روش کوره بلند، بار مصرفی سنگ آهن، کلوخه یا سینتر تولید شده از ریزدانه های سنگ آهن و کک باضافه فلاکس می باشد. روند

جهانی تولید سینتر یا کلوخه از نظر تاریخی اگر چه با هدف قابل مصرف کردن ریزدانه سنگ آهن و ضایعات آهن دار تولید شده در کارخانه های ذوب آهن ابداع شد، ولی مصرف کردن آن در کوره بلند نشان داد که این ماده نسبت به سنگ آهن از کیفیت بسیار بالایی برخوردار است. این مطلب باعث شد که فرآیند سینترسازی با سرعت فزاینده ای توسعه یابد [۵]. همزمان با توسعه تکنولوژی سینترسازی مباحث تئوری تشکیل سینتر و اثر پارامترهای مختلف بر آن و نیز مکانیزم های حاکم بر آن نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و موضوع دهها کنفرانس و صدها مقاله علمی بوده است [۵]. در رابطه با ارزیابی کیفیت سینتر و استاندارد نمودن آن نیز فعالیت هایی صورت گرفته، لکن هنوز ارزیابی جنبه های مختلف کیفی، دارای استاندارد مورد قبول همگانی نمی باشد و کارخانجات مختلف روش های خاص خود را بکار می گیرند. تعدادی از این روش ها که مقبولیت بیشتری دارد، از منابع مختلف استخراج گردیده و در فصل های بعدی به آنها ذکر شده است. از نظر وزن و قیمت در بین مواد اولیه کوره بلند، سینتر تعیین کننده ترین ماده اولیه است. در مقالات متعددی اذعان شده است.

برای کاهش قیمت تمام شده فولاد، بایستی قیمت تمام شده چدن را کاهش داد و برای این منظور بایستی سینتر با کیفیت بهتر و قیمت تمام شده کمتر را تولید نمود. به عبارت دیگر موثرترین عامل برای کنترل قیمت تمام شده فولاد، فرآیند سینترسازی تشخیص داده شده است.

در دو دهه گذشته بیشتر حجم فعالیت های تحقیق و توسعه در رابطه با سینترسازی بر روی بهبود توسعه تکنولوژی و بخصوص مباحث اتوماسیون متمرکز بوده است.

اخیراً مباحث جدیدتری در رابطه با بهره وری فرآیند سینترسازی شامل کاهش قیمت تمام شده و کنترل کیفیت آن مطرح شده است. به عنوان مثال، با توجه به موجود بودن حجم قابل توجهی کانه آهن ریزدانه و پودری شکل در معادن که نسبت به سنگ آهن درشت دانه قیمت کمتری دارد، کمپانیهای تولید کننده سینتر سعی دارند امکان مصرف مقادیر بیشتر مواد پودری شکل و ریزدانه را فراهم آورند و از این طریق به کاهش قیمت تمام شده سینتر کمک کنند. زمینه دیگر کارهای تحقیق و توسعه که در حال حاضر نیز مورد عنایت می باشد، افزایش راندمان تولید از طریق ایجاد نفوذپذیری بیشتر در بستر شارژ می باشد. این کار با بکارگیری تکنولوژی های جدید مخلوط سازی امکان پذیر شده است [۶].

بطور کلی در بخش تحقیقات، در زمینه مخلوط سازی سرمایه گذاری زیادی صورت گرفته است و طرحهای تحقیقاتی درازمدت در بسیاری از مراکز تحقیقات وابسته به مراکز صنعتی در حال انجام است. از جمله این طرح ها می توان به مرکز تحقیقات SAIL در هندوستان اشاره نمود [۶].

یکی از پارامترهای مهم در فرآیند سینترسازی، بحث پیوند ذرات مخلوط با یکدیگر است که در سالهای اخیر، مورد بحث قرار گرفته شده است. در حال حاضر در اکثر کارخانه های سینترسازی، از آهک

جهت چسباندن و پیوند ذرات مخلوط به یکدیگر استفاده می شود. ابعاد این آهک باید مابین ۰ تا ۳ میلی متر باشد تا از راندمان بهترین برخوردار باشد. در سال های اخیر، چسب های گوناگونی برای استفاده در فرآیند گندله سازی و سینتر سازی توسعه یافته اند. برای مثال استفاده از بنتونیت در مخلوط سینتر، می تواند به عنوان یک چسب قوی سبب ایجاد میکروپلت هایی در ضمن مخلوط شدن مواد اولیه در مخلوط کن شود که باعث افزایش نفوذپذیری مواد در بستر سینترسازی شده و امکان افزایش ارتفاع بستر و حرکت سریعتر زنجیر سینترسازی را فراهم خواهد نمود. هدف از این پروژه بررسی امکان استفاده‌از بنتونیت و مکانیزم اثر آن در فرایند سینترسازی و همچنین اثر آن بر کیفیت و مقدار سینتر تولیدی و بهینه سازی های لازم برای ایجاد یک محصول مناسب برای استفاده در کوره بلند می باشد.

فصل دوم
فرایندسینترسازی کانه‌های آهن

در سال ۱۶۱۹ میلادی اولین کوره بلند توسط D.Dudly در انگلستان ساخته شد. حدود ۲۷۰ سال بعد F.Heberlein و همکارانش T.Hutigton به اختراع فرآیند آگلومراسیون و کلوخه کردن کانه های سولفیدی همت گماشتند. این دو در یک بستر ثابت با دمش هوا از پائین به بالا سینترسازی (کلوخه سازی) را آغاز نمودند. ۱۵ سال بعد در سال ۱۹۰۲ میلادی، W.Job، فرآیند سینترسازی را با استفاده از خاکستر پیریت و غبار سنگ آهن و افزودن زغال سنگ تجربه نمود. Job نیز در روش خود که در کشور آلمان آنرا پیگیری می کرد، دمش هوا از زیر بستر به سمت بالا در دستور کار خود قرار داده بود.

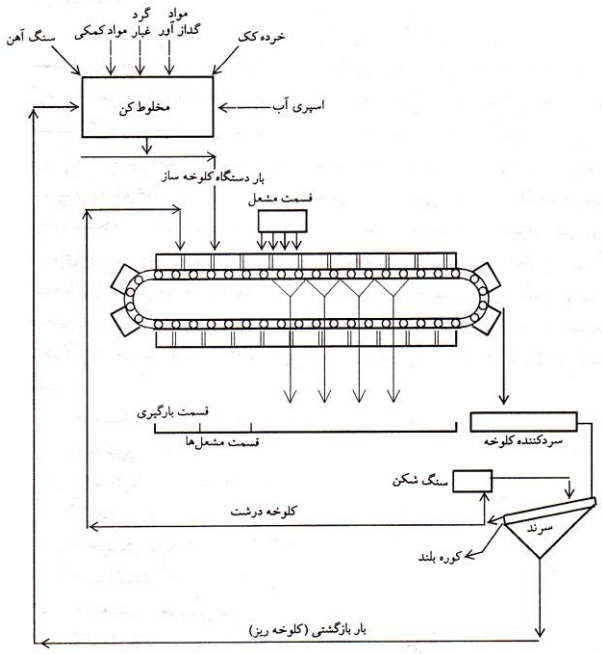
سه سال بعد هموطن دیگر او یعنی E.J.Savesberg عملیات سینترسازی سنگ آهن را با سینترنمودن مخلوط کانه آهنی با زغال سنگ و خرده کک توسعه داد[۷]. در سال ۱۹۰۶ A.S.Dwight و R.L.Lioyd در آمریکای شمالی یک دستگاه کلوخه سازی را ساختند. این دستگاه که ماشین کلوخه سازی دوایت لوید نام گرفت،ابتدا در کشور مکزیک برای کلوخه کردن سنگ های پرعیار شده مس و سرب مورد استفاده قرار گرفت. در همین رابطه در سال ۱۹۱۰ اولین دستگاه کلوخه سازی برای آگلومره کردن سنگ آهن نیز ساخته شد. این ماشین از یک زنجیر متحرک تشکیل می شد که با ایجاد خلاء در زیر زنجیر، جبهه احتراق را به سمت پائین حرکت می داد. طول اولیه این دستگاه حدود۸ متر و عرض آن ۱ متر بود. در سال ۱۹۳۶ با توسعه این ماشین که در سال های بعد از ۱۹۱۰ روند تکمیلی خود را طی می کرد، دستگاهی ساختند که عرض آن ۳ متر و طول آن ۲۵ متر بود.

این دستگاه با سطحی حدود ۷۵ مترمربع وارد صنعت تولید آهن و فولاد گردید و به این ترتیب روند تکاملی طی گردید تا جائیکه امروزه دستگاههایی با ۶۰۰ مترمربع سطح قابل استفاده در حال فعالیت می باشد. [۸]

بطور کلی سینترسازی عبارتست از مخلوط کردن ذرات خرد و نرمه آهن به ابعاد (۱۰-۰) میلی متر و مواد آهندار و پودر کک به میزان ۵٪ و سایر مواد از قبیل آهک یا سایر بایندرها و آب به میزان (۱۰-۵)٪.

این مخلوط با ارتفاعی حدود ۳۰ سانتی متر روی یک بستر مشبک و متحرک پخش شده و بداخل کوره سینترسازی فرستاده می گردد و شعله روی بستر تابیده شده و هوا نیز از زیر بستر مکیده می گردد و ناحیه احتراق از بالا به پائین بستر، مکیده می شود. هنگامیکه این ناحیه گرم به ته بستر رسید، سینترسازی متوقف می گردد. در عمل یک فاز نیمه مذاب تشکیل می گردد که ذرات ریز آهن را به هم می چسباند و پس از سرد شدن، محصول جامد و متخلخل آهن اسفنجی برای شارژ به کوره بلند، آماده می گردد[۸].

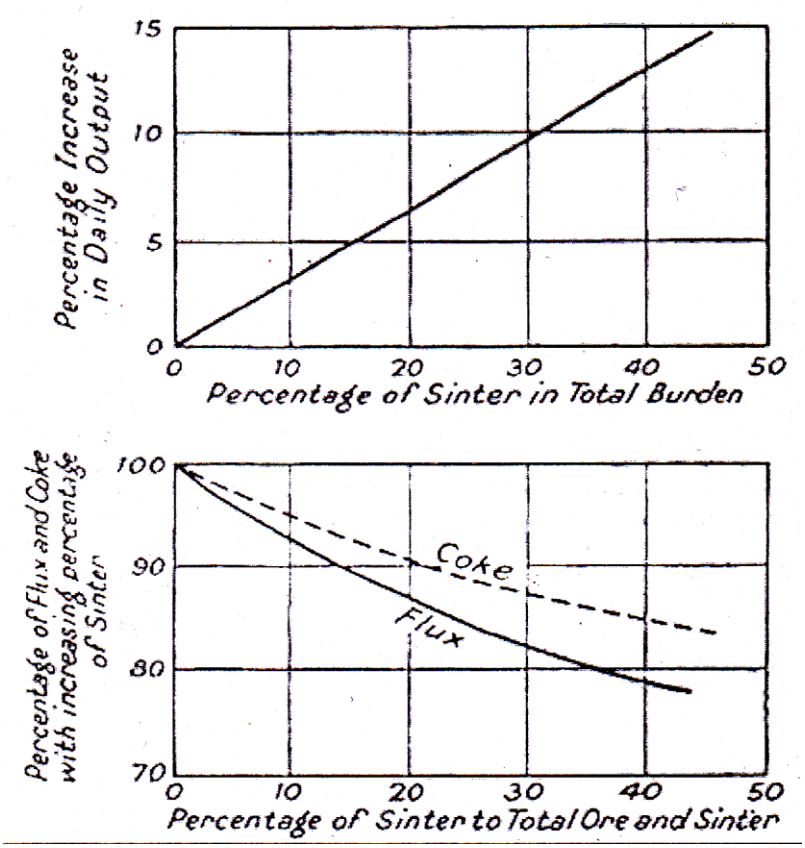
با تنظیم قدرت بازی می توان از ایجاد سیلیکات آهن (فایالیت)، جلوگیری نمود، زیرا فایالیت از احیاء پذیری پائینی برخوردار است [۸]. در شکل شمایی از دستگاه کلوخه سازی نشان داده شده است[۸].



شکل۲-۱-شمایی‌از دستگاه کلوخه‌سازی[۸]

عقیده های متفاوت و قابل تاملی در مورد کاربرد سینتر در کوره بلند وجود دارد. بعضی از کارشناسان

کوره بلند در آمریکا از استفاده ۱۰۰٪ سینتر به عنوان بار کوره بلند دفاع می کنند. ولی در انگلیس بر استفاده از حداکثر ۵۰-۴۰٪ سینتر در بار کوره بلند عقیده دارند. بر اساس مقاله های موجود، کاربرد سینتر نه فقط موجب افزایش بازده کوره بلند می شود، بلکه موجب کاهش مقدار سوخت و فلاکس مصرفی در کوره بلند نیز می شود. نتایج اثبات شده در این مقالات بصورت نمودارهای شکل۲-۲ نشان داده شده است.[۹]



شکل۲-۲-اثرات استفاده از سینتر در بار کوره بلند [۹]

۲-۱- مواد اولیه سینترسازی

بار آماده و مخلوط شده کلوخه سازی باید دارای مشخصات فیزیکی و شیمیایی معینی باشد. این بار از مواد مختلفی تشکیل شده است. مواد اولیه مورد مصرف در کلوخه سازی عبارتند از: سنگ آهن، غبارهای بازیابی شده در کارخانه های تولید آهن وفولاد، مواد گداز آور، مواد کمکی، پوسته های اکسیدی ایجاد شده در نورد، خرده کک، بار برگشتی و آب. مواد اولیه پیش از مصرف در کلوخه سازی مورد عملیات خاص از قبیل خردایش،دانه بندی وغیره‌قرار می گیرند [۱۰و۸].

۲-۱-۱- سنگ آهن

سنگ های آهن پس از استخراج از معدن در عملیات خردایش به ابعاد قابل مصرف در صنعت کلوخه سازی تبدیل میشوند. خاصیت احیاء پذیری این سنگها به نوع و شکل اکسیدی کانی آهن و شکل بلوری آنها وابسته است. بلورهای کامل احیاء پذیری کمتری دارند. وجود فضاهای خالی، کمبود اتمها و نابجایی ها در شبکه بلوری، خاصیت احیاء شوندگی را افزایش می دهد [۱۰و۸].

۲-۱-۲- غبارهای بازیابی شده در کارخانه

در هر کارخانه تولید آهن و فولاد در قسمت های مختلف انواع غبار با دانه بندی معینی ایجاد میگردد. این غبارها یا به علت داشتن مواد با ارزش اقتصادی و یا به علت جلوگیری از آلودگی محیط زیست باید مورد بازیابی قرار گیرند. تنها قسمتی که می تواند این غبارها را مصرف نماید، بخش کلوخه سازی و گندله سازی است [۱۰و۸].

۲-۱-۳- مواد گداز آور در بار کلوخه

مواد گداز آور ترکیباتی هستند که به منظور حذف گانگ سنگ های آهن و خاکستر کک و تبدیل آنها به سرباره مناسب با خواص و مشخصات فیزیکی معین به بار کوره بلند اضافه می شوند. سرباره حاصل از این مواد سبب تصفیه چدن و حذف قسمتی از عناصر مضر موجود در چدن مانند فسفر و گوگرد می گردد. با توجه به اینکه گانگ سنگ های معدنی آهن بطور کلی اسیدی بوده و قسمت عمده آن را سیلیس تشکیل می دهد، ماده گداز آور مناسب و لازم آهک می باشد [۱۰و۸].

آهک لازم برای ترکیب باسیلیس بصورت سنگ آهک به دستگاه کلوخه ساز داده می شود. دستگاه ضمن پخت کلوخه، سنگ آهک را تکلیس و تبدیل به آهک می نماید و سپس آهک حاصل با گانگ سنگ های معدنی ترکیب شده و ترکیبات سرباره ای را تولید می نماید [۱۰و۸].

۲-۱-٤- مواد کمکی در بار کلوخه

این مواد به منظور بهتر نمودن کیفیت کلوخه یا بالا بردن کیفیت چدن در کوره بلند و سرانجام افزایش کارکرد کوره بلند بکار برده شده و در نتیجه به بار دستگاه کلوخه ساز اضافه می شوند.

این مواد شامل ترکیبات مختلفی هستند که از آن جمله می توان به سنگ منگنز، دولومیت، بوکسیت و سیلیس اشاره کرد[۸و۱۰].

۲-۱-۵- پوسته های نورد در بار کلوخه

در جریان نورد با ریختن آب بر روی شمش های گرم سطح فولاد اکسید شده و بصورت پوسته هایی

همراه با آب جدا می شوند. با تصفیه آب سرد کننده غلطک های نورد، این پوسته ها جدا و جمع آوری می شوند. ترکیب این پوسته ها بطور عمده اکسید آهن دوظرفیتی بوده و تقریباً خالص می باشند. در صنعت ترجیحاً این پوسته ها را به بار کلوخه سازی می افزایند [۱۰و۸].

۲-۱-٦- خرده کک در بار کلوخه

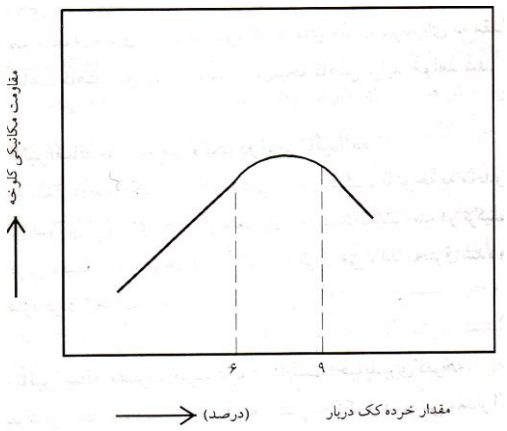
کک عامل اصلی تولید انرژی در دستگاه کلوخه سازی می باشد. کک نسبت به زغال سنگ مزایایی دارد که در زیر به آنها اشاره شده است:

-زغال سنگ، گوگرد بیشتری دارد و کیفیت کلوخه را کاهش می دهد.

-زغال سنگ هنگام گرم شدن و پیش از احتراق، گاز زیادی تولید می نماید که باعث کاهش استحکام کلوخه می گردد.

مقدار مصرف خرده کک در بار کلوخه حدود (۹-۵) درصد می باشد. امروزه با ابداع شیوه های خاص، این مقدار را به ٤/٥ درصد رسانده اند. اگر میزان خرده کک در بار کلوخه زیاد باشد، باعث افزایش درجه حرارت در منطقه احتراق شده و فازهای مذاب سرباره ای به مقدار زیاد تولید شده و باعث کاهش نفوذپذیری بستر و کاهش تولید خواهد شد. همچنین با توجه به محدود بودن مقدار اکسیژن گازهای عبوری از لابلای بستر بار مقداری از خرده کک نسوخته در ترکیب کلوخه باقی می ماند. همچنین وجود خرده کک اضافی، در طول فرآیند باعث کاهش احیاء پذیری و افزایش مصرف کک در کوره بلند خواهد شد.

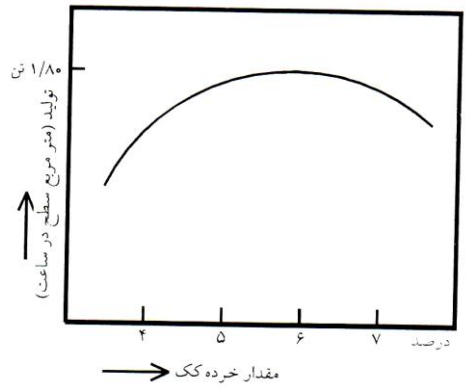
از طرف دیگر، با افزایش مقدار خرده کک، درجه حرارت کلوخه بالا رفته و باعث افزایش مقاومت مکانیکی کلوخه می گردد. خاصیت احیاء پذیری و مقاومت مکانیکی کلوخه با هم رابطه عکس دارند. پس افزایش خاصیت مکانیکی کلوخه باعث افزایش مصرف کک در کوره بلند می شود، ولی افزایش بی رویه خرده کک در بار کلوخه، باعث افزایش بی رویه فاز مذاب می گردد که قسمت عمده آن به فاز شیشه ای تبدیل می گردد که این امر مقاومت مکانیکی کلوخه را کاهش می دهد [۸].این مطلب در شکل۲-۳- نشان داده شده است.



شکل۲-۳- وابستگی مقاومت مکانیکی کلوخه به درصد خرده کک بار[۸]

همانطور که در شکل دیده می شود، با افزایش مقدار خرده کک در بار، ابتدا مقاومت مکانیکی کلوخه زیاد شده و خاصیت احیاء پذیری کم می گردد و سپس مقاومت مکانیکی در اثر تشکیل فازهای شیشه ای در بین ذرات کاهش یافته و خاصیت احیاء پذیری بالا می رود [۸و۱۰].

افزایش درصد خرده کک روی تولید دستگاه کلوخه سازی موثر است. با افزایش خرده کک ابتدا تولید بالا رفته و سپس کاهش می یابد و این کاهش در اثر تشکیل فازهای سرباره ای زیاد و کاهش نفوذپذیری می باشد. این مساله در شکل۲-٤- نشان داده شده است [۸].



شکل۲-۴- روندتغییرات تولید کلوخهبه درصد خرده کک بار [۸]

۲-۱-۷- بار برگشتی در کلوخه سازی

در روند کلوخه سازی مقداری کلوخه با ابعاد کوچک تولید می شود که در کوره بلند قابل مصرف نیست. لذا باید به بار کلوخه سازی اضافه شود. از طرف دیگر برای محافظت میله های کف زنجیر ماشین آگلومراسیون در برابر حرارت بالا، نیاز به بار بدون اثر می باشد که این بار را نیز کلوخه تشکیل می دهد، لذا قسمتی از کلوخه حاصل در دو مسیر جداگانه به قسمت تهیه بار منتقل می شود که یک مسیر کلوخه درشت

و مسیر دیگر کلوخه ریزبرگشتی را منتقل می کنند. کلوخه های درشتر را برای حفاظت از زنجیر و برگشتی ریزدانه را برای مخلوط سازی با بار، استفاده می نمایند [۱۰]. در بعضی کارگاههای کلوخه سازی نظیر Nigerian Ajaokuta steel Complex از بار برگشتی داغ در مخلوط سینترسازی استفاده می کنند که موجب افزایش تولید آنها نیز گردیده است [۱۱].

۲-۱-۸- آب در بار کلوخه

آب یکی از مهمترین مواد افزودنی به مخلوط بار کلوخه سازی می باشد. خواص، کیفیت و کمیت آن تاثیر اساسی روی کیفیت کلوخه و ظرفیت تولید دارد. مواد اولیه مخلوط بار معمولاً دارای مقدار آب کافی نبوده و باید مقداری آب به مخلوط بار اضافه گردد. وجود رطوبت جهت جلوگیری از ایجاد گرد و غبار، یکنواخت شدن بار و افزایش نفوذپذیری مخلوط مواد اولیه کلوخه سازی است، زیرا آب باعث تشکیل فیلم در سطح ذرات ریز شده و بدین ترتیب یک پیوند هیدرولیکی در بین آنها برقرار می شود که باعث درشتتر شدن ذرات ریز می گردد و از این طریق نفوذپذیری دستگاه افزایش می یابد [۱۰و۸].

آب در بار مواد اولیه کلوخه سازی به سه شکل می تواند وجود داشته باشد:

الف-آب بصورت فیلم در سطح ذرات

ب-آب بصورت مولکولی در بین ذرات و در فواصل حفره های آن

ج-آب بصورت آب تبلور در ترکیب کانی ها

الف-آب بصورت فیلم در سطح ذرات: اگر آب مصرفی کم باشد، پیوند هیدرولیکی بصورت کامل برقرار نشده ودر جریان پخت، پیوند سرامیکی تشکیل شده بین ذرات سست بوده و کلوخه حاصل، مقاومت مکانیکی لازم را نخواهد داشت. بالعکس اگر آب زیادتر از حد باشد، باعث گل شدن مخلوط شده و نفوذپذیری بستر را کاهش می دهد. مقدار آب لازم بطور معمول در مورد کانی های هماتیت (۶-۵) درصد ودر مورد کانی های مگنتیت (۹-۷) درصد می باشد و این مقدار در مورد کانیهایی که گانگ آنها رسی است، (۱۲-۸) درصد می باشد.

هر قدر دانه بندی سنگ آهن ریزتر باشد و مقدار کانی مگنیتیتی در سنگ آهن بالاتر باشد، مقدار آب لازم بیشتر خواهد بود [۸]. همچنین با افزایش کانیهای رسی در مواد اولیه بار، آب لازم بیشتر خواهد شد.

اثر آب بر نفوپذیری بستر در شکل۲-۵- آمده است.