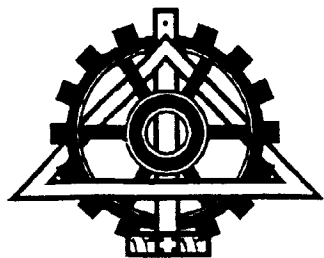


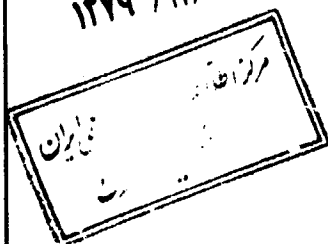
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تهران
دانشکده فنی



۱۳۷۹ / ۱۲ / ۲۰



پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی متالورژی و مواد

گرایش: شناسایی و انتخاب مواد فلزی

موضوع:

تأثیر نوع مواد اولیه در خواص بدنه‌های نسوز منیزیت - دولومیتی

استاد راهنما:

دکتر علی محمد هادیان

استاد مشاور:

دکتر ابوالقاسم عطائی

تهیه کننده:

بابک نظری

پائیز ۱۳۷۹

۳۴۱۰۸

صفحه تصویب پایان نامه توسط هیئت داوران

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی مواد و متالورژی

گرایش: شناسایی و انتخاب مواد فلزی

موضوع

تاثیر نوع مواد اولیه در خواص بدنه های نسوز منیزیت - دولومیتی

توسط:

بابک نظری

از این پایان نامه در تاریخ ۷۹/۹/۲۲ در مقابل هیئت داوران دفاع بعمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت.



مدیر گروه آموزشی: دکتر ایوب حلوانی

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه: دکتر حمید رضا قاسمی منفرد راد

استاد راهنما: دکتر علی محمد هادیان

استاد مشاور: دکتر ابرالقاسم عطایی عطایی

استاد مدعو: دکتر زیارتعلی نعمتی

استاد مدعو داخلی: دکتر حسین عبدی زاده

تقديم به پدرم كه :
پيراست مفعهايم را با شكوه و اراده پولادينش

تقديم به مادرم كه :
**پرورد روح سركشم را و سيراب كرد به زلال چاك
محبتش**

**تقدیم به استاد ارجمند جناب آقای دکتر هادیان که با
رهنمودهایش راهگشای راهم بود.**

و این دفتر :

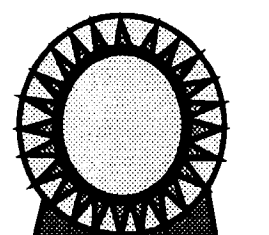
یادمانی است بی تکلف از ترجمان آن

لحظه های پر فراز و نشیب که بر گیرنده

بهترین سالهای عمرم بود. آنچه بود و

گذشت و آنچه خواهد ماند غمی است

شیرین، به یادگار فردا...



چکیده

افزودن منیزیت به دولومیت می تواند تاثیر مثبتی در افزایش مقاومت به هیدراته شدن ، نسوزندگی و مقاومت به سرباره نسوزهای دولومیتی داشته باشد . در این تحقیق با استفاده از منیزیت معادن بیرجند و دولومیت معادن زفره اصفهان سعی در تهیه کلینکر منیزیت دولومیتی شده است و روش تولید دو مرحله ای در تهیه کلینکر با پخت در دو دمای 1500°C و 1600°C با روش معمول استفاده از دانه های زینتر شده منیزیا و دولوما مورد مقایسه قرار گرفت و با انجام بررسی های فیزیکی ، میکروسکوپی و آنالیز اشعه ایکس مشخص شد که با استفاده از روش کلسیناسیون دو مرحله ای اکتیویته مواد برای زینتر شدن بسیار افزایش یافته به گونه ای که دمای زینتر شدن آن حداقل 100 درجه سانتیگراد کاهش یافته است همچنین استحکام فشاری بسیار بالاتر و تخلخل بسیار کمتری پس از زینتر ایجاد شده است.

در این تحقیق همچنین تاثیر افزودن درصدهای مختلف منیزیت به کلینکر اولیه بررسی و مشخص شد که با افزودن 20 درصد منیزیت به دولومیت با ایجاد شبکه ای لانه زنبوری از منیزیت می توان باعث افزایش مقاومت به هیدراته شدن و نفوذ سرباره در نسوز منیزیت دولومیتی نسبت به نسوز دولومیتی شد.

تشر و قدردانی

سپاس می گویم فدای را که توفیق ادامه تحصیل را به من ارزانی داشت تا شاید چند روزی نیم نگاهی به طبیعت زیبایش و ذره ای اندیشه در عظمت آفریده هایش داشته باشم که چه زیبا می توان خدا را در آینه آفرینش تماشا کرد .

پس از او بر خود واجب می دانم از پدر و مادرم که دلسوزانه محیطی آرام و مطمئن را در تمام مراحل زندگانی برایم فراهم نمودند ، قدردانی نمایم .

صمیمانه ترین سپاسگزاریم را تقدیم استاد گرانقدره آقای دکتر علی محمد هادیان می دارم که ایشان چون معلمی دلسوز با صبری بسیار ، مرا گام به گام در پیشبرد کارهایم هدایت نموده و نه تنها درسی از علم ، بلکه درسهای از زندگانی را به من آموختند.

همچنین از جناب آقای دکتر ابولقاسم عطایی که مسئولیت مشاوره این پروژه را بر عهده داشتند و از اساتید گرامی آقایان دکتر زیارتعلی نعمتی ، دکتر مسین عبدی زاده و دکتر حمید رضا قاسمی منفرد راد که زحمت بازنواری پروژه را متقبل شدند کمال تشکر را دارم .

از زحمات فروان مسئولین و همکاران محترم شرکت فرآورده های نسوز آذر بخصوص مدیر عامل محترم شرکت ، جناب آقای مهندس تدین همچنین از مسئولین محترم مرکز تحقیقات و آزمایشگاه این شرکت که امکانات لازم برای انجام این پروژه را در اختیار این جانب گذاشتند و بخصوص جناب آقای مهندس مجازی قائم مقام مرکز کمال امتنان را دارم .

سپاسی ویژه تقدیم جناب آقای مهندس فریبرز زاهد می دارم که صادقانه در رفع مشکلاتم تلاش نمود.

و در پایان در برابر تمامی دوستان ، همکاران و آشنایان که لطف و مهرشان در این دوران مرا راهگشایی بود ، سر تعظیم و سپاس فرود می آورم .

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول : مقدمه
فصل دوم : مروری بر منابع	
۵	۱-۲- معرفی نسوزهای منیزیایی و خواص آنها
۶	۱-۱-۲- منیزیا
۸	۲-۱-۲- مواد اولیه تولید منیزیا
۸	۱-۲-۱-۲- منیزیت بلورین (کریستالی)
۸	۲-۲-۱-۲- منیزیت نهان بلورین (کریپتوکریستالین)
۱۰	۳-۲-۱-۲- بروسیت
۱۰	۴-۲-۱-۲- منیزیای آب دریا
۱۱	۳-۱-۲- تولید منیزیا و خواص آن
۱۴	۴-۱-۲- تولید آجرهای منیزیته
۱۹	۵-۱-۲- روشهای دیگر تولید محصولات منیزیته
۲۰	۶-۱-۲- خواص آجرهای منیزیته
۲۰	۱-۶-۱-۲- تخلخل ظاهری و وزن مخصوص
۲۰	۲-۶-۱-۲- تغییرات طولی پایدار در طی حرارت دادن مجدد
۲۰	۳-۶-۱-۲- نسوزندگی تحت بار
۲۲	۴-۶-۱-۲- پایداری در مقابل شوک حرارتی
۲۲	۵-۶-۱-۲- انبساط حرارتی
۲۳	۶-۶-۱-۲- ترکیب شیمیایی
۲۴	۷-۶-۱-۲- مقاومت در برابر سرباره
۲۴	۸-۶-۱-۲- هدایت حرارتی
۲۴	۹-۶-۱-۲- هدایت الکتریکی
۲۴	۱۰-۶-۱-۲- استحکام فشاری سرد
۲۵	۷-۱-۲- کاربردهای آجرهای منیزیته
۲۵	۲-۲- معرفی نسوزهای دولومیتی و خواص آنها

۲۷	۱-۲-۲- تولید دولوما
۲۸	۲-۲-۲- هیدراته شدن دولوما و روشهای رفع آن
۳۱	۳-۲-۲- سیستمهای دوتایی و سه تایی مهم MgO و CaO
۳۸	۴-۲-۲- تولید آجرهای دولومیتی
۳۹	۱-۴-۲-۲- تولید آجرهای دولومیتی پخته شده نیمه تثبیت شده
۳۹	۲-۴-۲-۲- تولید آجرهای دولومیتی پخته شده تثبیت شده
۳۹	۳-۴-۲-۲- تولید آجرهای دولومیتی پخته نشده متصل شده توسط قیر
۴۰	۵-۲-۲- خواص آجرهای دولومیتی
۴۰	۱-۵-۲-۲- خواص آجرهای پخته شده (نیمه تثبیت شده و تثبیت شده)
۴۰	۲-۵-۲-۲- خواص آجرهای پخته نشده متصل شده توسط قیر
۴۲	۶-۲-۲- کاربردهای آجرهای دولومیتی
۴۲	۳-۲- معرفی نسوزهای منیزیت دولومیتی و خواص آنها
۴۳	۱-۳-۲- مزایای افزودن منیزیت به دولومیت
۵۰	۲-۳-۲- روشهای تولید نسوزهای منیزیت دولومیتی
۵۰	۱-۲-۳-۲- افزایش درصد منیزیا بصورت جایگزین آهک
۵۱	۲-۲-۳-۲- کلینکر سازی مشترک از دولومیت و منیزیت
۵۲	۳-۳-۲- کاربردهای نسوزهای منیزیت دولومیتی
۵۲	۱-۳-۳-۲- کاربرد در صنایع کانی های غیر فلزی و کوره های دوار سیمان
۵۴	۲-۳-۳-۲- کاربرد در صنعت فولاد
۵۵	۴-۲- کلسینه کردن کربناتها
۵۵	۱-۴-۲- مکانیزم کلسینه شدن کربناتها
۵۸	۲-۴-۲- سطح مخصوص کربناتها تکلیس شده و محاسبه تغییرات آن
۶۲	۳-۴-۲- کلسیناسیون دو مرحله ای

فصل سوم: مواد اونیة و روش انجام آزمایشات

۶۳	۱-۳- مواد اولیه مصرفی
۶۳	۱-۱-۳- دولومیت معادن زفره استان اصفهان
۶۸	۲-۱-۳- منیزیت بیرجند

۶۹	۳-۱-۳- روغن هیدرولیک
۶۹	۳-۱-۴- چسب وینکس
۶۹	۳-۲- نمونه سازی و تجهیزات استفاده شده
۶۹	۳-۲-۱- دستگاهها و تجهیزات استفاده شده در نمونه سازی و بررسی نمونه
۶۹	۳-۲-۱-۱- سنگ شکن فکی
۷۰	۳-۲-۱-۲- غربال آزمایشگاهی
۷۰	۳-۲-۱-۳- آسیای ویره دیسکی
۷۰	۳-۲-۱-۴- مخلوط کن
۷۰	۳-۲-۱-۵- پرس هیدرولیک ۲۰۰ تنی
۷۰	۳-۲-۱-۶- پرس هیدرولیک ۴۵ تنی
۷۱	۳-۲-۱-۷- کوره الکتریکی مقاومتی
۷۱	۳-۲-۱-۸- کوره گازی
۷۱	۳-۲-۱-۹- میکروسکوپ نوری پلاریزان
۷۱	۳-۲-۱-۱۰- دستگاه تست استحکام فشاری سرد
۷۱	۳-۲-۱-۱۱- دستگاه آنالیز تفرق اشعه ایکس (XRD)
۷۲	۳-۲-۱-۱۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)
۷۲	۳-۲-۱-۱۳- دستگاه تست هیدراته شدن
۷۳	۳-۲-۱-۱۴- پیکنومتر
۷۳	۳-۲-۲- مراحل آماده سازی نمونه ها
۷۳	۳-۲-۲-۱- دانه بندی
۷۵	۳-۲-۲-۲- تهیه کلینکر اولیه
۷۵	۳-۲-۲-۳- پخت نمونه ها
۷۷	۳-۲-۲-۴- نمونه سازی و انجام آزمایش نفوذ سرباره
۷۸	۳-۲-۳- روش انجام آزمایشات
۷۸	۳-۲-۳-۱- آنالیز شیمیایی و کاهش وزن در اثر خروج مواد فرار
۷۸	۳-۲-۳-۲- دانسیته و تخلخل
۸۰	۳-۲-۳-۳- استحکام فشاری سرد
۸۰	۳-۲-۳-۴- مقاومت به هیدراته شدن

- ۸۱..... ۳-۲-۳-۵- بررسیهای میکروسکوپی
- ۸۲..... ۳-۲-۳-۶- مطالعه توسط XRD
- ۸۲..... ۳-۲-۳-۷- آزمایش نفوذ سرباره

فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۸۳..... ۴-۱- تعیین دانه بندی مواد اولیه
- ۸۵..... ۴-۲- بررسی کلینکر اولیه
- ۸۸..... ۴-۳- بحث و بررسی نتایج آزمایشات دانسیته و تخلخل
- ۴-۳-۱- نتایج آزمایشات دانسیته و تخلخل در نمونه های تهیه شده از کلینکر اولیه کلسینه شده پس از پخت در دمای 1500°C
- ۴-۳-۲- نتایج آزمایشات دانسیته و تخلخل در نمونه های تهیه شده از کلینکر اولیه کلسینه شده پس از پخت در دمای 1600°C
- ۴-۳-۳- نتایج آزمایشات دانسیته و تخلخل در نمونه های تهیه شده از منیزیا و دولومای زینتر شده در کوره دوار پس از پخت در 1600°C
- ۴-۳-۴- بحث و بررسی نتایج آزمایشات استحکام فشاری سرد
- ۴-۳-۵- بحث و بررسی نتایج آزمایشات هیدراته شدن
- ۴-۳-۶- نتایج آزمایش نفوذ سرباره
- ۴-۴- نتیجه گیری
- ۴-۵- پیشنهادات
- منابع و مراجع
- ضمائم

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲	جدول ۱-۱- طبقه بندی محصولات دیرگداز
۳	جدول ۱-۲- خواص مواد اصلی دیرگداز بدون تخلخل
۹	جدول ۱-۲- مقایسه خواص منیزیت بلورین و نهران بلورین
	جدول ۲-۲- اثر درجه حرارت پخت بر تغییرات دانسیته، ابعاد کریستال و تمایل به هیدراته شدن
۱۴	یک نمونه منیزیتی حاوی ۲ درصد B_2O_3
۱۶	جدول ۲-۳- ترکیبات فرعی که ممکن است حین زیتتر کردن منیزیا بوجود آید
۱۶	جدول ۲-۴- اثر نسبت CaO/SiO_2 بر تشکیل ترکیبات مختلف در حین زیتتر کردن منیزیا
۲۱	جدول ۲-۵- خواص چند نمونه آجر منیزیتی پخته شده
۴۱	جدول ۲-۶- خواص چند نوع آجر دولومیتی پخته شده
	جدول ۲-۷- تقسیم بندی آجرهای دولومیتی و منیزیت دولومیتی براساس استاندارد
۴۳	E DIN EN 12475
۴۴	جدول ۲-۸- خواص فیزیکی و شیمیایی چند نوع نسوز تهیه شده از کلینکر منیزیا دولوما
۴۶	جدول ۲-۹- ترکیب شیمیایی آجرهای منیزیا دولومیتی که در تست نفوذ سرپاره ها به کار برده شدند
۴۶	جدول ۲-۱۰- ترکیب شیمیایی دو نوع سرپاره فولادسازی
۵۳	جدول ۲-۱۱- مقایسه آجرهای دولومیتی با سایر آجرهای مصرفی در صنعت سیمان
	جدول ۲-۱۲- ترکیب شیمیایی منیزیت، دولومیت و کلسیتی که برای آنالیز وزن سنجی حرارتی
۵۷	به کار برده شدند
۶۳	جدول ۳-۱- ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی دولومیت زفره
۶۸	جدول ۳-۲- ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی منیزیت بیرجند
۶۹	جدول ۳-۳- آنالیز شیمیایی چسب و یفکس
۷۴	جدول ۳-۳- نسبت مخلوط مواد اولیه با n های مختلف در هر محدوده دانه بندی
۷۷	جدول ۳-۴- ترکیب شیمیایی سرپاره های استفاده شده در آزمایش نفوذ سرپاره
۸۴	جدول ۴-۱- نسبت دانه بندی تعیین شده در $n=0/7$

- جدول ۴-۲- آنالیز شیمیایی مخلوط هایی با ۶۰، ۴۰، ۲۰، ۰ و ۱۰۰ درصد منیزیت همراه با دولومیت
 پس از کلسینه کردن در 1300°C ۸۷
- جدول ۴-۳- دانسیته (ظاهری و واقعی) و تخلخل (کلی و ظاهری) نمونه ها قبل و بعد از کلسینه
 شدن و بعد از پخت در دمای 1500°C ۸۸
- جدول ۴-۴- دانسیته (ظاهری و واقعی) و تخلخل (ظاهری و کلی) نمونه ها قبل و بعد از کلسینه
 شدن و بعد از پخت در 1600°C ۹۰
- جدول ۴-۵- دانسیته و تخلخل نمونه های تهیه شده از منیزیا و دولومای زینتر شده قبل و بعد از پخت
 در دمای 1600°C ۹۰
- جدول ۴-۶- نتایج آزمایشات استحکام فشاری سرد ۹۹

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۷	شکل ۱-۲- ساختار کریستالی منیزیا
۱۱	شکل ۲-۲- تجزیه کربنات منیزیت
۱۳	شکل ۲-۳- اثر دمای پخت بر وزن مخصوص، ابعاد کریستال و تمایل به هیدراته شدن یک نمونه منیزی
	شکل ۲-۴- الف- پلی کریستالهای شفاف که بوسیله پرس گرم در خلاء تهیه شده اند.
۱۹	ب- منیزیای مات که بوسیله پرس در هوا تهیه شده است
۲۳	شکل ۲-۵- انبساط حرارتی یک آجر منیزی
	شکل ۲-۶- الف- واحد شبکه رمبوهدرال دولومیت شامل یک واحد فرمولی $(Ca,Mg)(CO_3)_2$
۲۷	ب- واحد شبکه هگزاگونال دولومیت شامل سه واحد فرمولی $(Ca,Mg)(CO_3)_2$
۲۸	شکل ۲-۷- ریز ساختار دولومیت زیتر شده
۳۱	شکل ۲-۸- سیستم دو تایی $MgO-CaO$
۳۲	شکل ۲-۹- سیستم دو تایی $CaO-SiO_2$
۳۳	شکل ۲-۱۰- سیستم دو تایی $MgO-SiO_2$
۳۴	شکل ۲-۱۱- سیستم دو تایی $MgO-Al_2O_3$
۳۴	شکل ۲-۱۲- سیستم دو تایی $CaO-FeO$
۳۵	شکل ۲-۱۳- سیستم سه تایی $CaO-Al_2O_3-SiO_2$
۳۶	شکل ۲-۱۴- سیستم سه تایی $CaO-MgO-Al_2O_3$
۳۷	شکل ۲-۱۵- سیستم سه تایی $MgO-FeO-SiO_2$
۳۷	شکل ۲-۱۶- سیستم سه تایی $MgO-SiO_2-CaO$
۳۸	شکل ۲-۱۷- سیستم سه تایی $MgO-Al_2O_3-SiO_2$
۴۵	شکل ۲-۱۸- ریز ساختار یک نسوز منیزیا دولومیتی با ۷۵ درصد منیزیا بعد از اچ شدن
۴۷	شکل ۲-۱۹- عمق خورده شده توسط دو نوع سرباره کنورتور