

۱۳۷۸ / ۷ / ۱۲

به نام خدا



دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مواد و متالورژی

## بررسی ساخت و خواص قطعات ساینده بر پایه آلومینا

قادر شکوری

پایان نامه برای دریافت کارشناسی ارشد

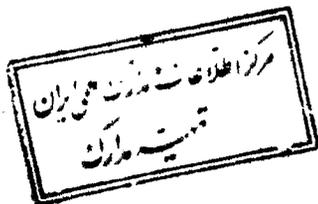
در رشته

مهندسی مواد و متالورژی - سرامیک

استاد راهنما: دکتر فتح الله مضطرزاده

بهمن ماه ۱۳۷۷

4 0 14,۲



الله أكبر  
الله أكبر  
الله أكبر

تقدیم به پدر، مادر و همسر

تقدیم به آقای حسن کیوانپور

## چکیده پایان نامه :

با بررسی و انجام آزمایش مقدماتی، معلوم شد که سیستم فریتی از قابلیت چسبندگی بالایی برخوردار می‌باشد و می‌تواند به عنوان باند برای اتصال دانه‌های ساینده به کار رود. در این راستا، فریت‌های آلومینوبوروسیلیکاتی، بوروسیلیکاتی، باریم‌دار و بوروسیلیکاتی مورد بررسی قرار می‌گیرند. با ساخت سنگهای ساینده با فریت‌های مذکور، بررسی باندها انجام می‌شود. نتایج آزمایش سایش بر روی قطعات، نشان می‌دهد که از بین سه نوع فریت یاد شده، نوع آلومینوبوروسیلیکاتی دارای قدرت اتصال بالاتری نسبت به دو نوع دیگر می‌باشد که این موضوع ناشی از سازگاری ضریب انبساط حرارتی آن با دانه ساینده، استحکام ذاتی بالا، کشش سطحی مناسب و عدم تشکیل فاز بلوری در حین سرد شدن می‌باشد. در ادامه قابلیت براده برداری آلومینای گداخته سفید و آلومینای گداخته قهوه‌ای با هم مقایسه شده و با انجام آزمایش، مکانیسم عملکرد ساینده‌های مذکور شناسایی می‌شوند که نتایج بدست آمده در پایان نامه آورده شده‌اند. در انتها با استفاده از فریت آلومینوبوروسیلیکاتی و آلومینای گداخته سفید و با بهره‌گیری از استحکام خمشی، به روش مقایسه‌ای ترکیب فازی (ساینده، باند، تخلخل) سنگ‌های مورد نظر بدست می‌آید.

## تقدیر و تشکر

از تمامی کسانی که در مراحل انجام این پروژه اینجانب را یاری کردند تشکر می‌نمایم.  
از جمله :

آقای دکتر مضطرزاده که انجام این پروژه بدون راهنمایی‌های مفید ایشان میسر نبود، همچنین از اساتید هیأت داورى: آقایان دکتر یزدانی راد و دکتر جوادپور که در جلسه دفاعیه اینجانب حضور داشتند و نکات ارزنده‌ای را گوشزد نمودند.

جناب آقای مهندس حسن کیوانپور مدیریت محترم شرکت صنعتی پیشروسنگ برای تشویقها و حمایت‌های مالی ایشان در طول انجام پروژه

آقای دکتر نانی به خاطر فراهم آوردن زمینه انجام آزمایشهای دستگاهی SEM

آقای دکتر صولتی که امکان انجام آزمایشهای استحکام را فراهم نمودند.

و بالاخره خانم مهندس عادللی به خاطر انجام آزمایشهای XRD

## فهرست

صفحه	عنوان
	مقدمه
	فصل اول: مبانی علمی
۲	۱-۱- تاریخچه
۴	۱-۲- مواد ساینده
۴	۱-۲-۱- آلومینا
۸	۱-۲-۲- کاربرد سیلیسیم
۹	۱-۲-۳- الماس
۱۱	۱-۲-۴- رید بور مکعبی
۱۵	۱-۳- باندها
۱۵	۱-۳-۱- باند شیشه‌ای
۱۶	۱-۳-۲- باند رزینی
۱۸	۱-۳-۳- باند لاستیکی
۱۹	۱-۳-۴- باند فلزی
۱۹	۱-۴- استاندارد دانه بندی
۲۱	۱-۵- سمباده‌ها
۲۲	۱-۵-۱- فرآیند ساخت سمباده
۲۳	۱-۶- سنگ ساینده
۲۳	۱-۶-۱- درجه سنگ
۲۴	۱-۶-۲- ساختار سنگ
۲۴	۱-۶-۳- نحوه کلی کدگذاری سنگ
۲۸	۱-۶-۴- عوامل مهم در انتخاب سنگ

۲۹	۱-۷-۱- واکنش‌های فرآیند سایش
۲۹	۱-۷-۱- واکنش ساینده - فلز
۲۹	۱-۷-۲- واکنش ساینده - اتمسفر
۳۰	۱-۸- آزمایش‌های سنگ
۳۰	۱-۸-۱- آزمایش سایش
۳۱	۱-۸-۲- آزمایش سرعت

## فصل دوم: ساخت دستگاه‌های آزمایش

۳۳	۲-۱- آماده سازی قطعه
۳۳	۲-۲- دستگاه تست سایش
۳۷	۲-۳- دستگاه تعیین سرعت گسیختگی
۳۹	۲-۴- دستگاه تنظیم سرعت
۳۹	۲-۵- قالب‌های شکل دهی

## فصل سوم: بررسی باندها

۴۲	۳-۱- انتخاب دانه‌های ساینده آلومینای گداخته
۴۲	۳-۲- انتخاب دانه بندی مناسب
۴۲	۳-۳- بررسی انتخاب بایندر مناسب
۴۴	۳-۴- آماده سازی باند (فریت)
۴۷	۳-۵- منحنی پخت سنگ‌های ساینده
۴۹	۳-۶- ساخت سنگ ساینده
۵۰	۳-۶-۱- انتخاب نسبت فازی برای ساخت سنگ ساینده
۵۰	۳-۶-۲- محاسبات سنگ دیسکی
۵۱	۳-۶-۳- ترکیب سنگ‌ها
۵۳	۳-۷- تعیین سرعت گسیختگی سنگ



- ۵۴ ..... ۳-۸- بررسی باندها
- ۵۸ ..... ۳-۹- بررسی تاثیر باند بر کارآیی سنگ ساینده
- ۶۰ ..... ۳-۱۰- بحث و نتیجه گیری

### فصل چهارم: بررسی مواد ساینده

- ۶۶ ..... ۴-۱- مقایسه کارآیی آلومینای گداخته سفید و آلومینای گداخته قهوه‌ای با باند مشترک
- ۶۸ ..... ۴-۲- بررسی مشخصات ساینده‌ها
- ۷۱ ..... ۴-۳- بررسی دلایل بالا بودن قدرت اتصال باند با آلومینای گداخته سفید
- ۷۱ ..... ۴-۴- بررسی علت پایین بودن قدرت چسبندگی باندها با آلومینای گداخته و قهوه‌ای
- ۷۳ ..... ۴-۴-۱- ترکیب سنگها
- ۷۵ ..... ۴-۴-۲- تعیین سرعت گسیختگی سنگ‌ها
- ۷۶ ..... ۴-۴-۳- بررسی باندهای حاوی تیتانیم
- ۸۴ ..... ۴-۵- نتیجه گیری

### فصل پنجم: بررسی سختی سنگ

- ۸۶ ..... ۵-۱- محاسبات سنگ خطی (نمونه استحکام)
- ۸۶ ..... ۵-۲- بررسی ساخت سنگ‌های ساینده با سختی‌های مختلف و ساختار ۶
- ۹۱ ..... ۵-۳- نتیجه گیری
- ۹۳ ..... مراجع

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان	شماره شکل
۵	کوره الکتریکی ساخت آلومینای گداخته	(۱-۱):
۶	روش های تهیه ساینده از بوکیست	(۱-۲):
۱۱	دیاگرام فشار - دما سنتز الماس	(۱-۳):
۱۲	ساختار CBN	(۱-۴):
۱۳	دیاگرام فشار - دما سنتز CBN	(۱-۵):
۱۴	دستگاه Shock wave	(۱-۶):
۱۴	دستگاه Belt	(۱-۷):
۱۷	پلیمریزاسیون رزین	(۱-۸):
۲۳	ساختار سمباده	(۱-۹):
۳۱	منحنی آزمایش سایش	(۱-۱۰):
۳۳	قطعه آهن آماده شده	(۲-۱):
۳۴	دستگاه تست سایش	(۲-۲):
۳۴	دستگاه تست سایش	(۲-۳):
۳۷	دستگاه اندازه گیری سرعت گسیختگی	(۲-۴):
۳۹	دستگاه تنظیم سرعت	(۲-۵):

صفحه	عنوان	شماره شکل
۴۰	قالب سنگ دیسکی	: (۲-۶)
۴۰	قالب سنگ خطی	: (۲-۷)
۴۵	مراحل آماده سازی فریت	(۳-۱)
۴۸	منحنی پخت سنگها	(۳-۲)
۴۹	فلوچارت ساخت سنگ ساینده	: (۳-۳)
۵۷	منحنی کاهش جرم سنگ در اثر وزنه های اعمالی	: (۳-۴)
۵۷	منحنی کاهش جرم سنگ در اثر وزنه های اعمالی	: (۳-۵)
۵۹	منحنی بررسی کارآئی سنگ	: (۳-۶)
۵۹	منحنی بررسی کارآئی سنگ	: (۳-۷)
۶۱	تصویر سطح شکست نمونه 201 W	: (۳-۸)
۶۱	تصویر سطح شکست نمونه مقایسه شده	: (۳-۹)
۶۲	آنالیز نقطه ای A	: (۳-۱۰)
۶۲	آنالیز نقطه ای B	: (۳-۱۱)
۶۳	طیف XRD باند 101	: (۳-۱۲)
۶۴	طیف XRD باند 102	: (۳-۱۳)

صفحه	عنوان	شماره شکل
۶۶	مقایسه عملکرد ساینده های با باند مشترک 101	: (۴-۱)
۶۷	مقایسه عملکرد ساینده های با باند مشترک 102	: (۴-۲)
۶۷	مقایسه عملکرد ساینده های با باند مشترک 103	: (۴-۳)
۶۹	دیاگرام تعادلی $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3$	: (۴-۴)
۷۰	XRD آلومینای سفید	: (۴-۵)
۷۰	XRD آلومینای قهوه ای	: (۴-۶)
۸۰	منحنی کاهش جرم سنگ در اثر وزنه های اعمالی	: (۴-۷)
۸۰	منحنی کاهش جرم سنگ در اثر وزنه های اعمالی	: (۴-۸)
۸۱	منحنی بررسی کارآئی سنگ	: (۴-۹)
۸۱	منحنی بررسی کارآئی سنگ	: (۴-۱۰)
۸۲	طیف XRD فریت Ti 0	: (۴-۱۱)
۸۳	طیف XRD فریت Ti 3	: (۴-۱۲)
۸۳	طیف XRD فریت Ti 7	: (۴-۱۳)
۸۴	طیف XRD فریت Ti 12	: (۴-۱۴)

## فهرست جداول

صفحه	عنوان	شماره جدول
۲۰	استاندارد کنترل دانه های ساینده	: (۱-۱)
۲۶	ایجاد صافی سطح توسط دانه ساینده	: (۱-۲)
۲۷	سختی و نرمی سنگ	: (۱-۳)
۲۷	مفهوم اعداد ساختار	: (۱-۴)
۳۶	پارامترهای اندازه گیری شده	: (۲-۱)
۴۳	ترکیب کد ۱۰	: (۳-۱)
۴۳	ترکیب کد ۲۰	: (۳-۲)
۴۳	ترکیب کد ۳۰	: (۳-۳)
۴۶	ترکیب فریت ها	: (۳-۴)
۴۷	آنالیز شیمیائی فریت ها	: (۳-۵)
۵۰	درصد حجمی فازهای تشکیل دهنده سنگ	: (۳-۶)
۵۱	چگالی مواد ساینده و فریت ها (باندها)	: (۳-۷)
۵۱	ترکیب سنگ دیسکی 201 W	: (۳-۸)
۵۲	ترکیب سنگ دیسکی 202 W	: (۳-۹)

صفحه	عنوان	شماره جدول
۵۲	ترکیب سنگ دیسکی 203 W	: (۳-۱۰)
۵۲	ترکیب سنگ دیسکی 201 B	: (۳-۱۱)
۵۳	ترکیب سنگ دیسکی 202 B	: (۳-۱۲)
۵۳	ترکیب سنگ دیسکی 203 B	: (۳-۱۳)
۵۳	سرعت گسیختگی سنگها	: (۳-۱۴)
۵۴	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 201 W	: (۳-۱۵)
۵۵	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 202 W	: (۳-۱۶)
۵۵	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 203 W	: (۳-۱۷)
۵۵	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 201 B	: (۳-۱۸)
۵۶	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 202 B	: (۳-۱۹)
۵۶	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 203 B	: (۳-۲۰)
۶۸	آنالیز شیمیائی ساینده ها	: (۴-۱)
۷۲	آنالیز شیمیائی فریت های حاوی تیتانیم	: (۴-۲)
۷۳	چگالی ساینده و فریت های حاوی تیتانیم	: (۴-۳)
۷۳	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 0W	: (۴-۴)
۷۳	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 3W	: (۴-۵)

شماره جدول	عنوان	صفحه
(۴-۶)	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 7W	۷۴
(۴-۷)	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 12W	۷۴
(۴-۸)	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 0B	۷۴
(۴-۹)	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 3B	۷۴
(۴-۱۰)	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 7B	۷۵
(۴-۱۱)	ترکیب سنگ دیسکی 101 Ti 12B	۷۵
(۴-۱۲)	نتایج آزمایش گسیختگی	۷۶
(۴-۱۳)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 0W	۷۷
(۴-۱۴)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 3W	۷۷
(۴-۱۵)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 7W	۷۷
(۴-۱۶)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 12W	۷۸
(۴-۱۷)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 0B	۷۸
(۴-۱۸)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 3B	۷۸
(۴-۱۹)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 7B	۷۹
(۴-۲۰)	پارامترهای اندازه گیری شده سنگ 101 Ti 12B	۷۹
(۵-۱)	استحکام خمشی نمونه سنگ شرکت تیرولیت	۸۸