



دانشکده مهندسی مکانیک

پایدارسازی اکسید زیرکونیم با استفاده از ایتریا و بهبود خواص آن

نگارش

محمد محمدی فر

استاد راهنما: دکتر سیدمهدی میراسماعیلی و دکتر علیرضا بنانج
استاد مشاور: مهندس جهانگیر حسنی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
دانشکده مهندسی مواد شناسایی و انتخاب مواد

اسفند ماه 1391

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به

همسر مهربانم که در تمام این مدت یار و یاورم بود.

تشکر و قدردانی

از خدای مهربان.

از زحمات اساتید ارجمند جناب آقای دکتر میراسماعیلی و جناب آقای دکتر بنانچ و جناب آقای دکتر
حسینی به پاس مشورتهای مفیدشان.

چکیده

زیرکونیای پایدار شده توسط ایتریا ماده‌ای است که بدلیل خصوصیات منحصر بفرد بطور گسترده ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع، خصوصیات مکانیکی زیرکونیا بخصوص سختی و استحکام در کنار ویژگیهای الکتریکی، نوری و یونی این ماده را تبدیل به ماده‌ای مناسب برای بسیاری از کاربردها نموده است. در این پژوهش پودر زیرکونیای پایدار شده با درصدهای وزنی مختلف از ایتریا و سریا با روش حالت جامد تهیه شده است. شرایط بهینه سینتر با کنترل پارامترهای مختلف تعیین شده و نتایج حاصل مورد بحث قرار گرفته است. به منظور آنالیز نتایج بدست آمده از XRD برای تعیین فازهای موجود از SEM جهت بررسی ریزساختار از آسیاب و تعیین متوسط اندازه دانه جهت بهبود ریز ساختار و از دستگاه میکرو سختی سنج جهت اندازه‌گیری سختی و محاسبه تافنس شکست استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمایشات انجام گرفته نشان می‌دهد با افزایش دمای سینتر درصد فاز تتراگونال افزایش و درصد فاز منوکلینیک کاهش می‌یابد، با افزایش دمای سینتر دانسیته افزایش می‌یابد و با افزایش درصد ایتریا مقدار دانسیته کاهش پیدا می‌کند. همچنین لازم به ذکر است که با آسیاب کردن پودر زیرکونیای پایدار شده به ریز ساختار مناسبی خواهیم رسید.

کلید واژه‌ها: زیرکونیای پایدار شده، تافنس، سختی، ایتریا، سریا، زیرکونیا

فهرست مطالب

1	فصل اول: مقدمه.....
2	1-1 مقدمه.....
3	2-1 منابع کانی.....
3	3-1 مکانیزم افزایش تافنس.....
4	4-1 کاربردها.....
5	5-1 هدف تحقیق.....
6	فصل دوم: مروری بر منابع مطالعاتی.....
7	1-2 مقدمه.....
8	2-2 ساختار زیرکونیا.....
9	3-2 تبدیل فازي در زیرکونیا.....
10	4-2 تثبیت زیرکونیا.....
11	1-4-2 مزایای تثبیت.....
12	2-4-2 انتخاب عناصر تثبیت کننده.....
13	3-4-2 تثبیت جزئی و تثبیت کامل.....
14	5-2 تعادل فازي در سیستمهای زیرکونیائی.....
15	1-5-2 سیستم دوتایی $ZrO_2 - MgO$
16	2-5-2 سیستم دوتایی $ZrO_2 - Y_2O_3$
18	3-5-2 سیستم دوتایی $ZrO_2 - CaO$
20	6-2 ریز ساختارها و ریز ترکها.....
20	7-2 مکانیزم چقرمه کردن در اثر استحاله فازي.....
21	8-2 تبدیل چقرمه کننده.....
24	9-2 لایه های سطحی تحت فشار.....
24	10-2 ساخت سرامیک چقرمه شده.....
25	11-2 زیرکونیای بطور جزئی تثبیت شده.....
25	1-11-2 فرایند عملی تثبیت.....
32	12-2 خواص، روابط استحکام و چقرمگی.....
33	1-12-2 خواص مکانیکی و فیزیکی سرامیک زیرکونیایی.....
39	فصل سوم: روش تحقیق.....
40	1-3 مقدمه.....

40	2-3 سینتر پودر زیرکونیا.....
40	1-2-3 مواد اولیه و تجهیزات لازم.....
41	2-2-3 روش انجام تحقیق.....
43	3-3 شناسایی نمونه ها.....
43	1-3-3 پراش پرتو ایکس.....
44	2-3-3 ریز ساختار.....
45	3-3-3 تعیین سختی و محاسبه تافنس شکست.....
46	4-3 الگوریتم انجام کار.....
47	فصل چهارم: نتایج و تفسیر آنها.....
48	1-4 مقدمه.....
48	2-4 تحلیل پراش اشعه ایکس.....
48	1-2-4 الگوی پراش پودر زیرکونیای پایدار نشده.....
49	2-2-4 الگوی پراش پودر زیرکونیای کوبینچ شده در آب.....
50	3-2-4 الگوی پراش قرص زیرکونیا نگهداری، 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد.....
51	4-2-4 الگوی پراش قرص زیرکونیا نگهداری، 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد.....
51	5-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ نگهداری، 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد.....
52	6-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ نگهداری، 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد.....
53	7-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-6\%Y_2O_3$ نگهداری، 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد.....
56	8-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-6\%Y_2O_3$ نگهداری به مدت 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد.....
57	9-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ نگهداری، 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد.....
58	10-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ نگهداری به مدت 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد.....
60	11-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-10\%CeO_2$ نگهداری، 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد.....
61	12-2-4 الگوی پراش $ZrO_2-10\%CeO_2$ نگهداری، 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد.....
61	3-4 ریز ساختار.....
63	1-3-4 تصاویر SEM از $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ سینتر در دمای 1300 درجه به مدت 10 ساعت.....
64	2-3-4 تصاویر SEM از $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ سینتر در دمای 1300 درجه به مدت 10 ساعت.....
65	3-3-4 تصاویر SEM از $ZrO_2-10\%CeO_2$ سینتر در دمای 1700 درجه به مدت 5 ساعت.....
66	4-4 بهینه سازی ریزساختار.....
72	5-4 محاسبه سختی و تافنس شکست.....
74	فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادات.....
75	1-5 نتایج.....

فهرست اشکال

- شکل 1-2 ساختار کریستالی زیرکونیا از چپ به راست منوکلینیک، تتراگونال و مکعبی.....8
- شکل 2-2 دیاگرام فازی $ZrO_2 - MgO$15
- شکل 3-2 دیاگرام فازی $ZrO_2 - Y_2O_3$17
- شکل 4-2 دیاگرام فازی $ZrO_2 - Y_2O_3$ از صفر تا 20٪ مولی ایتریا.....17
- شکل 5-2 دیاگرام فازی $ZrO_2 - CaO$19
- شکل 6-2 رابطه بین دمای بحرانی، اندازه دانه و مقدار غلظت ایتریا.....23
- شکل 7-2 میکروگراف الکترونی از ذرات تتراگونال در زمینه فاز کوبیک.....26
- شکل 8-2 میکروگراف TEM نشان دهنده کره‌های پخت شده فاز تتراگونال در Mg-PSZ.....26
- شکل 9-2 تصویر ذرات بیش از حدخواه‌باند شده که فاز تتراگونال بطور خودبخود به تقارن منوکلینیک تبدیل میشود.....27

- شکل 2-10 میکرو ساختمان Mg-PSZ با اندازه دانه بزرگ در یک فاز مرزدانه ای را نشان میدهد..... 27
- شکل 2-11 منحنی استحکام - زمان خوابیدن دردمای 1300 درجه برای ترکیبات مختلف مواد Ca-PSZ..... 29
- شکل 2-12 دیاگرام فاز عملی برای سیستم ZrO_2-CaO 29
- شکل 2-13 رابطه بین اندازه دانه و استحکام..... 31
- شکل 2-14 وابستگی اندازه دانه بحرانی به مقدار ایتریا..... 31
- شکل 2-15 رابطه بین تنش شکست و چقرمگی شکست برای یکسری از سرامیکهای پایه زیرکونیا..... 33
- شکل 2-16 نتایج بدست آمده برای استحکام در چقرمگی ماکزیمم..... 33
- شکل 2-17 رابطه بین هدایت حرارتی با افزایش دما با درصدهای مختلف از ایتریا..... 34
- شکل 2-18 رابطه بین مقاومت خزشی در درصدهای مختلفی از ایتریا در زمانهای متفاوت..... 35
- شکل 2-19 ارتباط بین انبساط حرارتی و دما زیرکونیا و چند ماده دیگر..... 35
- شکل 2-20 ارتباط بین ضریب انبساط حرارتی و دما در زیرکونیای پایدار شده با درصد مولی متفاوت از ایتریا..... 36
- شکل 3-1 نمونه های زیرکونیای آماده شده با درصدهای مختلف از ایتریا..... 43
- شکل 3-2 نمونه های زیرکونیایی بعد از انجام آزمایش XRD..... 44
- شکل 3-3 نمونه آماده شده قرص زیرکونیا بعد از ماند کردن جهت انجام پولیش..... 45
- شکل 3-4 قرص زیرکونیای آماده شده بعد از لایه نشانی جهت انجام آزمایش SEM..... 45
- شکل 4-1 آنالیز XRD پودر زیرکونیا ی پایدار نشده..... 48
- شکل 4-2 طیف استاندارد فاز منوکلینیک زیرکونیا..... 49
- شکل 4-3 آنالیز XRD پودر زیرکونیا نگهداری در دمای 1300 به مدت 10 ساعت و کوینچ شده در آب..... 49
- شکل 4-4 طیف استاندارد فاز تتراگونال زیرکونیا..... 50
- شکل 4-5 آنالیز XRD قرص زیرکونیا نگهداری شده به مدت 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد..... 50
- شکل 4-6 آنالیز XRD قرص زیرکونیا نگهداری به مدت 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد..... 51
- شکل 4-7 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ نگهداری شده به مدت 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد..... 52
- شکل 4-8 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ نگهداری شده به مدت 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد..... 52
- شکل 4-9 مقایسه XRD نمونه $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ در دمای 1300 با فاز تتراگونال و مکعبی و منوکلینیک زیرکونیا..... 53
- شکل 4-10 مقایسه XRD نمونه $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ در دمای 1700 با فاز تتراگونال و مکعبی و منوکلینیک زیرکونیا..... 53
- شکل 4-11 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-6\%Y_2O_3$ نگهداری شده به مدت 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد..... 54
- شکل 4-12 طیف XRD، $ZrO_2-6\%Y_2O_3$ نگهداری شده به مدت 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد..... 54
- شکل 4-13 طیف استاندارد فاز تتراگونال زیرکونیا..... 55
- شکل 4-14 طیف استاندارد فاز کوبیک زیرکونیا..... 55
- شکل 4-15 طیف استاندارد فاز منوکلینیک..... 56
- شکل 4-16 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-6\%Y_2O_3$ نگهداری شده به مدت 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد..... 57

- شکل 4-17 مقایسه XRD نمونه $ZrO_2-6\%Y_2O_3$ در دمای 1700 با فاز تتراگونال و مکعبی و منوکلینیک زیرکونیا.....57
- شکل 4-18 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ نگهداری شده به مدت 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد.....57
- شکل 4-19 مقایسه XRD نمونه $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ در دمای 1300 با فاز تتراگونال و مکعبی و منوکلینیک زیرکونیا.....58
- شکل 4-20 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ نگهداری شده به مدت 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد.....59
- شکل 4-21 مقایسه XRD نمونه $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ در دمای 1700 با فاز تتراگونال و مکعبی و منوکلینیک زیرکونیا.....59
- شکل 4-22 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-10\%CeO_2$ نگهداری شده به مدت 10 ساعت در 1300 درجه سانتیگراد.....60
- شکل 4-23 مقایسه XRD نمونه $ZrO_2-10\%CeO_2$ در دمای 1300 درجه با فاز تتراگونال و مکعبی و منوکلینیک زیرکونیا.....60
- شکل 4-24 آنالیز XRD قرص $ZrO_2-10\%CeO_2$ نگهداری شده به مدت 5 ساعت در 1700 درجه سانتیگراد.....61
- شکل 4-25 مقایسه XRD نمونه $ZrO_2-10\%CeO_2$ در دمای 1700 با فاز تتراگونال زیرکونیا و فاز مکعبی سریا.....61
- شکل 4-26 ارتباط بین دانسیته نمونه و مقدار درصد ایتریا در دمای 1700 و 1300 درجه سانتیگراد.....63
- شکل 4-27 تصاویر SEM از $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ ، زینتر شده در دمای 1300 درجه به مدت 10 ساعت.....64
- شکل 4-28 تصاویر SEM از $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ ، زینتر در دمای 1700 درجه به مدت 5 ساعت در بزرگنماییهای مختلف.....65
- شکل 4-29 تصاویر SEM از $ZrO_2-10\%CeO_2$ ، سینتر شده در دمای 1700 درجه به مدت 5 ساعت.....66
- شکل 4-30 منحنی توزیع اندازه ذرات پودر زیرکونیا (الف) آسیاب به مدت 24 ساعت (ب) آسیاب به مدت 2 ساعت.....67
- شکل 4-31 تصاویر SEM از $ZrO_2-4\%Y_2O_3$69
- شکل 4-32 تصاویر SEM از $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ ، سینتر شده در دمای 1450 درجه به مدت 5 ساعت.....70
- شکل 4-33 تصاویر SEM از $ZrO_2-4\%Y_2O_3$71
- شکل 4-34 آنالیز EDX گرفته شده از نمونه $ZrO_2-4\%Y_2O_3$64
- شکل 0-35 اثر ایندنتور بر روی نمونه $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ بعد از پولیش و اچ حرارتی.....65

فهرست جداول

- جدول 1-2 علائم اختصاری مربوط به پایدارسازی زیرکونیا..... 10
- جدول 2-2 مقایسه برخی خواص مکانیکی زیرکونیای پایدارشده با اکسیدهای متفاوت 36
- جدول 3-2 مقایسه برخی خواص مکانیکی زیرکونیای پایدارشده بصورت جزئی و کامل 37
- جدول 1-3 مواد اولیه مصرفی در سنتز زیرکونیا..... 41
- جدول 2-3 تجهیزات مورد نیاز جهت پایدارسازی زیرکونیا..... 41
- جدول 1-4 مقایسه بین چگالی استاندارد با چگالی محاسبه شده 62
- جدول 2-4 نتایج تست میکروسختی سنج نمونه $ZrO_2-4\%Y_2O_3$ بعد از پولیش و اچ حرارتی..... 72

فصل اول: مقدمه

1-1 مقدمه

اکسید زیرکونیم اکسیدی سفید رنگ می‌باشد که اولین بار در دهه 1940 جهت اضافه کردن به آلیاژهای منیزیم مورد استفاده قرار گرفت. تحقیق در مورد زیرکونیا به طور روز افزونی ادامه یافت و دلیل موجه و محکم برای این مطالعات کاربردهای تجاری این سرامیک مهندسی می‌باشد. اولین کنفرانس در سال 1981 در اشتوتگارت برگزار شد و کلاسن¹، روله² و هویر³ کارهای تدوین شده خود را در ارتباط با کاربردهای مکانیکی و الکتریکی زیرکونیا را در این کنفرانس ارائه کردند. بمنظور رسیدن به خواص بهینه زیرکونیا، خصوصیات اکسید تا میزان زیادی با اضافه کردن اکسیدهای تثبیت کننده کوبیک تعدیل می‌شود. این اکسیدها می‌توانند به مقدار کافی اضافه شوند تا زیرکونیای به طور جزئی تثبیت شده (PSZ) یا زیرکونیای کامل تثبیت شده تشکیل شود. زیرکونیای کامل تثبیت شده از دمای اتاق تا نقطه ذوبش ساختمان کوبیک دارد. افزایش مقادیر متفاوت اکسیدهای تثبیت کننده کوبیک بویژه MgO, CaO, Y_2O_3 توسعه مواد سرامیکی بدیع و تازه‌ای را که تغییرات تکنولوژیکی قابل ملاحظه‌ای را ایجاد می‌کنند ممکن ساخته است. محدوده استفاده از این ماده با افزودن اکسید عناصر نادر خاکی بخصوص CeO_2 توسعه یافته است و این ماده چقرمگی بسیار بالایی را نشان می‌دهد که می‌تواند دستاوردهای قابل توجهی در طراحی سرامیکهای مهندسی داشته باشد. سرامیکهای بر پایه

1. Clasen
2. Ruleh
3. Huier

زیرکونیا هم اکنون تا مرحله‌ای توسعه یافته‌اند که طراحی ساختمان میکروسکوپی توسط کنترل ترکیب، روش ساخت، عملیات حرارتی و ماشینکاری نهایی امکان‌پذیر است [1].

1-2 منابع کانی

عنصر زیرکونیم در صخره‌های آتشفشانی مانند شیست‌ها، گنیس، سینیست و گرانیست یافت می‌شود این عنصر بصورت اکسید بادلیت آزاد که همواره مقدار جزئی از اکسید هافنیم به همراه دارد وبصورت اکسید مرکبی با سیلیسیم بنام زیرکن (ZrO_2, SiO_2) نیز پیدا می‌شود. ذخایر مهم تجاری در استرالیا، هند، آفریقای جنوبی و آمریکا بهره برداری می‌شوند که بزرگترین بخش آن در ساخت نسوزها مصرف می‌شود.

در هرحال به علت گستردگی منابع و قیمتش، این کانی همچنین منبعی برای ترکیبات زیرکونیم است. تولید جهانی کانی در سال 1984 در حدود 700000 تن بود که 451000 تن در استرالیا، 93000 تن در آمریکا و 144000 تن در آفریقای جنوبی تولید شد. اخیرا آفریقای جنوبی (پالابورا) منبع اصلی این کانی شده است، جایی که این کانی در تناژهای بالا بعنوان محصول جانبی تغلیظ کانی‌های مس و اورانیم بدست می‌آید [21].

2-3 مکانیزم افزایش تافنس

زیرکونیای خالص به خاطر استحکام پایین کاربرد ندارد. ولی افزوده شدن برخی از اکسیدها باعث بهبود خواص مکانیکی آن می‌گردد. در برخی موارد، فاز تتراگونال می‌تواند فازی نیمه پایدار باشد. اگر میزان کافی از فاز تتراگونال نیمه پایدار در بدنه وجود داشته باشد و تنش بر آن اعمال شود، با افزایش میزان تنش درنوک ترک تبدیل فازی تتراگونال به منوکلینیک رخ می‌دهد و افزایش حجم اتفاق می‌افتد. این افزایش حجم موجب می‌شود ترک تحت فشار قرار گرفته واز رشد آن جلوگیری شود. این مسئله موجب افزایش تافنس شکست می‌شود. این مکانیزم، مکانیزم افزایش تافنس از طریق تغییرات فازی زیرکونیا نامیده می‌شود. و می‌تواند موجب افزایش قابلیت اطمینان و عمر مفید محصولات تولیدی بوسیله زیرکونیای پایدار شده بشود [2].

4-1 کاربردها

پودر زیرکونیا (منوکلینیک و نسبتاً پایدار شده) در کامپوزیت‌های دیرگداز استفاده می‌شود تا مقاومت به شوک حرارتی و مقاومت به سایش افزایش یابد. این مواد در کاربردهای ویژه مانند صفحات لغزشی خروجی فولاد مذاب، قطعات غوطه‌ور در فولاد مذاب مانند میله مسدود کننده و به عنوان اجزای فازهای غوطه‌وری کاربرد دارند. کاربردهای الکتریکی و الکترونیکی زیرکونیا بر پایه رسانایی الکتریکی نسبتاً پایین آن و رسانایی یونی بالای (رسانایی یون اکسیژن) زیرکونیای کاملاً پایدار شده قرار دارد. این ویژگی‌ها باعث می‌شوند که از زیرکونیا برای کاربردهای زیر استفاده شود.

(1) المنت‌های حرارتی که می‌توانند در اتمسفر هوا و در رنج گسترده‌ای از دما کار کنند.

(2) سنسورهای اکسیژن که بر اساس قانون سلول نرنست کار می‌کنند.

(3) الکترولیت در سلولهای سوختی اکسید جامد.

با ذوب زیرکونیا و پالایش و کریستالیزاسیون مجدد آن، سنگ جواهر پدید می‌آید. این نوع سنگ جواهر به الماس، یاقوت سرخ و زرد و زمرد سبز شبیه است. از این نوع زیرکونیا در ساخت مشعل‌های پلازما استفاده می‌شود. کاربرد دیگر این زیرکونیا استفاده از آن به عنوان عوامل جوانه‌زا در شیشه سرامیک هاست. جایگزینی زیرکونیا به جای فولاد سبب بهبود وسایل برش، مفاصل و وسایل پزشکی می‌شود. زیرکونیا سرامیکی است که استحکامی شبیه به فولاد دارد و سختی و مقاومت بالایی به خوردگی دارد. با توجه به ویژگی‌های گفته شده زیرکونیا پتانسیل بسیار خوبی برای استفاده شدن در صنعت و پزشکی را دارد. پره‌های توربین آبی که از زیرکونیا ساخته شده‌اند مثالی از این کاربردهاست. این نوع پره‌ها را می‌توان بهتر شکل‌دهی کرد همچنین آنها سطحی صاف‌تر از نوع فولاد دارند. انتقال دوغاب و مواد شیمیایی خورنده یکی از مشکلاتی است که صنایع با آن روبرو هستند. دما و فشار بالای این محلول‌ها موجب پدید آمدن شرایط بسیار خورنده و فعال می‌شود. ویژگی‌های کلیدی که باعث می‌شود زیرکونیا یک ماده مناسب برای این کاربردها باشد عبارتند از:

(1) مقاومت شیمیایی بالا

(2) سختی بالا و مقاومت به سایش بالا

(3) سطح مناسب و مقاوم در برابر ایجاد رسوب که باعث می‌شود اصطکاک محلول با بدنه به حداقل برسد.

(4) تافنس بالا که موجب جلوگیری از خسارت در هنگام برخورد قطعات جامد در حین کار می‌شود.

یکی از مشکلات عمده چاقو ها و قیچی های فلزی هنگامی ایجاد می شود که بخواهیم با یک چاقوی فلزی یک ماده با تافنس بالا مانند یک تکه پارچه ی کولار را ببریم. یا بخواهیم تعداد زیادی برگه کاغذی را ببریم. در این موارد معمولاً وسیله ی برش به سرعت کند می شود و کارایی خود را از دست می دهد. چاقوها و قیچی های زیرکونیایی یک ماده مناسب برای این کاربردها هستند. این وسایل دیرتر کند می شوند و زمان زیادتری تند باقی می مانند. ویژگی های کلیدی که باعث می شود که زیرکونیا یک ماده ی مناسب برای این کاربردها باشد عبارتند از:

- 1) استحکام و تافنس شکست بالا به همراه سختی بالا (این سختی معمولاً بیشتر از موادی است که می خواهیم آنها را ببریم)
- 2) اندازه دانه های ریز (ریزساختار مناسب) که باعث می شود بتوانیم گوشه های تیز بوجود آوریم.
- 3) اثر افزایش تافنس از طریق تغییرات فازی زیرکونیا در لبه های ماشین کاری شده وسایلی که موجب افزایش تافنس می شود [21 و 25].

5-1 هدف تحقیق

در این تحقیق ابتدا اکسید زیرکونیم به صورت خالص و دوپ شده با اکسید ایتیریم و اکسید سربیم به روش حالت جامد سنتز می گردد. برای بررسی تاثیر ایتیریا درصدهای مختلفی از آن به اکسید زیرکونیم اضافه می گردد. از پودر موجود در دمای محیط الگوی پراش اشعه ایکس تهیه کرده و فازهای موجود را با الگوی پراش اشعه ایکس قرصهای زینتر شده با افزودنی مقایسه می کنیم تا فازهای بعد از پخت آن معلوم گردد. هدف از اضافه کردن افزودنی ها به زیرکونیا پایدار کردن فاز تتراگونال در دمای محیط می باشد که این افزایش باعث جلوگیری از اشعه ترک می گردد شیلدهای حرارتی زیرکونیایی که در کوره های چرخالسکی مورد استفاده قرار می گیرند عمدتاً از کشور چین وارد می شوند که بعد از چندبار استفاده دچار ترک شده و این ترکها در نهایت منجر به شکست شیلد می شوند هدف اصلی این تحقیق ساخت این شیلدها در داخل کشور و افزایش عمر مفید و بهبود ریزساختار آنها می باشد.

فصل دوم: مروری بر منابع مطالعاتی

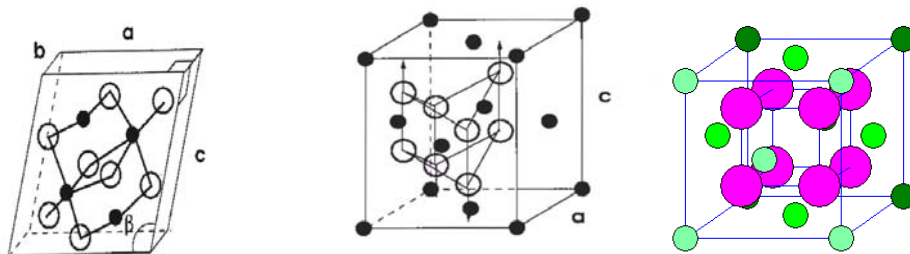
1-2 مقدمه

در این فصل پیرامون ساختار زیرکونیا و تبدیل‌های فازی در زیرکونیا صحبت می‌کنیم همچنین در مورد تثبیت زیرکونیا، مزایای تثبیت، انواع تثبیت و انتخاب عنصر تثبیت کننده بحث می‌کنیم. تعادل فازی در سیستم‌های دوتایی زیرکونیایی را بررسی می‌کنیم و علل چقرمه شدن این سرامیک و ساخت

سرامیک چقرمه شده را تشریح می‌کنیم و خواص فیزیکی و مکانیکی سرامیک زیرکونیایی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. همچنین به برخی از کارهای قبلی که پیرامون این تحقیق انجام گرفته اشاره خواهیم کرد.

2-2 ساختار زیرکونیا

زیرکونیا دارای سه شکل پلی‌مریک می‌باشد که عبارتند از منوکلینیک، تتراگونال و کوبیک. فاز منوکلینیک تا حدود 1170 درجه سانتی‌گراد پایدار است که در آن دما به فاز تتراگونال تبدیل می‌شود. فاز تتراگونال تا دمای 2370 درجه سانتی‌گراد پایدار می‌باشد و از آن پس فاز کوبیک تا دمای 2680 درجه سانتی‌گراد پایدار می‌باشد که دمای 2680 درجه سانتی‌گراد نقطه ذوب زیرکونیا می‌باشد. با توجه به انرژی آزاد، در هر درجه حرارت، سیستم با حداقل انرژی پایدار خواهد بود. ساختمان زیرکونیا از فاز منوکلینیک به مکعبی از نظم بیشتری برخوردار است در منوکلینیک عدد همسایگی Zr هفت می‌باشد که 4 اکسیژن در یک فاصله و 3 اکسیژن دیگر در فاصله ای دیگر قرار دارد در تتراگونال 8 یون در اطراف Zr وجود دارد که 4 تا به یک فاصله و 4 تای دیگر در فاصله دیگری قرار دارد. این ساختمان در نوع مکعبی به ساختمان نوع فلوریتی تبدیل می‌شود که از نوع F.C.C است. دانسیته آن در حدود 6 گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. ساختمان مکعبی متراکم تر از تتراگونال و تتراگونال متراکم تر از منوکلینیک می‌باشد. پارامتر شبکه در سه فاز فوق تابعی از نوع آنیونها و غلظت آنها می‌باشد [1].



شکل 1-2 ساختار کریستالی زیرکونیا از چپ به راست منوکلینیک، تتراگونال و مکعبی [21].

تبدیلات فوق از نوع استحاله‌های بازساز می‌باشد که در طول آن ساختمان حاصل با ساختمان اولیه فرق دارد. بررسی ماهیت این تبدیلات و مکانیزم‌های آن و همچنین پروسه تثبیت از مسائل

مهم در مورد شناخت زیرکونیا می باشد که حجم بسیاری از مطالعات انجام شده را نیز به خود اختصاص داده است [1].

2-3 تبدیل فازی در زیرکونیا

در اثر تبدیل فاز تتراگونال به منوکلینیک و بالعکس سیستم با 3-5٪ تغییرات حجمی روبرو است که اگر کنترل نشود باعث تضعیف بسیاری از خواص سیستم می گردد. این تبدیل به شدت به اندازه ذرات و مقدار فاز زمینه بستگی دارد. از طرفی فاز مکعبی که فاز مطلوبی از نظر خواص می باشد فاز درجه حرارت بالا است به منظور کنترل تبدیل فازی تتراگونال به منوکلینیک و بخصوص کاهش دمای تبدیل فوق و ایجاد فازهای تتراگونال و مکعبی در درجه حرارت های پایین و نگهداری آنها در دمای اتاق و همچنین کمک به پروسه سینترینگ فاز مکعبی در درجه حرارت های متوسط، سیستم های زیرکونیایی راتثبیت می کنند که این کار با استفاده از موادی همچون CaO ، MgO ، Y_2O_3 و چند ماده دیگر صورت می گیرد از طرفی انجام تبدیلات فازی، مخصوصا تتراگونال به منوکلینیک بطور کاملا کنترل شده باعث بهبود برخی از خواص سیستم های فوق گردیده است که در نوع خود از پدیده های جالب می باشد. بر روی ماهیت این تبدیل نیز مطالعات وسیعی صورت گرفته است مخصوصا تتراگونال به منوکلینیک که بصورت استحاله بازساز از طریق تحول مارتنزیتی صورت میگیرد که از قوانین حاکم بر تحول فوق پیروی و تبعیت می کند [5].

این پروسه با استناد به مطالعات انجام شده بوسیله روشهای شناخت مانند SEM، TEM، XRD و غیره به اثبات رسیده است. در ضمن اینکه توانسته اند با بررسی های دقیق پارامترهای موثر در تبدیل مارتنزیتی فوق اثر هر یک را مشخص نمایند. بعنوان مثال Ms و عوامل موثر در آن، کینتیک تبدیل فازی، وابستگی آن به اندازه ذرات و ماهیت ذرات رسوبی و مورفولوژی آنها ارزیابی و بحث گردیده است. مخصوصا ارتباط بین پارامترهای فوق و خواص که در نهایت حاصل می شود بسیار جالب است. در این بررسیها اثبات گردیده است که تحول مارتنزیتی فوق بوسیله جوانه زنی کنترل می شود سرعت رشد در این تحول بسیار سریع می باشد که البته فرضیاتی نیز در این رابطه مطرح و به بحث گذاشته شده است ولی هنوز توافق نهایی در این زمینه وجود ندارد. با کنترل و شناخت دقیق پارامترهای موثر در جوانه زنی و ادامه فرایند توانسته اند عوامل جلوگیری و یا تسریع کننده فوق را در راستای اهداف مورد نظر در پروسه تثبیت و مطالعه خواص و مکانیزم ها بکار ببرند. مخصوصا با اطلاعاتی که راجع به