



سال دهم، شماره پنجاه و نهم

پاییز ۱۳۹۸

ISSN: ۱۷۲۵-۳۲۵۱

« با درجه علمی ترویجی »

صاحب امتیاز: انجمن سرامیک ایران

مدیر مسئول: دکتر مسعود محبی

سر دبیر: دکتر علیرضا سوری

مدیر اجرایی: سعیده علیشاهی

گردآوری مطالب: محبوبه پیریایی

نشانی: تهران، نارمک، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده

مهندسی مواد و متالورژی، دفتر انجمن سرامیک ایران

صندوق پستی: تهران، ۱۱۱-۱۶۸۴۵

تلفن: ۷۷۸۹۹۳۹۹

دورنگار: ۷۷۸۹۹۳۹۹

پست الکترونیکی: info@jicers.ir

نشانی سایت اینترنتی: www.jicers.ir

طراحی، گرافیک و صفحه آرای: تمام طرح ۷۷۲۰۹۲۲۸

اصلاح و خلاصه کردن مطالب با نظر مترجمان و نویسندگان انجام می شود. مسئولیت محتوای مقالات به عهده نویسندگان و مترجمان است. مطالب ارسالی برگردانده نمی شود.

هیات تحریریه:

دکتر علیرضا آقایی	پژوهشگاه مواد و انرژی
دکتر محمد رضوانی	دانشگاه تبریز
دکتر رسول صراف ماموری	دانشگاه تربیت مدرس
دکتر پروین عزیزاده	دانشگاه تربیت مدرس
دکتر حسین مولایی	شرکت ایرانا
دکتر علیرضا میرحبیبی	دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر رحیم نقی زاده	دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر علی محمد هادیان	دانشگاه تهران
دکتر عباس یوسفی	شرکت لعاب مشهد

گروه مشاوران:

دکتر علی اصغر بهنام قادر	پژوهشگاه مواد و انرژی
مهندس نادر خلیلی	فرآورده های دیرگلاز مهر آریان فارس
مهندس سیروس روشنفکر فلاح	شرکت تجهیز مواد پیشگام
مهندس محمد روشنفکر فلاح	انجمن تولید کنندگان کاشی و سرامیک کشور
مهندس میر حسام الدین داعی نیایی	شرکت گل سرخ گستر آمل
مهندس علی زاویه	انجمن صنفی کارفرمایی صنعت مواد نسوز
مهندس حسین زجاجی	انجمن صنفی صنعت شیشه
مهندس محمود سالاریه	شرکت آرمیناژ
دکتر آرمان صدقی	دانشگاه بین الملل امام خمینی
دکتر احمد صفری	دانشگاه ایالتی نیوجرسی
مهندس حسین عزیزیان	صنعت سیمان
دکتر مهران غفاری	شرکت اشکان پارت آفرین
دکتر عباس فاضلی	سازمان زمین شناسی کشور
دکتر کاووس فلامکی	دانشگاه امیرکبیر
مهندس عباسعلی قصابی	شرکت چینی زرین ایران
مهندس حسین قصابی	دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر ابراهیم قاسمی	پژوهشگاه علوم و فناوری رنگ
دکتر کاظم قنبری	دانشگاه شفیلد انگلستان
دکتر مهرداد کشمیری	دانشگاه بریتیش کلمبیا
دکتر علیرضا گنجی	شرکت معدنی و صنعتی سوراوچین عقیق
دکتر حمیدرضا نعمتی	شرکت لعابیران
دکتر امیر عباس نوربخش	دانشگاه آزاد

تازه‌ها	
۱	اخبار انجمن سرامیک ایران
۱	پنجمین جلسه هیات مدیره انجمن سرامیک ایران
۱	ششمین جلسه هیات مدیره انجمن سرامیک ایران
۳	گزارش پنجمین همایش صنعت دیرگداز ایران
۱۱	گزارش کارگاه آموزشی رنگ در صنایع سرامیک (کاشی، چینی مظروف، چینی ...
۱۳	سخنرانی علمی انجمن سرامیک ایران با همکاری دانشکده مهندسی مواد و متالورژی
۲۰	گزارش همایش "ساکمی پیشرو در نوآوری‌های صنعت سرامیک"
۲۴	مراسم تقدیر از دانشجویان برتر سرامیک
۲۸	گزارش شانزدهمین همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران ...
۳۳	اخبار شرکت‌ها و مراکز پژوهشی
۳۳	درد و دل‌های یک صنعتگر خراسان جنوبی به داد مردم و صنعتگران برسید ...
۳۴	خبر خوش برای تولیدکنندگان کاشی یزد؛ ملاک صادرات کاشی پیشنهاد انجمن ...
۳۵	چینی‌ها واحد تولید کاشی و سرامیک در کرمانشاه می‌سازند.
۳۶	صادرات ۲ میلیون دلاری کاشی و سرامیک
۳۶	بازگشت بزرگترین کارخانه تولید کاشی و سرامیک شمال به چرخه تولید
۳۷	نشست میز صادرات کاشی و ثبت کالا در سامانه انبارهای میب بررسی شد.
۳۸	سومین همایش ملی مهندسی مواد
۴۰	اخبار علمی
۴۰	سطح حاوی نانولوله‌های سرامیکی در مسیر توسعه تجاری
۴۰	هم‌افزایی دو شرکت برای نانوالگودهی روی شیشه و سرامیک
۴۱	افزایش عمر مفید تجهیزات صنعتی با راهکار محققان ایرانی
۴۲	ساخت پوشش نانولوله‌ای برای خنک کردن موتور هواپیما
۴۴	مقالات پژوهشی
۴۴	ساخت شیشه آبگریز
۵۰	تاثیر غلظت ذرات TiO_2/Al_2O_3 ، دانسیته جریان و pH بر مقدار نشست ذرات و مورفولوژی ...
۵۷	خواص مکانیکی زیرکونیای پایدار شده با سریم به روش سل ژل برای کاربرد دندان
۶۴	سنتر کربوترمال و نیتروژن‌دهی دو مرحله‌ای آلومینیوم اکسی‌نیتريد (AION)
۷۱	مقالات مروری
۷۱	مروری بر تاثیر افزودنی‌های فلزی در سینتر بدون فشار سرامیک کاربید بور

۷۶

۷۹

۸۷

معرفی پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی

لیست اعضای حقوقی انجمن سرامیک ایران

تقویم رویدادهای سرامیک

اخبار انجمن سرامیک ایران

پنجمین جلسه هیات مدیره انجمن سرامیک ایران

پنجمین جلسه هیات مدیره دوره دوازدهم انجمن ۱۱ آبان ماه در محل انجمن سرامیک ایران برگزار گردید. این جلسه با محوریت بررسی فعالیت‌های گروه‌های تخصصی انجمن با حضور رؤسای این گروه‌ها و برنامه‌ریزی دوره‌های آموزشی انجمن تشکیل گردید. آقای مهندس روشنفکر ریاست گروه تخصصی کاشی انجمن سرامیک ایران و دبیر انجمن تولیدکنندگان کاشی و سرامیک کشور مهمان این جلسه بودند که به وضعیت صنعت سرامیک و کاشی ایران پرداختند و راهکارهایی برای فعالیت بیشتر انجمن سرامیک در ارتباط دانشگاه با صنعت ارایه نمودند.



ششمین جلسه هیات مدیره انجمن سرامیک ایران

ششمین جلسه هیات مدیره دوره دوازدهم انجمن ۲۳ آذر ماه در محل انجمن سرامیک ایران تشکیل گردید. در این جلسه آقای مهندس زارع مدیر عامل مرکز فناوری سرامیک ایران دعوت شده بودند تا در مورد فعالیت‌های مرکز و نحوه همکاری این مرکز با انجمن سرامیک ایران صحبت نمایند. مقدمات امضای تفاهم نامه مرکز فناوری سرامیک ایران و انجمن سرامیک ایران انجام پذیرفت.



گزارش پنجمین همایش صنعت دیرگداز ایران

۲۹ مهر الی ۱ آبان ماه

هتل المپیک تهران

صنعت دیرگداز به عنوان یکی از صنایع کلیدی و با کاربردی وسیع در صنایع بالادستی، نقشی سازنده در آبادانی کشور دارد. استفاده از محصولات این صنعت در صنایع فولاد سازی، فلزات غیر آهنی، صنایع غیر فلزی (مانند سیمان، کاشی، سرامیک و شیشه) و نیز حوزه انرژی (نفت، گاز، پتروشیمی و نیرو) اهمیت آن را دو چندان نموده است. پیشرفت‌های ملموس این صنعت در کشور که مرهون دست اندرکاران دلسوز و اساتید نام‌آشناست، زمینه را برای توسعه ملی با تکیه بر اقتصاد درون‌زا فراهم آورده است.

با عنایت به ضرورت استمرار این مهم، توجه به بازسازی و نوسازی ماشین‌آلات، نوآوری و تحقیقات و بهره‌مندی از فن‌آوری روز دنیا غیرقابل انکار است.

بر این مینا، انجمن صنفی کارفرمایی صنعت نسوز، با حمایت و همکاری انجمن سرامیک ایران و خانه معدن ایران پنجمین دوره این رویداد را در تاریخ ۳۱ مهر الی ۱ آبان سال ۱۳۹۸ در هتل المپیک تهران برگزار کرد. در این همایش، ۲۰ مقاله تخصصی و ۵ سخنرانی کلیدی خارجی و ۱۰ سخنرانی داخلی ارایه گردید.

محورهای همایش

۱- مواد اولیه، چالش‌ها، بومی سازی و نقشه راه آینده

۲- بازیافت، اقتصاد و محیط زیست

۳- نوآوری، تحقیق و توسعه

رییس کنفرانس: مهندس علی حسین زاویه

دبیر کمیته علمی: دکتر محمد باوند وندچالی

کمیته علمی

مهندس داوود عظیمی	مهندس علی فروهی	مهندس علی سرافراز
مهندس بقایی	مهندس هیراد عباس زاده	مهندس اصغر مبلغ
مهندس علیرضا باقری	مهندس سعید لقمانی	دکتر احمد منشی
دکتر ارغوان کاظمی	مهندس مهدی نعیمی	دکتر علی نعمتی
دکتر مهدی قاسمی	مهندس ایرج مختارپور	دکتر محمد علی فقیهی ثانی
دکتر امیرعباس نوربخش	مهندس محمدی	دکتر رحیم نقی زاده
دکتر حسین رستگار	مهندس نادر خلیلی	مهندس وطن دوست
دکتر حسین سرپولکی	مهندس سیروس روشنفکر	دکتر نوری

سخنرانان کلیدی همایش



Prof. Yawei Li
Wuhan University



Prof. Ao Huang
Wuhan University



Prof. Zhipeng Xie
Tsinghua University



Dr. Qinghu Wang
Wuhan University



Dr. A. Nourbakhsh
Islamic Azad University



Dr. Beyhan Ozdemir
Anatolian University



Dr. H. Rastegar
Islamic Azad University



Prof. M. Ghasemi
Tabriz University



Dr. M. Nouri
Yazd University



Eng. A. Heydarpour
Pars Refractories Co.



Eng. M. Naiemi
Mehrgodaz Refractories Co.



Eng. S. Loghmani
.Iran Refractories Co



Eng. M. MoeinAfshar
.Lia Glass



Eng. D. Azimi
.Yazd Faranasooz Co

نمایشگاه

در کنار برگزاری همایش، نمایشگاهی تخصصی با حضور صنایع مختلف داخلی و خارجی فعال در زمینه دیرگداز و فرآورده‌های نسوز از روز ۲۹ مهر دایر گردید.

شرکت‌های حاضر در نمایشگاه

در نمایشگاه جنبی این همایش حدود ۵۰ شرکت دیرگداز و صنایع وابسته حضور داشتند که شرکت‌های زیر از اعضای حقوقی انجمن سرامیک ایران حضور فعالی در این نمایشگاه داشتند.

- ۱- ایران ایمدی
- ۲- تهیه و توزیع مواد نسوز کشور
- ۳- دیرگداز مهر اریان فارس
- ۴- فرآورده‌های نسوز ایران
- ۵- فرآورده‌های نسوز مهرگداز
- ۶- معدنی و صنعتی سوراوجین عقیق

حضور تعدادی زیادی از صنایع دیرگداز و فولاد و بازدید کنندگان زیاد از کارشناسان و اساتید و دانشجویان از نکات بارز این نمایشگاه بود. در نمایشگاه محفل مناسبی برای تبادل نظر صنعتگران داخلی و خارجی و چهره‌های علمی دیرگداز فراهم آورده شد و شرکت‌های صنعتی جدیدترین محصولات خود را برای در معرض دید بازدیدکنندگان قرار دادند.





کارگاه‌های آموزشی

در روز اول همایش (۲۹ مهر)، کارگاه‌های آموزشی با حضور مدرسین مطرحی از داخل و خارج کشور در محل همایش از ساعت ۹ صبح تا ۵ بعد از ظهر برگزار شد. عناوین کارگاه‌ها و اسامی مدرسین به شرح زیر می‌باشد:

دیرگدازهای مورد استفاده در صنایع ریخته‌گری مهندس سیامک مسکوکیان	
The progress in the carbon containing refractorie Prof. Yawei Li	
اهمیت خوردگی و فرسایش در فرآیند کاربرد دیرگدازها دکتر محمد باوند وندچالی	
Corrosion behavior of Alumina-Magnesia refractories in contact with dynamic metallurgical melts Prof. Huang Ao	

افتتاحیه

در روز دوم همایش (۳۰ مهر ماه)، مراسم افتتاحیه از ساعت ۹ صبح در سالن اصلی همراه با سخنرانی مسئولین، مهمانان ویژه همایش و تعدادی از سخنرانان کلیدی برگزار شد.





در مراسم افتتاح این همایش، ابتدا مهندس علی حسین زاویه دبیر انجمن صنفی مواد دیرگداز و دبیر این همایش ضمن خوش آمدگویی به حاضران، به این مطلب اشاره نمود که صنعت نسوز تنها صنعتی است که در صنایع فلزات، فولاد، نفت و گاز و پتروشیمی و... کاربرد دارد و به صورت کامل توسط بخش خصوصی اداره می‌شود. وی تاکید کرد: ممکن است کیفیت نسوز در سطح عالی برتر نباشد اما مشکلی در این زمینه وجود ندارد. ایشان با اشاره مشکلات صنعت نسوز عنوان کرد: یکی از مهم‌ترین مشکلات صنعت نسوز تهیه مواد اولیه است که با توجه به اینکه این صنعت خصوصی است از دولت انتظار دارد که در تامین مواد اولیه به این صنعت کمک کند. وی در ادامه افزود: سازمان ایمیدور و شرکت تهیه و تولید به ما قول داده‌اند که در تامین مواد اولیه به ما یاری برسانند. دکتر محمد باوند دبیر علمی این همایش سخنران بعدی مراسم افتتاحیه بود که گزارشی از وضعیت علمی این همایش به شرکت کنندگان ارائه نمودند.

در ادامه افتتاحیه مهندس محمد جعفر صالحی معاونت خرید شرکت ذوب آهن اصفهان گزارشی از وضعیت شرکت ذوب آهن به حاضرین ارائه نمودند.

سخنران بعدی در افتتاحیه دکتر خداداد غریب پور رئیس هیات عامل سازمان ایمیدور بودند که در سخنان خود به این مطالب اشاره نمودند: اتفاق مهم که در صنعت نسوز روی داده این است که صد درصد خصوصی است و این رویداد بی‌نظیری است. وی تاکید کرد: ما به دنبال تامین مواد اولیه با اکتشافات جدید در زمینه معادن دولومیت و... هستیم. ایشان یادآور شد: ۵۰۰ هزار تن از ظرفیت ۷۰۰ هزار تنی این صنعت فعال است که امیدواریم با تامین مواد اولیه، این صنعت با ظرفیت بیشتری کار کند و سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته، وارد مدار تولید شود.



رئیس هیات عامل ایمیدرو با تاکید بر اینکه در ایمیدرو تمرکز بر حمایت بخش خصوصی است، اظهار داشت: ۱۸ طرح تحقیقاتی نیاز محور با همکاری دانشگاه‌ها، جهاد دانشگاهی و مراکز علمی در حال اجرا داریم. وی همچنین گفت: ایمیدرو ۵۰ درصد بودجه تحقیقات و ۶۰ درصد بودجه آموزشی را افزایش داده است. در ادامه مراسم افتتاحیه از مهندس محمد شیری پیش‌کسوت صنعت دیرگاز ایران تقدیر و تشکر به عمل آمد.





پس از اتمام افتتاحیه، افتتاحیه نمایشگاه با حضور دکترغریب پور، مسئولین و بزرگان صنعت دیرگداز انجام شد. در ادامه برنامه‌ها، در دو روز تعدادی از سخنرانی‌های کلیدی با حضور سخنرانان مدعو از داخل و خارج کشور و همچنین ارائه مقالات شفاهی توسط نویسندگان از صنایع و دانشگاه‌های مختلف در دو سالن موازی انجام گرفت.



گزارش کارگاه آموزشی رنگ در صنایع سرامیک (کاشی، چینی مظروف، چینی بهداشتی)

کارگاه آموزشی رنگ در صنایع سرامیک (کاشی، چینی مظروف، چینی بهداشتی) روز شنبه ۲۵ آبان ماه ۱۳۹۸ با همکاری مشترک انجمن سرامیک ایران و پژوهشگاه رنگ در محل پژوهشگاه رنگ با حضور ۳۰ نفر شرکت کننده از کارشناسان صنایع کاشی، شیشه، لعاب و چینی برگزار شد.

در بخش اول کارگاه، جناب آقای دکتر قاسمی (عضو هیأت علمی پژوهشگاه رنگ) ضمن خوشامدگویی به شرکت کنندگان، مطالبی در مورد "ساخت و کنترل خواص رنگدانه‌های معدنی" ارائه نمودند.





در ادامه، موضوع "آشنایی با فناوری چاپ دیجیتال" و همچنین مزایا و محدودیت‌های موجود در این حوزه توسط جناب آقای دکتر قهراری (عضو هیأت علمی پژوهشگاه رنگ) ارائه گردید.



در بخش بعدی، جناب آقای دکتر صفی (عضو هیأت علمی پژوهشگاه رنگ) در رابطه با "مبانی کنترل رنگ در سرامیک‌ها" مطالبی ارائه نمودند. این قسمت از دوره آموزشی در قالب دو بخش تئوری و عملی ارائه گردید. در بخش عملی، فراگیری مطالب توسط شرکت‌کنندگان از طریق مشاهده و انجام فعالیت‌های عملی در آزمایشگاه مربوطه صورت گرفت. در پایان دوره، برنامه بازدید از آزمایشگاه‌های پژوهشگاه رنگ انجام گرفت و گواهی شرکت در دوره توسط انجمن سرامیک ایران و پژوهشگاه ارائه گردید. همچنین به منظور اطلاع از نظرات شرکت‌کنندگان در مورد شرایط اجرایی و عملکرد مدرس دوره و به کارگیری این نظرات در راستای بهبود عملکرد، فرم‌های نظرسنجی توزیع شد که در مجموع نظر مثبت شرکت‌کنندگان را منعکس نمود.



سخنرانی علمی انجمن سرامیک ایران با همکاری دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

"دیرگدازهای صنعت شیشه - انتظارات - دور نما"

مهندس معین افشار

۱۷ آذر ۱۳۹۸

دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

دانشگاه علم و صنعت ایران

با توجه به گسترش و تنوع کاربرد محصولات شیشه‌ای در صنایع گوناگون و زندگی روز مره از جمله صنایع ساختمانی - صنایع غذایی و دارویی - خودروسازی - سلول‌های خورشیدی - ایاف شیشه‌ای - ظروف و لوازم خانگی - لامپ - و غیره که مستلزم بهره‌گیری کوره‌های ذوب شیشه می‌باشد - مصرف آجرهای نسوز (دیرگداز) در این صنعت در چند دهه اخیر با رشد قابل ملاحظه‌ای همراه بوده است.

از آنجا که فرایند ذوب شیشه در دماهای بالا (بیشتر از ۱۵۵۰ درجه سلسیوس) و محیطی خورنده از نقطه نظر شیمیایی صورت می‌گیرد - دیرگدازهای مصرفی در این صنعت باید از کیفیت بالایی برخوردار باشند. از طرفی افزایش ظرفیت کوره‌های ذوب شیشه - عمر و کارکرد طولانی‌تر این کوره‌ها - ارتقاء کیفیت مورد انتظار در رابطه با محصولات تولیدی - و همچنین الزامات صرفه جویی در مصرف انرژی و ملاحظات زیست محیطی کارشناسان صنایع دیرگداز و متخصصین صنعت شیشه را بر آن داشته تا در زمینه رفتار مذاب شیشه در تماس با آجرهای نسوز و نیز اثرات سوء بخارات و گازهای خورنده موجود در کوره بر نسوزهای مجاور مطالعات و تحقیقات گسترده‌ای انجام دهند. حاصل این تحقیقات منجر به ساخت نسوزهایی با مقاومت عالی در برابر اثرات مذاب و سایر عوامل مضر موجود در کوره گردیده است.

در صنایع شیشه با توجه به نوع محصول تولیدی طیف گسترده‌ای از دیرگدازها اعم از اسیدی - قلیایی و خنثی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با در نظر گرفتن محل مصرف اجر در کوره نیز از تکنیک‌های مختلفی نظیر ذوب و ریخته‌گری - پرس معمولی و پرس ویبره و ریخته‌گری دوغابی برای ساخت آن استفاده می‌شود.

در کشور ما علی‌رغم فعالیت ده‌ها کوره بزرگ و کوچک ذوب شیشه و مصرف حدود دویست هزار تن از انواع نسوز تولید دو

میلیون و پانصد هزار تن محصولات شیشه‌ای در سال - متاسفانه بیش از ۹۵ درصد دیرگدازهای مورد نیاز این صنعت برای تعمیرات کوره‌ها و یا اجرای طرح‌های جدید از خارج وارد می‌شود. از آنجا که بخش عمده‌ای از هزینه‌های سرمایه‌گذاری در صنعت شیشه مربوط به نسوزهای مصرفی در ساخت کوره‌های ذوب می‌باشد این مسئله هزینه ارزی زیادی را به اقتصاد کشور تحمیل می‌کند. مضافاً در چند دهه گذشته علی‌رغم رشد سرمایه‌گذاری چهار درصدی سالیانه در صنعت شیشه متاسفانه بر خلاف توسعه‌های صورت گرفته برای تامین نسوزهای صنایع فولاد و سیمان هیچگونه پروژه و طرح جدیدی که بتواند تا حدودی این نقیصه و کمبود را جبران نماید به اجرا گذاشته نشده و در این زمینه هیچ دور نمای روشنی نیز متصور نیست.

خواص مهم دیرگدازهای صنعت شیشه

خواص مهم و مورد انتظار برای نسوزهای صنعت شیشه به کاربرد آن‌ها در ساختار کوره بستگی دارد. به عنوان مثال در رابطه با نسوزهای در تماس با مذاب شیشه - مقاومت در برابر خوردگی مذاب - دیرگدازی تحت فشار - تخلخل و استحکام فشاری گرم از اهمیت بیشتری برخوردار است. به طور کلی خواص مهم نسوزهای مصرفی در صنعت شیشه را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی نمود:

الف - دیرگدازی و دیر گدازی تحت فشار

ب - استحکام فشاری گرم

ج - استحکام فشاری سرد

د - مقاومت در مقابل خوردگی مذاب

ه - تخلخل و وزن مخصوص

و - مقاومت سایشی

ز - انبساط حرارتی و مقاومت در برابر شوک حرارتی

ح - هدایت حرارتی

ط - مقاومت در برابر خزش

ی - مقاومت در مقابل ضربه

ک - درصد فاز شیشه‌ای

شناخت نسوزهای صنعت شیشه

نسوزهای مورد استفاده در صنعت شیشه را از نظر کاربردی می‌توان به سه گروه کلی زیر تقسیم‌بندی نمود:

الف - نسوزهای در تماس مستقیم با مذاب

ب - نسوزهای ساختار فوقانی و سقف کوره

ج - نسوزهای سیستم بازیابی و پیش گرم هوای احتراق (ریجنراتور)

به طور کلی نسوزهای در تماس با مذاب شیشه از نظر تاثیر بالقوه بر کیفیت شیشه خیلی حساس بوده و علاوه بر این با توجه حرکت مذاب - جریانات کنوکسیون کوره و دماهای بالای مذاب که موجب خوردگی شدید در برخی نواحی این نسوزها می‌شود - انتخاب نسوز مناسب باید با توجه به واقعیت‌های فوق صورت پذیرد.

دیرگدازهای ساختار فوقانی کوره عموماً کمتر در معرض خوردگی شدید قرار دارند. با این وجود باید دوام مناسبی داشته باشند زیرا موادی که در اثر فرسودگی از این نسوزها جدا می‌شوند می‌تواند منشاء عیوبی در شیشه باشد.

در این قسمت مسائل تولید دو گروه از نسوزهای وارداتی صنایع شیشه که اولی از لحاظ وزنی و دومی از نظر قیمت بخش عمده‌ای از هزینه تهیه نسوزهای کوره‌های شیشه را به خود اختصاص می‌دهند مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نسوزهای سیلیسی

بر اساس تعریف موسسه بین‌المللی استاندارد (ایزو) اجر سیلیسی اجری است که درصد سیلیس آن حداقل ۹۳ درصد باشد. نسوزهای سیلیسی با توجه به شرایط و محل استفاده به چند دسته عالی - خوب و معمولی تقسیم‌بندی می‌شوند. این دسته‌بندی به دیرگدازی - میزان تخلخل و استحکام فشاری اجر سیلیسی ارتباط می‌یابد.

فرآیند ساخت نسوزهای سیلیسی

الف- مواد اولیه مصرفی: عمدتاً کوارتزیت است که در مناطق مختلف کشور از جمله استان‌های - همدان - زنجان - قزوین - یزد - کرمان و خراسان به وفور یافت می‌شود. در تهیه اجر سیلیسی میبایست در صد بسیار زیادی از الفا کوارتز در دمای بالا به کریستوبالیت و تری‌دی‌میت تبدیل شود. در کوارتزیت به فاز امورف سیلیسی واکنش‌های شیمیایی سریع‌تر از کوارتز اتفاق می‌افتد. کوارتزیت مصرفی برای ساخت اجرهای سیلیسی باید از نوع مرغوب و دارای آنالیز شیمیایی زیر باشد:

- خلوص (درصد سیلیس) حداقل ۹۷ درصد

- اکسید آلومینیم حداکثر ۱ درصد

- اکسید سدیم و پتاسیم حداکثر ۰/۳ درصد

ب- خرد کردن و دانه بندی: ابتدا کوارتزیت را شستشو داده تا مواد رسی و سایر آلودگی‌های همراه آن جدا شود. سپس سنگ کوارتزیت را با یک سنگ شکن فکی به ابعاد کمتر از ۵ سانتیمتر تبدیل نموده و با سنگ شکن مخروطی آن را به ابعاد ریزتر تبدیل می‌کنند. در انتها با کمک سرند ویریه چند طبقه دانه‌بندی زیر ایجاد می‌شود:

- ۴۵ درصد ذرات درشت روی سرند مش ۳۰

- ۱۰ درصد ذرات متوسط بین مش ۳۰ و مش ۸۰

- ۴۵ درصد ذرات ریزدانه زیر مش ۸۰

این ترکیب بیشترین تراکم را به اجرخام می‌دهد و در حین پخت میزان تخلخل آن کاهش می‌یابد.

ج- افزودنی‌ها: پس از تهیه و آماده سازی مواد اولیه در حدود ۲ الی ۳ درصد وزنی اهک به صورت اب اهک و مقداری چسب الی شامل دکستین و محلول غلیظ سودسوزاور به کوارتزیت اضافه می‌شود. پس از آن مخلوط را در قالب ریخته پرس می‌کنند. اجر پرس شده در این مرحله دارای ۴ تا ۵ درصد اب است.

د- خشک شدن: بهترین روش خشک کردن نسوزهای سیلیسی استفاده از گازهای گرم کوره پخت است. لیکن سرعت خشک شدن بایستی بگونه‌ای تنظیم شود که منجر به ایجاد ترک‌های سطحی در اجر نشود. اجر پس از خشک شدن باید حداکثر ۰/۲ درصد رطوبت داشته باشد.

ه- مرحله پخت: حساس ترین مرحله در ساخت نسوزهای سیلیسی محسوب می‌شود. پخت نسوزهای سیلیسی شامل مراحل زیر است:

- قبل از پخت ترکیبات اصلی نسوز کوارتز و اهک است. در دمای بالای ۱۰۰ درجه سلسیوس باقیمانده رطوبت موجود در اجر تبخیر می‌شود.

- در دمای ۴۵۰ درجه سلسیوس هیدروکسید کلسیم شروع به تجزیه شدن نموده که این تجزیه در دمای ۹۶۰ درجه سلسیوس به پایان می‌رسد.

- در دمای ۵۷۳ درجه سلسیوس الفا کوارتز به بتا کوارتز تبدیل می‌شود.

- از دمای ۶۰۰ الی ۷۰۰ درجه سلسیوس اهکی که به عنوان کانی ساز همراه مواد اولیه است با سیلیس ترکیب می‌شود و ابتدا دی سیلیکات کلسیم تشکیل می‌شود و پس از یک سری واکنش‌های متوالی و لاستونیت ایجاد می‌گردد.

- با ادامه حرارت دادن مقداری مذاب در سیستم ایجاد می‌شود. از طرف دیگر از حدود ۱۲۰۰ درجه سلسیوس به بعد دانه‌های کوارتز به کریستوبالیت تبدیل می‌شود. با رسیدن به دمای حداکثر پخت که ۱۴۵۰ تا ۱۵۰۰ درجه سلسیوس است میزان سیلیس حل شده در مذاب به حالت اشباع رسیده و باید به نحوی از مذاب خارج گردد. در این شرایط سیلیس به شکل جامد (تری دی‌میت) رسوب می‌کند. به همین دلیل اجر به مدت طولانی در دمای حداکثر نگه داشته می‌شود تا عمل رسوب‌دهی هر چه بیشتر صورت گیرد. علت تبدیل مستقیم سیلیس به تری دی‌میت بجای کریستوبالیت آن است که در دمای بالاتر از ۱۳۵۰ درجه سلسیوس تری دی‌میت پایدار تر است.

- در انتهای عمل سرد شدن فازهای زیر در اجر سیلیسی وجود دارند:

- تری دیمیت و کریستوبالیت ۷۰ تا ۸۰ درصد که عمدتاً آن تری دیمیت است. (هر دو به صورت الف) فاز شیشه‌ای ۵ تا ۱۲ درصد (فاز شیشه‌ای حاوی ۷۰ تا ۸۰ درصد سیلیس است)
- کوارتز آزاد ۵ تا ۲۵ درصد

آجر سیلیسی مرغوب اجری است که چگالی و کوارتز موجود در آن حداقل باشد به شرطی که تخلخل آن در حد مجاز باشد. در حال حاضر اجرهای سیلیسی تولید شده دارای حداکثر ۵ تا ۶ درصد کوارتز است. تری دیمیت بیشترین درصد فاز موجود در آجر را تشکیل می‌دهد و پس از آن کریستوبالیت و فاز شیشه‌ای قرار دارند.

عوامل موثر بر خواص اجرهای سیلیسی

- نوع کانی‌ها و فازهای موجود در آجر
- مقدار فازهای موجود در آجر
- نحوه توزیع فازها
- میزان تخلخل و طریقه توزیع آن

کاربرد نسوزهای سیلیسی

در کوره‌های ذوب شیشه‌های سودا- لایم که بخش بزرگی از تولیدات شیشه‌ای را شامل می‌شود (شیشه‌های تخت- ظروف شیشه‌ای- ظروف سر میز و اشپزخانه- انواع لامپ و...) نسوزهای سیلیسی در ساختار فوقانی کوره‌ها به شکل گسترده و در حجم بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمده‌ترین مزیت‌های نسوزهای سیلیسی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- قیمت پایین به دلیل وفور و ارزانی مواد اولیه
- چگالی کم که باعث کاهش وزن نسوز می‌شود (چگالی این نسوز از ۱/۷۵ تا ۱/۸۵ گرم بر سانتیمتر مکعب تغییر می‌کند).
- استحکام فشاری گرم بالا
- دیرگدازی نزدیک به نقطه ذوب
- مقاومت سایشی بال

دیرگدازهای ذوب و ریخته‌گری (زاک)

دیرگدازهای ذوب و ریخته‌گری عالی‌ترین نسوز مورد استفاده در صنعت شیشه است که در شرایط استفاده در نواحی در تماس با مذاب دارای بهترین مقاومت در برابر خوردگی مذاب شیشه در دمای بالا است. این نسوز عمدتاً در کف و دیوارهای جانبی کوره که مذاب شیشه را در خود جای می‌دهد مصرف می‌شود. در دیوارهای فوقانی و در نواحی داغ کوره نیز بر حسب نیاز مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به روش ساخت این نسوز که مستلزم ذوب مواد اولیه در دمای بسیار بالا و ریخته‌گری در قالب است- میزان تخلخل باز در آن بسیار کم و در برخی موارد نزدیک به صفر است.

فرایند ساخت: ترکیب شیمیایی نسوزهای ذوب و ریخته‌گری که در مخزن ذوب کوره مورد استفاده قرار می‌گیرند به شرح ذیل است:

- اکسید آلومینیوم ۴۵ تا ۵۵ درصد
- اکسید زیرکونیم ۳۲ تا ۴۱ درصد
- سیلیس ۱۰ تا ۱۵ درصد
- اکسید سدیم ۰/۸ تا ۱/۲ درصد

- سایر اکسیدها (عمدتاً اکسید آهن- کلسیم و منیزیم)- حدود ۰/۲۵ درصد

در نوع دیگری از این دیرگدازها اکسید آلومینیوم به عنوان ماده اصلی (حدود ۹۵٪ وزنی) مورد استفاده قرار می‌گیرد. امیزه‌ای از الف و بتا الومینا به عنوان فازهای اصلی تشکیل دهنده نسوز وارد عمل می‌شوند. این نسوز در تماس با مذاب و دماهای پایین‌تر از ۱۳۵۰ درجه سلسیوس مقاومت خوبی در برابر خوردگی مذاب شیشه نشان می‌دهد. ترکیب شیمیایی نسوز تولیدی توسط یک شرکت اروپایی از این قرار است:

- اکسید آلومینیوم ۹۴/۹ درصد

- سیلیس ۱ درصد
- اکسید سدیم ۳/۸ درصد
- سایر اکسیدها کمتر از ۰/۳ درصد
- الفا الومینا ۴۵ درصد
- بتا الومینا ۵۳ درصد
- فاز شیشه‌ای ۲ درصد

از لحاظ مینرالی نیز فازهای زیر در نسوز ایجاد می‌شود:

مواد اولیه: مواد اولیه‌ای که در ساخت این دیرگذاها استفاده می‌شود بایستی بسیار خالص بوده و ناخالصی‌های نامطلوب آن در حد صدم درصد باشد. در ساخت نسوزهای زاک از سیلیکات زیرکونیم - اکسید الومینیوم - زیرکونیا (اکسید زیرکونیم) و مقدار کمی کربنات سدیم استفاده می‌شود. ماده اولیه نوع دوم نسوزهای ذوب و ریخته‌گری اکسید الومینیوم خالص به همراه مقادیر جزئی ترکیبات سدیم و سیلیس است. مواد اولیه به دقت توزین شده و پس از اختلاط کامل در میکسر - به کوره‌های ذوب قوس الکتریکی شارژ می‌شود.

ذوب: در یک کوره قوس الکتریکی صورت می‌گیرد. دما در این کوره باید در حدی باشد که یک مذاب سیال در وسط آن ایجاد شود. این دما با توجه به ترکیب نسوز ۱۸۵۰ تا ۲۴۰۰ درجه سلسیوس است. از آن جا که جداره فلزی کوره از بیرون با اب خنک می‌شود مواد در سطح جداره داخلی کوره به صورت جامد بوده تا این سطح را در برابر خوردگی مذاب بسیار داغ محافظت کند. برای اینکه مذاب داخل کوره کاملاً یکنواخت شود گاز اکسیژن در آن دمیده می‌شود.

ریخته‌گری: مواد پس از ذوب با روشی نظیر ریخته‌گری فلزات در قالب ریخته می‌شوند. جنس این قالب برای نسوزهای زاک - ماسه و برای نسوزهای الومینیایی گرافیت است. در بالای قالب یک کلگی از جنس گرافیت یا سایر مواد دیرگداز می‌سازند که نقش قیف را ایفا می‌کند و خاصیت آن جلوگیری از پاشیده شدن مذاب به اطراف و نیز توزیع یکنواخت مذاب در قالب است.

سرد کردن: پس از اینکه جداره بیرونی نسوز تا حدی سفت شد که بتواند فشار هیدرولیکی مذاب وسط را تحمل کند آن را از قالب جدا نموده و با پودر عایقی که دارای ضریب هدایت حرارتی بسیار پایینی است می‌پوشانند. برای این منظور عموماً از دیاتومیت استفاده می‌شود. این مرحله بسیار حساس است زیرا اگر اختلاف دما در داخل و خارج نسوز زیاد باشد - شیب حرارتی باعث پیدایش تنش شده و ممکن است به شکستن نسوز منجر شود. در این مرحله در حقیقت دو پدیده به صورت همزمان اتفاق می‌افتد: یکی تبلور و دیگری انیلینگ (تنش زدایی). نحوه تبلور در نسوز باید کنترل شده باشد. البته کنترل تبلور عمدتاً به انتخاب درصد مناسب مواد اولیه هم بستگی دارد. مرحله تنش‌زدایی از دمای ۹۵۰-۱۰۰۰ درجه سلسیوس تا ۲۵۰ درجه سلسیوس ادامه می‌یابد و برای قطعات حساس امکان دارد در یک گرم‌خانه تونلی انجام شود.

پرداخت: پس از اتمام مرحله سرد شدن ابتدا با ماسه پاشی (سند بلاست) ذرات چسبیده از قالب به سطح خارجی نسوز تمیز شده و سپس با ابزار الماسه آن را پرداخت به ابعاد مورد نظر دست یابند. نظر به هزینه زیادی که برای این می‌کنند تا کار صرف می‌شود بهتر است ابعاد قالب طوری انتخاب شود که اجر پس از سرد شدن تقریباً ابعاد مورد نیاز را داشته باشد.

مقدار نسوزهای مصرفی در کوره‌های ذوب شیشه

در جدول شماره ۱ نسوزهای مصرفی برای ساخت یک کوره شیشه فلوت با ظرفیت ۶۰۰ تن در روز و یک کوره تولید ظروف شیشه‌ای با ظرفیت ۳۵۰ تن در روز درج گردیده است. همانگونه که در جدول مشخص شده برای ساخت یک کوره فلوت ۶۰۰ تن در روز حدود ۱۰۰۰۰ تن اجر نسوز و انواع ملات مورد قرار می‌گیرد. از لحاظ کیفی و نیازهای کوره‌های ذوب فلوت تنها اجرهای شاموت در داخل کشور قابل تامین است. در مورد نسوزهای منیزیتی با توجه به وارداتی بودن بخش زیادی از منیزیای مورد نیاز برای ساخت نسوز که در قیمت تمام شده آن تاثیر گذار است و همچنین مسائل کیفی - صنایع شیشه ترجیحاً این نسوز را از منابع خارجی وارد می‌کنند.

همانگونه که مندرجات جدول ۱ مشخص می‌کند در رابطه با مثال کوره فلوت ۶۰۰ تن در روز تنها نسوزهای شاموت (فایر کلی)

که ۲۸ درصد وزنی کل نسوزهای کوره را تشکیل می‌دهد از منابع داخلی قابل تهیه است. لیکن از لحاظ اقتصادی هزینه تهیه این نسوز فقط حدود ۵/۵ درصد کل هزینه‌های مربوط به نسوزهای کوره را شامل می‌شود- با توجه به مفروضات ذیل:

$$\begin{aligned} \text{قیمت هر کیلوگرم اجر شاموت} &= ۰/۵ \text{ یورو} & \text{وزن نسوزها} &= ۲۸۰۰ \text{ تن} \\ \text{متوسط قیمت نسوزهای وارداتی} &= ۳/۵ \text{ یورو} & \text{وزن نسوزها} &= ۷۲۰۰ \text{ تن} \end{aligned}$$

نوع نسوز	میزان مصرف در کوره فلوت ۶۰۰ تن در روز	میزان مصرف در کوره مظروف ۳۵۰ تن در روز
سیلیس	۷۰۰	۱۶۴
ذوب و ریخته‌گری (زاک)	۷۵۰	۴۲۸
ذوب و ریخته‌گری (آلفا - بتا آلومینا)	۱۸۸	۵۶۱
منیزیتی	۱۴۲۰	۶۸۱
چکراهای ریجنراتور	۱۵۷۰	۷۳۶
شاموت	۲۸۰۰	۸۱۰
نسوزهای عایق (ایزوله)	۸۴۰	۴۷۶
آلومینوسیلیکات (مولایت - سیلیمانیت)	۷۱۰	۳۹۴
زیرکن - مولایت و زیرکنی	۴۲	۷۳
انواع ملات (شاموت - سیلیسی - زیرکن دار و ...)	۸۲۰	۲۰۸
متفرقه	۴۵	۳۲
جمع	۹۸۸۵	۴۵۸۶

جدول ۱- نسوزهای مصرفی در ۲ نوع کوره ذوب شیشه

جمع‌بندی و پیشنهادات

الف- علیرغم توسعه و گسترش قابل توجه صنایع شیشه در سال‌های اخیر- تولید دو میلیون و پانصد هزار تن شیشه در سال (که با متوسط رشد سرمایه گذاری سالیانه ۴ درصدی همراه بوده است) دیرگدازهای مورد نیاز این صنعت برای احداث اولیه کوره و یا تعمیرات سرد ادواری کوره‌ها عمدتاً از خارج کشور وارد می‌شود که با خروج مقادیر زیادی ارز همراه است زیرا نسوزهای کوره بخش بزرگی از سرمایه گذاری مربوط به واحدهای شیشه سازی را تشکیل می‌دهد.

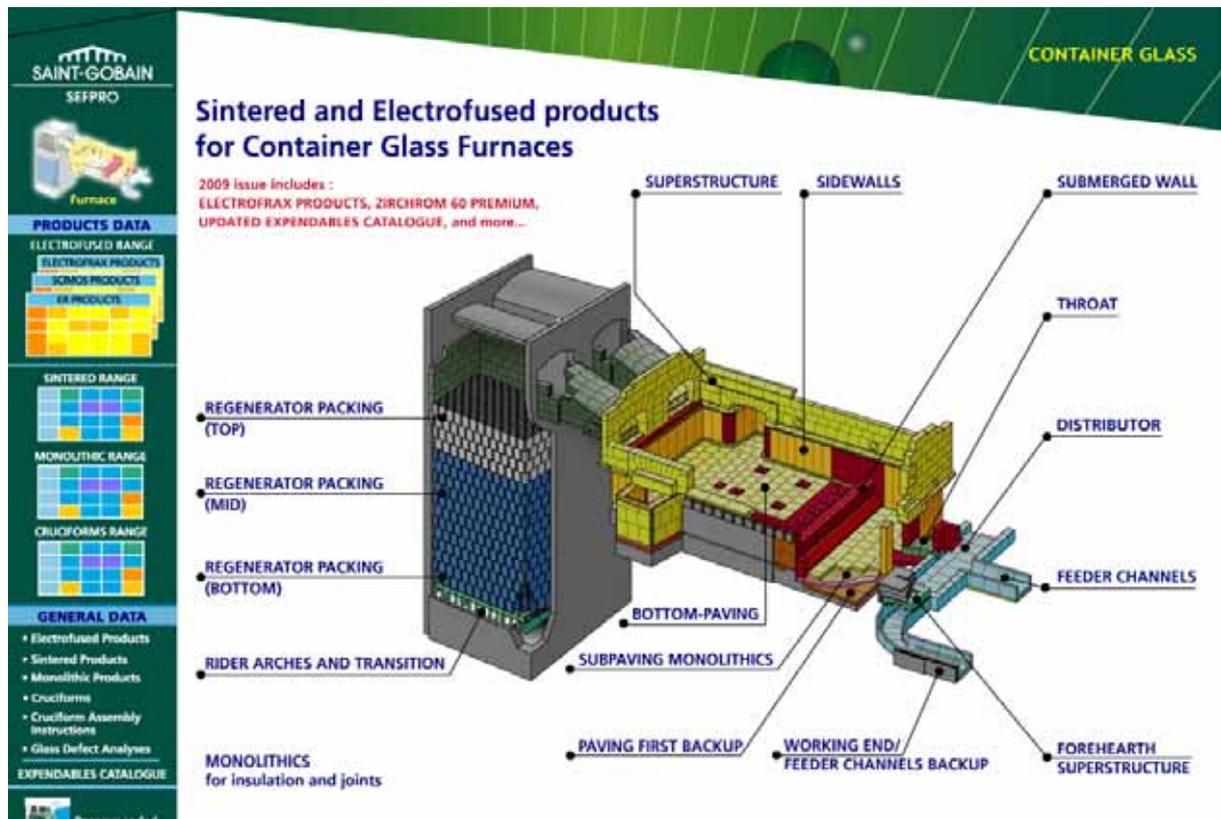
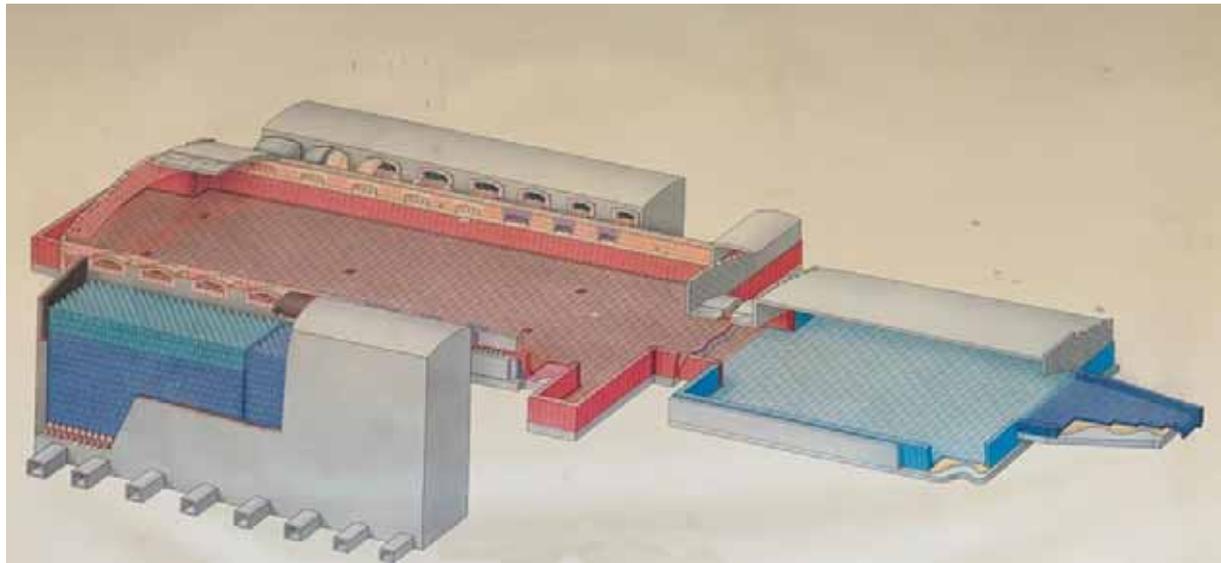
ب- از لحاظ علمی و پژوهشی ما در حال حاضر با کمبود افراد با تجربه و صاحب نظر در صنایع نسوز داخلی مواجه هستیم. ارتباط صنعت نسوز با دانشگاه‌ها ضعیف است. البته تعداد محدود مراکز آموزشی و تحقیقاتی مرتبط با صنایع نسوز نیز مزید بر علت است. ج- در صنایع شیشه نیز شناخت محدودی در رابطه با خواص و کاربرد دیرگدازهای مصرفی در این صنعت در بین مدیران و کارشناسان ذیربط وجود دارد. به همین علت صنعت شیشه در انتخاب نسوز محافظه کار عمل می‌کند. در سفارشات جدید برای تعمیرات سرد کوره همان نسوزهایی سفارش می‌شود که سی یا چهل سال پیش در ساخت اولیه کوره مورد استفاده قرار گرفته است- بدون توجه به دستاوردهای صنایع دیرگداز در دهه‌های اخیر.

د- بر خلاف برخی صنایع دیگر در صنعت شیشه کیفیت دیرگدازهای مصرفی تاثیر مستقیم و بسزایی در کیفیت محصولات تولیدی بر جای می‌گذارد. به همین دلیل در انتخاب نسوز مناسب و با کیفیت برای نواحی مختلف کوره بایستی حداکثر دقت به عمل آید. هزینه‌های انتخاب نسوزهای نامناسب و بی کیفیت چه در کاهش عمر مفید کوره و چه به لحاظ تاثیر سوئی که در کیفیت محصولات تولیدی بر جای می‌گذارد می‌تواند خسارات سنگین و جبران ناپذیری را به شرکت تحمیل نماید.

ه- پیشنهاد می‌شود پس از کارشناسی دقیق بخشی از انواع نسوزهای مصرفی در صنعت شیشه از جمله نسوزهای سیلیسی در

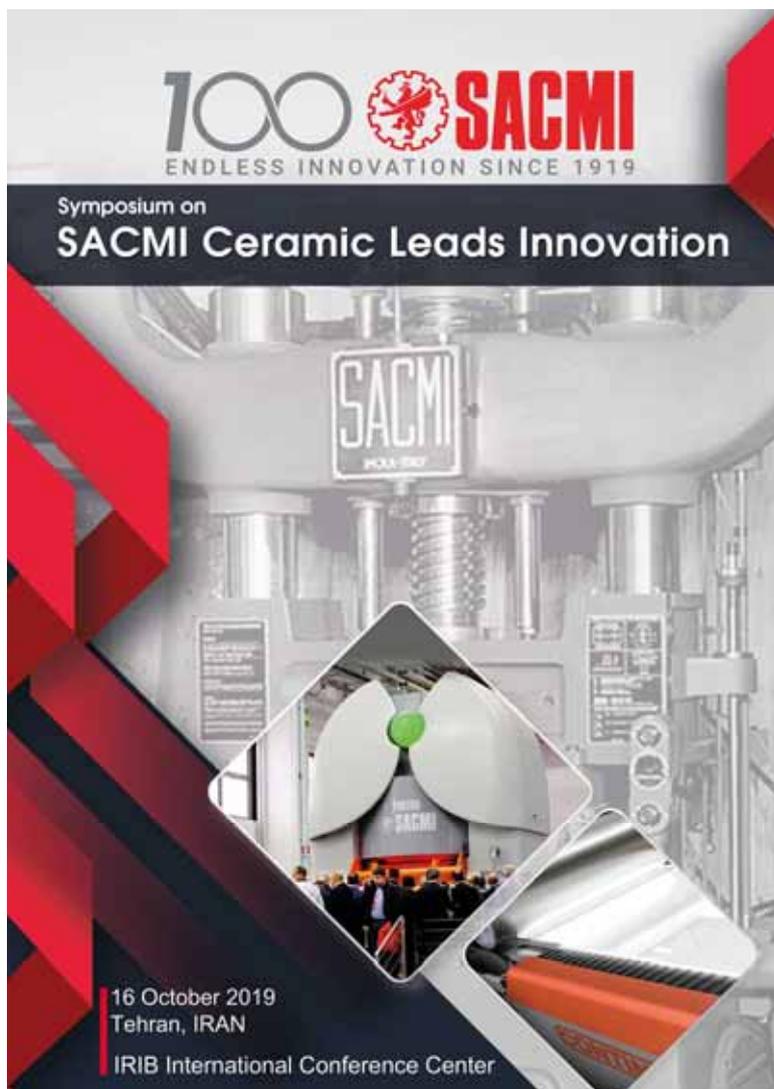
اولویت سرمایه گذاری وزارت صنایع قرار گیرد و جامعه علمی و صنعتی کشور با حمایت ارگان‌های ذیربط در زمینه امکانات تولید و جایگزینی نسوزهای وارداتی مورد نیاز صنعت شیشه کشور با تولیدات داخلی هر چه سریع‌تر طرح‌هایی را به تصویب رسانیده و به مرحله اجرا گذارند.

و- با توجه به ضعف‌ها و کمبودهای موجود در زمینه شناخت دیرگدازهای صنعت شیشه پیشنهاد می‌شود از طرف انجمن دیرگداز ایران با همکاری اساتید دانشگاهی و متخصصین صنعت شیشه آشنا با مسایل دیرگدازهای مصرفی در این صنعت مجموعه‌ای از دوره‌های آموزشی علمی- کاربردی برای مدیران و کارشناسان علاقمند این صنعت برگزار شود.



گزارش همایش "ساکمی پیشرو در نوآوری‌های صنعت سرامیک"

۲۴ مهر ماه ۱۳۹۸



شرکت SACMI IMOLA که همواره همکاری نزدیکی با انجمن سرامیک ایران داشته و یکی از بزرگترین شرکت‌های طراحی و تولید ماشین آلات صنعت سرامیک ایتالیا می‌باشد، به مناسبت یکصدمین سالگرد تاسیس خود، اقدام به برگزاری همایش بزرگی تحت عنوان " SACMI Ceramic Leads Innovation " در ایران نمود. این همایش با حضور بیش از ۵۰۰ نفر از فعالین اقتصادی، صنعتی و اساتید فن در تاریخ ۲۴ مهر ماه ۱۳۹۸ در مرکز همایش‌های بین‌المللی صدا و سیما - سالن خواجه نصیر الدین طوسی از ساعت ۸ صبح الی ۱۶ بعد از ظهر برگزار گردید و شاهد حضور مقامات و مدیران وزارت صنعت، معدن و تجارت، مقامات سفارت و کنسولگری ایتالیا در تهران، انجمن صنفی تولیدکنندگان کاشی و سرامیک، انجمن سرامیک ایران، کارخانجات فعال تولید کاشی و سرامیک، چینی مظروف و چینی بهداشتی و آژانس بازرگانی ایتالیا در تهران بود.

در ابتدا مراسم با قرائت قرآن کریم، پخش سرود ملی ایران و ایتالیا و پخش تیزر معرفی شرکت ساکمی آغاز شد. سپس تعدادی از مدیران و روسای شرکت ساکمی از جمله آقایان ویتوریو رومیتی (پرزیدنت شرکت ساکمی ایران) و لوکا بتی (مدیر فروش منطقه) ضمن خوشامدگویی به حضار، در رابطه با تاریخچه فعالیت‌های شرکت ساکمی و همچنین دستاوردهای اخیر این شرکت سخنانی ارائه نمودند. در ادامه، سخنرانی آقای جوزپه پرونه، سفیر ایتالیا و همچنین آقای دکتر امیری، مدیر کل دفتر صنایع معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت انجام شد.



پس از آن آقای مهندس روشنفکر، رئیس هیات مدیره انجمن صنفی کاشی و سرامیک، ریاست گروه تخصصی کاشی انجمن سرامیک ایران و ریاست دوره یازدهم انجمن سرامیک ایران، ضمن تاکید بر اهمیت شناسایی بازارهای هدف در صنعت سرامیک، در مورد اهمیت وجود دانش کافی جهت ایجاد ارتباطات خارجی و همچنین اهمیت وجود اخلاق تجاری که نبود آن می‌تواند ریشه بسیاری از مسائل اقتصادی و اجتماعی باشد، مطالبی ارائه نمودند.



پس از سخنرانی آقای پائولو ساسی، پرزیدنت شرکت ACIMAC، آقای صدیقیان، مدیرعامل شرکت گیتا و آقای مهندس نصیری، مدیرعامل شرکت سازه سرامیک پس از خوشامدگویی به حضار و تشکر از افراد و سازمان‌ها جهت حضور در این همایش، در مورد فعالیت‌های شرکت و همچنین پیشرفت‌هایی که در سال‌های اخیر (از زمان تاسیس تاکنون) داشته‌اند توضیحاتی ارائه نمودند.





در این همایش تعدادی از اعضای هیات مدیره انجمن سرمایه‌های ایران از جمله آقایان دکتر نقی‌زاده (رئیس هیات مدیره انجمن سرمایه‌های ایران)، دکتر جوادپور، دکتر رضایی، دکتر سرپولکی، دکتر قهاری، دکتر قاسمی، خانم دکتر مشهدی، خانم دکتر خاچاطوریان و خانم سعیده علیشاهی (مدیر اجرایی انجمن سرمایه‌های ایران) حضور داشتند.



پس از پذیرایی، تعدادی از سخنرانان مدعو از کشور ایتالیا، سخنرانی‌هایی با موضوعات زیر ارائه دادند:

سخنران	موضوع
سیمونه کاساديو	آخرین نوآوری‌ها در دیارتمان تهیه بدنه و مواد اولیه
گابریله فرینیانی	تولید کاشی‌های سرامیکی، کوره‌های جدید و ارتقاء آن‌ها
آلبرتو تسونی	راهکارهای جدید ساکمی برای کاشی‌های سایز بزرگ و اسلب
استفانو فلیکانی	دیجیتالیزه کردن کامل خط لعاب و چاپ
لویجی تیرلی	چمفرینگ و پولیشینگ کاشی‌های سایز بزرگ
ساندرو زینی	آخرین تکنولوژی سورت و بسته بندی
پائولو سالویتی	کارخانه‌های هوشمند تولید چینی بهداشتی
پاتریک وینکلر	روش‌های نوین اتوماسیون در صنعت چینی مطروف، براساس نیازهای مشتری
جورجو پگورارو	رولرهای سرامیکی
آندرا برتونا	روغن‌های سینتتیک S ۱۴۰۰ مخصوص پرس‌های تولید کاشی و سرامیک با ۵۰۰۰۰ ساعت گارانتی

پس از پایان سخنرانی‌ها، جمع‌بندی و اختتامیه انجام شد.

مراسم تقدیر از دانشجویان برتر سرامیک

دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه علم و صنعت ایران

۲۹ مهر ۱۳۹۸

با توجه به اهداف انجمن سرامیک ایران به منظور گسترش و پیشبرد و ارتقاء علم و تکنولوژی سرامیک، توسعه کمی و کیفی نیروهای متخصص، بهبود بخشیدن به امور آموزشی و پژوهشی و تصمیم هیات مدیره انجمن به منظور تشویق و ایجاد انگیزه جهت دانشجویان سرامیک، تصمیم گرفته شد انجمن مقدماتی را برای تشویق دانشجویان برتر سرامیک با همکاری دانشکده‌های مواد در دانشگاه‌های مختلف فراهم آورد. بدین منظور در جلسه معارفه ورودی‌های جدید که در دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه علم و صنعت ایران در تاریخ ۲۹ مهر در آمفی تئاتر دانشکده برگزار گردید، از نفرات برتر گرایش‌های مختلف مواد از جمله گرایش سرامیک با اهدای لوح تقدیر و جایزه قدردانی شد.

اسامی افراد تقدیر شده به شرح زیر می‌باشد:

۱- حدیثه محبوبی - نفر اول رشته سرامیک

۲- علیرضا رزاقی - محقق در زمینه سرامیک‌های مدرن - رتبه برتر در چندین مسابقه و نمایشگاه در ضمن عضویت افتخاری در انجمن جهت یکسال به این افراد داده شد.

در این مراسم در ابتدا آقای دکتر نقی‌زاده ریاست انجمن سرامیک ایران و ریاست دانشکده مهندسی مواد دانشگاه علم و صنعت سخنرانی ارایه نمودند و بر اهمیت فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی دانشجویان و ارزیابی و بهینه سازی تلاش‌های خود تاکید داشتند و اظهار امیدواری نمودند که دانشجویان و دانشکده روند رو به رشد خود را ادامه دهند.



خانم مهندس حدیثه محبوبی نفر برتر رشته سرامیک



آقای علیرضا رزاقی دانشجوی محقق و فعال دارای رتبه برتر در مسابقات سرامیک



دکتر نقی‌زاده ریاست انجمن سرامیک ایران

در ادامه آقای مهندس شیرودی دانش آموخته دانشگاه علم و صنعت و صنعت گر موفق از راه‌های موفقیت در تحصیل و استفاده بهینه از آموزه‌های اکادمیک در مسیر دستیابی به موفقیت شغلی صحبت نمودند.





گزارش شانزدهمین همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران (CMAT)

شانزدهمین همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران در تاریخ ۲۷ و ۲۸ آبان در محل دانشگاه علم و صنعت ایران با حضور و حمایت انجمن سرامیک ایران برگزار شد.

شانزدهمین همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران
۲۷ و ۲۸ آبان ۱۳۹۸ - دانشگاه علم و صنعت ایران
سند: تکمیل شده مطابق برای پس از مدالت علمی پژوهشی چاپ مقاله شد

16th فراخوان ارسال مقاله
Student Scientific Conference on Iranian Materials and Metallurgical Engineering
Iran, Tehran - Iran University of Science & Technology
Nov 18 - 19 2019
Cmat.iromes.ir

معاونان همایش علمی
مدیر همایش: دکتر سیدعلی حسینی - متالورژی صنعتی - متالورژی استخوانی - متالورژی فریبش و فلزات ناهمگن - سرامیک
رئیس هیئت مدیره و هیئت مدیران: دکتر سیدعلی حسینی - مدیران: دکتر سیدعلی حسینی

زمان بندی همایش علمی
روز اول: ۱۸ آبان ۱۳۹۸ - ۱۰:۰۰ تا ۱۲:۰۰: پذیرش و ثبت نام
روز دوم: ۱۹ آبان ۱۳۹۸ - ۱۰:۰۰ تا ۱۲:۰۰: پذیرش و ثبت نام
روز سوم: ۱۹ آبان ۱۳۹۸ - ۱۴:۰۰ تا ۱۷:۰۰: پذیرش و ثبت نام

همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران
دانشگاه علم و صنعت ایران
تهران - ایران

Logos: CIVILICA, and other university logos.

سلسله همایش‌های علمی دانشجویی مهندسی مواد، از سال ۱۳۸۰ باهدف گردهمایی دانشجویان و صنایع مرتبط با مهندسی متالورژی به وجود آمد. در این همایش ضمن ارائه مقالات تخصصی، کارگاه‌های آموزشی و نشست‌های فنی برگزار می‌شود تا جامعه دانشگاهی و صنعتی کشور، فرصتی برای تبادل نظر و تعامل سازنده به دست آورند. این همایش، اولین فعالیت اتحادیه انجمن‌های علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی کشور بوده که هر ساله به میزبانی یکی از دانشگاه‌های مطرح کشور برگزار می‌شود. پس از پانزده دوره که از برگزاری این برنامه می‌گذرد با توجه به حضور هر ساله مدعوین ویژه از نهادهای صنعتی و حضور دانشجویان از سراسر کشور، این همایش به یکی از فعال‌ترین و قدرتمندترین گردهمایی‌های دانشجویی کشور بدل شده است. دامنه این امر تا آنجا گسترده شده که در حاشیه هر دوره از همایش، چندین نشست تخصصی با حضور چهره‌های برجسته صنعتی و دانشگاهی از نهادهای مرکزی کشور برگزار شده است. همچنین نمایشگاه جانبی این همایش فرصتی برای نزدیکی صنایع مختلف با دانشگاه را فراهم آورد تا با همکاری موثر دانشگاه و صنعت که امروزه در کشور ما غریب واقع شده است، گام‌های بلندی در راستای پیشرفت صنعت مواد و متالورژی کشور برداشته شود.

از جمله محورهای این همایش می‌توان به طراحی و انتخاب مواد مهندسی، متالورژی صنعتی، متالورژی استخراجی، سرامیک، خواص فیزیکی و مکانیکی مواد، کامپوزیت‌ها، ریخته‌گری و انجماد، خوردگی و حفاظت مواد، نانو مواد، انرژی، مدیریت راهبردی و محیط زیست و شبیه‌سازی اشاره کرد. در روز نخست همایش (۲۷ آبان) پس از پذیرش شرکت‌کنندگان، مراسم افتتاحیه با سخنرانی میزبانان و دبیر همایش و خوشامدگویی به شرکت‌کنندگان انجام شد.



پس از آن ارائه مهندس خداپرستی در سالن اصلی مجتمع امام خمینی با موضوع "آنالیز تخریب و اهمیت آن در بازار کار" و به صورت همزمان تعدادی ارائه شفاهی در سالن جانبی برگزار شد.



پس از صرف ناهار، سخنرانی‌های آقایان دکتر حمیدرضا عابدی و دکتر حسین وفایی نژاد با موضوعات "طراحی ریزساختارهای سلسله مراتبی در فولادهای سبک" و "کاربرد روش‌های عددی و هوش مصنوعی در شبیه‌سازی فرآیندهای تولید" در سالن اصلی مجتمع امام خمینی برگزار شد. همچنین ارائه مقالات پذیرفته شده در بخش شفاهی توسط دانشجویان به صورت همزمان در سالن‌های جانبی صورت پذیرفت.



مقالات پذیرفته شده در بخش پوستر نیز در بخش مربوط به ارائه پوستر نصب و مورد توجه داوران و بازدیدکنندگان قرار گرفت.



در آخرین جلسه روز دوشنبه نیز ارائه خانم دکتر هاجر قنبری با موضوع "آشنایی با مواد دو بعدی" در سالن اصلی و تعدادی ارائه‌های شفاهی در سالن فرعی برگزار شد.

در روز دوم همایش (۲۸ آبان) در سالن اصلی، رویداد ایده مارکت و در سالن‌های فرعی مجتمع امام خمینی، ارائه‌های شفاهی توسط دانشجویان انجام گرفت. همچنین سخنرانی دکتر جعفری تحت عنوان "مهندسی مواد محاسباتی یکپارچه" نیز در سالن اصلی برگزار شد.

در کنار برنامه ارائه مقالات به صورت پوستر و شفاهی، نمایشگاه جانبی این همایش با حضور تعدادی از شرکت‌های صنعتی و دانش بنیان برگزار شد که حضور انجمن سرامیک ایران در این نمایشگاه، نقش مهمی در جذب اعضای جدید و معرفی انجمن سرامیک ایران به جامعه علمی و صنعتی انجام داشت.



در پایان آخرین روز همایش، با ارائه تندیس و لوح، از شرکت‌کنندگان در نمایشگاه شانزدهمین همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران (CMAT) تقدیر بعمل آمد. همچنین مراسم اختتامیه با حضور دبیر کنفرانس، اعضای کمیته علمی همایش، اساتید و دانشجویان برگزار شد. در این مراسم آقای دکتر سلطانی، دکتر رضوی و دکتر سرپولکی در رابطه با نقش همایش‌ها و انجمن‌های علمی در ارتقاء جایگاه علمی رشته مهندسی مواد و متالورژی و اهمیت حضور دانشجویان در این همایش‌ها و ارتباط هرچه بیشتر مراکز علمی با صنایع سخنانی ارائه نمودند.



در پایان همایش نیز از کادر اجرایی و میزبانان شانزدهمین همایش علمی دانشجویی مهندسی مواد و متالورژی ایران در حضور اساتید و شرکت کنندگان، تقدیر بعمل آمد.



اخبار شرکت‌ها و مراکز پژوهشی

درد و دل‌های یک صنعتگر خراسان جنوبی | به داد مردم و صنعتگران برسید / برخی مدیران چوب لای چرخ صنعت می‌گذارند.

گروه استان‌ها- مدیرعامل مجتمع کارخانجات کاشی و سرامیک فرزاد گفت: مالیات یکی از بزرگ‌ترین مشکلات پیش روی صنعتگران استان است و با وجود اینکه معافیت‌های مالیاتی مصوب شده اما نمی‌دانم چرا مصوبات اجرا نمی‌شود.



به گزارش خبرگزاری تسنیم از بیرجند، علی‌اکبر فلاحی در دیدار با مدیرعامل، مدیران ستادی و خبرنگاران خبرگزاری تسنیم اظهار داشت: از سال ۸۴ با سرمایه اولیه شخصی بدون گرفتن وام کارخانه کاشی فرزاد را در یکی دو خط استارت زدم و تلاش کردم و امروز سر بلندم که ۲۰ هزار نفر کارگر را مشغول به کار کردم کارگرانی که در این اوضاع اقتصادی نان‌آور خانه‌اند. مدیرعامل مجتمع کارخانجات کاشی و سرامیک فرزاد، صنعتگران را سربازان جبهه اقتصادی و خط مقدم دانست که با وجود همه مشکلات اما برای رشد و توسعه کشورشان تمام قد ایستاده‌اند و دست از کار و تلاش برنمی‌دارند. فلاحی مالیات را یکی از بزرگ‌ترین مشکلات پیش روی صنعتگران استان دانست و افزود: معافیت‌های مالیاتی مصوب شده اما نمی‌دانم چرا مصوبات را اجرا نمی‌کنند. محرومیت خراسان جنوبی مشخص است و بر کسی پوشیده نیست. معاون اول رئیس جمهور به نوبخت و وزیر صمت بارها اعلام کرده خراسان جنوبی نیازمند توجه ویژه است اما کسی به داد این استان نمی‌رسد. وی با بیان اینکه بارها از معافیت‌های مالیاتی سخن شنیدیم اما خبری از اجرا شدن در این استان نیست افزود: من معتقدم اینکه می‌گویند صنعت در بیرجند راه افتاده حرفی دروغ است اینجا زیرساخت ندارد چرا باید سرانه مالیات خراسان جنوبی سومین استانی باشد که مالیات اخذ می‌شود.

کارآفرین بیرجندی با گلایه از اینکه در این اوضاع و شرایط صنعتگر تلاش می‌کند با چنگ و دندان صنعتش را حفظ کند تا کارگری بی‌کار نشود اما مالیات‌ها قوز بالای قوز شده و بر مشکلات صنعتگر افزوده است گفت: به داد مردم و صنعتگران برسید. مدیرعامل مجتمع کارخانجات کاشی و سرامیک فرزاد، گریزی به وضعیت زیرساختی استان زد و گفت: وضعیت جاده‌های استان را بنگرید. خط ریلی نداریم. جاده‌های ما به جاده‌های مرگ معروف است گواه این امر هم عزیزانی هستند که قربانی جاده‌ها شده‌اند.

وی افزود: وضعیت پروازها و کنسلی‌ها را هم مشاهده می‌کنید. استانی هم‌مرز با کشور افغانستان هستیم در این استان آنهایی که در بیرجند سرمایه‌گذاری می‌کنند علاقه خاصی به زادگاهشان دارند در غیر این صورت در شرایط که سرمایه‌گذاری در بیرجند با سرمایه‌گذاری در شهرک‌های صنعتی استان‌های مجاور اعم از یزد و خراسان رضوی یکسان است چرا باید سرمایه‌گذار خراسان رضوی را رها و اینجا سرمایه‌گذاری کند.

فلاحی با بیان اینکه برای استان زیرساخت ریلی را مصوب کرده‌اند اما مگر راه‌آهن به این زودی محقق می‌شود؟ گفت: با وجود همه مشکلات تلاشمان ساخت و آبادانی استان و کشور است. خراسان جنوبی نیاز به حمایت دارد.

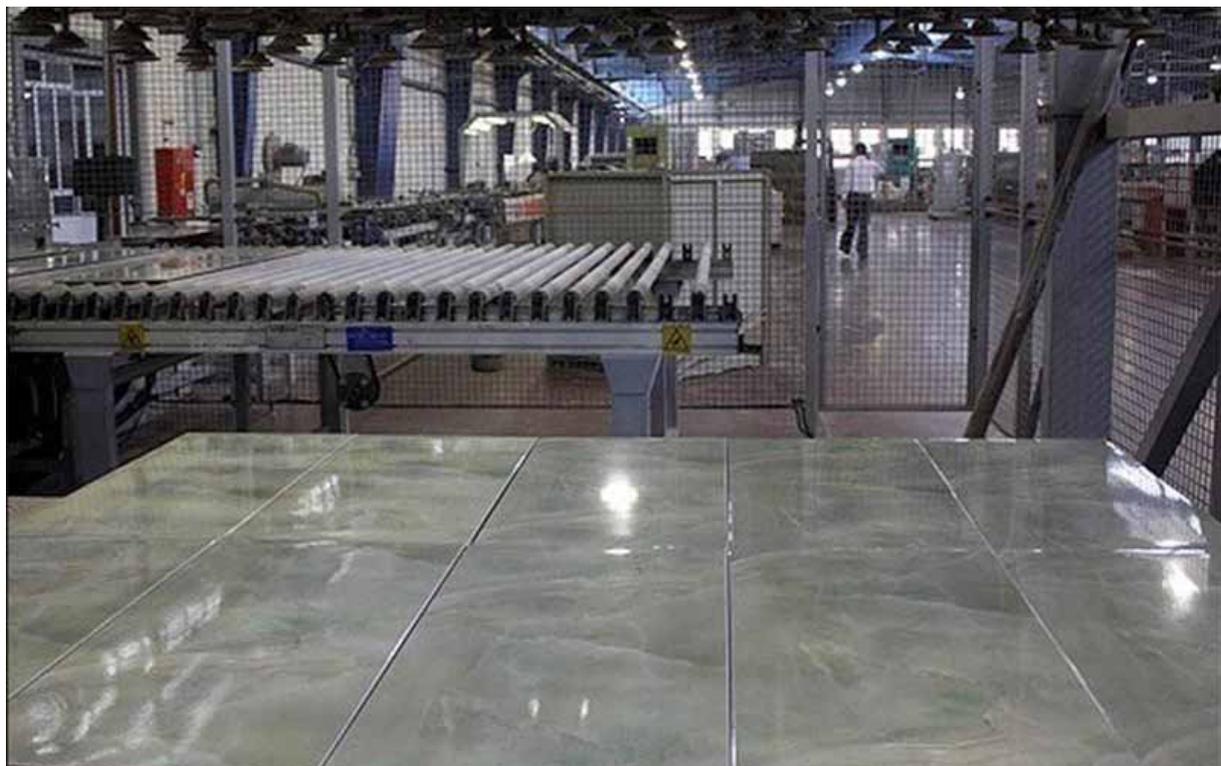
مدیرعامل مجتمع کارخانجات کاشی و سرامیک فرزاد خطاب به مسئولان کشوری گفت: آقایان مسئولان مصوبات خود را در این استان که وعده دادید اجرا کنید چرا باید در مرز این استان با افغانستان از یک پمپ بنزین عشایری مالیات اخذ شود؟

وی معتقد است نباید چوب لای چرخ صنعت گذاشته شود. معافیت‌های مالیاتی مشوق اصلی برای استان است. فلاحی با بیان اینکه علاج واقعه بیش از وقوع است افزود: تلاش دارم طرح سلولزی کاغذ کربنات را سال آینده راه‌اندازی کنیم چون کشور نیاز به کاغذ دارد و من هیچگاه برای خود و خانواده‌ام هیچ چیز نخواسته و نمی‌خواهم بلکه همه تلاش و دغدغه‌ام برای صنعت و اشتغال استان است.

منبع: <https://tn.ai/2149530>

خبر خوش برای تولیدکنندگان کاشی یزد؛ ملاک صادرات کاشی پیشنهاد انجمن کاشی و سرامیک شد.

مدیرکل صنعت، معدن و تجارت استان یزد از تدبیر صورت گرفته برای صادرات کاشی و سرامیک بر اساس پیشنهاد این اتحادیه خبر داد.



به گزارش خبرگزاری تسنیم از یزد، محمدرضا علمدار یزدی در پیش از ظهر امروز در نشست ستاد راهبردی و مدیریت اقتصاد مقاومتی استان یزد که با حضور وزیر نیرو برگزار شد اظهار داشت: به ازای هر نفر اشتغال در استان یزد در بخش صنعت، معدن و خدمات، ۷۰ برابر کمتر از سایر بخش‌ها آب مصرف می‌شود.

وی افزود: این در حالی است که ارزش افزوده این بخش ۹۴ برابر سایر بخش‌ها است و در نهایت ۴ و ۴۹ صدم از آب استان یزد توسط این حوزه مصرف می‌شود و این نشان می‌دهد که بهترین راه صرفه‌جویی آب در یزد استفاده در این حوزه است.

وی در ارتباط با اخذ دوباره مالیات بر ارزش افزوده در صنعت آجر و مسائل مترتب بر آن اظهار داشت: این مسئله در اصل با توجه به اینکه مربوط به ابتدای سال ۹۷ بوده حل شده و در حال حاضر واحد آجری که نفت کوره و نفت گاز مصرف کند نداریم.

مدیرکل صنعت، معدن و تجارت استان یزد ادامه داد: پیشنهادشان این است که در ارتباط با پرداختی از سال ۸۷ تا زمانی که انجام شده، مصوبه‌ای داشته باشیم که هزینه‌های پرداختی به آنها بازگشت داده شود و به نوعی بستانکار شوند.

علمدار یزدی ادامه داد: اصلاح دستورالعمل‌ها و بخشنامه‌های صادراتی در راستای رفع مسائل و مشکلات صادراتی پیش‌روی واحدهای تولیدی سنگ، کاشی و سرامیک و سایر عرصه‌های این حوزه یکی دیگر از پیشنهادهای است که توسط بخش خصوصی فعال در این حوزه مطرح شده است.

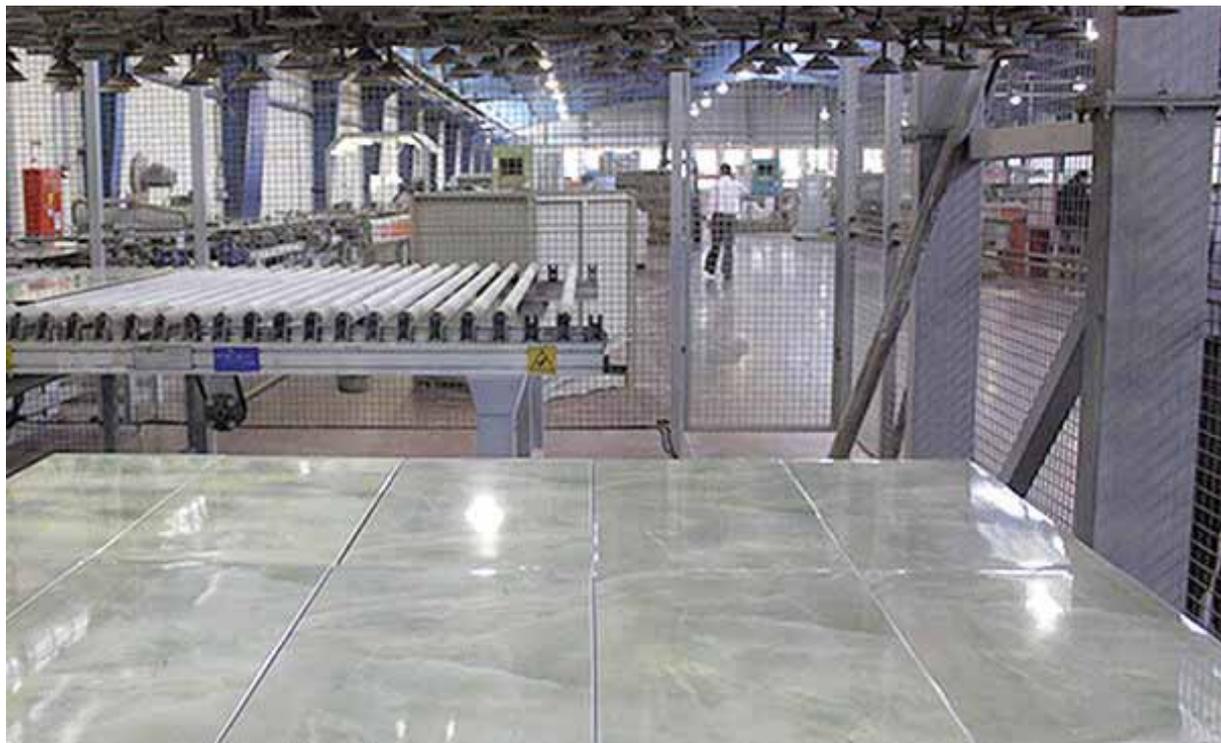
مدیرکل صنعت، معدن و تجارت استان یزد ادامه داد: یکی از کارهای خوبی که وزارت صمت انجام داد این بود که پیشنهاد انجمن کاشی و سرامیک برای صادرات، ملاک صادرات شود.

وی با بیان اینکه بانک عامل به ماشین آلات دست دوم وام نمی‌دهد گفت: در مجموع این کار اقدام درستی است ولی در شرایط خاص اگر کمیته‌ای با حضور خانه صنعت، انجمن‌های تخصصی، سازمان صمت و بانک عامل باشد و با نظر این کمیته اگر ماشین‌آلات دست دوم خاص به نفع توسعه استان است، تسهیلات دریافت کنند.

منبع: <https://tn.ai/2094782>

چینی‌ها واحد تولید کاشی و سرامیک در کرمانشاه می‌سازند.

ایسنا/کرمانشاه مدیر مرکز خدمات سرمایه‌گذاری استان کرمانشاه گفت: قرار است سرمایه‌گذاران چینی ۱۲۰۰ میلیارد تومان در زمینه احداث واحد تولید کاشی و سرامیک در کرمانشاه سرمایه‌گذاری کنند.



فرید خلیلی در گفت و گو با ایسنا، با اشاره به پیگیری‌های انجام شده برای جذب سرمایه‌گذاران خارجی در استان، افزود: در همین راستا سرمایه‌گذاران چینی برای احداث واحد تولیدی کاشی و سرامیک در کرمانشاه اعلام آمادگی کردند. وی ادامه داد: قرار است واحد تولیدی "کاشی و سرامیک زاگرس ستون آسیا" توسط این سرمایه‌گذاران در شهرک صنعتی زاگرس احداث شود.

معاون اقتصادی اداره کل امور اقتصادی استان کرمانشاه سرمایه‌گذاری اولیه این واحد صنعتی را ۱۰۰ میلیون یورو معادل حدود ۱۲۰۰ میلیارد تومان اعلام کرد که رقم قابل توجهی است و از پروژه‌های کلان به شمار می‌رود.

به گفته خلیلی تمام کارهای مقدماتی احداث این واحد تولیدی از جمله اخذ مجوز از سازمان صمت، جانمایی زمین و ... انجام و زمینی ۲۲ هکتاری در شهرک صنعتی زاگرس برای این منظور در نظر گرفته شده که قرارداد آن بزودی منعقد خواهد شد. مدیر مرکز خدمات سرمایه‌گذاری استان کرمانشاه اظهار کرد: پس از انجام کارهای مقدماتی، عملیات اجرایی این واحد تولیدی کاشی و سرامیک آغاز می‌شود.

خلیلی افزود: قرار است این واحد تولیدی ظرف مدت یکسال ساخته شود.

وی اشتغالزایی در نظر گرفته شده برای این مجموعه را ۱۵۰۰ نفر برآورد کرد و یادآور شد: ۸۰ درصد تولیدات کاشی و سرامیک این واحد صادراتی است و به عراق صادر خواهد شد.

معاون اقتصادی اداره کل امور اقتصادی استان کرمانشاه با بیان اینکه در شرایط کنونی که با تحریم‌ها مواجهیم جذب سرمایه‌گذار خارجی بسیار دشوار است، گفت: برای این سرمایه‌گذاری کلان جلسات و رایزنی‌های متعددی انجام شده است.

منبع: <https://www.isna.ir/news/9>

صادرات ۲ میلیون دلاری کاشی و سرامیک



۲۲ درصد کاشی و سرامیک تولیدی خراسان جنوبی از آغاز امسال به خارج از کشور صادر شده است.

به گزارش خبرگزاری صداوسیما مرکز خراسان جنوبی، معاون امور صنایع سازمان صمت گفت: در این مدت ۹ میلیون مترمربع کاشی و سرامیک در ۳ واحد تولیدی این استان تولید که ۲ میلیون مترمربع آن به ارزش ۲ میلیون دلار به کشورهای همجوار صادر شد.

پارسا ظرفیت تولید سالانه ۳ واحد کاشی و سرامیک استان را ۲۴

میلیون مترمربع اعلام کرد و افزود: خراسان جنوبی پس از یزد، دومین تولید کننده کاشی و سرامیک کشور است.

وی از اجرای طرح توسعه در یکی از این واحدهای صنعتی خبر داد و گفت: با اجرای این طرح تا ۴ ماه آینده خط تولید کاشی پرسلان (کاشی با کیفیت بالا) با ظرفیت ۱۰ میلیون مترمربع نیز راه اندازی می‌شود.

۳ واحد تولید کاشی و سرامیک خراسان جنوبی جزو واحدهای شاخص خراسان جنوبی است که زمینه اشتغال هزار نفر را فراهم کرده است.

منبع: <http://www.iribnews.ir/00AmNR>

بازگشت بزرگترین کارخانه تولید کاشی و سرامیک شمال به چرخه تولید

کارخانه تولیدی کاشی و سرامیک خزر پس از ۴ سال تعطیلی با اشتغالزایی ۴۰۰ نفر امروز بازگشایی شد.

به گزارش خبرگزاری صدا و سیما مرکز گیلان؛ بزرگترین کارخانه تولید سرامیک و کاشی شمال کشور امروز با حضور آیت الله فلاحتی نماینده ولی فقیه در گیلان و جمعی از مسئولان محلی گیلان بازگشایی شد.

کارخانه کاشی خزر با سرمایه گذاری ۶۰ میلیارد تومانی بخش خصوصی و حمایت کارگروه رفع موانع تولید گیلان و دستگاه قضا



بعد از ۴ سال رکود به چرخه تولید بازگشت تا ۴۰۰ نفر به کار مشغول شوند.

ظرفیت تولید کاشی و سرامیک این کارخانه حدود با ۳ برابر افزایش از ۴ هزار به ۱۵ هزار متر مربع در روز رسید. محصول تولیدی کارخانه کاشی و سرامیک خزر به کشورهای اوراسیا، ترکیه، سوریه و عراق صادر می‌شود. پیش از این صادرات بزرگترین صادر کننده کاشی و سرامیک شمال ک شور ۴ میلیون دلار در سال بود.

نماینده ولی فقیه در گیلان در مراسم بازگشت کارخانه کاشی خزر با تاکید بر اینکه اقتصاد کشور باید از اتکا به بودجه نفت رهایی یابد افزود: کشور دارای توانمندی‌های صنعتی و معدنی فراوانی است که با سرمایه گذاری و حمایت از بخش خصوصی اقتصاد پویا می‌شود. آیت الله فلاحی از حمایت‌های دولت و قوه قضاییه در راه اندازی واحدهای تولیدی و صنعتی را کد قدرانی کرد و ادامه این روند را خواستار شد.

منبع: <http://www.iribnews.ir/00ArUP>

نشست میز صادرات کاشی و ثبت کالا در سامانه انبارهای میبد بررسی شد.

یزد- ایرنا- نشست با حضور مسوولان اداره‌های مرتبط در مورد چگونگی تشکیل میز صادرات کاشی و سرامیک و همچنین ثبت



کالا در سامانه انبارهای شهرستان میبد برگزار و نسبت به اطلاع رسانی سامانه به واحدهای زیر مجموعه اداره‌ها و کارخانه‌ها تاکید شد.

رئیس اداره صنعت، معدن و تجارت (صمت) میبد روز پنجشنبه در حاشیه این نشست به ایرنا گفت: با حضور مسوولان سازمان توسعه و تجارت کشور، وزارتخانه، مقام‌هایی اجرایی، تولیدکنندگان و نماینده اتحادیه‌ها در حوزه کاشی و سرامیک نشست «میز صادرات کاشی میبد» در نیمه دوم دی ماه امسال برگزار می‌شود. حجت‌الله خلیلی افزود: در این نشست مسائل و

مشکلات حوزه کاشی و سرامیک نظیر فروش، تولید، ارزش افزوده، دارایی و مالیات و... مطرح و مورد بررسی قرار می‌گیرد. وی در ادامه اظهارداشت: کلیه واحدهایی که انبار دارند با مراجعه به اداره صنعت، معدن و تجارت و یا کافی‌نت‌ها به ثبت کالاهای خود در سامانه جامع انبارها بپردازند.

وی برنج، روغن، ذرت، سویا، لاستیک، آهن آلات، لوازم خانگی، شکر، چای و تخم مرغ را از جمله کالاهایی برشمرد که حتما باید در سامانه ثبت شوند و در صورت عدم ثبت برخورد قانونی صورت خواهد گرفت.

خلیلی گفت: در این نشست مقرر شد مدیریت شهرک صنعتی میبد، اتحادیه کاشی و دیگر مسوولان مرتبط حاضر در نشست نسبت به نصب بنر جهت اطلاع رسانی ثبت انبارها اقدام کنند.

۱۶۰ انبار ثبت شده و حدود ۶۰۰ انبار ثبت نشده در سامانه جامع انبارها در میبد وجود دارد.

میبد با تولید ۴۰ درصد از کاشی و سرامیک کشور به عنوان قطب صنعتی در این حوزه است.

مرکز شهرستان ۱۰۴ هزار نفری میبد در ۵۰ کیلومتری شمال غرب شهر یزد مرکز این استان قرار دارد.

منبع: www.irna.ir/news/83592062

سومین همایش ملی مهندسی مواد

سومین همایش ملی مهندسی مواد به همت گروه مهندسی مواد دانشگاه ملایر در تاریخ ۲۲ آبان ماه ۱۳۹۸ برگزار گردید. در این رویداد علمی تعداد ۷۲ مقاله برگزیده از مجموع مقالات دریافتی در دو بخش پوستری (۵۱ مقاله) و سخنرانی شفاهی (۲۱ مقاله) ارائه گردید. در همین راستا دبیر علمی همایش آقای دکتر مهدی کزازی و دبیر اجرایی همایش آقای دکتر فرشاد سلیمانی ضمن تقدیر و تشکر از شرکت کنندگان، دانش پژوهان، مسئولین دانشگاه ملایر و نیز تیم اجرایی برگزاری همایش، به منظور شرکت، مساعدت و برگزاری هرچه باشکوه تر این رویداد ملی، ابراز امیدواری کردند که تکرار و گسترش چنین رویدادهایی موجب اعتلای علمی ایران عزیز و انتقال تجارب علمی و عملی اساتید، دانشجویان و دانش پژوهان گردد.



همچنین، همزمان با برگزاری سومین همایش ملی مهندسی مواد، کارگاه آموزشی کاربردهای لیزر در دو بخش تئوری و عملی در مرکز تحقیقات فرآوری لیزری مواد دانشگاه ملایر توسط اساتید ارجمند: آقای دکتر محمود مرادی عضو محترم هیئت علمی دانشگاه ملایر و خانم دکتر منصوره گنجعلی عضو محترم هیئت علمی پژوهشگاه مواد و انرژی در بخش تئوری و آقای مهندس آرمان حسینی در بخش عملی با حضور پرشور علاقه مندان و فعالان صنعتی برگزار گردید. لازم به ذکر است که این همایش از حمایت‌های معنوی انجمن سرامیک ایران و انجمن خوردگی ایران برخوردار بوده است.





اخبار علمی

سطح حاوی نانولوله‌های سرامیکی در مسیر توسعه تجاری

شرکت نانووایس، کیلیرنس مربوط به نانومحصول خود را دریافت کرد. این شرکت سطوح تقویت شده با نانولوله‌های سرامیکی تولید می‌کند که برای کمک به بیماران دارای ایمپلنت استخوانی طراحی و ساخته شده است. شرکت نانووایس (Nanovis) اعلام کرد که این شرکت برای اولین بار کیلیرنس ۵۱۰ را برای سطح تقویت شده با نانولوله‌های سرامیکی دریافت کرد، چیزی که از الزامات سازمان غذا و داروی آمریکا برای فناوری نانو است. مت هدریک، مدیرعامل نانووایس می‌گوید: «ما بسیار خوشحالیم که چنین طراحی مهمی برای این طبقه جدید فناوری نانو ارائه کرده‌ایم. این فناوری نقش مهمی در کاهش درد به دلیل شل شدن ایمپلنت‌های استخوانی دارد. با این کیلیرنس، می‌توانیم به سرعت این فناوری را روی ایمپلنت‌های ستون فقرات به کار ببریم و امیدواریم که با این محصول بتوانیم به بیماران کمک کنیم و رشد فروش خود را در درازمدت افزایش دهیم.»

نانووایس یک شرکت رشد فناوری محور است. این شرکت متعهد است تا با استفاده از پلتفرم‌های نانوفناوری پیشرفته برای دستیابی به نتایج عالی در زمینه رفع عفونت و تثبیت درمان به جراحان و بیمارستان‌ها کمک کند. فناوری‌های تثبیت صنعتی پیشرو آن، بهترین جنبه‌های تثبیت، تجسم و پایداری را برای جراحان و بیمارستان‌ها ارائه می‌دهد. پلتفرم‌های فناوری توسعه رفع عفونت نانووایس راه‌حل‌های ضدباکتریایی موردنیاز جراحان و بیمارستان‌ها را ارائه می‌کند. این شرکت، عرضه تجاری اتصالات بین بدنی FortiCore با نانولوله‌های سرامیک زیستی تقویت‌شده را آغاز کرده است. اتصالات ایمپلنت FortiCore منحصربه‌فرد و اختصاصی طراحی شده‌اند و دارای ثبت اختراع در زمینه سطح نانولوله تیتانیوم تقویت‌شده سرامیک زیستی هستند. این نانولوله‌ها به یک داربست تیتانیومی کاملاً بهم پیوسته بسیار متخلخل، با هسته PEEK برای مدول ترجیحی و تجسم پرتو x ساده اعمال می‌شوند. چند پزشک برجسته از مناطق منتخب در سراسر ایالات متحده، اولین کسانی بودند که در جهان از این فناوری جدید استفاده کردند.

نانووایس در سال ۲۰۰۶ در پارک تحقیقاتی Purdue تاسیس شد.

منبع: www.nano.ir

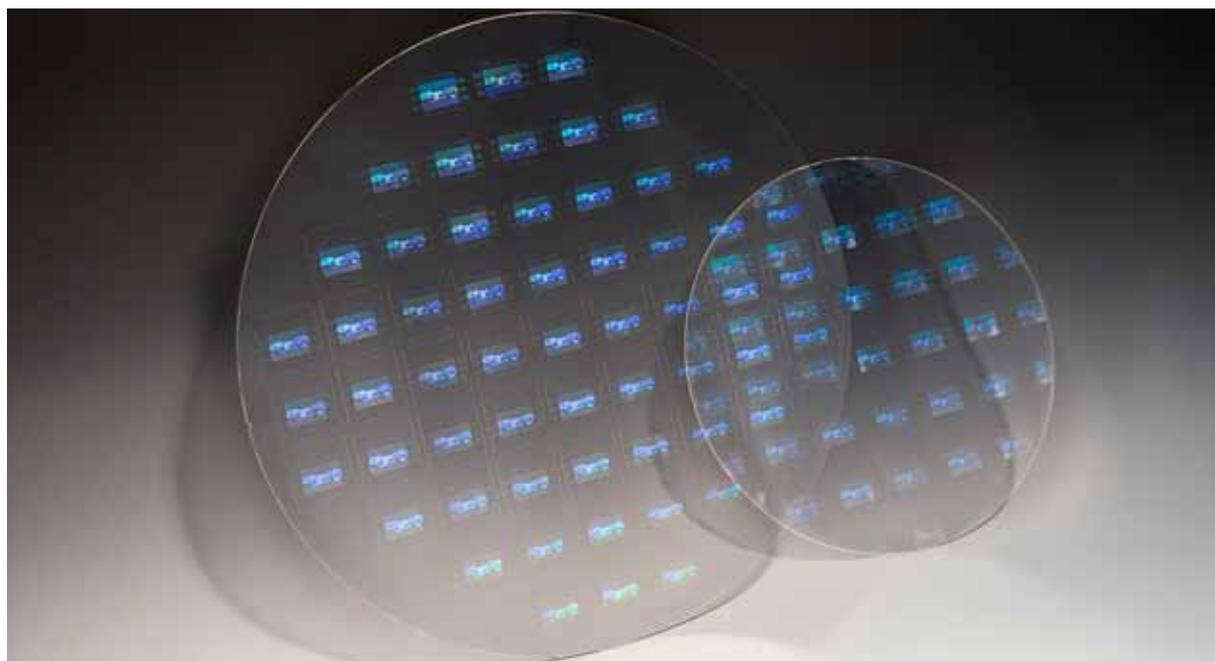
هم‌افزایی دو شرکت برای نانوالگودهی روی شیشه و سرامیک

یکی از شرکت‌های تولیدکننده محصولات شیشه‌ای و سرامیکی از فناوری لیتوگرافی نانوچاپ گروه ای‌وی استفاده خواهد کرد تا نانوالگودهی را روی محصولات خود انجام دهد.

گروه ای‌وی (EV) یکی از پیشروان حوزه تجهیزات لیتوگرافی و پیوند ویفر بوده که محصولاتی در حوزه فناوری نانو و MEMS به بازار عرضه می‌کند. این شرکت اخیراً اعلام کرده که همکاری مشترکی با شرکت شوت (SCHOTT) آغاز کرده است، شرکتی که در بخش ساخت شیشه، سرامیک و لوازم آزمایشگاهی فعالیت دارد. قرار است در قالب همکاری مشترک میان این دو شرکت، فناوری لیتوگرافی نانوچاپ برای استفاده در الگودهی مقیاس بالای ویفرهای شیشه‌ای با ضریب شکست بالا ارائه شود.

در این پروژه فناوری SmartNIL شرکت ای‌وی با ویفرهای شیشه‌ای با ضریب شکست بالای شرکت شوت موسوم به RealView با هم ترکیب خواهند شد. نتیجه این کار در مرکز کامپیتنس اتریش به نمایش گذاشته می‌شود. همچنین در نمایشگاه بین‌المللی اپتوالکترونیک چین نیز این محصول به نمایش درخواهد آمد.

رودریگر اسپرینگراد از شرکت شوت می‌گوید: «الگودهی در مقیاس بالا روی شیشه‌های با ضریب شکست بالا اهمیت زیادی دارد و اینکه بتوانیم این کار را در حجم انبوه انجام دهیم روی کاهش قیمت تاثیرگذار است و می‌توانیم نیاز رو به رشد بازار را پاسخ دهیم. بنابراین این همکاری مشترک با گروه ای‌وی به ما کمک می‌کند تا تجهیزات و زیرساخت لازم برای این کار را به‌دست آوریم.»



تاکنون از لیتوگرافی نانوچاپ برای زیرلایه‌های ۲۰۰ mm استفاده شده است اما در این پروژه از این روش برای زیرلایه‌های ۳۰۰mm استفاده کردیم. این کار برای تجاری‌سازی برخی محصولات ضروری و حیاتی است. هرچند که حفظ یکنواختی فرآیند و کیفیت زیرلایه برای زیرلایه‌های بزرگ‌تر دشوار است و به سختی می‌توان آن را کنترل کرد، اما فناوری SmartNIL شرکت ای‌وی که ما حاصل چند سال تحقیق و توسعه است، یک ابزار لیتوگرافی نانوچاپ است که می‌تواند نیاز نانوآلگودهی را تامین کرده و این کار را در مقیاس بالا انجام دهد. با استفاده از این فناوری می‌توان محصولات نظیر هدست یا حسگرهای سه‌بعدی و همچنین ادوات زیست‌پزشکی، نانوفتوتیک و پلاسمونیک تولید کند.

منبع: www.nano.ir

افزایش عمر مفید تجهیزات صنعتی با راهکار محققان ایرانی



ISNA PHOTO
Mohammad Amin Kiamohammadi

یکی از شرکت‌های دانش بنیان راهکاری برای کاهش خوردگی و سایش تجهیزات صنعتی با استفاده از روش رسوب نشانی شیمیایی به کمک پلاسما ارائه کرد.

به گزارش ایسنا، "آی بلاک" یکی از محصولاتی است که بر سر چاه نفت بسته می‌شود و از آنجایی که نفت استخراج شده از چاه حاوی ناخالصی‌های فراوان و ذرات ساینده بسیار ریز است، این شیر در معرض سایش و خوردگی قرار دارد از این رو لازم است با استفاده از آلیاژهای مقاوم به خوردگی و سایش به روش جوشکاری Hot Wire Cladding سطوح داخلی این شیر را روکش کاری کرده و عمر کاری آن را افزایش داد. بر این اساس یکی از شرکت‌های دانش بنیان راهکاری در این زمینه ارائه کرده است.

احسان ثابت‌پور، مجری طرح ساخت و پوشش‌دهی قطعات به روش hp-hvof انواع آلیاژهای سرامیکی، سرمت، تنگستن کارباید و استلایت جهت ایجاد مقاومت به سایش و خوردگی را زمینه‌های تحقیقاتی این شرکت نام برد و یادآور شد: اجرای پوشش‌های سوپر آلیاژ استلایت ۶ و یک بر روی قطعات صنایع فولاد به روش hot wire tig-mig و به صورت تمام اتوماتیک بدون هرگونه ترک از جمله محصولات جدید این شرکت است که تنظیم پارامترهای مختلف جهت حصول بهترین نتیجه در واحد تحقیق و توسعه این شرکت نهایی شده است.

این محقق روش پوشش دهی بر روی این قطعه را با استفاده از روش رسوب نشانی شیمیایی از بخار به کمک پلاسما فرآیندی دانست و ادامه داد: در این فرآیند واکنش‌گرهای گازی، فعال شده در یک محفظه به وسیله گرما، نور یا پلاسما، در نزدیکی یا روی سطح گرم یک زیرلایه واکنش داده و به صورت جامد روی سطح رسوب می‌کنند.

وی با بیان اینکه این پوشش عمر کارکرد قطعات بیرینگ را تا سه برابر افزایش می‌دهد، خاطر نشان کرد: با توجه به هزینه‌ای که به طور متوسط سالیانه بابت تعمیرات و استهلاک قطعات و تجهیزات مختلف در صنایع کشور صورت می‌گیرد افزایش عمر این قطعات موجب کاهش چشمگیر توقف تولید و نهایتاً افزایش بهره‌وری صنایع مختلف می‌شود.

ثابت‌پور اضافه کرد: با تولیدات این شرکت سالیانه از خروج ۶۰۰ هزار دلار ارز از کشور جلوگیری می‌شود. به گفته وی این روش پوشش دهی علاوه بر صنعت نفت برای سایر صنایعی که با پدیده سایش و خوردگی قرار دارد قابل استفاده خواهد بود.

منبع: <https://www.isna.ir/news/98091410229>

ساخت پوشش نانولوله‌ای برای خنک کردن موتور هواپیما



تهران - ایرنا- محققان دانشگاه پوردو آمریکا با استفاده از نانولوله‌های سرامیکی، پوششی ساخته‌اند که می‌تواند حرارت را از موتورهای جت هواپیما به سرعت خارج کرده و عمر موتور را افزایش دهد.

به گزارش ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، توربین‌های گازی که در ساخت موتورهای جت هواپیما استفاده می‌شود به پوشش‌های سرامیکی وابسته است تا بتواند در دمای بالا پایداری ساختاری خود را حفظ کند. اما این پوشش‌ها نمی‌توانند تابش گرمایی را کنترل کنند که این موضوع عملکرد موتور را محدود می‌کند.

محققان دانشگاه پوردو آمریکا موفق به مهندسی نانولوله‌های سرامیکی شدند که همانند آنتن‌های حرارتی عمل می‌کنند که امکان کنترل تابش‌های گرمایی را دارند.

نتایج این پروژه در قالب مقاله‌ای با عنوان High-Temperature Polaritons in Ceramic Nanotube Antennas در نشریه Nano Letters به چاپ رسیده است.

این نانولوله‌های سرامیکی می‌توانند به‌عنوان آنتن عمل کرده و از نوسانات نور-ماده برای کنترل تابش حرارتی استفاده کنند. این طراحی یک گام به سوی دسته جدیدی از سرامیک‌ها است که می‌توانند در دمای بسیار بالا و با کارایی بالا کار کنند.

زوبین جاکوب از محققان این پروژه می‌گوید: «با کنترل تابش در دماهای بالا، ما می‌توانیم طول عمر پوشش را افزایش دهیم.» این پروژه بخشی از یک تحقیقات در حوزه پوشش‌های مقاوم در برابر حرارت است.

در سال ۲۰۱۶، جاکوب و همکارانش موفق به ساخت شبه‌ماده‌ای از جنس اکسیدها فنیوم و تنگستن شدند که می‌تواند تابش حرارتی را کنترل کند و با این کار، از حرارت به هدر رفته برای تولید الکتریسیته در نیروگاه‌های حرارتی می‌توان استفاده کرد.

این گروه تحقیقاتی به تحقیقات خود ادامه دادند تا دسته جدیدی از سرامیک‌ها را معرفی کردند که می‌تواند حرارت را کنترل کند. آن‌ها با همکاری لوناو و همکارانش از دانشگاه پوردو اقدام به ساخت نانولوله‌هایی از جنس نیتريد بور کردند که پایداری حرارتی بالایی دارد.

این نانولوله‌ها با استفاده از پولاریتون‌ها که نوسانات میان نور و ماده‌ای است می‌توانند به کنترل تابش کمک کنند. دمای بالا موجب برانگیختگی پولاریتون می‌شود و نانولوله مانند یک آنتن عمل کرده و تابش را هدایت می‌کند.

این آنتن‌ها می‌توانند تابش را به‌گونه‌ای کنترل کنند که موجب خنک شدن سیستم شود. این گروه به دنبال توسعه مواد سرامیکی دیگری هستند تا از ویژگی پولاریتون برای کاربردهای مختلف استفاده کنند.

منبع: www.irna.ir/news/83587791



دکتر اکبر اسحاقی، نویسنده
اول مقاله، دانشگاه صنعتی مالک
اشتر

ساخت شیشه آبگریز

اکبر اسحاقی*، عباسعلی آقایی

دانشکده مهندسی مواد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان

چکیده: در این تحقیق سطح شیشه فلوت با استفاده از فرایند اچ شیمیایی آب دوست شده و سپس فرایند اصلاح سازی سطح شیشه فلوت اچ شده به منظور ایجاد خاصیت آب گریزی انجام شد. تاثیر فرایند اچ شیمیایی و اصلاح سازی سطح روی میزان عبور و بازتاب، مورفولوژی و زاویه ترشوندگی سطح شیشه به ترتیب توسط آنالیزهای طیف سنجی نوری مرئی-فرابنفش، میکروسکوپی الکترونی روبشی گسیل میدانی و اندازه گیری زاویه تماس قطره آب با سطح مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج طیف سنجی نوری مشخص نمود که متوسط میزان عبور شیشه اچ شده نسبت به شیشه خام در محدوده طول موجی nm ۷۶۰-۳۸۰، ۱/۷ درصد افزایش می یابد. همچنین نتایج طیف سنجی نوری اثبات نمود که میزان بازتاب آینه ای شیشه اچ شده و شیشه اچ/اصلاح سازی شده در مقایسه با شیشه خام به طور متوسط در محدوده طول موجی nm ۷۶۰-۳۸۰ به ترتیب ۵/۲ درصد و ۶/۴ درصد کاهش می یابد. نتایج میکروسکوپی الکترونی روبشی گسیل میدانی نشان داد که اعمال فرایند اچ شیمیایی روی سطح شیشه باعث ایجاد زبری نانومقیاس می شود. همچنین نتایج اندازه گیری زاویه تماس قطره آب، ایجاد خاصیت آب دوستی و آب گریزی را به ترتیب بعد از فرایند اچ شیمیایی و اصلاح سازی سطحی نشان داد.

کلمات کلیدی: شیشه فلوت، خاصیت آب دوستی، خاصیت آب گریزی، اچ شیمیایی.

۱- مقدمه

در سال های اخیر، ترشوندگی سطوح جامد به دلیل اهمیت تجاری و صنعتی به طور قابل توجهی توسط محققین مورد ارزیابی قرار گرفته است. تغییر میزان ترشوندگی سطح موجب ایجاد خواص آب دوستی و یا آب گریزی روی سطوح می گردد [۱]. سطوح آب دوست در مواردی مثل خودتمیزشوندگی، تصفیه هوا، تصفیه آب، پوشش های ضدباکتری، حسگرهای گازی و سلول های خورشیدی کاربرد دارد [۲-۸]. در حالی که سطوح آب گریز کاربردهایی مثل خودتمیزشوندگی، ضدخوردگی، استفاده در پیل سوختی، صنایع کاشی سازی و کاربردهای پزشکی را ایجاد می نماید [۹-۱۱]. دو رویکرد مختلف مرسوم برای ساخت سطوح فوق آب دوست مصنوعی وجود دارد که شامل ایجاد سطوح فوق آب دوست ناشی از تابش نور که به وسیله مواد حساس به نور ایجاد می شوند و ایجاد سطوح فوق آب دوست ناشی از بافت سطحی می شود [۱۲]. مکانیزم در سطوح فوق آب دوست ناشی از تابش نور به این صورت است که نور فرابنفش به سطوح برخی از نیمه هادی ها از جمله دی اکسید تیتانیوم تابش نموده و جفت الکترون-حفره تشکیل می شود که در اثر واکنش با سطح خاصیت فوق آب دوستی را ایجاد می کند. وانگ و همکاران در سال ۱۹۹۷ برای اولین بار گزارش کردند که زاویه تماس در سطح دی اکسید تیتانیوم بعد از قرارگیری در معرض تابش نور فرابنفش به صفر کاهش می یابد [۱۳ و ۱۴]. اگرچه موادی با این خاصیت برای ایجاد سطوح فوق آب دوست قابل اعتماد می باشند اما باید اشاره کرد که توانایی فوق آب دوستی این سطوح با قرار گرفتن در مکان های تاریک برای مدت زمان مشخص، از بین خواهد رفت و اینکه موادی با این خاصیت محدود می باشند [۱۲ و ۱۳]. اصلاح مورفولوژی سطح یکی دیگر از راه هایی است که توجه به پیشنهاد ونزل، ترشوندگی سطح هایی که دارای زاویه تماس تعادلی کمتر از ۹۰ درجه می باشند می تواند از طریق اصلاح بافت سطحی که شامل افزایش زبری و ایجاد تخلخل می باشد،

افزایش یابد [۱۴]. ایجاد زبری و ایجاد تخلخل در سطح موجب افزایش انرژی ویژه سطحی از طریق افزایش مساحت سطح ویژه می‌گردد. افزایش مساحت سطح ویژه در یک سطح ذاتاً آب‌دوست و سپس اصلاح‌سازی آن با ماده‌ای با انرژی سطحی کم می‌تواند موجب تشکیل سطحی آب‌گریز شود. یکی از روش‌های افزایش مساحت سطح ویژه اعمال پوششی زبر روی سطح مورد نظر می‌باشد [۱۵ و ۱۶]. اسحاقی و همکاران در سال ۲۰۱۹ با اعمال پوششی کامپوزیتی حاوی ذرات نانو و میکرو توانستند زبری سطح را افزایش داده و سپس با اصلاح‌سازی سطح به خاصیت آب‌گریزی دست یابند [۱۷]. یکی دیگر از روش‌های افزایش مساحت سطح ویژه اعمال فرایند اچ شیمیایی در سطح می‌باشد. فوجیما و همکاران در تحقیقی با اعمال فرایند اچ شیمیایی توانستند ساختار سلسه مراتبی نانومتخلخل روی سطح شیشه اعمال نموده و خاصی فوق‌آب‌دوستی را در سطح شیشه دریافت نمایند [۱۸]. در این تحقیق سطح شیشه فلوت توسط فرایند اچ شیمیایی زبر شد و سپس فرایند اصلاح‌سازی سطح با اعمال محلول PFTS به روش سل‌ژل غوطه‌وری با هدف دستیابی به خاصیت آب‌گریزی صورت گرفت.

۲- مواد و روش تحقیق

۲-۱- مواد

سدیم بی‌کربنات (شرکت مرک) و آب مقطر فوق دیونیزه (شرکت کوثر) به منظور تهیه محلول اچ خریداری شدند. شیشه فلوت (شرکت کاوه) به منظور استفاده به عنوان نمونه با ابعاد $10 \times 4 \times 3 \text{ cm}^3$ برش داده شد. از پرفلوئوراکتیل تری کلرو سیلان با خلوص ۹۷ درصد (شرکت سیگما-آلدریج) و تلون با خلوص بیش از ۹۹/۹ درصد (شرکت مرک) برای ساخت محلول اصلاح‌ساز استفاده شد.

۲-۲- فرایند آماده‌سازی سطح و اچ شیمیایی

از محلول یک مولار جوش شیرین (سدیم بی‌کربنات) در آب مقطر به عنوان محلول اچ استفاده شد. لذا مقدار ۲۱ گرم سدیم بی‌کربنات در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر (درون یک بشر ۲۵۰ سی‌سی) تحت همزدن شدید به مدت ۱۵ دقیقه حل شد. در ابتدا شستشوی نمونه‌های برش خورده شیشه فلوت با آب مقطر و مایع شستشو به صورت دستی انجام شد. سپس نمونه‌های شیشه فلوت برای مدت ۲۴ درون محلول اچ در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها با آب مقطر تمیز شده و سپس در آب مقطر قرار داده شده و به مدت ۱۰ دقیقه آلتراسونیک شدند. در ادامه شستشوی مجدد با آب مقطر صورت گرفته و با خشک کن خشک شدند. ۱۰ دقیقه در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

۲-۳- فرایند اصلاح‌سازی

برای ساخت محلول ۰/۲ درصد حجمی PFTS در تلون، ابتدا مقدار ۰/۲ میلی‌لیتر از PFTS را به صورت قطره قطره به ۱۰۰ میلی‌لیتر تلون در حال هم خوردن اضافه شد. سپس اجازه داده شد که به مدت نیم ساعت همزده شود. پس از ساخت محلول اصلاح‌سازی سطح با غوطه‌وری نمونه در محلول به کمک دستگاه سل-ژل غوطه‌وری صورت گرفت. شرایط غوطه‌وری از جمله سرعت ورود نمونه در محلول، سرعت خروج نمونه از محلول و زمان توقف به ترتیب برابر با ۳ mm/s، ۳ mm/s و ۳۰ s تنظیم شد. پس از اعمال اصلاح‌ساز نمونه‌ها درون آون با دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت یک ساعت قرار گرفتند. نرخ افزایش دما ۲ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تنظیم شده و پس از حرارت‌دهی نمونه‌ها درون آون سرد شدند.

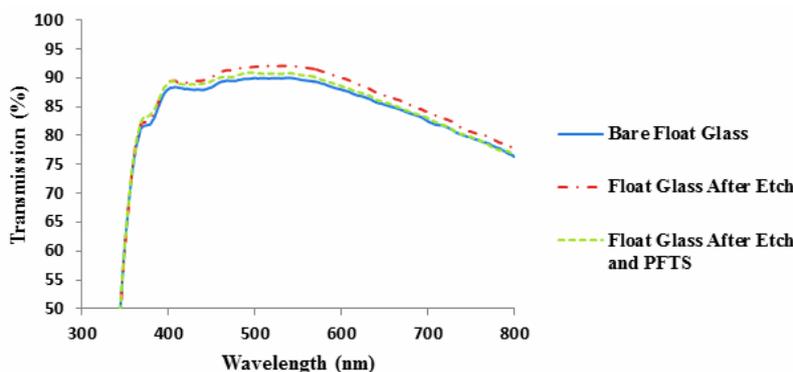
۲-۴- روش مشخصه‌یابی

بررسی مورفولوژی سطح با استفاده از تصویر برداری از سطح و سطح مقطع نمونه اچ شده توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی ۱۰ (FE-SEM, Hitachi S4160, cold field emission, voltage 15 kV) صورت گرفت. طیف عبور و بازتاب شیشه فلوت خام، شیشه فلوت اچ شده و شیشه فلوت اچ و اصلاح شده به وسیله طیف‌سنج مادون قرمز-مرئی-فرابنفش (Shimadzu UV-3100) به دست آمد. طیف‌سنجی عبور در محدوده طول موجی ۸۰۰-۳۰۰ nm و طیف‌سنجی بازتاب در محدوده طول موجی ۸۰۰-۲۰۰ nm صورت گرفت. با هدف اندازه‌گیری زاویه تماس، ابتدا قطره آبی با حجم ۲۰ میکرولیتر توسط سرنگ بر

سطح نمونه قرار گرفت و سپس تصویربرداری به کمک دوربین دیجیتالی Dino-lite AD-413ZT ساخت کشور تایوان با بزرگنمایی حداکثر ۵۰ برابر انجام شد و در نهایت با استفاده از نرم افزار Dino Capture زاویه تماس اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری زاویه تماس قطره آب از سه نقطه مختلف صورت گرفت و متوسط آن گزارش شد.

۳- نتایج و بحث

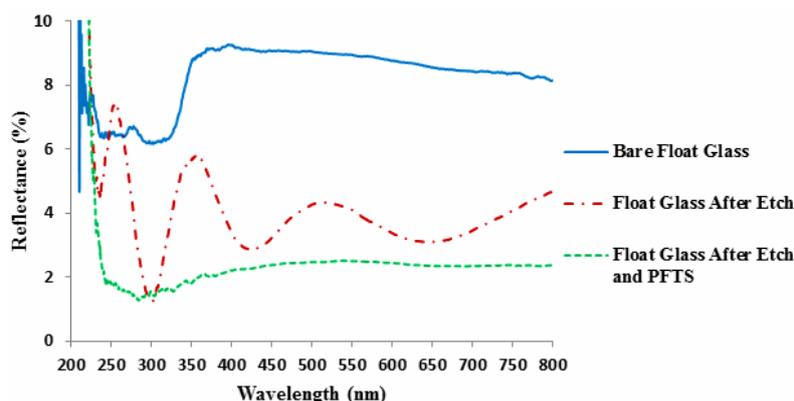
طیف عبور شیشه فلوت خام، شیشه فلوت اچ شده و شیشه فلوت اچ/اصلاح‌سازی شده در محدوده طول‌موجی ۳۰۰-۸۰۰ nm در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱- میزان عبور شیشه فلوت خام، شیشه فلوت اچ شده و شیشه فلوت اچ/اصلاح‌سازی شده در محدوده طول‌موجی ۳۰۰-۸۰۰ nm. نتایج طیف‌سنجی مرئی-فرابنفش نشان داد که عبور شیشه فلوت در ناحیه مرئی (۳۸۰-۷۶۰ nm) بعد از اچ به طور متوسط از مقدار ۸۶/۲ درصد به مقدار ۸۷/۹ درصد افزایش یافته است. این درحالی است که افزایش متوسط عبور در ناحیه مرئی برای شیشه فلوت اچ / اصلاح سازی شده نسبت به شیشه فلوت خام ناچیز بوده و از مقدار ۸۶/۲ درصد به مقدار ۸۶/۸ درصد می‌باشد. میزان عبور برای شیشه فلوت خام، شیشه فلوت اچ شده و شیشه فلوت اچ/اصلاح‌سازی شده در طول موج ۵۵۰ nm (مرکز ناحیه مرئی) به ترتیب برابر با ۸۹/۸، ۹۱/۹ و ۹۰/۶ درصد به دست آمده است. نتایج نشان داد که فرایند اچ شیمیایی می‌تواند میزان عبور شیشه فلوت خام را در ناحیه مرئی افزایش دهد که علت آن را می‌توان به تشکیل برآمدگی‌های نانومتری تا میکرومتری موجود در سطح قطعه نسبت داد که باعث به وجود آمدن عبور پراکنده شده است. طیف بازتاب شیشه فلوت خام، شیشه فلوت اچ شده و شیشه فلوت اچ/اصلاح‌سازی شده در محدوده طول‌موجی ۲۰۰-۸۰۰ nm در شکل ۱ آمده است.

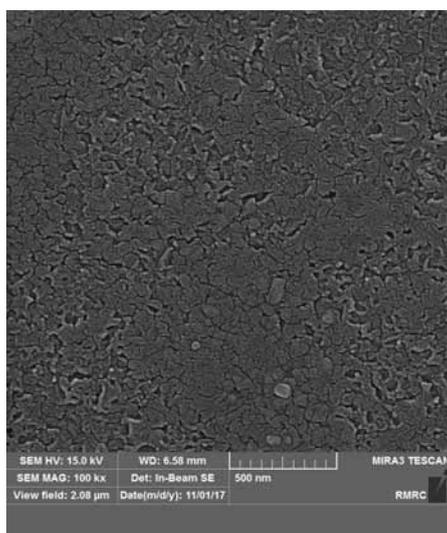
همان‌طور که در شکل ۲ می‌توان مشاهده نمود میزان بازتاب شیشه اچ شده و شیشه اچ/اصلاح‌سازی شده نسبت به شیشه فلوت خام کاهش یافته است. این کاهش برای شیشه فلوت خام در مقایسه با شیشه اچ شده به طور متوسط در محدوده طول‌موجی ۳۸۰-۷۶۰ nm (محدوده مرئی) از مقدار ۸/۸ درصد به مقدار ۳/۶ درصد محاسبه شد. همچنین این کاهش برای شیشه فلوت خام نسبت به شیشه اچ/اصلاح‌سازی شده به طور متوسط در محدوده طول‌موجی ۳۸۰-۷۶۰ nm (محدوده مرئی) از مقدار ۸/۸ درصد به مقدار ۲/۴ درصد می‌باشد. کاهش میزان بازتاب را می‌توان به علت تشکیل برآمدگی‌های نانومتری تا میکرومتری در سطح قطعه و لذا تبدیل بخشی از بازتاب آینه‌ای مربوط به شیشه فلوت به بازتاب پراکنده نسبت داد. در حقیقت افزایش زبری در سطح موجب افزایش پراکندگی نور شده است.

تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی گسیل میدانی به صورت مایل از سطح شیشه اچ شده در شکل ۳ نشان داده شده است. تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی گسیل میدانی به صورت مایل از سطح شیشه اچ شده وجود برآمدگی‌هایی با پراکندگی مناسب و توزیع اندازه کمتر از ۱۰۰ نانومتر تا حدود ۵۰۰ نانومتر را نشان می‌دهد. در حقیقت با اعمال فرایند اچ شیمیایی برآمدگی‌ها ایجاد شده است. این نکته قابل توجه است که تعداد و اندازه برآمدگی‌ها با تغییر دمای اچ، زمان اچ و غلظت محلول تغییر خواهد کرد. اندازه برآمدگی‌ها و تعداد آن‌ها پارامتری است که روی مورفولوژی سطح، مساحت سطح ویژه و لذا انرژی سطحی موثر بوده و می‌تواند تاثیر مستقیمی بر میزان عبور، بازتاب و زاویه ترشوندگی بگذارد.

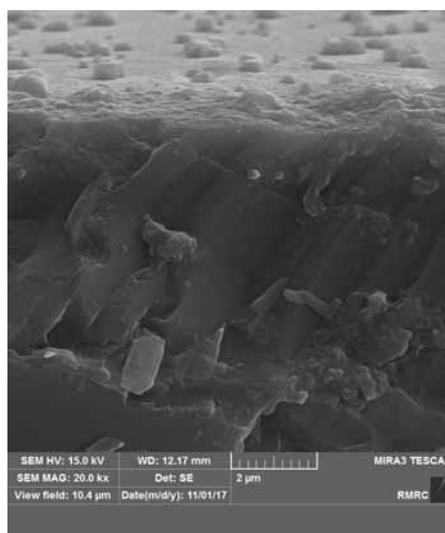


شکل ۲- میزان بازتاب شیشه فلوت خام، شیشه فلوت اچ شده و شیشه فلوت اچ/اصلاح‌سازی شده در محدوده طول موجی ۲۰۰-۸۰۰ nm.

افزایش دمای اچ، زمان اچ و غلظت محلول اچ می‌تواند افزایش تعداد و اندازه برآمدگی‌ها را به همراه داشته باشد تا جایی که این برآمدگی‌ها به هم پیوسته و یک مورفولوژی کرم مانند را ایجاد نمایند. در حالت شدیدتر این برآمدگی‌ها به هم پیوسته تخلخل‌های سطحی را به وجود می‌آورد. لذا اندازه و عمق تخلخل‌ها نیز به دمای اچ، زمان اچ و غلظت محلول اچ مرتبط می‌شود. در شکل ۴ تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی گسل میدانی از سطح شیشه اچ شده نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۴ مشخص است، در مکان‌هایی مورفولوژی کرم مانند و در نقاطی حتی تخلخل ایجاد شده است. اندازه برآمدگی‌ها از جمله پارامترهای موثر بر میزان عبور و بازتاب نمونه می‌باشند. در حقیقت تشکیل پستی و بلندی‌های بزرگتر از طول موج نور تابیده می‌تواند سطح را در اصطلاح از حالت صاف اپتیکی خارج کرده و در عمل پراکنش نور را افزایش دهد.



شکل ۴- تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی گسل میدانی از سطح شیشه اچ شده.

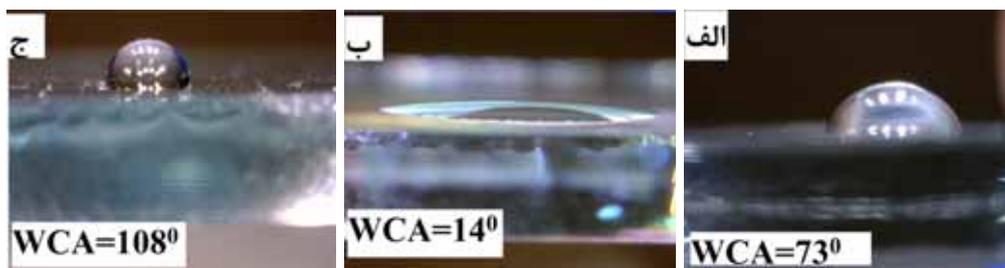


شکل ۳- تصویر میکروسکوپی الکترونی روبشی گسل میدانی به صورت مایل از سطح شیشه اچ شده.

زاویه تماس قطره آب روی شیشه فلوت خام، شیشه فلوت اچ شده و شیشه فلوت اچ/اصلاح‌سازی شده در شکل ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۶ مشخص است، زاویه تماس قطره آب برای شیشه فلوت خام برابر ۷۳ درجه به دست آمد. فرایند اچ شیمیایی توانست زاویه تماس قطره آب روی سطح شیشه فلوت را تا میزان ۱۴ درجه کاهش دهد و خاصیت آب‌دوستی در سطح ایجاد نماید. دستیابی به این خاصیت از طریق اصلاح مورفولوژی سطح حاصل شد. مطابق با معادله ونزل، افزایش زبری سطحی میکرو مقیاس در یک سطح ذاتاً آب‌دوست موجب افزایش خاصیت آب‌دوستی می‌گردد که علت آن افزایش مساحت سطح ذاتی می‌باشد [۲۰].

نویسندگان معتقد می‌باشند در شرایط بهبود پارامترهای اچ شیمیایی از جمله افزایش دمای اچ می‌توان به مورفولوژی سطحی

ایدهال دست یافت و سطحی با زاویه تماس قطره آب کمتر از ۵ درجه یعنی سطحی فوق‌آب‌دوست ایجاد نمود. همچنین در شکل ۵ مشخص است که زاویه تماس قطره آب برای سطح شیشه فلوت اچ/اصلاح‌سازی شده تا میزان ۱۰۸ درجه افزایش یافته و لذا سطحی آب‌گریز بوجود آمده است. این آب‌گریزی ناشی از اصلاح سطح با محلول PFTS می‌باشد که می‌تواند گروه‌های CF را در سطح تشکیل دهد. این گروه‌ها به دلیل انرژی سطحی پایین طبق بیان ونزل می‌توانند پس از جایگزینی با گروه‌های OH باعث گذار سطح از حالت آب‌دوستی به حالت آب‌گریزی گردند [۱۹]. در صورتی که در مرحله اچ شیمیایی به سطح فوق‌آب‌دوست دست یافته شود می‌توان انتظار داشت که با اصلاح‌سازی سطح به فوق‌آب‌گریزی نیز دست یافت.



شکل ۵- زاویه تماس قطره آب روی الف) شیشه فلوت، ب) شیشه اچ شده و ج) شیشه اچ/اصلاح‌سازی شده.

۴- نتیجه‌گیری

در این تحقیق روشی آسان و موثر برای رسیدن به سطوحی آب‌دوست و آب‌گریز ارائه شد. نتایج طیف‌سنجی مرئی-فرابنفش نشان داد که عبور شیشه فلوت در ناحیه مرئی (۳۸۰-۷۶۰ nm) بعد از اچ و بعد از اچ شیمیایی/اصلاح‌سازی به ترتیب به طور متوسط ۱/۷ درصد و ۰/۶ درصد افزایش یافته است. نتایج میکروسکوپی الکترونی روبشی گسیل میدانی نشان داد که فرایند اچ شیمیایی می‌تواند برآمدگی‌هایی با ابعاد نانومتری تا میکرومتری با توزیع نسبتاً یکنواخت در سطح شیشه فلوت ایجاد نماید. فرایند اچ شیمیایی سطحی آب‌دوست با زاویه تماس قطره آب ۱۴ درجه و فرایند اچ شیمیایی/اصلاح‌سازی با PFTS سطحی آب‌گریز با زاویه تماس قطره آب برابر با ۱۰۸ درجه حاصل نمود.

مراجع

- [1] W. C. Xu, J. Z. Shi, D. L. Li, G. R. Cao, M. K. Feng & K. T. Wang, Application of surface modification in hydrophobic and oleophobic materials research, Materials Research Innovations, 19(2015) 207-210.
- [2] A. H. Amar, Development of a simple dip coating method for immobilization of TiO₂ onto solid supports using direct TiO₂ powder, Ph.D Thesis, Universiti Sains Malaysia, Malaysia, 2007.
- [3] D. Jiang, Studies of photocatalytic processes at nanoporous TiO₂ film electrodes by photoelectrochemical techniques and development of a novel methodology for rapid determination of chemical oxygen demand, Ph.D Thesis, School of environmental and applied sciences, Griffith University, Australia, 2004.
- [4] J. Chen and C.S. Poon, Photocatalytic construction and building materials: from fundamentals to applications, Building and Environment 44 (2009) 1899-1906.
- [5] N. Thillai Sivakumar, Application of semiconductor nanomaterials in catalysis and medical sciences, A scientific document submitted to national center for catalysis research Indian institute of technology, India, 2009.
- [6] S. Gelover, L. A. Gomez, K. Reyes and M. Teresa Leal, A Practical demonstration of water disinfection using TiO₂ films and sunlight, Water Research 40(2006)3274-3280.
- [7] M. H. Seo, M. Yuasa, T. Kida, J. S. Huh, N. Yamazoe and K. Shimano, Detection of organic gases using TiO₂ nonotube-based gas sensors, Procedia Chemistry 1(2009)192-195.
- [8] A. Fujishima, T. N. Rao and D. A. Tryk, Titanium dioxide photocatalysis, Journal of Photochemistry and Photobiology 1 (2000) 1-21.
- [9] Y. Yin and C. Wang: 'Water-repellent functional coatings through hybrid SiO₂/HTEOS/CPTS sol on the surfaces of cellulose fibers', Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspect., 2013, 417, 120-125.
- [10] H. J. Lee and S. Michielsen: 'Llotu-effect: superhydrophobicity', J. Text. Inst., 2006, 97, 455-462.
- [11] R. A. Hayn, J. R. Owens, S. A. Boyer, R. S. McDonald and H. J. Lee: 'Preparation of highly hydrophobic and oleophobic textile surfaces using microwave-promoted silane coupling', J. Mater. Sci., 46(2011)2503-2509.

- [12] J. Zhang and S. J. Severtson, Fabrication and use of artificial superhydrophilic surfaces, *Journal of Adhesion Science and Technology* 28(2014)751-768.
- [13] L. Zhang, N. Zhao and J. Xu, Fabrication and application of superhydrophilic surfaces: a review, *Journal of Adhesion Science and Technology* 28(2014)769-790.
- [14] R. Wang, K. Hashimoto, A. Fujishima, M. Chikuni, E. Kojima, A. Kitamura, M. Shimohigoshi and T. Watanabe, Photogeneration of highly amphiphilic TiO_2 surface, *Advanced Materials*, 10(1998)135-138.
- [15] A. V. Rao, S. S. Lathe, D. Y. Nadargi, H. Hirashima, V. Ganesan, Preparation of MTMS based transparent superhydrophobic silica films by sol-gel method, *J. Col. Int.Sci.* 332(2009)484-490.
- [16] T. Fei, H. Chen, J. Lin, Transparent superhydrophobic films possessing high thermal stability and improved moisture resistance from the deposition of MTMS-based aerogels, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* 443(2014)255-264.
- [17] Akbar Eshaghi, Abbas Ali Aghaei, Transparent hydrophobic micro-nano silica-silica nano- composite thin film with environmental durability, *Materials Chemistry and Physics* (2019), doi: 10.1016/j.matchemphys.2019.02.029.
- [18] T. Fujima, E. Futakuchi, T. Tomita, Y. Orai, and T. Sunaoshi, Hierarchical Nanoporous Glass with Antireflectivity and Superhydrophilicity by One-Pot Etching, *Langmuir*, 30(2014)14494-14497.
- [۱۹] منیعی م، اسحاقی، ا. آقائی، ع. لایه‌نشانی و ارزیابی خواص آنتی‌بایو و آبگریزی لایه نازک نانوکامپوزیتی MgF_2-SiO_2 ، مواد پیشرفته در مهندسی، سال ۳۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸.
- [20] Wenzel, R. N. Resistance of Solid Surfaces to Wetting by Water. *Ind. Eng. Chem.*, 26(1936)988-994.

تأثیر غلظت ذرات TiO_2/Al_2O_3 ، دانسیته جریان و pH بر

مقدار نشست ذرات و مورفولوژی پوشش کامپوزیتی

$TiO_2-Ni-Al_2O_3$

فرزانه شول^{۱*}، مرتضی زند رحیمی^۱، هادی ابراهیمی^۲

^۱ بخش مهندسی مواد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

^۲ بخش مهندسی مواد، دانشکده مهندسی مکانیک و مواد، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و

فناوری پیشرفته، کرمان، ایران



مهندس فرزانه شول، نویسنده‌ی

اول مقاله، دانشگاه شهید باهنر

* f.shool72@gmail.com

چکیده: پوشش‌های کامپوزیتی از جمله پوشش‌هایی هستند که به لحاظ خواص مناسب نظیر مقاومت به سایش، مقاومت به اکسیداسیون و سختی مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این تحقیق پوشش کامپوزیتی $Ni-Al_2O_3-TiO_2$ با استفاده از تکنیک رسوب‌دهی الکتریکی به روش جریان مستقیم بر روی زیر لایه AISI 316 پوشش داده شد. برای ایجاد رسوب بیهینه، پارامترهای حمام آبکاری مورد بررسی قرار گرفتند. تاثیر مقدار ذرات Al_2O_3/TiO_2 (۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰g/L)، دانسیته جریان (۳، ۴، ۵ و $6A/dm^2$) و pH (۳، ۴/۵ و ۴) بر روی مقدار نشست و میکروساختار پوشش ایجاد شده بررسی شد. جهت مشاهده مورفولوژی از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و جهت تعیین ترکیب شیمیایی از آنالیز EDX استفاده شد. نتایج نشان داد که با افزایش Al_2O_3/TiO_2 تا مقدار $50g/L$ نشست افزایش پیدا کرده و از آن به بعد کاهش می‌یابد. همچنین پیوستگی پوشش نیز تا غلظت $50g/L$ افزایش پیدا کرد و بعد از آن یکنواختی و پیوستگی رسوب الکتروشیمیایی کاهش پیدا کرد. بررسی تاثیر دانسیته جریان و pH نیز نشان داد که با افزایش مقدار دانسیته جریان و pH به ترتیب تا $5A/dm^2$ و ۴ مقدار نشست افزایش پیدا کرده و از آن به بعد کاهش می‌یابد. همچنین پیوستگی پوشش با افزایش دانسیته جریان و pH تا مقادیر ذکر شده افزایش پیدا کرد.

کلیدواژه‌ها: رسوب دهی الکتریکی، میکروساختار، نیکل، Al_2O_3 ، TiO_2

۱- مقدمه

به دلیل اینکه استحکام خزشی فولاد زنگ نزن ۳۱۶ بالاتر از دیگر استیل‌های کم آلیاژ است از آن به طور گسترده‌ای برای کاربردهای دمای بالا استفاده می‌شود. محافظت در برابر اکسیداسیون در آلیاژ ۳۱۶ AISI بوسیله استقرار لایه‌های اسپینل یا کرومیا، یک فاکتور محدود کننده را برای استفاده از آلیاژ در دماهای بالاتر از $900^{\circ}C$ تا $1000^{\circ}C$ در اتمسفر اکسیدکننده بوجود می‌آورد [۱]. یک راهکار موثر برای افزایش مقاومت این فولاد زنگ نزن در دماهای بالا استفاده از یک لایه پوشش محافظ است.

نیکل یکی از مواد پوشش خیلی مهم است و به طور گسترده‌ای برای زمینه فلزی استفاده می‌شود. پوشش‌های کامپوزیتی زمینه نیکل شامل ذراتی مانند TiO_2 ، Al_2O_3 ، SiC و TiN برای مقاومت سایشی بالا، میکروسختی بالا، مقاومت به خوردگی و مقاومت به اکسیداسیون دمای بالا در مقایسه با آبکاری فلز خالص ترجیح داده می‌شود [۲]. رسوب الکتروشیمیایی نیکل برای اصلاح کردن یا بهبود خواص سطحی مثل مقاومت به خوردگی، سختی، سایش و خواص مغناطیسی استفاده می‌شود [۳]. از جمله پارامترهای آبکاری که بر روی نشست ذرات در پوشش، خواص مکانیکی و مقاومت به اکسیداسیون پوشش تاثیر می‌گذارند میزان غلظت ذرات در حمام آبکاری، دانسیته جریان اعمالی و pH محلول است.

هو و همکارانش نشان دادند که با افزایش غلظت Al_2O_3 در محلول، اندازه کریستال‌ها کاهش

می‌یابد. در واقع ذرات نانومتری Al_2O_3 جلوی رشد کریستال‌های نیکل را می‌گیرند و نتیجه آن ریز شدن دانه است و نتایج دیگری که بدست می‌آید: ۱- افزایش تعداد جوانه‌های رسوب کرده. ۲- به تعویق انداختن رشد دانه‌های نیکل ۳- تغییر در جهت‌گیری رشد ترجیحی دانه‌ها [۴]. صادقی و همکارانش نشان دادند که با افزایش غلظت ذرات TiO_2 در الکترولیت، درصد حجمی ذرات به دام افتاده در پوشش نیز افزایش می‌یابد [۵]. الله یارزاده و همکارانش تاثیر غلظت نانوذرات SiC در حمام بر روی رسوب و خواص نانوکامپوزیت Ni-W-SiC را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که افزایش غلظت نانوذرات SiC در حمام از ۲ به ۱۰g/l، جای‌گذاری ذرات SiC در پوشش را تقریباً از ۱ به ۲/۳٪wt افزایش می‌دهد [۶]. گلدسته و همکارانش در سال ۲۰۱۱ رابطه بین دانسیته جریان و مقدار نانو ذرات TiO_2 رسوب کرده را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که درصد وزنی نانو ذرات TiO_2 در پوشش، با افزایش دانسیته جریان تا $5 A/dm^2$ افزایش می‌یابد و بعد از این مقدار دانسیته جریان، مقدار نانو ذرات TiO_2 در پوشش کاهش می‌یابد [۷].

pH مهم‌ترین پارامتری است که پتانسیل زتا را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اکثر مواد وقتی که در آب قرار می‌گیرند دارای پتانسیل زتا می‌باشند که تحت تاثیر pH، غلظت افزودنی یا قدرت یونی محیط قرار می‌گیرد [۸]. پتانسیل زتا، پتانسیل الکتریکی بین سطح ذره جامد و محیط آبی می‌باشد [۹]. مگانو و همکارانش از پتانسیل زتا برای توزیع بار سطحی ذرات استفاده کردند و سپس پتانسیل زتا را به عنوان پارامتر مهم برای مطالعه پدیده‌ی رسوب‌گذاری قرار دادند. ساسی و همکارانش پتانسیل زتا ذرات SiC را در الکترولیت با pH متفاوت بررسی کردند و ادعا کردند که ذرات SiC با بار سطحی منفی، یون‌های Ni^{2+} را جذب خواهند کرد و قطبیت سطحی را از منفی به مثبت تغییر می‌دهند که می‌تواند غلظت ذرات SiC در پوشش‌ها را افزایش دهد [۱۰].

من و همکارانش پتانسیل زتا ذرات Al_2O_3 را در سیستم سولفامات اندازه گرفتند و تایید کردند که Co^{2+} ، تمایل قوی‌تری برای جذب روی ذرات $\alpha-Al_2O_3$ دارد و به علت واکنش قوی بین ذرات $\alpha-Al_2O_3$ و Co^{2+} ، رسوب آنها می‌تواند در طول جای‌گذاری ذرات کامپوزیت در الکترولیت سولفامات ترویج داده شود [۱۱].

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر غلظت ذرات Al_2O_3/TiO_2 دانسیته جریان و pH بر روی میزان نشست ذرات، مورفولوژی و ساختار رسوب الکتریکی $Ni-Al_2O_3-TiO_2$ ایجاد شده بر روی فولاد زنگ نزن استنیتی AISI 316 بود.

۲- مواد و روش تحقیق

در این تحقیق از فولاد زنگ نزن استنیتی AISI 316 با ترکیب شیمیایی ۱۶/۶٪ کرم، ۱/۸۷٪ منگنز، ۲/۰۴٪ مولیبدن، ۰/۰۷٪ کربن، ۱۰/۹٪ نیکل و بقیه آهن به عنوان زیر لایه استفاده شد. برای انجام آبکاری الکتریکی از فولاد AISI 316 قطعاتی به ابعاد $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 2\text{mm}$ تهیه شد. در مرحله بعد نمونه‌ها با کاغذ سنباده SiC تا شماره ۲۵۰۰ پولیش داده شدند. سپس در محلول آب و صابون و سپس در استون با دستگاه آلتراسونیک به مدت ۱۰ دقیقه چربی‌گیری شدند. سپس وزن نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت 0.0001g اندازه‌گیری شده و تغییرات وزن نمونه‌ها بر حسب $mg.cm^{-2}$ محاسبه شد.

برای آماده سازی سطح، نمونه‌ها در محلول اسید سولفوریک ۱۰٪ به مدت ۹۰ ثانیه اچ شدند. سپس نمونه‌ها بلافاصله در حمام آبکاری قرار داده شدند. برای تنظیم pH حمام از اسید سولفوریک و سدیم هیدروکسید استفاده شد. تمامی آزمایشات در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول الکترولیت انجام شد. برای پوشش دهی از یک صفحه نیکل خالص با ابعاد $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ به عنوان آند استفاده شد که به قطب مثبت متصل شد. بعد از انجام پوشش دهی الکترودهی کاری با آب دو بار تقطیر شسته شدند و سپس در هوا خشک شدند. بعد از انجام آبکاری نمونه‌ها با آب مقطر شسته شدند و سپس وزن نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت 0.0001g اندازه‌گیری شد. تغییرات وزن نمونه‌ها بر حسب $mg.cm^{-2}$ محاسبه شد. جدول ۱ شرایط ثابت حمام پوشش دهی را نشان می‌دهد. سایر پارامترها به عنوان متغیرهای فرآیند در نظر گرفته شدند.

ترکیب حمام جهت ایجاد پوشش کامپوزیتی $Ni-Al_2O_3-TiO_2$ در جدول ۱ ارائه شده است. سورفکتانت سدیم دو سیل سولفامات (SDS) به عنوان عامل ترکننده در فرآیند پوشش دهی $Ni-Al_2O_3-TiO_2$ استفاده گردید. نمونه‌ها با غلظت‌های مختلف ذرات اکسیدی $(30, 40, 50, 60\text{g/l})$ ، دانسیته جریان کاتدی $(3, 4, 5, 6\text{ A/dm}^2)$ و pH $(3, 4, 5)$ در حمام واتس آبکاری شدند. بررسی مورفولوژی سطح نمونه‌های پوشش داده شده با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) (Cam scan MV 2300) همراه با میکرو آنالیز (EDX) انجام شد.

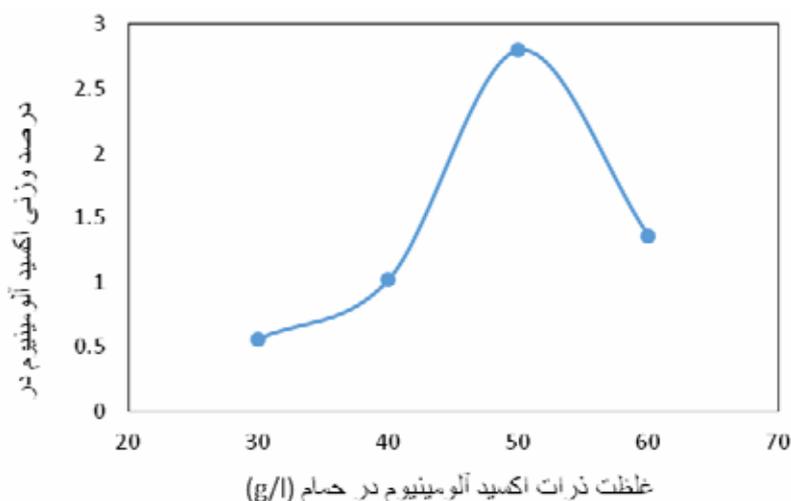
جدول ۱- ترکیب و شرایط حمام برای رسوب الکترو شیمیایی Ni-Al₂O₃-TiO₂

Coating mixtures		parameters/materials Electrodeposition	
NiSO ₄ .6H ₂ O	280.00 g/L	Current density	3, 4, 5, 6 dA.cm ⁻²
NiCl ₂ .6H ₂ O	42.00 g/L	pH	3, 3.5, 4, 4.5
H ₃ BO ₃	32.00 g/L	Plating time	15 min
Al ₂ O ₃ /TiO ₂	30, 40, 50, 60 g/L	Plating temperature	40±5 °C
SDS	0.25 g/L	Cathode	AISI 316 stainless steel
Saccharin	1.00 g/L	Anode	Nickel plate

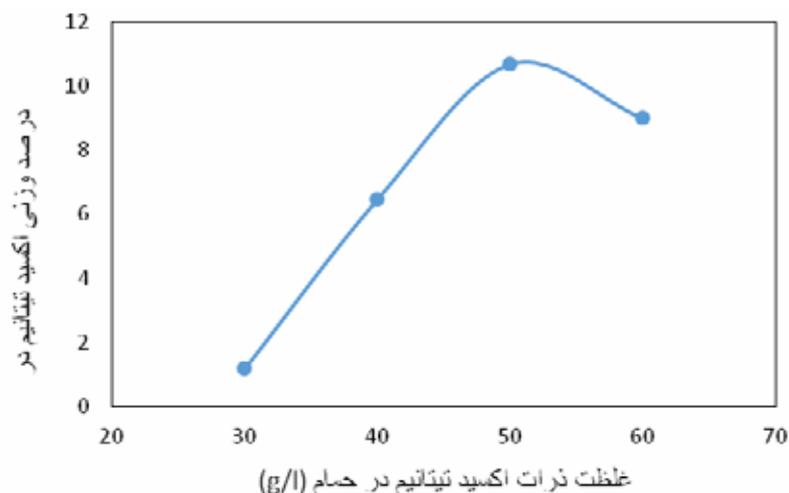
۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر غلظت ذرات Al₂O₃ و TiO₂ در حمام آبکاری بر مقدار ذرات در پوشش

شکل ۱ و ۲ اثر غلظت ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم حمام را بر درصد وزنی ذرات در پوشش، تحت شرایط pH=۴ و دانسیته جریان ۵ A/dm² نشان می‌دهد. با افزایش غلظت ذرات از ۳۰ تا ۵۰ g/l، درصد وزنی ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم در پوشش به ترتیب به ۲/۸ و ۱۰/۷ درصد وزنی می‌رسد. با افزایش بیشتر غلظت ذرات در حمام تا ۶۰ g/l، درصد وزنی ذرات در پوشش کاهش می‌یابد.



شکل ۱- تاثیر غلظت ذرات اکسید آلومینیوم حمام بر درصد وزنی ذرات اکسید آلومینیوم پوشش

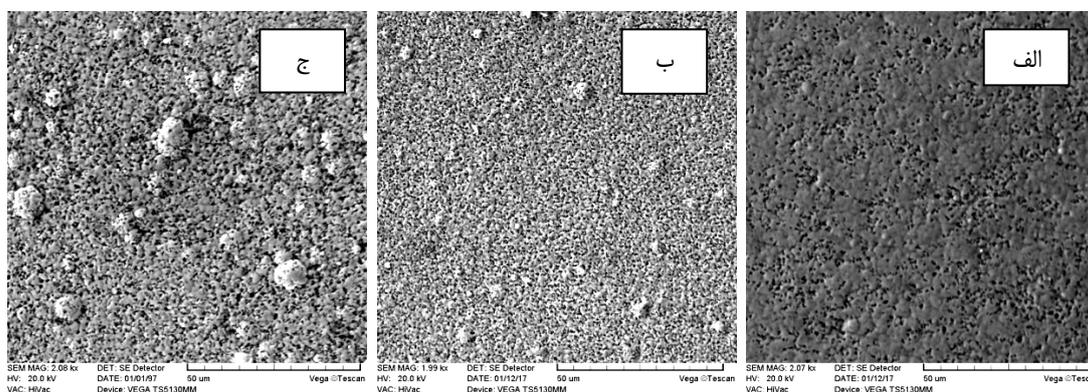


شکل ۲- تاثیر غلظت ذرات اکسید تیتانیوم حمام بر درصد وزنی ذرات اکسید آلومینیوم پوشش

شکل ۳ مورفولوژی سطح پوشش کامپوزیتی $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ را در غلظت‌های مختلف ذرات TiO_2 و Al_2O_3 نشان می‌دهد. پوشش ایجاد شده در حمام با غلظت 40 g/l غیر یکنواخت بوده و در برخی از قسمت‌های آن حفره دیده می‌شود (شکل ۳-الف). با افزایش مقدار ذرات اکسیدی در حمام (50 g/l) رسوب الکتروشیمیایی ایجاد شده یکنواخت تر شده و اندازه دانه کاهش بیشتری دارد. با افزایش بیشتر ذرات TiO_2 و Al_2O_3 در حمام آبکاری تمایل به آگلومره شدن ذرات افزایش می‌یابد. در حمام با مقدار ذرات اکسیدی 60 g/l پوشش غیر یکنواخت شده و برخی از قسمت‌ها پوشش آگلومره شده است.

ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم با جذب یون‌های نیکل به صورت مثبت باردار شده و می‌توانند در حین فرایند آبکاری به همراه نیکل رسوب یابند. از این رو، میزان یون‌های Ni^{2+} جذب شده بر روی سطح ذرات با افزایش در میزان ذرات TiO_2 و Al_2O_3 در حمام، افزایش می‌یابد. با کمک میدان الکتریکی، ذرات به همراه یون‌های نیکل به سمت سطح کاتد حرکت کرده در آنجا یون‌های Ni^{2+} جذب شده دشارژ شده، در نتیجه بر روی سطح کاتد رسوب کرده و منجر به حبس ذرات TiO_2 و Al_2O_3 در پوشش می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش ذرات TiO_2 و Al_2O_3 در الکترولیت، سرعت جذب ذرات افزایش یافته و در نتیجه منجر به هم رسوبی بیشتر ذرات اکسیدی خواهد شد [۵]. اگر مقدار ذرات در حمام آبکاری بیش از حد افزایش یابد (60 g/L) تمایل آنها به آگلومره شدن افزایش می‌یابد. علت آگلومره شدن ذرات در داخل حمام انرژی بین ذرات است، وقتی دو ذره در حمام آبکاری نزدیک هم قرار بگیرند اگر انرژی جاذبه بین آنها بیشتر باشد ذرات به هم می‌چسبند و آگلومره می‌شوند. ذرات آگلومره سبب زبری سطح و پوسته پوسته شدن سطح می‌شوند [۴].

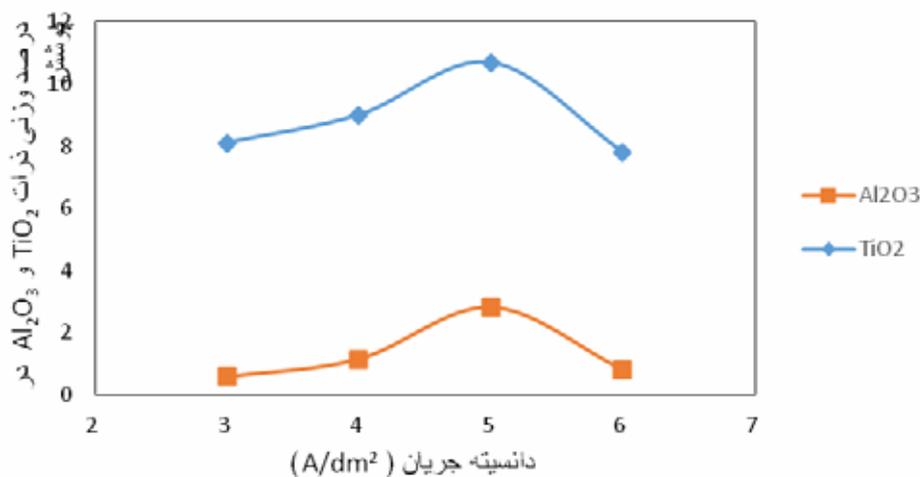
با افزایش غلظت ذرات درون حمام آبکاری احتمال برخورد آن‌ها با کاتد افزایش می‌یابد و درصد آن در پوشش بالا می‌رود. در حمام حاوی مقدار کم ذرات اکسیدی، تعداد یون‌های نیکل که بر روی ذرات جذب می‌شوند کم بوده که منجر به هم‌رسوبی کم ذرات اکسیدی می‌شود. در صورتی که مقدار ذرات درون حمام آبکاری بیش از حد زیاد شود، نیکل موجود در محلول نمی‌تواند تمامی ذرات را پوشش دهد که منجر به هم رسوبی کم ذرات TiO_2 و Al_2O_3 می‌شود



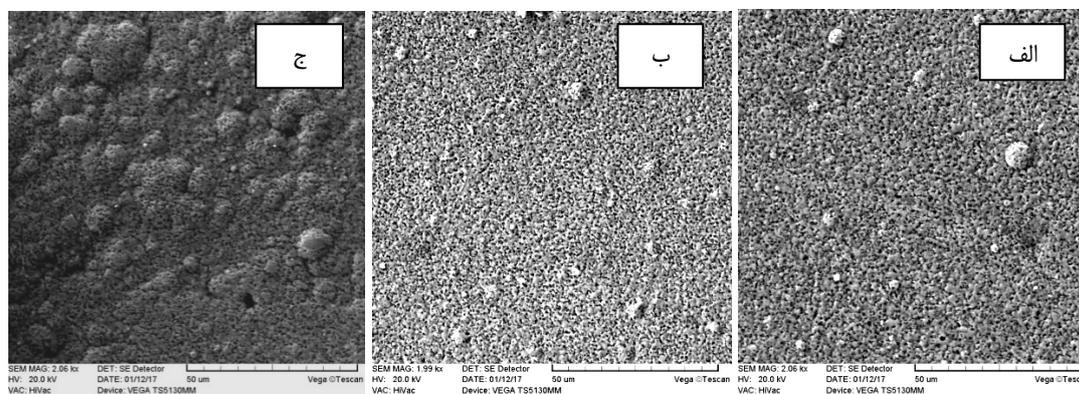
شکل ۳- مورفولوژی سطح پوشش کامپوزیتی $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ را در غلظت‌های مختلف ذرات TiO_2 و Al_2O_3 .
الف) 40 g/l (ب) 50 g/l (ج) 60 g/l

۳-۲- تاثیر دانسیته جریان بر نشست ذرات TiO_2 و Al_2O_3

شکل ۴ تاثیر دانسیته جریان بر درصد وزنی ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم در پوشش تحت شرایط $\text{pH}=4$ و غلظت ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم، 50 g/l در حمام آبکاری را نشان می‌دهد. با افزایش دانسیته جریان تا 5 A/dm^2 درصد وزنی ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم در پوشش به ترتیب به $2/8$ و $10/7$ درصد وزنی می‌رسد. اما با افزایش بیشتر دانسیته جریان، درصد وزنی ذرات در پوشش کاهش می‌یابد. مورفولوژی پوشش کامپوزیتی $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ ایجاد شده تحت دانسیته جریان‌های ۴، ۵ و 6 A/dm^2 در شکل ۵ نشان داده شده است. با افزایش دانسیته جریان، اندازه دانه‌ها کاهش می‌یابد. شکل ۵-الف نمونه‌ای را نشان می‌دهد که تحت دانسیته جریان 4 A/dm^2 پوشش داده شده است. پوشش ایجاد شده غیر یکنواخت و در برخی از قسمت‌های آن حفره دیده می‌شود. با افزایش دانسیته جریان به مقدار 5 A/dm^2 پوشش یکنواخت تر شده و اندازه دانه کاهش بیشتری دارد. در دانسیته جریان 6 A/dm^2 پوشش غیر یکنواخت و برخی از قسمت‌های نمونه پوشش آگلومره شده است.



شکل ۴- تاثیر دانسیته جریان بر درصد وزنی ذرات TiO₂ و Al₂O₃ پوشش



شکل ۵- مورفولوژی سطح پوشش کامپوزیتی Ni-Al₂O₃-TiO₂ را در دانسیته‌های مختلف ذرات.

الف) ۴ A/dm² ب) ۵ A/dm² ج) ۶ A/dm²

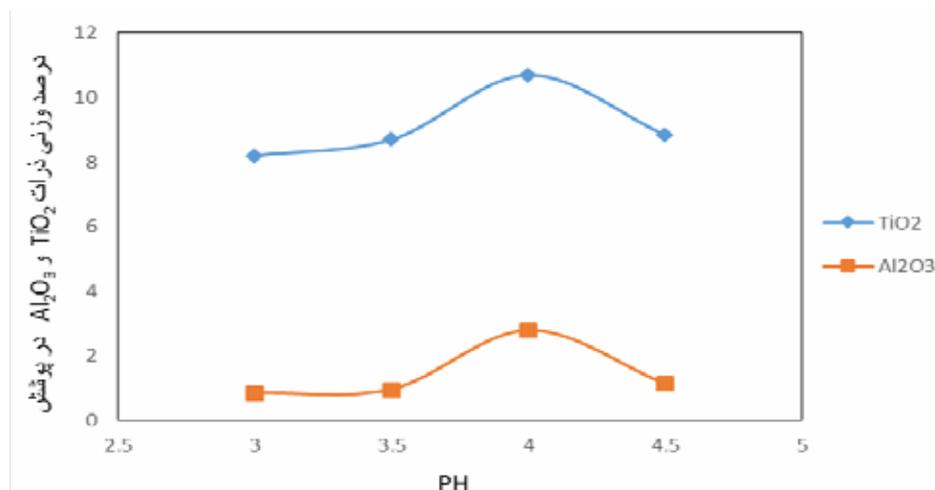
دو مکانیزم برای تاثیر دانسیته جریان بر غلظت ذرات رسوب کرده در پوشش‌های کامپوزیتی گزارش شده است: ۱- گاگلیلمی^۱ پیشنهاد کرد که در مرحله اول ذرات به طور ضعیف روی کاتد بوسیله نیروی واندروالس جذب می‌شوند و در مرحله دوم ذرات به طور قوی روی کاتد بوسیله نیروی کلمبی جذب می‌شوند و در نهایت همراه با فلزات رسوب کرده دفن می‌شوند. ۲- کوروزاکی پیشنهاد کرد که در مرحله اول ذرات به لایه دوگانه هلمهولتز بوسیله تلاطم مکانیکی منتقل می‌شوند و در مرحله دوم ذرات در شیب پتانسیلی بالایی به سطح کاتد بوسیله نیروی الکتروفوریک منتقل می‌شوند و در مرحله سوم ذرات روی سطح کاتد بوسیله نیروی کلمبی که بین ذرات و یون‌های جذب شده وجود دارد، جذب می‌شوند و بوسیله فلزات رسوب کرده دفن می‌شوند [۱۲]. با افزایش مقدار دانسیته جریان تمایل برای جذب ذرات پس از رسیدن به سطح کاتد افزایش می‌یابد. در دانسیته جریان‌های بالا چون احیای یون‌های نیکل تحت کنترل انتقال جرم بوده و حرکت یون‌های آزاد نیکل خیلی سریع‌تر از یون‌های نیکل محصور کننده ذرات است، از این رو یون‌های محصور کننده ذرات شانس کمتری برای رسیدن به سطح کاتد دارند. به عبارت دیگر یون‌های آزاد خیلی سریع‌تر به سطح کاتد می‌رسند و نشست می‌یابند و در نتیجه میزان هم‌رسوبی با افزایش جریان کاهش می‌یابد. دلیل دیگر کاهش نشست ذرات در دانسیته جریان‌های بالا این است که یون‌های مثبت نیکل به علت سرعت زیادی که دارند نمی‌توانند روی سطح ذرات قرار بگیرند پس ذرات با قدرت کمتری روی سطح کاتد جذب می‌شوند و چون نرخ رسیدن نانوذرات به سطح ذرات زیاد است ذراتی که با نیروی ضعیف به سطح کاتد چسبیده‌اند در اثر برخورد ذرات بعدی از سطح کاتد جدا می‌شوند [۱۳].

¹ Gogliilmi

در دانسیته جریان‌های پایین نیروی الکتروفارادیک برای انتقال ذرات به سمت کاتد کاهش می‌یابد و در نتیجه ذرات کمتری به سطح کاتد می‌رسند همچنین یون‌های نیکل که در آند حل می‌شوند به آهستگی حرکت می‌کنند در نتیجه نیروی کلمبی بین آنیون‌های جذب شده بر روی سطح ذرات و کاتد ضعیف شده و سبب می‌شود تعداد ذرات احاطه شده توسط یون‌های مثبت نیکل به میزان کمتری به سمت کاتد حرکت کنند و منجر به نشست کم نانوذرات در پوشش می‌شود [۱۴]. با افزایش دانسیته جریان هیدروژن بیشتری روی سطح کاتد آزاد می‌شود که نشست ذرات را سخت می‌کند و باعث ایجاد حفره درون پوشش می‌شود.

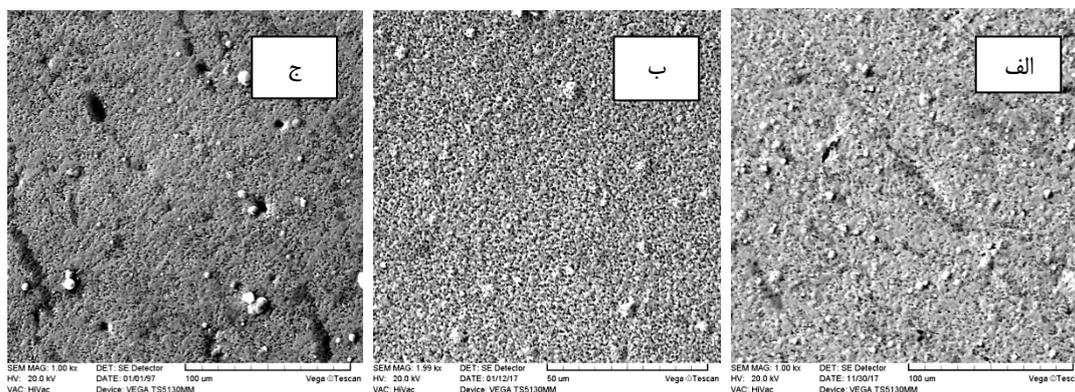
۳-۳- تاثیر pH بر نشست ذرات TiO_2 و Al_2O_3

شکل ۶ اثر pH بر غلظت ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم در پوشش را تحت شرایط غلظت ذرات ۵۰ g/l و دانسیته جریان ۵ A/dm² نشان می‌دهد. با افزایش pH تا مقدار ۴، درصد وزنی ذرات اکسید آلومینیوم و اکسید تیتانیوم در پوشش به ترتیب به ۲/۸ و ۱۰/۷ درصد وزنی افزایش می‌یابد.



شکل ۶- تاثیر pH بر درصد وزنی ذرات TiO_2 و Al_2O_3 پوشش

شکل ۷ مورفولوژی سطح پوشش کامپوزیتی $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ را در pHهای مختلف نشان می‌دهد. در $\text{pH}=3/5$ (شکل ۷-الف) پوشش غیر یکنواخت است در حالی که پوشش بدست آمده در $\text{pH}=4$ یکنواخت و پیوسته است (شکل ۷-ب). با افزایش pH به مقدار ۴/۵، رسوب ایجاد شده یکنواخت نبوده و در برخی از قسمت‌ها ناپیوستگی‌هایی دیده می‌شود.



شکل ۷- مورفولوژی سطح پوشش کامپوزیتی $\text{Ni-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ را در pH های مختلف الف) $\text{pH}=3/5$ ب) $\text{pH}=4$ ج) $\text{pH}=4/5$

مقدار پتانسیل زتا بیانگر برخورد ذرات و معیاری برای پایداری سوسپانسیون می‌باشد. با اضافه کردن قلبی‌ها، pH افزایش می‌یابد و سطح ذرات منفی‌تر می‌شود یا حداقل مقدار مثبت آن کمتر می‌شود. اگر به محیط، اسید اضافه شود یونیزاسیون منجر به کاهش یون‌های هیدروکسیل شده که منجر به مثبت‌تر شدن سطح می‌شود. بنابراین مواد در pH پایین، مثبت‌تر و در pH بالا، منفی‌تر می‌شوند [۸].

با افزایش مقدار pH، پتانسیل زتا کاهش می‌یابد و به مقادیر منفی نزدیک‌تر می‌شود. همچنین افزایش بار سطحی ذرات باعث افزایش نیروی دافعه بین ذرات می‌شود و در نتیجه از آگلومره شدن ذرات در محلول جلوگیری می‌کند. پس با کنترل pH نه تنها می‌توان از آگلومره شدن ذرات در محلول جلوگیری کرد بلکه می‌توان حرکت ذرات به سمت کاتد و یا آند را کنترل کرد [۸، ۱۱]. اگر pH محلول الکترولیت واتس بسته به مقدار یون‌های کلرید، خیلی زیاد یا خیلی کم باشد، اکسیژن بیشتری آزاد خواهد شد و سپس یون‌های هیدروکسیل به جای حل شدن نیکل، دشارژ می‌شوند. تحت این شرایط، آند نیکل پسیو می‌شود و راندمان حل شدن نیکل تقریباً صفر می‌شود [۱۵].

۴- نتیجه‌گیری

- فولاد زنگ نزن آستینیتی ۳۱۶ توسط TiO_2 و Al_2O_3 با استفاده از روش آبکاری الکتریکی پوشش داده شد. تاثیر دانسیته جریان بر روی کیفیت پوشش و میکرو ساختار و بازدهی جریان بررسی شد.
- با افزایش مقدار غلظت ذرات TiO_2 و Al_2O_3 در الکترولیت، نشست ذرات ابتدا افزایش پیدا کرد و سپس به علت آگلومره شدن ذرات میزان نشست کاهش یافت.
 - با افزایش شدت جریان از 3 A/dm^2 به 5 A/dm^2 پوشش یکنواخت تر شد و اندازه دانه نیز با افزایش شدت جریان کاهش یافت.
 - با افزایش شدت جریان، احیاء هیدروژن در کاتد افزایش یافت و بازدهی جریان کاتدی کاهش پیدا کرد.
 - با افزایش pH تا مقدار ۴ نرخ رسوبدهی افزایش یافت و سطح پوشش‌ها صاف و یکنواخت شد.

مراجع

- [1] E. Frutos, P. Adeva, J.L. González-Carrasco, P. Pérez, "Oxidation behavior of AISI 316 steel coated by hot dipping in an Al-Si alloy". *Surface & Coatings Technology*, (2013). 236: p. 188-199.
- [2] K. Sunil. P. Shivani., and V. Prateek. "Adhesion Failure Behavior of Ni-TiO₂-Al₂O₃ & Ni-Al₂O₃ Composite". *Layers Coatings Evaluated using Microscratch Testing. International Journal of Current Engineering and Technology*, (2015). 5: P. 704-705.
- [3] A.M. Rashidi, A. Amadeh, "The effect of saccharin addition and bath temperature on the size of nanocrystalline nickel coatings". *Surface and Coatings Technology*, (2009). 204:p. 353-358.
- [4] K.H. Hou, Y.C. Chen, "Preparation and wear resistance of pulse electrodeposited Ni-W/Al₂O₃ composite coatings". *Applied Surface Science*, (2011). 257(15): p. 6340-634.
- [۵] ا. ر. صادقی، آذری خسروشاهی، ز. صادقیان، مقایسه ریزسختی، مقاومت به خوردگی و نفوذ هیدروژنی پوشش نیکل و پوشش کامپوزیتی Ni-nano TiO₂ تولید شده بر روش رسوب دهی الکتریکی. *علوم و مهندسی سطح*، ۱۳۹۰. ص ۲۵-۳۵.
- [6] M.H. Allahyarzadeh, M. Aliofkhaezraei, A.R. Sabour Rouhaghdam, V. Torabinejad, "Electrodeposition of Ni-W-Al₂O₃ nanocomposite coating with functionally graded microstructure". *Journal of Alloys and Compounds*, (2016). 666: p. 217-226.
- [7] H. Goldasteh, S. Rastegari, "The influence of pulse plating parameters on structure and properties of Ni-W-TiO₂ nanocomposite coatings". *Surface and Coatings Technology*, (2014). 259: p. 393-400.
- [8] A. Bund, D. Thiemiig, "Influence of bath composition and pH on the electrocodeposition of alumina nanoparticles and nickel". *Surface and Coatings Technology*, (2007). 201: p. 7092-7099.
- [9] L. Chen, L. Wang, X. Zeng, Zhang. "Effect of surfactant on the electrodeposition and wear resistance of Ni-Al₂O₃ composite coatings". *Materials Science and Engineering*, (2006). 434: p. 319-325.
- [10] W. Sassi, L.Dhouibi, P. Berçot, M. Rezrazi, "The effect of SiO₂ nanoparticles dispersion on physico-chemical properties of modified Ni-W nanocomposite coatings". *Applied Surface Science*, (2015). 324: p. 369-379.
- [11] J. Man, S. Zhang, J. Li, B. Zhao, Y. Chen, "Effects of electrolyte pH on morphologies and mechanical properties of α -Al₂O₃/Ni composite coatings and role of zeta potentials in co-deposition process". *Surface and Coatings Technology*, (2014). 249: p. 118-124.
- [12] S.K. Kim, H.J. Yoo, "Formation of bilayer Ni-SiC composite coatings by electrodeposition". *Journal Of Surface and Coatings Technology*, (1998). 109:p. 564-569.
- [13] M.L. Lau, E.J. Lavernia, "Microstructural evolution and oxidation behavior of nanocrystalline 316-stainless steel coatings produced by high-velocity oxygen fuel spraying". *Materials Science and Engineering*, (1999). 272:p. 222-229.
- [14] R. Elansezhian, R. Ramamoorthy, "The influence of SDS and CTAB surfactants on the surface morphology and surface topography of electroless Ni-P deposits". *Journal Of Materials Processing Technology*, (2009). 209: p. 233-240.
- [15] N. Shrestha, K. Masuko, M. Saji. "Composite plating of Ni/SiC using azo-cationic surfactants and wear resistance of coatings". *Wear*, (2003). 254: p. 555-564.



مهندس فاطمه حشمتی،
نویسنده اول مقاله، پژوهشگاه
مواد و انرژی

* MFheshmati95@yahoo.com

خواص مکانیکی زیر کونیای پایدار شده با سریم به روش سل ژل برای کاربرد دندانی

فاطمه حشمتی*، سید رضا سالاریان

دانشگاه غیر انتفاعی مازیار رویان

چکیده: زیر کونیای پایدار شده با سریم بواسطه‌ی خواص بی نظیری مانند محدوده وسیع فاز تتراگونال، تجزیه پذیری کمتر در محیط مرطوب مانند دهان، زیست سازگاری، شید رنگی مطلوب و خواص مکانیکی مناسب (چقرمگی شکست بالا) بسیار مورد توجه بوده و سبب گسترش استفاده از آن در پزشکی و دندانپزشکی بخصوص در مواد دندانی گردیده است. در این پژوهش پودر نانومتری زیر کونیای تثبیت شده با سریم، به روش سل ژل تهیه و خواص آن مورد ارزیابی های مکانیکی از قبیل استحکام فشاری و خمشی دانسیته چقرمگی شکست و سختی ویکرز قرار می گیرد. در ابتدا مقادیری از اکسی کلراید زیر کونیوم $ZrOCl_2 \cdot H_2O$ و نیترات سریم $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ با استفاده از HCl و آب (به عنوان حلال)، به pH ۳/۵ رسانده و سپس به روش سل ژل تهیه شد خشک گردید و کلسینه شد و سپس در دماهای مختلف زینتر شد و مورد آنالیزهای مختلف قرار گرفت [۴].

کلمات کلیدی: زیر کونیا، زیر کونیای پایدار شده با سریم، خواص مکانیکی، نانو پودر زیر کونیا، مواد دندانی.

۱- مقدمه

پس از سالها استفاده‌ی اثربخش از این ماده به منظور ساخت روکشها و بریجها و با استناد به ویژگیهای مکانیکی قابل تامل این ماده، محققین به بررسی امکان استفاده از آن برای ساخت سایر قطعات مورد استفاده در دندانپزشکی روی آوردند که نتیجه‌ی آن ساخت آبامنت‌هایی از جنس زیر کونیا بود. خواص مکانیکی زیر کونیا به ریز ساختار نیمه پایدار ریز دانه آن مرتبط می‌باشد. با کاهش اندازه دانه‌های زیر کونیا پایدار شده با نیترات سریم به محدوده‌ی نانومتر مجموعه خواص این ترکیب از جمله استحکام، چقرمگی، پایداری فازی و... بهبود می‌یابد.

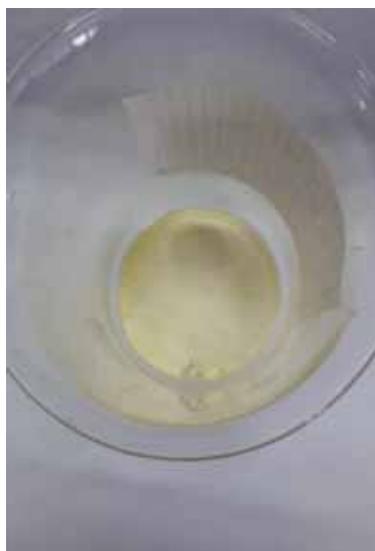
دمای زینتر شدن زیر کونیای نانو کریستال ۴۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد کمتر از زیر کونیای میکرو کریستال است. بدیهی است که هرچه دمای زینتر کردن زیر کونیا کمتر باشد اندازه‌ی میدان تنش‌های کششی باقی مانده در قطعه سرامیکی کمتر خواهد بود که موجب کاهش تمایل زیر کونیا به تبدیلات فازی خواهد شد در نتیجه خواص آن حفظ می‌گردد. و بدین ترتیب از مشکل خواص مکانیکی در اثر عدم پایداری فازی در محیط‌های مرطوب دهان که سرامیک‌های زیر کونیایی با آن روبرو بوده‌اند بطور قابل ملاحظه‌ای کاسته می‌گردد [۱، ۲، ۳].

۲- فعالیت‌های تجربی

۲-۱- مواد مورد استفاده در سنتز زیر کونیا تثبیت شده با سریم و روش ساخت

ماده آغاز گر در سنتز زیر کونیا در پژوهش پیش رو اکسی کلراید زیر کونیوم هیدراته می‌باشد که از برند مرک آلمان تهیه شده است و از سریم نیترات هیدراته برند مرک آلمان برای تثبیت پایداری تتراگونال زیر کونیا مورد استفاده قرار گرفت [۴]. در ابتدا ۵۰ سی سی آب مقطر را بوسیله HCl به pH ۳/۵ می‌رسانیم و سپس مقدار ۱/۵۳ گرم از پودر زیر کونیوم اکسی کلراید اوکتا هیدراته را داخل آن میریزیم و آن را بر روی هیتر استیرر با دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار

می‌دهیم. پس از ۲۴ ساعت مقدار ۰.۶۵ گرم از ماده سریم نیترات هگزا هیدراته داخل سل شفاف ذکر شده می‌ریزیم و دوباره بر روی هیتر استیتر با دمای ۵۰ درجه قرار می‌دهیم و دوباره ۲۴ ساعت زمان می‌دهیم تا ماده بخوبی درون محلول حل شود. در این پژوهش برای آنالیزهای ذکر شده احتیاج به تهیه ۳ نمونه داریم.



شکل ۱- تصویری از ژل زیرکونیا پایدار شده با سریم

۳- بحث و نتایج

۳-۱- آزمون تفرق اشعه‌ی ایکس (XRD)

برای بررسی میزان بلورینگی ساختار و نیز فاز بلورینه تشکیل شده آزمایش تفرق اشعه‌ی ایکس انجام می‌شود. در عین حال برای مشخصه یابی دقیق نانو ذرات مورد سنتز قرار گرفته، و تایید وجود فاز کریستالی ZrO_2 و تثبیت سریم از این آزمون برای ۳ نمونه استفاده شد.

نمونه ۱: زیرکونیا پایدار شده با سریم در حالت خشک شده در $50^{\circ}C$

نمونه ۲: پودر زیرکونیا پایدار شده با سریم پس از کلسینه شدن در کوره $1550^{\circ}C$

نمونه ۳: پودر زیرکونیا پایدار شده با سریم پس از زینتر در کوره دردمای $1630^{\circ}C$

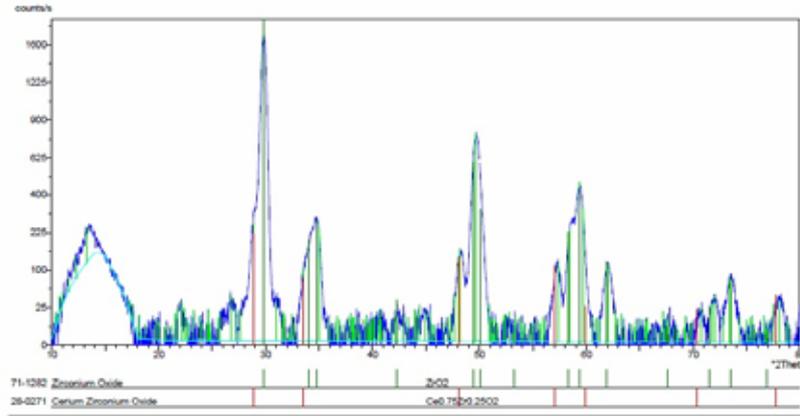
ارزیابی تفرق اشعه‌ی ایکس با دستگاه siemens D500 تحت ولتاژ ۳۰ کیلوولت و جریان ۲۵ میلی آمپر در پژوهشگاه مواد و انرژی انجام پذیرفت. در تمام آنالیزهای پراش پرتو ایکس از طول موج 1.54040Å استفاده شد.

بررسی الگوی پراش بدست آمده با استفاده از نرم افزار Xpert انجام شده است. با مقایسه کارت‌های استاندارد ۱۲۸۲-۷۱ و ۲۷۱-۲۸ به نظر می‌رسد اکسید زیرکونیوم و سریم زیرکونیوم اکساید در زوایای مختلفی پیک داده‌اند. علت حضور نظم کوتاه دامنه می‌توان به حضور گروه‌های زیرکونیوم ربط داد که ۱۶ پیوند آبی دارد که در آنها تراکم بصورت تصادفی رخ می‌دهد و از کریستالی و متبلور شدن جلوگیری می‌کند [۷] در واقع مکانیزم واکنش تراکمی منجر به وجود آمدن آرایش با نظم کوتاه دامنه می‌شود [۸].

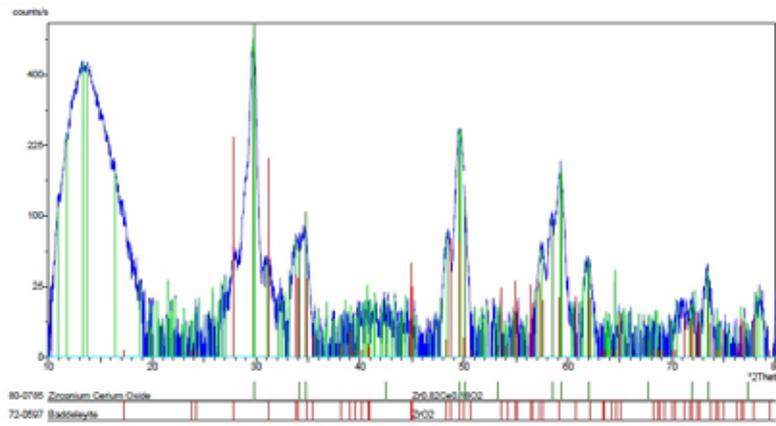
زمانی که ژل خشک شده در دماهای بالا کلسینه می‌شود پل‌های هیدروکسید بین اتم‌های زیرکونیوم تغییر شکل داده و دگرگون می‌شود که منجر به متبلور شدن در نتیجه کریستالی شدن سیستم می‌گردد [۷].

این مسئله از الگوی پراش پودر، از زمانی که در کوره قابل برنامه ریزی قرار می‌گیرد، تا زمانی که در دمای $1550^{\circ}C$ درجه ساتیگراد تحت عملیات حرارتی قرار بگیرد در شکل (۳) نشان داده شده است [۴].

از شکل ۲ ملاحظه می‌شود که فاز موجود در نمونه شماره ۱، فازهای موجود زیرکونیوم سریم اکساید و زیرکونیا است که در این حالت زیرکونیا در حالت تتراگونال و مقداری مونوکلینیک قرار دارد. طبق پژوهش‌های پیشین دوتایی شدن پیک‌ها در زوایایی از الگوی پراش حضور فاز تتراگونال زیرکونیا را تایید می‌کند [۹ و ۱۷].

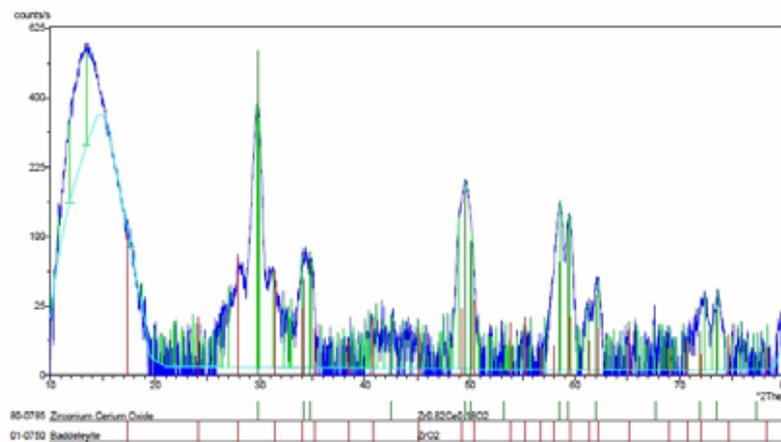


شکل ۲- نمونه‌ی ۱: ژل خشک شده در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد [۴].



شکل ۳- نمونه‌ی ۲: زیرکونیای پایدار شده با سریم در دمای ۱۵۵ درجه سانتیگراد [۴].

شکل ۴ الگوی پراش پرتو ایکس کلسینه شده در دمای ۱۶۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۶ ساعت را نشان می‌دهد.



شکل ۴- نمونه‌ی ۳: زیرکونیای پایدار شده با سریم در دمای ۱۶۳۰ درجه سانتیگراد [۴].

از مقایسه این نمودار با شکل ۳ مشخص می‌شود که پیک‌ها تیز شده‌اند و همانند شکل ۳ فاز زیرکونیا و زیرکونیوم و سریم اکساید قابل مشاهده است [۴]. در شکل ۳ چون دمای کلسینه کردن کمتر از شکل ۴ می‌باشد، شدت پیک‌ها کمتر است و می‌توان نتیجه گرفت این نمونه از میزان بلورینگی کمتری نسبت به نمونه کلسینه شده در ۱۶۳۰ درجه برخوردار است [۴]. طبق پژوهش‌های [۵، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۹، ۱۳] در این پژوهش نمی‌توانیم از این عامل به عنوان عامل تثبیت کننده فاز تتراگونال یاد کنیم زیرا طبق این نظریه چنانچه اندازه کریستالیت‌های پودر کمتر از ۳۰ نانومتر باشد فاز تتراگونال پایدار است و با افزایش

اندازه کریستالیت‌های تولید شده به بیشتر از ۳۰ نانومتر به عنوان مثال در اثر افزایش دما در عملیات حرارتی در همه‌ی پژوهش‌های مذکور فاز مونو کلینیک جوانه زده و بسته به افزایش دمای عملیات حرارتی فاز غالب در پودرهای تولید شده می‌باشد [۴].

۳-۲- آزمون میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM)

برای این منظور نمونه‌ها در دستگاه Phenom - ProX ساخت کشور هلند تحت اتمسفر گاز آرگون قرار داده شد و تحت ولتاژ بالای موجود در دستگاه اتم‌های آرگون یونیزه شده و شتاب گرفته به سطح بالایی طلای دستگاه برخورد کردند و پوششی از ذرات طلا را بر روی ساختارها ایجاد کردند (sputter coating). سپس نمونه‌های پوشش داده شده، در دستگاه میکروسکوپی الکترونی قرار گرفته و در ولتاژ ۱۵ کیلو ولت برای ایجاد اشعه‌ی الکترونی عکس‌هایی از نمونه برای بررسی مورفولوژی مورد ارزیابی قرار گرفتند [۴].

توان تصویربرداری 15Kv

بزرگنمایی اپتیکی ۱۳۰-۲۰ برابر

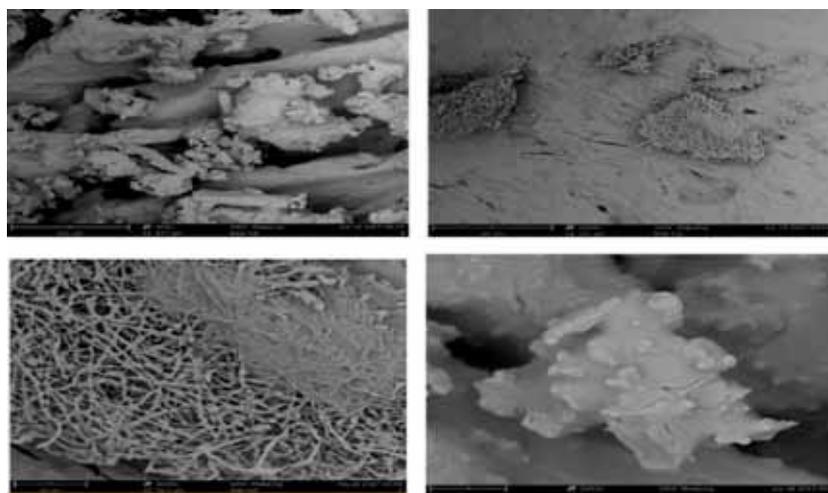
بزرگنمایی الکترونی ۱۱۰۰۰۰-۳۰۰ برابر

۳ نمونه جهت ارزیابی به آزمایشگاه ارسال شدند:

جدول ۱- نمونه‌های مورد بررسی در آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی

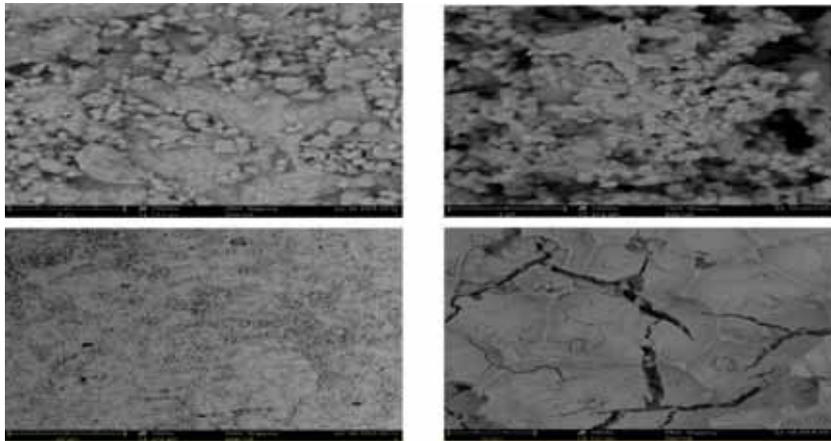
ردیف	دما (°C)	وضعیت
نمونه اول	۵۰ درجه سانتیگراد	ژل خشک شده زیرکونیا حاوی سریم
نمونه دوم	۱۵۵۰ درجه سانتیگراد	پودر زیرکونیا حاوی سریم کلسینه شده
نمونه سوم	۱۶۳۰ درجه سانتیگراد	پودر زیرکونیا حاوی سریم زینتر شده

شکل ۵ تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی پودر حاصل از عملیات خشک کردن ژل در ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۰ ساعت را نشان می‌دهد. تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی پودر کلسینه شده در دمای ۱۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت در شکل ۶ آورده شده است [۴].



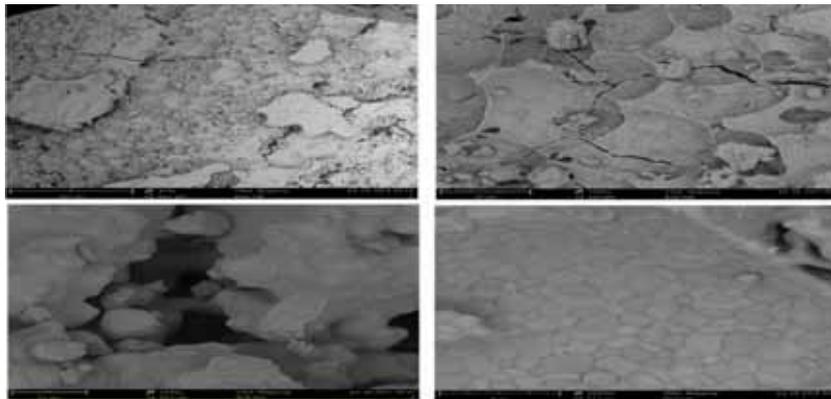
شکل ۵- تصاویر SEM با بزرگ‌نمایی‌های متفاوت برای نمونه ژل خشک شده در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد [۴].

همانطور که از ۵ مشاهده می‌شود مورفولوژی نانو ذرات سنتز شده دارای توزیع و پراکندگی یکسان می‌باشد. زلی که در اثر واکنش تراکمی تشکیل می‌شود عموماً از ذرات کروی سل تشکیل شده است که بصورت توده‌های حجیم در آمده است. در اثر خشک شدن در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد آگلومرهایی تشکیل شده‌اند که استحکام کمی داشته و به راحتی تغییر شکل می‌دهند.



شکل ۶- تصاویر SEM با بزرگ‌نمایی‌های متفاوت مربوط به نمونه پودر کلسینه شده در دمای ۱۵۵۰ درجه سانتیگراد [۴].

همان‌طور که از شکل ۶ مشاهده می‌شود در اثر کلسینه کردن نانو ذرات آگلومره‌ها کریستالی شده‌اند و شکل آنها از حالت رشته‌ای به کروی تغییر شکل یافته است و به صورت مجزاتری نسبت به شکل ۵ مشاهده می‌گردند. این درحالیست که میزان تخلخل‌های بین ذرات هم در اثر کلسینه شدن در دمای ۱۵۵۰ درجه کاهش یافته است.



شکل ۷- تصاویر SEM در بزرگ‌نمایی‌های متفاوت برای پودر کلسینه شده در دمای ۱۶۳۰ درجه سانتیگراد [۴].

از شکل ۷ در می‌یابیم که با افزایش دمای کلسینه کردن از ۱۵۵۰ درجه به ۱۶۳۰ درجه میزان آگلومر شدن بین ذرات افزایش یافته و میزان تخلخل نیز نسبت به شکل ۶ کاهش یافته است. شکل ذرات تقریباً بصورت کروی قابل مشاهده است ذرات پودر نانومتری زیر کونیای پایدار شده با سریم به روش سل ژل توده‌هایی با اندازه تقریبی ۵۰۰ نانومتر و کمتر تشکیل داده‌اند مشابه چنین رخدادی در اکثر پژوهش‌های انجام گرفته جهت سنتز پودر زیر کونیای پایدار شده به روش شیمی تر از جمله روش سل ژل نظیر کار پژوهشی دیازا و پارالجو و همکاران [۱۵] نیز مشاهده شده است [۱۶، ۱۴۶].

۳-۳- بررسی خواص مکانیکی کامپوزیت زیر کونیا پایدار شده با سریم

۳-۳-۱- دانسیته

جدول زیر نشان‌دهنده دانسیته نسبی نمونه‌های مختلف کامپوزیت زیر کونیا پایدار شده با سریم که بعد از سینترینگ در دماهای ۱۵۵۰، ۱۶۳۰ و ۱۶۶۰ درجه سانتیگراد توسط سینترینگ کوره‌های الکتریکی مورد بررسی قرار گرفتند. در دمای ۱۶۶۰ درجه سانتیگراد دانسیته بیشتری داریم که از تخلخل کمتری خبر می‌دهد.

جدول ۲- دانسیته زیرکونیا پایدار شده با سریم سینتر شده با کوره‌های الکتریکی در دماهای ۱۵۵۰، ۱۶۳۰، ۱۶۶۰ درجه‌ی سانتیگراد

ترکیب کامپوزیت	(ρ) دانسیته	($^{\circ}\text{C}$) دما
Zr-Cr-1550	3.897	1550
Zr-Ce-1630	4.7114	1630
Zr-Ce-1660	4.9001	1660

در پژوهشی دیگر محققان دانشگاه آمستردام-نوترلند در دمای ۱۲۰۰ درجه‌ی سانتیگراد و در مدت زمان‌های دو تا ۲۴ ساعت به دانسیته‌ای بیشتر از این مقدار دست یافتند [۱۸].

۳-۳-۲- استحکام خمشی

جدول زیر استحکام خمشی برای نمونه زیرکونیا پایدار شده با سریم سینتر شده در کوره‌های الکتریکی در دماهای ۱۵۵۰، ۱۶۳۰ و ۱۶۶۰ درجه سانتیگراد را نشان می‌دهد.

جدول ۳- استحکام خمشی قطعه‌ی زیرکونیا پایدار شده با سریم سینتر شده در دماهای مختلف توسط کوره‌های الکتریکی

ترکیب کامپوزیت	($^{\circ}\text{C}$) دما	استحکام خمشی (Mpa)
Zr-Ce-1660	1660	9.3063
Zr-Ce-1630	1630	2.8025
Zr-Ce-1550	1550	0.2653

در پژوهشی دیگر لوییس فلیپ و همکارانش از ترکیب ایتریا و زیرکونیا به استحکام خمشی قابل قبولی دست یافتند [۱۹].

۳-۳-۳- استحکام فشاری

برای استحکام فشاری سه نمونه در دماهای مختلف ۱۶۶۰، ۱۶۳۰، ۱۵۵۰ درجه‌ی سانتیگراد در نظر گرفته شد. و در کوره‌های الکتریکی سینتر شد. نتایج در جدول و نمودار زیر قابل مشاهده است.

جدول ۴- استحکام فشاری زیرکونیا پایدار شده با سریم سینتر شده با کوره‌های الکتریکی در دماهای ۱۵۵۰، ۱۶۳۰ و ۱۶۶۰ درجه‌ی سانتیگراد

ترکیب کامپوزیت	($^{\circ}\text{C}$) دما	استحکام فشاری (Mpa)
Zr-Ce-1660	1660	727.13
Zr-Ce-1630	1630	328.07
Zr-Ce-1550	1550	207.03

همانطور که از جدول ۴ پیداست، در دمای ۱۶۶۰ درجه‌ی سانتیگراد تغییرات چشمگیری حاصل شد. در دماهای بالاتر استحکام بالاتر می‌رود تا جایی که به بیشینه مقدار استحکام خواهیم رسید.

۴- نتیجه گیری

زیرکونیای پایدار شده با سریم با اندازه کریستالیت تقریبی ۲۳ نانومتر تولید شد. با توجه به نتایج مشاهده می شود که همه ی نمونه های کامپوزیت های حاوی زیرکونیا پایدار شده در دمای ۱۴۰۰ درجه سانتی گراد به ۹۵٪ دانسیته تئوری دست پیدا کرده است. پودر زیرکونیای پایدار شده با سریم در این پژوهش بصورت نانوکریستالی در طی مراحل کلسینه کردن باقی ماند. با اضافه کردن سریم به عنوان پایدار ساز و کلسینه کردن آن در دماهای ۱۴۵۰ درجه سانتیگراد ساختار عمدتاً تتراگونال با مقداری از فاز مونوکلینیک می باشد که با افزایش دما تا ۱۶۶۰ درجه سانتیگراد مقدار تتراگونال افزایش و مقدار مونوکلینیک به کمترین میزان خود رسید.

مراجع

- [1] Reinhan, T.J., "declinical material collect", Vol.4, ceramics and ceramics ASM international, 1987.
- [2] Adriana Savin, Mihail-Liviu Caraus, Vitalii Turchenko, Alina Bruma, Pierre-Antoine Dubos, Sylvie Malo, Tatiana E.Konstantinova, Valerii V.Burkhovetsky, "Manitoring Techniques of Cerium Stabilized Zirconia for Medical Prosthesis", applied sciences, 2015.
- [3] <http://www.pordentalmag.com/>
- [۴] عادلہ غلامعلی، "سنتز و مشخصه یابی نانو پودر زیرکونیای پایدار شده حاوی سریم مورد استفاده در دندان پزشکی"، پایان نامه دانشگاه مازیار رویان، شهریور ۱۳۹۶.
- [5] Picquart, M., Lopez, T., Gomez, R., Torres, E., Moreno, A., Garcia, J., "Dehydration and crystallization process in sol-gel zirconia", Jou and of Thermal Analysis and Calorimetry. Vol. 76, 2004.
- [6] Yao, W., Tang, Z, Zhang, Z., Lu, S., "Preparation of 8 mol% yttria-stabilized zirconia by an oil flotation-assisted chemical coprecipitation route", Materials Letters, Vol 57, PP. 592.506, 2002.
- [7] Bokhimi, X., Morals, A, Novaro, O Lopeez, T., Gomez R., Xiao TD., Strutt, P.R., "nonocrystalline tetragonal zirconia stabilized with yttrium and hydroxys", Nanostructured materials, Vol. 12, pp. 593-596, 1999.
- [8] Marinsek, M., Macek, J., Meden, T, "Starved Water hydrolysis of different precursors and its influence on the properties of precipitated zirconia", Journal of Sol-Gel Science and Technology, Vol. 23, pp. 119-127, 2002.
- [9] Garcia, J., Quintana, P., Aguilar, D.H. Lopez, D., Gomez, R., "Phase evolution of sol-gel CaO-ZrO₂, using sulfuric acid as hydrolysis catalyst", Journal of Sol-Gel Science and Technology, Vol. 37, pp. 185-188, 2006.
- [10] Ray, J.C., Pati, R.K., Pramanik, P., "Chemical Synthesis and structural characterization of noncrystalline powders of pure zirconia and yttria stabilized zirconia(YSZ)", Journal of the European Ceramic Society, Vol.20, Pp. 1289 1295, 2000.
- [11] Corina, A., Geiculescu, V., Rack, H.J., "Atomic-scale structure of water-based zirconia xerogels by X-ray diffraction", Journal Sol-Gel Science and Technology, Vol. 20, pp. 13—26, 2001.
- [12] Crucean, E. and Rand, B., "Calcintion of zirconia gels", British ceramic transaction, Vol, 78, No. 3, pp. 58-64, 1979.
- [13] Dayal, R. Gokhale, N. M. Sharma, S.C Ramjilal, Krishnan, R., "Investigation of the in metastable tetragonal phase in yttria-doped zirconia powders prepared by a sol-gel technique" , British Ceramic Transactions, Vol. 91, pp. 45-47. 1992.
- [14] Rijnten, H. Th., "Formation, Preparation and Properties of Hydrous Zirconia", Physical and Chemical Aspects of Adsorbents and Catalysts, edited by: Linsen, B.G., Academic Press, London, p. 315, 1970.
- [15] Diaz- Parralejo, A., macias-Garcia, A., Cuerda- correa, E.M., Caruso, R., "Influence of type of solvent on the textural evolution of yttria stabilized zirconia powders obtained by the sol- gel method: characterization and study of the fractal dimension", Journal of non- crystalline solids, Vol. 351, pp.2115-2121, 2005.
- [16] Quinelato, A.L., Longo, E., Perazolli, L. A., Varela, J. A., "effect of ceria content on the sintering of ZrO₂, based ceramics synthesized from a polymeric precursor", Journal of the European ceramic Society, Vol. 20, pp, 1077-1084.2000.
- [17] Garvie, R. C., "The occurrence of metastable tetragonal zirconia as a crystallite size effect", The Journal of Physical Chemistry, Vol. 69, No. 4, pp. 1238-1243, 1965.
- [18] Chen.C, "Zirconia-reinforced dental restorations", University of Amsterdam, The Netherlands. 2013.
- [19] Luis.F, Gabriel.K.R, Vinicius.F, Marilia.P, Luiz.F, "Mechanical behavior of Yttria-stabilized tetragonal Zirconia polycrystal:Effects of different aging regimens", Original research prosthodontics, 2017.

سنتز کربوترمال و نیتروژن دهی دو مرحله‌ای آلومینیوم اکسی نیتريد (AION)

سیما کمالی*، محمد مسعود محبی، محمد رضازاده، محمد حسن طاهریان

سرامیک‌های پیشرفته

چکیده: هدف از این پژوهش، سنتز پودر گاما آلومینیوم اکسی نیتريد با شبکه اسپینل مکعبی بوده است. جهت انجام این فرآیند، از روش احیای کربوترمال و نیتروژن دهی پودر اولیه آلومینا استفاده شد. این فرآیند به صورت دو مرحله‌ای انجام شد که در مرحله اول در دمای 1550°C مقداری از آلومینا با کربن موجود احیا شده و آلومینیوم نیتريد تشکیل شد و سپس در مرحله دوم در دمای 1750°C آلومینای باقیمانده با آلومینیوم نیتريد واکنش داده و آلومینیوم اکسی نیتريد تشکیل شد. به منظور دستیابی به فاز غالب آلومینیوم اکسی نیتريد و از مقادیر مختلف کربن (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) استفاده شد و درصد وزنی فاز میانی در دماهای ۱۵۵۰، ۱۶۰۰ و ۱۶۵۰ درجه سانتی گراد برای نمونه بهینه بررسی شد. نتایج نشان دهنده تشکیل بیشترین درصد آلومینیوم اکسی نیتريد در ۱۰ درصد وزنی کربن می‌باشد. کلمات کلیدی: آلومینیوم اکسی نیتريد، نیتريد کردن، سنتز، سرامیک شفاف.

۱- مقدمه

مواد شفاف گروه خاصی از مواد هستند که در جنبه‌های گوناگون زندگی انسان، کاربرد گسترده‌ای دارند. شفافیت و ویژگی فیزیکی منحصر به فرد موادی است که اجازه‌ی عبور نور از میان خود بدون حضور پراکندگی را می‌دهند [۱]. از جمله مواد متعارف شفاف، شیشه‌ها، پلیمرها و هیدریدهای قلیایی هستند که در صنعت و زندگی روزانه کاربرد فراوانی دارند. این مواد استحکام مکانیکی پایینی دارند و گاهی اوقات پایداری شیمیایی و فیزیکی آن‌ها برای برخی کاربردها کافی نیست [۲]. با پیشرفت تکنولوژی، تک بلورهای برخی مواد نظیر یاقوت قرمز برای پنجره‌های فرسوخ، ایتريوم آلومینیوم گارنت^۱ برای لیزرها و PZN-PT و $\text{PbZn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ برای کاربردهای الکترواپتیکی^۲ مورد استفاده قرار گرفتند.

تولید تک بلورها نیازمند تجهیزات زیاد و صرف وقت و هزینه‌ی بالا است، به همین جهت برای تولید در مقیاس صنعتی مناسب نیستند. بنابراین ساخت سرامیک‌های شفاف دارای ویژگی‌های مکانیکی و اپتیکی مناسب به علت صرفه‌جویی در مصرف هزینه و زمان، امری حائز اهمیت است [۳] [۴].

آلومینیوم اکسی نیتريد^۳ که به اختصار گاما-آلون^۴ نامیده می‌شود، یک محلول جامد ساخته شده از آلومینیوم اکسید (Al_2O_3)^۵ و آلومینیوم نیتريد (AIN)^۶ است که دارای ساختار اسپینل مکعبی ناقصی می‌باشد. فرمول شیمیایی این ماده $\text{Al}_{(64+x)/3}\text{O}_{(32-x)}\text{N}_x$ است که x از ۲ تا ۵ می‌تواند متغیر باشد. افزودن مقادیر اندکی نیتروژن به آلومینا، باعث تبدیل ساختار آن از رمبوهدرال به ساختار اسپینلی متعلق به آلون می‌شود. در واقع نیتروژن ساختار کریستال مکعبی اسپینل را در گستره وسیعی از ترکیبات پایدار می‌سازد [۵] [۶]. پایداری این ماده در برابر دمای بالا، خوردگی و فراتابی، این ماده

¹ YAG

² Electro Optic

³ Aluminium Oxynitride

⁴ γ -AlON

⁵ Alumina

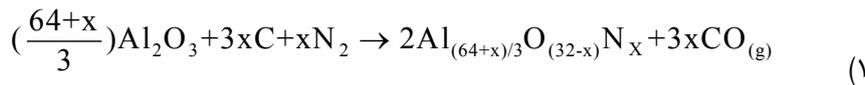
⁶ Aluminum Nitride

را به گزینه مناسبی برای کاربرد در ساخت نسوزهای پیش‌رفته، ابزار برش و پنجره‌های دما بالا تبدیل کرده است. این ماده چهار برابر سخت‌تر از شیشه سیلیسی ذوبی و ۱۵٪ سخت‌تر از اسپینل $MgAl_2O_4$ است [۷]. از سوی دیگر، خواص نوری عالی این ماده در مقایسه با تک بلور یاقوت - به عنوان مستحکم‌ترین و سخت‌ترین سرامیک شفاف - موجب گردیده تا همواره آن را یک ماده‌ی مهم برای کاربردهای نوری برشمرند. گستره‌ی شفافیت آلون از طول موج‌های ۰/۲ میکرون در ناحیه فرابنفش تا ۶ میکرون در ناحیه فروسرخ کشیده شده است. در برداشتن ویژگی‌های مکانیکی و شفافیت بسیار خوب، آلون را برای پنجره‌های فروسرخ و مرئی، گنبد‌های موشک^۱، زره‌های شفاف و کاربردهای پزشکی همانند ایمپلنت‌های مقاوم به بار^۲ مناسب ساخته است. از این رو توجه به این ماده هم در صنایع نظامی و هم در صنایع غیرنظامی به طور روزافزون در حال افزایش است [۸] [۹].

برای این که بتوان این ماده را به گونه‌ی تجاری فراهم آورد، گسترش روش‌های به‌صرفه برای تولید پودر گاما-آلون بسیار مهم است. از زمانی که یاماگوچی^۳ و یاناگیدا^۴ برای نخستین بار به روش احیای کربوترمال و نیتروژن‌دهی^۵ پودر گاما-آلون را ساختند، روش‌های گوناگونی برای ساخت این ماده به کار رفته است [۵]. از میان این روش‌ها واکنش حالت جامد^۶، احیای کربوترمال و نیتروژن‌دهی و احیای آلومینوترمال و نیتروژن‌دهی^۷ بیش‌ترین کاربرد را در ساخت پودر ریز و تک فاز گاما-آلون دارند [۱۰].

۱-۱- احیای کربوترمال و نیتروژن‌دهی

نخستین گزارش در زمینه روش احیای کربوترمال و نیتروژن‌دهی توسط یاماگوچی در ۱۹۵۹ منتشر شد که نخستین پژوهش در زمینه آلون نیز بود. در مقایسه با دیگر روش‌ها، روش احیای کربوترمال و نیتروژن‌دهی (به اختصار CRN) پرکاربردترین روش در ساخت پودر AION می‌باشد [۸]. اساس این روش رابطه (۱) زیر است:



جدول ۱- مزایا و کاستی‌های تولید آلون به روش کربوترمال و نیتروژن‌دهی.

مزایا	کاستی‌ها
نیاز به تجهیزات ساده‌تر و هزینه پایین‌تر مواد اولیه نسبت به روش واکنش حالت جامد [۱۰]	دشواری رسیدن به خلوص بالا به علت باقی‌ماندن کربن در فرآورده‌ی نهایی [۱۱]
یکنواختی بسیار بالای ترکیب شیمیایی فرآورده‌ی نهایی بالاست [۸]	دشواری رسیدن به آلون تک‌فاز به علت وابستگی فرآیند به عوامل گوناگون و پیچیدگی کنترل آن‌ها [۱۲]

۲- فعالیت‌های تجربی

۲-۱- مواد و دستگاه‌های به کار رفته در پژوهش

در جداول ۲، ۳ و ۴ به ترتیب، مشخصات مواد، دستگاه و آزمون‌های مشخصه‌یابی به کار رفته در این پژوهش، ارائه شده است. درصد وزنی فازهای به دست آمده، به‌منظور کمی‌سازی و مقایسه‌ی نتایج، توسط نرم افزار MAUD با دقت $\pm 2\%$ با استفاده از الگوهای پراش پرتو ایکس محاسبه شد. به‌منظور کار با نرم‌افزار ابتدا فایل نتایج XRD در آن بارگذاری و سپس با توجه به فازهای موجود، فایل CIF هر فاز بارگذاری می‌شود. نتایج آنالیز کمی نرم‌افزار در صورتی مورد قبول است که میزان خطای محاسبه شده توسط نرم‌افزار کم‌تر از 2% باشد و خطوطی که نرم‌افزار رسم می‌کند، به طور کامل منطبق بر الگوی پراش پرتو ایکس باشد. در نرم‌افزار MAUD از روش ریتولد جهت بررسی الگوهای پراش پرتو ایکس استفاده می‌شود. از آنجایی که روش

¹ Missile Dome

² Load Bearing Implants

³ Yamaguchi

⁴ Yanagida

⁵ Carbothermal Reduction and Nitridation (CRN)

⁶ Solid State Reaction

⁷ Aluminothermic Reduction and Nitridation

ریتولد از الگوریتم جفت‌سازی الگوی پراش پرتو ایکس استفاده می‌کند و تمام خطوط برای هر فاز به دقت و با جزئیات در نظر گرفته می‌شود، خطوط دارای هم‌پوشانی مشکل‌ساز نیستند. استفاده از تمام خطوط در یک الگو، خطای کسر وزنی را به حداقل می‌رساند. در این روش، از تمام پیک‌های فاز مورد نظر و نه فقط قوی‌ترین آن‌ها، استفاده می‌شود [۱۳].

روش ریتولد، روشی جهت تعیین مقدار کمی اجزای کریستالی و آمورف در یک ترکیب چند فازی است. این روش مبتنی بر رابطه‌ی (۲) است:

$$W_p = S_p(ZMV)_p / \sum_{i=1}^n S_i(ZMV)_i \quad (2)$$

که در این رابطه، W کسر وزن نسبی فاز p در مخلوطی از n فاز، S ، Z ، M و V به ترتیب فاکتور وزن ریتولد، عدد واحد فرمول به ازای هر سلول، واحد توده‌ی فرمول (در واحدهای توده‌ی اتمی) و حجم سلول واحد (در \AA^3) است [۱۴].

جدول ۲- مواد به کار رفته در پژوهش.

ماده	شرکت سازنده	درجه خلوص	اندازه ذره
نانو پودر $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	US Research Nanomaterials	>۹۹	۲۰ nm
کربن اکتیو ^۱	Merck	>۹۹	۱۰۰ μm
اتانول	Merck	>۹۹	_____

جدول ۳- دستگاه‌های به کار رفته در پژوهش.

نام دستگاهی	مشخصات دستگاه
مخلوط‌کن اغتشاشی ^۲	ساویس صنعت، سه بعدی، حجم: ۳ لیتر
کوره خلاء	نیک سرام رازی: حداکثر خلاء $5 \times 10^{-5} \text{ m bar}$ حداکثر دما: 2200°C
خشک‌کن	فن آزما گستر، حداکثر دما: 300°C
ترازو	SARTORIUS، مدل ED2242، دقت: ۰/۱ mg

جدول ۴- مشخصات آزمون مشخصه‌یابی مورد استفاده در پژوهش.

نام آزمون مشخصه‌یابی	مشخصات
پراش پرتو ایکس (XRD)	دستگاه پراش پرتو ایکس Bruker D8، دارای پرتو ایکس با طول موج مشخصه $1/5406 \text{ \AA}$ (Cu $K\alpha$) و نرخ روبش $0/5 \text{ degree.s}^{-1}$
میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)	مدل XL30 ساخت شرکت Philips، هلند با ولتاژ شتاب‌دهی ۲۰ کیلو ولت

۲-۲- روش آزمایش

۲-۲-۱- سنتز آلومینیوم اکسی‌نیتريد (AION)

هر نمونه‌ی آزمایش شامل ۵ گرم پودر که با توجه به شرایط آزمایش، شامل درصدهای وزنی مختلفی از کربن (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد وزنی) به عنوان احیا کننده و همچنین نانو پودر گاما-آلومینا بود. این مخلوط همراه با اتانول و ۶ عدد گلوله‌ی آلومینایی با قطر ۵ میلی‌متر به مدت ۱۲ ساعت درون میکسر سه بعدی با سرعت چرخش ۲۰ rpm مخلوط شد. پس از اختلاط در میکسر،

¹ Activated Carbon

² Turbolar Mixer

مخلوط به دست آمده به مدت ۴ ساعت در خشک کن با دمای 80°C قرار داده شد. پس از خشک شدن مخلوط، در هاون پودر شده و سپس در بوتلهی آلومینایی ریخته شد. این بوتله درون کورهی خلاء تحت جو نیتروژن قرار داده شد. شرایط دما و زمان کوره در جدول ۵ و در جدول ۶ نیز نام نمونه‌ها همراه با ترکیب اولیهی آن‌ها آورده شده است.

جدول ۵- شرایط دما و زمان نگهداری در دمای کوره خلأ.

مرحله	دما ($^{\circ}\text{C}$)	زمان نگهداری (ساعت)
اول	۱۵۵۰	۲
دوم	۱۷۵۰	۲

جدول ۶- نام و ترکیب اولیهی نمونه‌های سنتز شده.

نام نمونه	کربن (wt%)	آلومینا (wt%)
SKY-5C	۵	۹۵
SKY-10C	۱۰	۹۰
SKY-15C	۱۵	۸۵
SKY-20C	۲۰	۸۰
SKY-25C	۲۵	۷۵

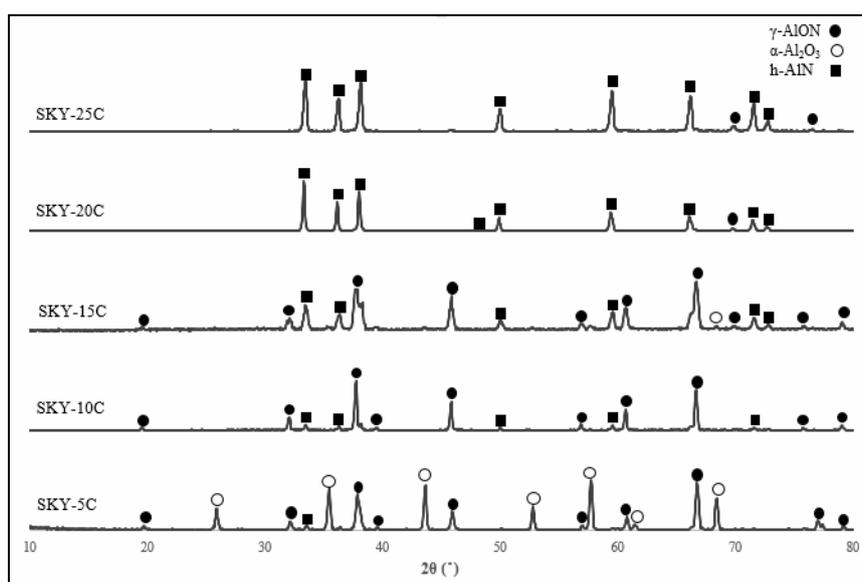
۲-۲-۲- بررسی محصولات میانی

محصولات میانی در دمای 1550°C پس از نگهداری به مدت دو ساعت، در دمای 1550°C ، 1600°C ، 1650°C و 1700°C درجه سانتی‌گراد بدون نگهداری در دما، برای نمونه با بیش‌ترین درصد فاز آلون بررسی شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی فازهای تشکیل شده در درصدهای وزنی مختلف کربن

الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌های سنتز شده و نتایج فازبندی آن‌ها به ترتیب در شکل ۱ و جدول ۷ آورده شده است.



شکل ۱- الگوی پراش پرتو ایکس بررسی نمونه‌های شامل نمونه‌های ۵-۲۵ درصد کربن به همراه نتایج فازبندی.

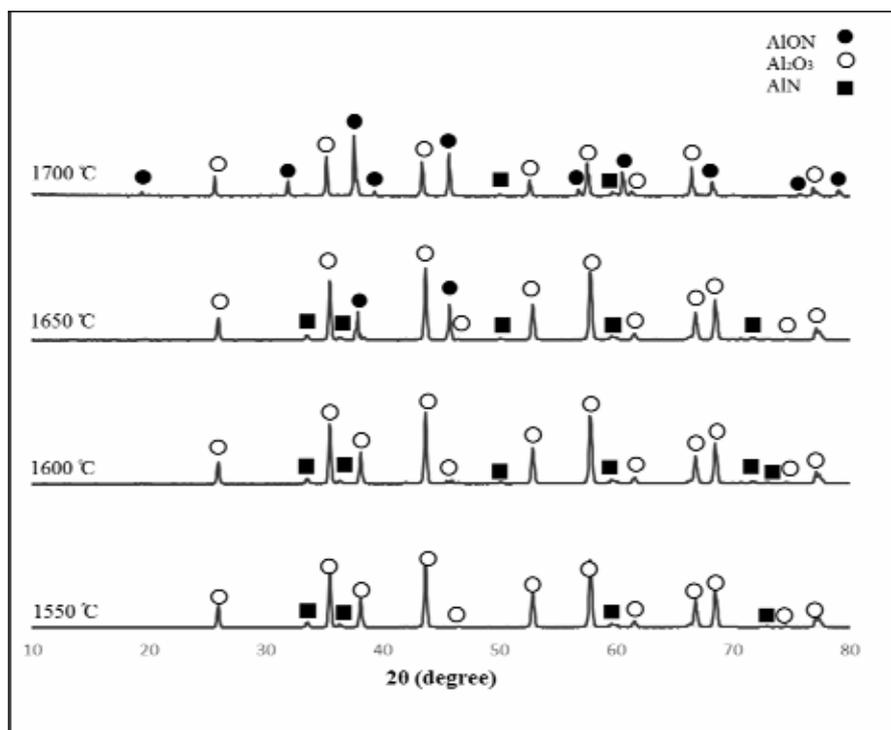
همان گونه که در شکل ۱ مشخص است، در دو ترکیب ۲۰ و ۲۵ درصد وزنی کربن، به دلیل وجود مقادیر بالای کربن، احیای بیش از حد اتفاق افتاده و در دو نمونه SKY-20C و SKY-25C درصد بسیار بالایی آلومینیوم نیتريد تشکیل شده است. با توجه به نتایج فازيابی، در نمونه SKY-10C، فاز غالب، آلون است. بنابراین درصد وزنی محصولات میانی با ۱۰ درصد وزنی کربن بررسی شد.

جدول ۲- درصد وزنی فازهای تشکیل شده در آزمایش.

نام نمونه	AION (wt%)	AlN (wt%)	Al ₂ O ₃ (wt%)
SKY-5C	۳۳	شناسایی نشده	۶۵
SKY-10C	۸۷	۱۳	شناسایی نشده
SKY-15C	۵۸	۴۰	شناسایی نشده
SKY-20C	شناسایی نشده	۹۸	شناسایی نشده
SKY-25C	شناسایی نشده	۹۸	شناسایی نشده

۲-۳- محصولات میانی

در شکل ۲ و جدول ۸، به ترتیب الگوی پراش پرتو ایکس و درصد وزنی فازهای میانی آورده شده است. همان طور که از نتایج مشخص است، با بالا رفتن دما پس از مرحله اول سنتز، هم فاز آلومینیوم نیتريد و هم فاز آلون در حال تشکیل است. نکته‌ای که وجود دارد این است که در دمای ۱۷۰۰°C افزایش ناگهانی در فاز آلون مشاهده می‌شود. که این موضوع مطابق با یافته‌های پژوهش‌های پیشین [۱۵] این افزایش ناگهانی در دمایی بیش تر از دمای ۱۶۷۰°C اتفاق می‌افتد. روند کاهشی درصد فاز آلومینیوم نیتريد در دمای ۱۷۵۰°C پس از نگهداری به مدت یک ساعت (الگوی پراش پرتو ایکس مربوط به نمونه SKY-10C)، تغییر کرده و افزایش یافته است که می‌تواند به علت طولانی بودن زمان واکنش و احیای بیش از حد آلومینا با توجه به گرافیتی بودن کوره و حضور همیشگی عامل احیا کننده، باشد.

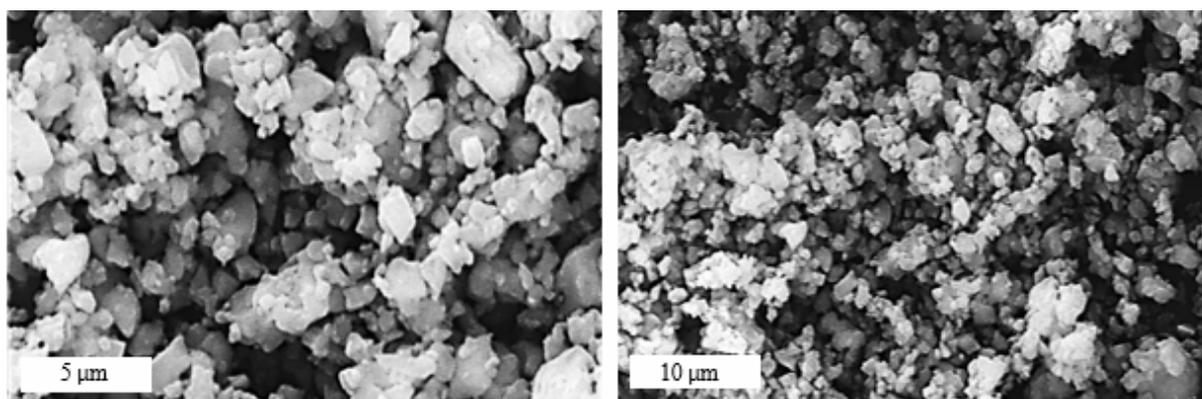


شکل ۲- الگوی پراش پرتو ایکس بررسی نمونه‌های شامل نمونه های ۵-۲۵ درصد کربن به همراه نتایج فازيابی.

جدول ۸- درصد وزنی فازهای میانی تشکیل شده.

Al ₂ O ₃ (wt%)	AlN (wt%)	AION (wt%)	دما
۹۳	۷	شناسایی نشده	۱۵۵۰°C
۸۵	۱۵	شناسایی نشده	۱۶۰۰°C
۸۴	۱۲	۴	۱۶۵۰°C
۴۸	۶	۴۶	۱۷۰۰°C

در شکل ۳ ریزساختار پودر SKY-10C آورده شده است.



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپی الکترونی روبشی SEM از پودر SKY-C10 در بزرگنمایی‌های مختلف.

۴- نتیجه گیری

- تولید پودر گاما-آلون به عنوان فاز غالب به صورت دو مرحله‌ای (سنتز همزمان آلومینیوم نیتريد و آلون) با استفاده از مواد اولیه مقرون به صرفه گاما-آلومینا و کربن فعال امکان پذیر است.
- بیشترین درصد فاز آلون تشکیل شده در ۱۰ درصد وزنی کربن به عنوان عامل احیا کننده است.
- افزایش درصد وزنی تشکیل فاز آلون در دمایی بیش تر از ۱۶۵۰°C به حداکثر خود می‌رسد.
- طولانی بودن زمان واکنش دوم می‌تواند باعث احیای بیش از حد آلومینا و تشکیل آلومینیوم نیتريد مازاد شود.

مراجع

- [1] Carter, C. B., & Norton, M. G. "Ceramic materials: science and engineering", Vol. 716, p. 712. New York: Springer, 2007.
- [2] Greskovich, C., and J. Anthony Brewer. "Solubility of magnesia in polycrystalline alumina at high temperatures", Journal of the American Ceramic Society, Vol. 84.2, pp. 420-25, 2001.
- [3] Greskovich, C. and J. Chernoch, "Improved polycrystalline ceramic lasers", Journal of Applied Physics, Vol. 45.10, pp. 4495-4502. 1974.
- [4] Greskovich, C., C. O'clair, and M. Curran, "Preparation of Transparent Y2O3 - Doped ThO2", Journal of the American Ceramic Society, Vol. 55.6, pp. 324-325. 1972.
- [5] Peng, D., et al. "Carbothermal Reduction and Nitridation Synthesis of γ -AION Powder under High Heating Rate", in *Advanced Materials Research*. 2009.
- [6] Kong, L.B., et al., "Transparent Ceramic Materials, in *Transparent Ceramics*", Springer. pp. 29-91, 2015.
- [7] Zhang, N., et al., "The pressureless sintering and mechanical properties of AION ceramic", *Materials Science and Engineering: A*, Vol. 528.19-20, pp. 6259-6262, 2011.
- [8] Liu, X., et al., "Hard transparent AION ceramic for visible/IR windows", *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, Vol. 39, pp. 38-43, 2013.
- [9] Bodhak, S., et al., "In vitro biological and tribological properties of transparent magnesium aluminate (Spinel) and aluminum oxynitride (ALON®)", *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, Vol. 22.6, pp. 1511-1519, 2011.

- [10] Liu, Q., et al., "Highly transparent AION ceramics sintered from powder synthesized by carbothermal reduction nitridation",_ Ceramics International, Vol. 42.7, pp. 8290-8295, 2016.
- [11] Wang, Y., et al., "Two-step preparation of AION transparent ceramics with powder synthesized by aluminothermic reduction and nitridation method",_ Journal of Materials Research, Vol. 29.19, pp. 2325-2331, 2014.
- [12] Zheng, J. and B. Forslund, "Carbothermal synthesis of aluminium oxynitride (ALON) powder: influence of starting materials and synthesis parameters",_ Journal of the European Ceramic Society, Vol. 15.11, pp. 1087-1100, 1995.
- [13] Bish, D.L. and S. Howard, "Quantitative phase analysis using the Rietveld method",_ Journal of Applied Crystallography, Vol.21.2, pp. 86-91, 1988.
- [14] Martinez, A., D. Bellon, and L. Reina. "Quantitative phase analysis from powder diffraction using de Rietveld method in hydrogen storage alloys based on TiCr",_ Journal of Physics: *Conference Series*. IOP Publishing. 2016.
- [15] Bandyopadhyay, S., et al., "Effect of Reaction Parameters on γ AION Formation from Al₂O₃ and AlN",_ Journal of the American Ceramic Society, Vol. 85.4, pp. 1010-1012, 2002.



* Shahabsafavi89@gmail.com

مهندس شهاب الدین صفوی،
نویسنده‌ی اول مقاله، دانشگاه
صنعتی مالک اشتر

مروری بر تاثیر افزودنی‌های فلزی در سینتر بدون فشار سرامیک کاربید بور

شهاب‌الدین صفوی، حمیدرضا بهاروندی، ناصر احسانی

دانشگاه صنعتی مالک اشتر

چکیده: کاربید بور (B_4C) به دلیل خواصی مانند سختی بالا، مدول یانگ بالا و وزن مخصوص پائین بسیار مورد توجه است، با این حال کاربرد آن به علت مشکل در سینتر پذیری و چقرمگی شکست پایین نسبتاً محدود شده است. به دست آوردن کاربید بور با دانسیته بالا بدون افزودنی در سینتر بدون فشار غیرممکن است. در این مقاله اثر افزودنی‌های فلزی مختلف که منجر به افزایش فاز مذاب در سیستم کاربید بور می‌شوند، بررسی شده است. افزودن برخی از این مواد علاوه بر افزایش خواص مکانیکی محصول نهایی منجر به افزایش دانسیته کاربید بور تا ۹۹ درصد شده است.

کلمات کلیدی: کاربید بور (B_4C)، سینتر بدون فشار، دانسیته، خواص مکانیکی.

۱- مقدمه

کاربید بور به علت خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی یکی از مهمترین سرامیک‌های مهندسی در صنعت می‌باشد. این ماده پس از الماس و نیتريد بور با ساختار مکعبی، به‌عنوان سخت‌ترین ماده شناخته شده است و به علت دانسیته پایین، سطح مقطع بالا برای جذب نوترون، پایداری شیمیایی و... به‌عنوان ماده‌ای استراتژیک مطرح است [۴-۱]. کاربید بور به علت نقطه ذوب بالا و پایداری حرارتی کاربرد بسیاری به‌عنوان ماده دیرگداز دارد، همچنین به علت دانسیته کم و سختی بالا، کاربرد بالستیکی داشته و به‌عنوان جاذب اشعه نوترون در کاربردهای هسته‌ای نیز به کار می‌رود [۵]. چسبندگی خوب و مقاومت به دمای بالای کاربید بور منجر به کاربرد آن به‌عنوان پوشش برای گلوله‌های گرافیتی نازل موشک شده است [۶]. سرامیک کاربید بور خالص نمی‌تواند دانسیته‌ای بالاتر از ۸۰٪ دانسیته تئوری حتی در دمای بالاتر از ۲۳۰۰ درجه سانتی‌گراد داشته باشد. کاربید بور با نسبت اتمی مشخص در نزدیکی نقطه ذوب دانسیته آن حداقل تا ۹۰ درصد دانسیته تئوری است. اگرچه می‌توان سرامیک کاربید بور کاملاً متراکم از طریق سینتر پرس گرم در دمای بالای ۲۱۰۰ درجه سانتی‌گراد ساخت اما سینتر بدون فشار می‌تواند از ماشینکاری پرهزینه که برای اشکال پیچیده بکار می‌رود جلوگیری کند و این روش برای تولیدات در مقیاس بزرگ مناسب است. سینتر بدون فشار ساده‌ترین روش مرسوم در فشار اتمسفر (۰/۱ Mpa) برای تولید محصولات است. بیشتر محققان تلاش دارند که سینتر بدون فشار سرامیک کاربید بور را مطالعه کنند که با افزودن انواع مختلف کمک سینترها می‌تواند دانسیته را در یک فرایند سینتر معمولی افزایش دهند [۷]. در این تحقیق سعی شده است که تاثیر افزودنی‌های فلزی مختلف بر سینتر بدون فشار کاربید بور بررسی شود.

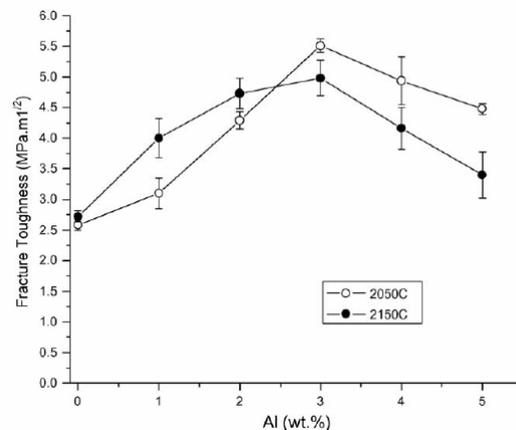
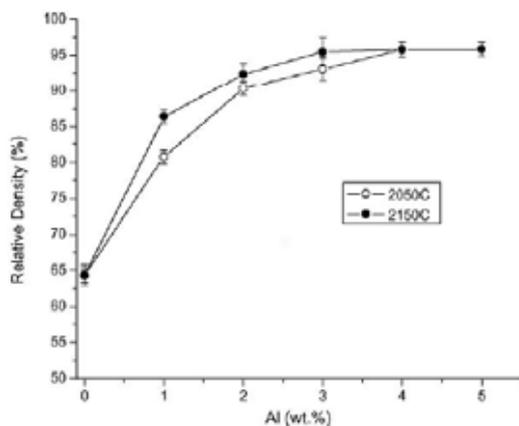
۲- تاثیر افزودنی‌های فلزی بر سینتر کاربید بور

افزودنی‌های فلزی به دلیل ایجاد فاز مذاب می‌توانند به‌عنوان کمک سینتر به سرامیک کاربید بور اضافه شوند. به دو روش می‌توان کمک سینترهای فلزی را به سرامیک کاربید بور اضافه کرد: (۱) می‌توان افزودنی را با پودر کاربید بور ترکیب کرد، مخلوط را تحت پرس سرد قرار داد و سپس سینتر کرد.

(۲) افزودنی می‌تواند در حالت فاز مذاب یا بخار در ترکیب کاربید بور تحت پرس سرد نفوذ کند. برای رسیدن به یک کامپوزیت کاملاً متراکم، ترشوندگی خوب بین کاربید بور و افزودنی فلزی ضروری است. به جهت اثربخشی در بهبود دانسیته و همچنین وزن پایین سرامیک کاربید بور، معمولاً افزودنی‌های فلزی در تولید سرامیک‌های کاربید بور انتخاب می‌شوند.

۲-۱- آلومینیوم

آلومینیوم فلزی غیر سمی است که دارای دانسیته پایین و انعطاف‌پذیری بالا می‌باشد. گزارش‌ها حاکی از آن است که کامپوزیت B_4C-Al می‌تواند چقرمگی بالا و سختی بالا در یک ساختار سبک وزن ارائه دهد؛ بنابراین از آلومینیوم به‌عنوان یک افزودنی برای افزایش دانسیته سرامیک کاربید بور در دمای پایین استفاده می‌شود [۸]. مشهدی و همکارانش [۹] اثر افزودن آلومینیوم را بر سینتر کاربید بور به روش سینتر بدون فشار بررسی کرده‌اند. در شکل ۱، نمودارهای تغییرات دانسیته و چقرمگی شکست کامپوزیت‌های کاربید بور-آلومینیوم برحسب افزایش میزان آلومینیوم پس از سینتر در دماهای ۲۰۵۰ و ۲۱۵۰ درجه سانتی‌گراد در اتمسفر آرگون آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزودن ۴ درصد وزنی آلومینیوم، دانسیته به ۹۵ درصد افزایش یافته است. آلومینیوم مذاب با کاربید بور واکنش داده و تشکیل فازهای سرامیکی جامد مثل Al_3BC و AlB_2 را می‌دهد که منجر به کاهش تخلخل و انقباض شده است. آلومینیوم باقیمانده به‌وسیله دو مکانیزم پل زدن ترک و تغییر فرم پلاستیک ذرات آلومینیوم و تنش حرارتی باقیمانده، می‌تواند منجر به افزایش چقرمگی شکست گردد. ممکن است ترک‌های ریزی در اطراف ذرات آلومینیوم ایجاد شود که به علت عدم انطباق ضریب انبساط حرارتی آلومینیوم و کاربید بور است. همچنین به نظر می‌رسد که فعل و انفعالات بین ترک‌ها و فاز آلومینیوم نرم‌تر یا انحراف ترک به‌وسیله ریزترک‌ها در اطراف ترک‌های فازی آلومینیوم، منجر به افزایش چقرمگی شکست شده است. چقرمگی شکست با افزودن بیش از ۳ درصد وزنی آلومینیوم و در دماهای بالاتر سینتر، کاهش یافته است. علت این امر افزایش اندازه دانه بوده که منجر به کاهش طول پل زدن ترک و در نتیجه کاهش چقرمگی شکست شده است [۹].



شکل ۱- تاثیر افزودن آلومینیوم بر دانسیته نسبی و چقرمگی شکست کامپوزیت کاربید بور-آلومینیوم [۹].

با توجه به مقدار آلومینیوم و شرایط فرآیند، چندین فاز دیگر مانند AlB_2 ، AlB_{12} ، Al_4C_3 ، $AlB_{12}C_2$ ، $AlB_{24}C_4$ ، $AlB_{40}C_4$ ، $AlB_{48}C_2$ ، Al_3BC ، $Al_3B_{48}C_2$ و $Al_4B_{1-3}C_4$ نیز ممکن است تشکیل شوند [۱۰].

۲-۲- سیلیسیم

سیلیسیم با وزن سبک یک نوع افزودنی شبه فلزی هست که می‌تواند بطور موثر دانسیته سرامیک کاربید بور را افزایش دهد. استیسیس^۱ و تامپسون^۲ [۱۱] از سیلیسیم به‌عنوان افزودنی کمک سینتر استفاده کردند. آنها اظهار داشتند که با سینتر بدون فشار،

¹ Stibbs

² Thompson

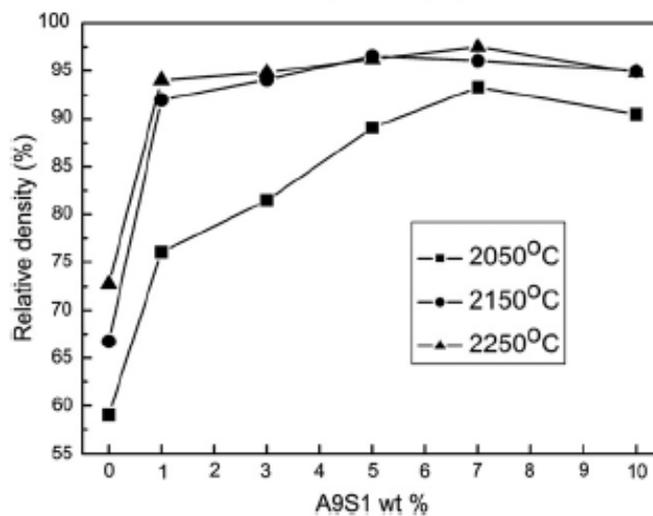
دانسیتته نسبی ترکیب کاربید بور و سیلیسیم با ۱۰ درصد وزنی و ۵ درصد وزنی در دمای سینتر ۲۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌تواند تا ۹۹/۲ درصد و ۱۰۰ درصد افزایش یابد.

کای^۱ و همکاران [۱۲] اثر افزودن سیلیسیم بر خواص سرامیک کاربید بور را بررسی کردند. آنها دریافتند که سیلیسیم می‌تواند به حالت جامد به کاربید بور برسد و $B_{12}(B,C,Si)_3$ شکل می‌گیرد. درهم‌کنش سیلیسیم در کاربید بور شبیه افزایش غلظت بور در B_xC است. خواص ترموالکتریک سرامیک کاربید بور را می‌توان با افزودن سیلیسیم به کاربید بور بهبود داد. درحالی که اگر کربن درون کاربید بور شروع به مصرف شدن کند نتیجه معکوس می‌دهد.

وی^۲ و همکاران [۱۳] اظهار داشتند زمانی که سیلیسیم به سرامیک کاربید بور اضافه می‌شود، سیلیسیم با کربن آزاد و ساختار جامد کاربید بور واکنش می‌دهد. با این حال، فاز عمده کریستال، سرامیک کاربید بور و کاربید سیلیسیوم است.

۲-۳- آلومینیوم - سیلیسیم

آلومینیوم و سیلیسیم هر دو را می‌توان به‌عنوان افزودنی‌های مخصوص سینتر بدون فشار برای سرامیک کاربید بور استفاده کرد. بنابراین برخی از محققان به بررسی اثر افزودنی‌های دوتایی Al-Si بر دانسیته در سینتر بدون فشار سرامیک کاربید بور پرداختند. ژو^۳ و همکاران [۱۴] استفاده از افزودنی‌های دوتایی Al-Si برای افزایش دانسیته کاربید بور مورد استفاده قرار داد و دریافت که بیشتر فضای شبکه‌ی دانه‌های کاربید بور توسط اتم‌های آلومینیوم اشغال شده است، در نتیجه یک فضای کمی در داخل شبکه کاربید بور برای اتم سیلیسیم باقی می‌ماند. بنابراین دیگر اتم‌های سیلیسیم در مرز دانه‌های کاربید بور باقی می‌مانند، که سبب می‌شوند رشد دانه مختل گردد. به عبارت دیگر، مواد افزودنی دوتایی Al-Si می‌توانند یک ریزساختار بهبود یافته را نسبت به افزودنی تکی آلومینیوم یا سیلیسیم تولید کنند. با توجه به شکل ۲ دانسیته نسبی سرامیک کاربید بور با افزودن ۵ درصد Al-Si بعد از سینتر در دمای ۲۲۵۰ درجه سانتی‌گراد به ۹۵/۷ درصد می‌رسد. آنها اظهار کردند که استحکام خمشی، چقرمگی شکست و سختی ویکرز می‌تواند به ترتیب $283/3 \pm 33/3$ MPa، 2.95 ± 0.4 MPa.m^{1/2} و 31.5 ± 0.8 GPa برسد.



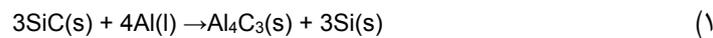
شکل ۲- تغییرات دانسیته نمونه‌های سینتر شده در دماهای سینتر ۲۰۵۰، ۲۱۵۰ و ۲۲۵۰ درجه سانتی‌گراد [۱۴].

فرگ^۴ و همکاران [۱۵] از روش نفوذ آلیاژ Al-Si به سرامیک کاربید بور استفاده کرد. این روش باعث می‌شود آلیاژ Al-Si مذاب به‌وسیله نیروی موئین بین نفوذگرها و زمینه سرامیک کاربید بور و یا به‌وسیله فشارهای خارجی، در محدوده دمایی ۶۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد نفوذ کند. این روش از تشکیل فاز Al_4C_3 که انتظار می‌رود برای خواص مکانیکی مضر باشد، جلوگیری کند. حضور سیلیسیم می‌تواند تشکیل Al_4C_3 را سرکوب کند، نفوذ آلیاژ مذاب را تسریع دهد و ترشوندگی را بهبود بخشد. سختی

¹ Cai
² Wei
³ Xu
⁴ Frage

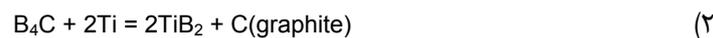
کامپوزیت‌های نفوذ داده شده به $25/5 \pm 1/8$ GPa افزایش می‌یابد، که خیلی زیاد نیست. کوموزاوا^۱ و همکاران [۱۶] اثر کمک سینتر مخلوط گازی Al و Si بر روی دانسیته کاربرد بور بررسی کرد. کمک سینتر گازی باعث می‌شود دانسیته نسبی تا ۹۷/۴ درصد دانسیته تئوری بعد از سینتر در دمای ۲۲۲۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. گاز Al به‌عنوان عامل کاهش دهنده اکسید بور می‌تواند منجر به افزایش دانسیته شود زیرا حذف اکسیدها مانع از رشد دانه‌ها می‌گردد. پس از سینتر شدن با گاز Al و ترکیبات گازی Si فازهای SiC و Al_4SiC_4 در مرز دانه‌ها شکل گرفتند که به تشکیل فاز مذاب در دمای بالا کمک کرد که همین امر موجب افزایش سینتر پذیری کاربرد بور گردید.

میزاکی^۲ و همکاران [۱۷] همچنین ثابت کردند که گونه‌های گازی Al و Si می‌توانند دانسیته سرامیک کاربرد بور ناشی از فاز مذاب را بالا ببرند. تفاوت نتایج آنها با نتایج پیشنهاد شده توسط کوموزاوا و همکاران این است که علاوه بر فازهای SiC و Al_4SiC_4 ، فاز Al_4C_3 در محصولات واکنش تشکیل شده است. آنها پیشنهاد کردند که Al گازی به‌طور مستقیم از پودر Al وارد شده است، اما Si گازی به‌طور مستقیم از پودر SiC وارد نشده است، زیرا SiC در دمای بالاتر از ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد تصعید می‌شود. تصور می‌شد که Si گازی به وسیله واکنش بین SiC و Al ایجاد شده است.



۲-۴- تیتانیوم

تیتانیوم می‌تواند با کاربرد بور واکنش دهد و فازهای جدید تشکیل شوند:



مقدار مطلق تغییر انرژی آزاد گیبس بر اساس داده‌های ترمودینامیکی واکنش‌های ابتدایی برای واکنش (۱) در مقیاس دمایی بین ۱۰۰۰ تا ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد بسیار بالاتر از واکنش (۲) است. بدین ترتیب تولید محصولات TiB_2 و C در محل صورت خواهد گرفت که هر یک از آنها برای دانسیته سرامیک کاربرد بور سودمند است. لوین^۳ و همکاران [۱۸] سرامیک Ti را به کاربرد بور اضافه کردند و آنها دریافتند که Ti اثر کمی بر دانسیته پودرهای کاربرد بور در دمای ۲۱۰۰ درجه سانتی‌گراد دارد اما در دمای ۲۱۹۰ درجه سانتی‌گراد دانسیته نسبی حدود ۸۷ درصد نسبت به دانسیته تئوری و استحکام خمشی حدود 150 ± 11 MPa دارد.

۲-۵- بور

لی^۴ و همکاران [۱۹] بور را به‌عنوان یک افزودنی برای سینتر سرامیک کاربرد بور مورد استفاده قرار داد و دریافت که بور می‌تواند دانسیته سرامیک کاربرد بور را ارتقا دهد و همچنین استحکام خمشی، چقرمگی شکست، سختی و مدول الاستیک توسط اضافه کردن بور به کاربرد بور بهبود یافته است.

گرچوک^۵ و کیسلی^۶ [۲۰] گزارش دادند که بور می‌تواند با کربن در کاربرد بور غنی از کربن واکنش دهد و در نتیجه کاربرد بور ستونی بر روی سطوح ذرات کاربرد بور تشکیل دهد. علاوه بر این بور می‌تواند هر دو دانسیته و میکروسختی سرامیک کاربرد بور را ارتقا دهد.

۳- نتیجه گیری

افزودنی‌های فلزی می‌توانند محیطی برای سینتر فاز مذاب در دماهای بالا فراهم کنند که می‌تواند فرایند انتقال توده جامد-مذاب را تسریع کند و به‌طور قابل توجهی باعث بهبود سینترپذیری سرامیک کاربرد بور شود. با وجود اینکه برخی از فازهای کاربرد فلزی که بواسطه واکنش بین افزودنی‌های فلزی و پودر کاربرد بور در مرز دانه‌ها تشکیل شده‌اند، به‌طور کلی اثر منفی بر خواص مکانیکی

¹ Kumazawa

² Miyazaki

³ Levin

⁴ Liu

⁵ Grabchuk

⁶ Kislyi

سرامیک کاربید بور دارند؛ اما با این حال، به نظر می‌رسد استفاده از افزودنی فلزی یک روش مؤثر برای ارتقا دانسیته سرامیک کاربید بور می‌باشد. بهبود خواص مکانیکی، به‌ویژه مقاومت خمشی، باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. دمای سینتر، اندازه ذرات، میزان و نوع کمک سینترها و ... عوامل مهمی هستند که در خواص کاربید بور تاثیرگذار می‌باشند. نتایج حاصل از دانسیته نسبی، دمای سینتر و خواص مکانیکی سرامیک کاربید بور با افزودنی‌های فلزی توسط پرس سرد بدون فشار در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- تراکم نسبی، دمای سینتر و خواص مکانیکی سرامیک کاربید بور با افزودنی‌های فلزی توسط سینتر بدون فشار.

افزودنی فلزی	دانسیته نسبی (درصد)	دمای سینتر (درجه سانتی‌گراد)	فشار اتمسفر	شکست استحکام خمشی (MPa)	چقرمگی (MPa.m ^{1/2})	سختی ویکرز (GPa)	مدول الاستیک (GPa)
Al [۹]	۹۵	۲۰۵۰-۲۱۵۰	محیط	۲۷۰ ± ۱۵	۵/۵ ± ۰/۱	۳۴ ± ۳	۳۲۵ ± ۲۱/۹
Si [۱۱]	۹۹/۲-۱۰۰	۲۱۰۰	محیط	-	-	-	-
Al-Si [۱۴]	۹۵/۷	۲۲۵۰	محیط	۲۸۳/۳ ± ۳۳/۳	۲/۹ ± ۰/۴	۳۱/۵ ± ۰/۸	۳۸۴ ± ۱۴/۵
Al-Si (gas) [۱۶]	۹۷/۴	۲۲۲۶	خلأ	-	-	-	-
Ti [۱۸]	۸۷	۲۱۹۰	خلأ	۱۵۰ ± ۱۱	-	-	-

مراجع

- [1] C. Subramanian, A. K. Suri, T. S. R. Ch. Murthy, Development of boron based materials for nuclear applications, BARC News Letter, Issue No. 313 March-April 2010.
- [2] Lipp A. Boron carbide, production, properties and application. Technische Rundschau 1965;14:28-33.
- [3] L. Shi, Y. Gu, L. Chen, Y. Qian, Z. Yang and J. Ma: 'A low temperature synthesis of crystalline B₄C ultrafine powders', Solid State Commun., 2003, 128, 5-7.
- [4] J. E. Zorzi, C. A. Perottoni, J. A. H. Jornada, of B₄C ceramics prepared with several additives, Mater. Lett. 59 (2005) 2932-2935.
- [5] V. Domnich, S. Reynaud, R. A. Haber, and M. Chhowalla, "Boron Carbide: Structure, Properties, and Stability under Stress," J. Am. Ceram. Soc., vol. 94, no. 11, pp. 3605-3628, Nov. 2011.
- [6] G. W. HOLLENBERG and W. V. CUMMINGS, "Effect of Fast Neutron Irradiation on the Structure of Boron Carbide," J. Am. Ceram. Soc., vol. 60, no. 11-12, pp. 520-525, Nov. 1977.
- [7] M.A. Kuzenkova, P.S. Kislyi, B.L. Grabchuk, N.I. Bodnaruk, The structure and properties of sintered boron carbide, J. Less Common Met. 67 (1979) 217-223
- [8] D. C. Halverson, A. J. Pyzik, I. A. Aksay, Processing and micro-structural characterization of B₄C/Al cermet, in: Proceedings of the Ceramic Engineering and Science, American Ceramic Society, July-August 1985, pp. 736-744.
- [9] M. Mashhadi, E. Taheri-Nassaj, and V. M. Sglavo, "Pressureless sintering of boron carbide," Ceram. Int., vol. 36, no. 1, pp. 151-159, Jan. 2010.
- [10] A. Pyzik and I. Aksay, "Multipurpose boron carbide-aluminum composite and its manufacture via the control of the microstructure," 1987.
- [11] T. R. Stibbs D, "Cold-pressed compositions. United States patent US 3,749,571. 1973 Jul 31., Oct. .
- [12] K. F. Cai, C. W. Nan, X. M. Min, The effect of silicon addition on thermoelectric properties of a B₄C ceramic, Mat. Sci. Eng. B-Solid 67(3) (1999) 102-107.
- [13] G. H. Wei HK, Zhang YJ, "[SiC/B₄C composites prepared by hot pressing]. Bull Chin Ceram Soc. 2009;28 (2):249-252. Chinese., 2009.
- [14] C. M. Xu, H. Zeng, G. J. Zhang, Pressureless sintering of boron carbide ceramics with Al-Si additives, Int. J. Refract. Met. Hard Mater. 41 (2013) 2-6.
- [15] N. Frage, L. Levin, N. Frumin, M. Gelbstein, M. P. Dariel, Manufacturing B₄C-(Al, Si) composite materials by metal alloy infiltration, Journal of Materials Processing Technology 143-144(2003)486-490.
- [16] T. KUMAZAWA, T. HONDA, Y. ZHOU, H. MIYAZAKI, H. HYUGA, and Y. YOSHIZAWA, "Pressureless sintering of boron carbide ceramics," J. Ceram. Soc. Japan, vol. 116, no. 1360, pp. 1319-1321, 2008.
- [17] H. Miyazaki, Y. Zhou, H. Hyuga, Y. Yoshizawa, T. Kumazawa, J. Eur. Ceram. Soc. 30 (2010) 999-1005.
- [18] L. Levin, N. Frage, and M. P. Dariel, "The effect of Ti and TiO₂ additions on the pressureless sintering of B₄C," Metall. Mater. Trans. A, vol. 30, no. 12, pp. 3201-3210, Dec. 1999.
- [19] Liu WL, Tan J, Zhang HB, et al., "[Study on boron-doped B₄C ceramics].;14(5):1-5. Chinese., cnki.com.cn. China Ceramic Industry. 2007.
- [20] B. L. GRABCHUK and P. S. KISLYI, WSintering of Boron Carbide with Low Content of Free Carbon*, Proshkovaya Metal., 151 (1975) 27.

معرفی پایان نامه‌های دانشجویی

پایان نامه دکتری

سنتر و بررسی سینترپذیری سرامیک‌های $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ در حضور افزودنی‌های شیشه‌ای برای کاربرد در LTCC

دانشجو: محبوبه کیانی زیتانی

اساتید راهنما: تورج عبادزاده، سارا بنی‌جمالی

استاد مشاور: رضا ریاحی فر

مهندسی مواد و متالورژی - سرامیک - الکتروسرامیک

چکیده:

در بین ترکیب‌های مختلف ارائه شده در حوزه دی‌الکتریک‌های مایکروویو، سرامیک $\text{Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ (LZT) به علت امکان استفاده از مواد اولیه ارزان قیمت و ویژگی‌های دی‌الکتریک مطلوب بسیار مورد توجه قرار گرفته است. کاهش دمای زینتر سرامیک‌های دی‌الکتریک LZT جهت کاربرد در فناوری سرامیک‌های همزمان زینتر شده دما پایین (Low Temperature LTCC Co-fired Ceramic)، چالش اصلی در پژوهش حاضر می‌باشد. در این راستا افزودن شیشه به‌ترین روش و با کمترین هزینه برای دستیابی به سرامیک‌های متراکم شده در دمای زینتر پایین است. لذا پژوهش حاضر بر امکان کاهش دمای زینتر سرامیک LZT متراکم با ویژگی‌های دی‌الکتریک مطلوب در حضور افزودنی شیشه‌های سیستم‌های جدید استوار می‌باشد. همچنین بررسی‌های ریزساختاری سرامیک‌های LZT حاوی افزودنی شیشه و بررسی تشکیل فاز مایع و رفتار ترشوندگی سرامیک LZT با شیشه‌ها نیز مدنظر می‌باشد. بر اساس بررسی رفتار حرارتی پودر مخلوط پیش ماده‌های LZT مشخص شد که دمای 845°C برای سنتر سرامیک LZT مناسب است. بر اساس نتایج به دست آمده، دمای زینتر سرامیک LZT، 1100°C به دست آمد. با هدف کاهش دمای زینتر به زیر دمای 1000°C از شیشه‌های سیلیکاتی و بوراتی استفاده شد. شیشه‌های سیلیکاتی (با ترکیب استوکیومتری فاز دایوپساید) با وجود دستیابی به شیشه - سرامیک‌هایی با خواص دی-الکتریک مناسب در دماهای زینتر پایین، افزودنی مناسبی برای سرامیک LZT محسوب نشدند. دلیل این امر عدم تشکیل فاز مایع مناسب توسط شیشه‌های این سیستم در سرامیک‌های LZT تا دمای 1000°C بود. در نتیجه این ترکیب‌های شیشه توانایی کاهش دمای زینتر سرامیک LZT را نداشتند. شیشه‌های بوراتی در سیستم دوتایی $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ توانایی تشکیل فاز مایع و تر کردن کامل سرامیک‌های LZT در دماهای کمتر از 730°C را با بررسی‌های HSM نشان داد. همچنین بررسی‌های میکروسکوپی تشکیل فازهای بیسموت تیتاناتی را در فصل مشترک شیشه بیسموت بوراتی با سرامیک LZT تایید کرد. سرامیک‌های LZT حاوی $6\text{-}16\text{wt}\%$ شیشه‌های $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ زینتر شده در دماهای $900\text{-}950^\circ\text{C}$ به دانسیته $95\text{-}90\%$ دانسیته تئوری رسیدند. خواص دی‌الکتریک سرامیک‌های LZT حاوی شیشه‌های بیسموت بوراتی حدود $25\text{-}23 = \epsilon_r$ ، $20000\text{-}6500 = Q \times f$ و $16\text{-}13 = \text{ppm}/^\circ\text{C}$ اندازه گیری شد. همچنین سرامیک‌های $\text{TiO}_2\text{-Li}_2\text{ZnTi}_3\text{O}_8$ حاوی شیشه بیسموت بوراتی $5/37\text{-}35/62\text{Bi}_2\text{O}_3$ زینتر شده در دمای 950°C به خواص دی‌الکتریک مطلوب $27\text{-}25 = \epsilon_r$ ، $47000\text{-}9000 = Q \times f$ و ضریب دمایی فرکانس شدید بسیار چشمگیر $(5\&\#43;)\text{ppm}/^\circ\text{C}$ $(-0/1) = \text{tf}$ رسیدند.

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی خواص نوری شیشه و شیشه‌های سرامیک‌های اکسی فلوریدی SiO₂ - Al₂O₃ - CaF₂ - CaO

دانشجو: میلاد پاشازاده
استاد راهنما: محمد رضوانی
استاد مشاور: محمد رضازاده
دانشگاه تبریز

چکیده:

شیشه‌های سرامیک‌های اکسی فلوریدی دو فازی هستند که شامل فاز شیشه‌ای آلومینوسیلیکاتی و فاز نانوبلوری CaF₂ هستند. این شیشه‌های سرامیک‌ها نه تنها پایداری شیمیایی و استحکام مکانیکی بالاتری نسبت به هم‌تاهای فلوریدی شیشه‌ای دارند، بلکه شفافیت نوری بالاتر آن‌ها از شیشه‌های اکسیدی معمولی نیز جالب توجه است. همچنین این مواد محیط فلوریدی مطلوب با انرژی فونونی کم و انحلال مناسب یون‌های خاکی نادر در نانو بلورهای CaF₂ را فراهم نموده‌اند. این شیشه‌های سرامیک‌ها برای کاربردهای تبدیل رو به بالا و لیزرهای جامد هستند. شیشه‌های سرامیک‌های حاوی نانو بلورهای CaF₂ به دلیل شفافیت بالای در محدوده طول موج ۰/۱۳ تا ۷/۵ μm و حلالیت CaF₂ برای یون‌های خاکی نادر بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش ابتدا، ترکیب بر حسب درصد مولی - Al₂O₃: 20 - 25% - SiO₂: 40 - 45%: 10% - CaO: 25% - CaF₂ انتخاب شده و مواد اولیه در دمای ۱۵۰۰°C ذوب شده و در قالب‌های فولادی پیش گرم شده ریخته‌گری می‌شود. پس از تهیه شیشه مناسب به منظور اطمینان از عدم تشکیل فازهای بلوری در ساختار شیشه الگوی پراش اشعه ایکس XRD نمونه‌ها مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از دماهای تبلور حاصل از آنالیز DTA شرایط عملیات تبلور شیشه‌ها تعیین و نمونه‌های شیشه‌های سرامیکی ساخته شدند. ساختار شیشه و شیشه‌های سرامیک به روش FTIR و بررسی ریزساختاری توسط SEM انجام شد. هم‌چنین اندازه‌گیری خواص اپتیکی شیشه‌ها از جمله انرژی فرمی، باند ممنوعه‌های مستقیم و غیرمستقیم مورد بررسی قرار گرفتند. با افزایش میزان Al₂O₃ در ترکیب شیشه‌ها، دمای تبلور فاز CaF₂ از ۷۲۵°C به ۶۷۱°C کاهش می‌یابد که بیان‌گر نقش دگرگون‌سازی Al₂O₃ در شیشه‌ها می‌باشد. هم‌چنین با افزایش میزان آلومینا در نمونه GS/A2 نسبت به نمونه GS/A2/25 ساختار شیشه بازتر شده و عبور در محدوده UV-VIS افزایش می‌یابد، اما در نمونه GS/A1/75 به سبب پراکندگی نور توسط خوشه‌های ایجاد شده در اثر جدایش فازی میزان عبور نسبت به دو نمونه شفاف (GS/A2, GS/A2/25) کاهش می‌یابد. شیشه‌های GS/A2 با میزان بیش‌تر Al₂O₃ نسبت به شیشه‌های GS/A2/25 از لحاظ ویژگی‌های اپتیکی به موادی با نیمه رسانایی کم‌تر تبدیل شدند.

ساخت و بررسی خواص دی‌الکتریک شیشه-سرامیک‌ها در سیستم SiO₂-PbO-CaO-CuO-TiO₂-B₂O₃-K₂O

دانشجو: طاهره نظری علی‌آبادی
استاد راهنما: پروین علیزاده
دانشگاه تربیت مدرس

چکیده:

در پایان‌نامه حاضر، شیشه-سرامیک CaCu₃Ti₄O₁₂ (CCTO) با روش ذوب و ریخته‌گری و طی دو مرحله عملیات حرارتی ساخته شد. فریت تهیه‌شده با ترکیب (65PbO-24SiO₂-3K₂O-7B₂O₃-1ZnO) درصد وزنی) با ۳۲، ۳۴ و ۳۸ درصد وزنی CaO، CuO و TiO₂ در مقادیر استوکیومتری CCTO مخلوط و در دمای ۱۰۹۰-۱۰۷۰°C ذوب شد. نمونه‌ی دارای ۳۲

درصد وزنی CCTO با ساختار آمورف، به‌عنوان شیشه‌ی نهایی انتخاب شد. جهت مطالعه‌ی نمونه‌ها، آنالیزهای پراش پرتو ایکس (XRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و به‌منظور تعیین شرایط عملیات حرارتی و اندازه‌گیری خواص دی‌الکتریک، به ترتیب آنالیزهای گرماسنجی افتراقی (DSC) و LCR-meter مورد استفاده قرار گرفتند. شرایط عملیات حرارتی، ۶ ساعت در دمای 468°C و ۲ ساعت در دمای 830°C انتخاب شد. طبق نتایج XRD و SEM (آنالیز نقطه‌ای و نقشه‌عنصری) در شیشه-سرامیک، بلورهای مکعبی شکل CCTO، دو محلول جامد از $(\text{Pb}_{1-x}\text{Ca}_x)\text{TiO}_3$ و درصد کمی از فاز $\text{CaTiO}(\text{SiO}_4)$ در زمینه شیشه‌ای وجود داشتند. مقدار ثابت دی‌الکتریک شیشه در فرکانس 1 MHz پس از عملیات حرارتی از $16/3$ به $41/2$ افزایش و مقدار تلفات دی‌الکتریک نیز به علت کاهش درصد شیشه از $0/00046$ به $0/012$ افزایش یافت. اثر افزودن Nb_2O_5 به ازای فریت به‌منظور بهبود خواص دی‌الکتریک مورد بررسی قرار گرفت. شیشه‌ها با درصد وزنی ۲، ۴ و ۶ شدند. نتایج XRD تشکیل فازهای TiO_2 ، CCTO، $\text{Pb}_2\text{Nb}_2\text{TiO}_9$ و $\text{CaTiO}(\text{SiO}_4)$ را در زمینه‌ی شیشه‌ای نشان داد و با توجه به نتایج SEM، کاهش اندازه‌ی بلورهای CCTO با افزایش مقدار Nb_2O_5 مشاهده شد. مقادیر ثابت دی‌الکتریک و تلفات دی‌الکتریک در شیشه‌های دارای ۲، ۴ و ۶ درصد وزنی Nb_2O_5 در فرکانس 1 MHz به ترتیب $17/3$ ، $18/5$ ، $18/9$ و $0/00047$ ، $0/00088$ ، $0/0044$ و در شیشه-سرامیک‌ها به ترتیب $63/7$ ، $72/9$ ، $66/4$ و $0/092$ ، $0/019$ ، $0/035$ اندازه‌گیری شدند. با افزودن Nb_2O_5 به‌ازای فریت، مقدار تلفات دی‌الکتریک به علت کاهش درصد شیشه افزایش یافت. افزایش در ثابت دی‌الکتریک با جایگزینی Nb_2O_5 به کاهش درصد شیشه و تبلور فازهایی با ثابت دی‌الکتریک بالا، قطبش فضای بار و حضور آلاینده‌ی Nb در CCTO نسبت داده شد.

بررسی اثر افزودن عوامل فوم‌زا بر زینترپذیری، رفتار تبلور و قابلیت فومی شدن شیشه-سرامیک‌های تهیه شده از سرباره فولاد

دانشجو: محمدحسین مردی

استاد راهنما: آیدا فایقی‌نیا

استاد مشاور: اشکان کشاورزی

پژوهشگاه مواد و انرژی

چکیده:

سرباره آمورف کوره قوس الکتریک شرکت فولاد مبارکه، برای تهیه فوم شیشه سرامیک مورد استفاده قرار گرفت. برای بهبود خواص فومی شدن و دست یابی به فاز ویسکوز، ضایعات شیشه سودالایم فلوت (شیشه پنجره) به مقدار ۵۰ درصد وزنی اضافه شده و با سینتر نمونه‌های دارای فوم‌زای SiC، از ۸۵۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد، بر پایه این ترکیب بهینه گردید. دمای بهینه به دست آمده برای تاثیر سرباره در فومی شدن ترکیب، ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد به دست آمد. در ادامه، برای مطالعه تاثیر کاستن و یا افزودن میزان ضایعات شیشه، درصد‌های مختلفی از آن به سرباره افزوده شده و همراه با عوامل فوم‌زا سینتر گردید و مشاهده شد که در دمای ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد، افزودن ۵۰ درصد وزنی شیشه، از نقطه نظر دانسیته و استحکام به شکل همزمان، میزان بهینه است. برای انتخاب توزیع اندازه ذرات، و دانسیته خام مناسب برای فوم‌زایی، نمونه‌ها با چند توزیع ریز، درشت و متوسط در سه فشار پرس ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ مگاپاسکال پرس گردیده و چهار نوع توزیع دارای تراکم بالا، همراه با عوامل فوم‌زا مخلوط و زینتر گردیدند. مشاهده شد که علی‌رغم دانسیته خام بالای نمونه GS3 (۱/79 گرم بر سانتیمتر مکعب) که دارای توزیع درشت اندازه ذرات (میانگین ۱۲۰ میکرون) است، قابلیت فومی شدن نمونه GS5 با توزیع ریز (میانگین ۵۰ میکرون) و دانسیته خام کمتر (۲۲/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب)، بسیار بیشتر است. به طوری که دانسیته بعد از پخت GS3 برابر با ۸۴/۰ و GS5 0/43 گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. پنج نوع عامل فوم‌زا شامل کاربید سیلیسیم، کربنات کلسیم، اکسید کروم، گرافیت و کربنات باریم در پنج میزان مختلف به ترکیب پایه اضافه گردید و خواص فیزیکی و تبلور حاصل از این فوم‌زها مطالعه شد. فاز کریستالی متبلور شده غالب در استفاده از همه‌ی این فوم‌زها وولاستونیت و شبه وولاستونیت بود. بیشترین افزایش حجم مربوط به نمونه ۵ درصد وزنی باریم کربنات بوده است. بیشترین میزان تخلخل مربوط به نمونه‌ی حاوی ۱ درصد وزنی SiC می‌باشد. بالاترین استحکام فشاری در بین سه ترکیب تایید شده از لحاظ ریزساختار مربوط به نمونه‌ی ۱ درصد وزنی کربنات کلسیم به میزان ۸/۴ مگاپاسکال می‌باشد. همچنین توزیع تخلخل‌ها در تمامی فوم‌زهای استفاده شده غیر یکنواخت بوده و تنها اکسید کروم توزیع بهتری نسبت سایرین دارد.

اعضای حقوقی انجمن سرامیک ایران

اعضای حقوقی ویژه انجمن سرامیک ایران



شرکت پویا همراه سرام (بازرگانی و مهندسی مشاور)

مدیرعامل: مهندس محسنی طارمیری
 آدرس دفتر مرکزی: تهران، تهرانپارس، خیابان رشید، نبش خیابان ۱۴۴ غربی، ساختمان امیرکبیر، طبقه ۲، واحد ۱۰
 تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۷۷۲۹۵۴۹۸
 نشانی سایت: www.phceram.com



تهیه و تولید مواد نسوز کشور

مدیرعامل: مهندس باقری
 آدرس دفتر مرکزی: تهران، یوسف‌آباد، خیابان ابن سینا، نبش خیابان ۳۱، شماره ۸۲
 تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۷۱۲۵۶۲
 نشانی سایت: www.irrep.com



لعبیران

مدیرعامل: دکتر نعمتی
 آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان ونک، خیابان گاندی شمالی، کوی شهید صانعی، شماره ۲۵
 تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۷۹۵۱۴۱-۲
 نشانی سایت: www.loabiran.com



شرکت سهامی شیشه قزوین (عام)

مدیرعامل: مهندس محمدرضا علاقندیان
 آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان استاد مطهری، خیابان شهید سرافراز، پلاک ۳۴
 تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۷۳۱۵۱۵
 نشانی سایت: www.ghazvinglass.com

Glassworks Hounsell Ltd

مدیرعامل: Mr. William Brinkman
 آدرس دفتر مرکزی: Glassworks Hounsell, Park Lane, Halesowen, West Midlands, United Kingdom
 تلفن دفتر مرکزی: ۴۴-(۰)-۱۳۸۴۵۶۰۶
 فاکس: ۴۴-(۰)-۱۳۸۴۵۶۱۳۶
 نشانی سایت: <http://www.glassworkshounsell.co.uk>



مجتمع کارخانجات تولیدی توس چینی

مدیرعامل: مهدی کامران نجار
 آدرس دفتر مرکزی: مشهد، ضلع غربی میدان احمدآباد، پلاک ۱۲
 تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱۳-۸۴۱۶۸۸۰
 نشانی سایت: www.toosporcelain.com

اعضای حقوقی ممتاز انجمن سرمایه‌گذاران ایران

دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول

مدیریت: دکتر متین

آدرس: دزفول، کوی آزادگان، دانشگاه آزاد اسلامی

تلفن دفتر مرکزی:

۰۶۴-۱۶۲۶۲۰۹۰

نشانی سایت:

www.iaud.ac.ir

چینی بهداشتی آرمیتاژ

مدیرعامل: مهندس محمدحسین وکیلی مقدم

آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان ونک، خیابان ونک، پاساژ تک،

طبقه دوم، آپارتمان شماره ۷

تلفن دفتر مرکزی:

۰۲۱-۸۸۷۹۰۲۲۷

نشانی سایت: http://www.armitagesw.com

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات خوزستان

مدیریت: دکتر لک

آدرس: اهواز، سه‌راه فرودگاه، دانشگاه آزاد

واحد علوم و تحقیقات

تلفن دفتر مرکزی: ۰۶۱-۳۴۴۵۷۱۷۴

نشانی سایت: www.khuzestan.srbiau.ac.ir

شایراد تجارت پارس

مدیرعامل: مهندس اتحادی

آدرس: تهران، خیابان آفریقا،

خیابان فرزانه غربی، پلاک ۸۰، واحد

۱۱

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۴۸۳۱۰

نشانی سایت: www.shyrad.com

شرکت دانش بنیان شیمیایی درفش کاویان راد

مدیرعامل: دکتر مهدی احمدی

آدرس دفتر مرکزی: کیلومتر ۴۰

جاده مشهد، فریمان، شهرک

صنعتی کاویان، فاز یکم، خیابان

صنعت ۱۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۶-۳۴۶۹۳۵۸۴

شرکت لیمون چینی آراد

مدیرعامل: مهندس مسعود ایمانی

آدرس کارخانه: مشهد، شهرک صنعتی توس، فاز یک، بلوار صنعت،

نیش صنعت ۷

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱-۳۵۴۱۲۴۲۴

نشانی سایت: www.lemonporcelainrad.ir

کاشی گرانیات و کاشی لعاب زهره

مدیرعامل: مهندس خیاط

آدرس دفتر مرکزی: خراسان رضوی، کاشمر، کیلومتر ۱۲ محور



کاشمر به مشهد، جنب

شهرک صنعتی، شرکت کاشی

زهره کاشمر

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱-۵۵۳۸۳۵۹۱

نشانی سایت: www.zohrehtile.com

کاشی کسری

مدیرعامل: مهندس روشنفکر

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان آفریقا،

خیابان ناهید شرقی، پلاک ۱۲، طبقه ۳ و ۵

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۲۲۰۱۰۱۴۰

نشانی سایت:

www.kasratileco.com

فرآورده‌های نسوز ایران

مدیرعامل: مهندس لقمانی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان بهار شیراز،

خیابان سلیمان خاطر، بعد از ملایری‌پور، پلاک ۵۱

واحد ۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۳۴۳۴۰۸

نشانی سایت: www.irefco.ir

فرآورده‌های نسوز آذر

مدیرعامل: مهندس سلیمانی فرد

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان ولیعصر، بالاتر از پارک ساعی،

کوچه ساعی ۲، روبروی مدرسه پسرانه هاتف، پلاک ۳۱، واحد منفی ۱

تلفن دفتر مرکزی:

۰۲۱-۸۸۸۸۲۰۹۵

نشانی سایت:

www.azarref.ir



اعضای حقوقی انجمن سرامیک ایران

آپادانا سرام

مدیر عامل: مهندس نجفی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان

ملاصدرا، روبروی بیمارستان بقیه‌الله،

کوچه گلدهشت، گلدهشت یکم، پلاک ۸

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۴۳۱۰۰۰۰

نشانی سایت: www.apadanaceram.com



آریا تهران سرام

مدیر عامل: محمد علی سلیمانی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیرازی

جنوبی، خیابان اتحاد، پلاک ۴، واحد ۱

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۰۵۹۶۱۰



IRAN L.M.D.

ایران ایمدی

مدیر عامل: مهندس مطلب لو

آدرس دفتر مرکزی: تهران،

خیابان شیراز شمالی، نبش کوچه

شهریار، ساختمان ۳۳، واحد ۱۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۰۴۷۰۷۱

نشانی سایت: www.imdco.net



اشکان پارت آفرین

مدیر عامل: دکتر غفاری

آدرس دفتر مرکزی: کرج، گلشهر ویلا رودکی

غربی، پلاک ۲۷۱

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۶۳-۶۶۷۰۸۳۶

پارس کائولن

مدیر عامل: مهندس صمدی

آدرس: طبس، نرسیده به جو خواه،

معدن کائولن پارس

تلفن: ۰۲۱-۸۸۰۷۵۵۷۳

نشانی سایت: www.parskaolin.com

پارس کائولن



پژوهشگاه علوم و فناوری رنگ

مدیریت: دکتر رنجبر

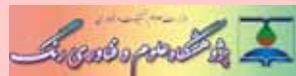
آدرس دفتر مرکزی: بزرگراه

صیاد شیرازی شمالی، خروجی لویزان، میدان حسین آباد، خیابان

وفامنش، نبش کوچه شمس، پلاک ۵۹

تلفن: ۰۲۱-۲۲۹۴۴۱۸۴

نشانی سایت: www.icrc.ac.ir



پژوهشگاه مواد و انرژی

مدیریت: دکتر صالحی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان آرژانتین،

انتهای خیابان الوند، کوچه جوبین، پلاک ۱۶

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۷۷۱۶۲۶-۲۷

نشانی سایت: www.merc.ac.ir

پژوهشگاه
مواد و انرژی

پیشرو ذوب اتور

مدیر عامل: مهندس ملایی داریانی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان احمد

قصیر، کوچه یکم، پلاک ۶، واحد ۱۰

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۵۴۹۸۸۴

نشانی سایت: www.pishrozob.com



پیشگامان سرامیک برسام

مدیر عامل: مهندس سرجهانی

آدرس دفتر مرکزی: شیراز، بلوار امیرکبیر برج صنعت

ورودی ۳، طبقه ۴، واحد ۴۱۷

تلفن دفتر مرکزی: ۰۷۱-۳۸۳۸۵۴۴۴

نشانی سایت: www.barsamceram.com

برسام
سرامیک پیشگامان

تولیدی و صنعتی سامان کاشی

مدیر عامل: مهندس سیدمحسنی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، بلوار میرداماد،

بین نفت و مدرس، شماره ۲۳۷، طبقه ۱

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۲۲۲۵۸۸۲۱

نشانی سایت: www.samantile.com

سامان کاشی
SAMAN TILE

تولیدی و مهندسی نسوزین

تولیدی و مهندسی نسوزین

تهیه و تولید خاک نسوز استقلال آباده

مدیرعامل: مهندس زارعی
آدرس دفتر مرکزی: آباده، چهارراه جوادیه
تلفن دفتر مرکزی: ۰۷۱-۴۴۳۳۷۹۹۷

مدیر عامل: مهندس زرعیان
آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان
آرژانتین، خیابان بیهقی، خیابان دوازدهم
شرقی، پلاک ۲، طبقه ۳، شماره ۶
تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۵۰۴۵۹۱
نشانی سایت: www.nasoozin.com

تهیه و تولید مواد اولیه آریاکانی اسپادانا

مدیرعامل: دکتر پویامهر
آدرس دفتر مرکزی: اصفهان، خیابان ملاصدرا، خیابان پانزدهم،
پلاک ۳۴، واحد ۳
تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۱۳-۶۶۱۷۵۳۷-۸

چینی اصفهان

مدیرعامل: مهندس جهانبانی
آدرس: اصفهان، جاده دولت آباد، خیابان بهارستان، اولین فرعی سمت
چپ، خیابان خبوشانی
تلفن دفتر مرکزی:
۰۳۱-۴۵۸۳۶۲۰۰

**چینی بهداشتی ارس**

مدیرعامل: مهندس حسین پور
آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیخ بهایی، میدان
شیخ بهایی، برج صدف، طبقه ۴، واحد ۶۴
تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۶۰۶۵۰۸
نشانی سایت: www.arasind.com

**چینی زرین ایران**

مدیرعامل: مهندس قصابی
آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان ونک،
خیابان ونک، ساختمان شماره ۲۵
تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۷۷۰۰۴۴
نشانی سایت: www.zariniran.com

**خاک چینی ایران**شرکت صنایع
خاک چینی ایران

مدیرعامل: مهندس نوروزی
آدرس دفتر مرکزی: خیابان ولیعصر، نرسیده به
پل پارک وی، کوچه خاکزاد، پلاک ۲۱، طبقه اول
تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۲۲۰۱۸۱۰۷

دانشگاه ملایر

مدیریت: دکتر علیرضا سوری
آدرس: دانشگاه ملایر، دانشکده فنی و مهندسی،
گروه مهندسی مواد
تلفن: ۰۸۱-۳۲۳۵۵۴۶۵
نشانی سایت: www.malayeru.ac.ir

**دورا سرام ایساتیس**

مدیرعامل: مهندس ندافیان
آدرس دفتر مرکزی: سعادت آباد، بلوار فرهنگ، نبش خیابان ۲۰
شرقی، پلاک ۲، طبقه ۴ شمالی
تلفن: ۰۲۱-۲۲۳۸۳۱۶۰
نشانی سایت: www.Doramic.com



رنگدانه‌های سرامیکی گهرفام
مدیرعامل: مهندس مهینی
آدرس دفتر مرکزی: یزد، شهرک صنعتی خضراآباد، بلوار افاقیا،
خیابان زیتون
تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۵۳-۷۲۷۲۴۴۸

سارا کاشی سپاهان

مدیرعامل: مهندس مجنون
آدرس دفتر مرکزی: اصفهان، خیابان
سجاد، ابتدای خیابان ارباب، جنب بانک
صادرات، مجتمع کسری، واحد ۱
تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۱۳-۶۶۲۷۱۱۷
نشانی سایت: www.saratile.com



سارا لعاب میبد
مدیرعامل: مهندس جعفری پور میبیدی
آدرس دفتر مرکزی: میبد، شهرک
صنعتی جهان آباد، بلوار نسترن شمالی
صنعت ۵
کدپستی: ۸۹۶۵۱۳۶۴۹۳
تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۵۲-۷۷۷۲۲۲۸
نشانی سایت: www.saralaab.com

ساگار و قطعات نسوز

مدیرعامل: مهندس معرفتی

آدرس: مرنده، کیلومتر ۵ جاده قدیم جلفا،

شهرک صنعتی سرامیکی

تلفن: ۰۴۱-۴۲۲۲۳۸۲

نشانی سایت: www.saggarmfg.com**سرامیک‌های صنعتی اردکان**

مدیرعامل: مهندس برهانی

آدرس دفتر مرکزی: اصفهان،

میدان آزادی، ابتدای خیابان

سعادت‌آباد، پلاک ۱، طبقه ۴، واحد ۸

تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۱۳-۶۶۸۷۷۷۲

نشانی سایت: www.aic.ir**ذوب و نسوز ایرانیان**

مدیرعامل: میثم محامی

آدرس: تهران، خیابان شهید رجایی، نرسیده به ایستگاه مسجد مادر،

نیش کوچه ۷۳، پلاک ۷۷

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۵۵۰۱۹۵۳۹

نشانی سایت: www.zobiranco.com**شرکت صنایع سرام آرا**

مدیرعامل: مهندس آهنی‌ها

آدرس دفتر مرکزی: تهران،

خیابان سپهبد قرنی، بالاتر از چهارراه طالقانی، خیابان شاداب غربی،

پلاک ۳۳، طبقه ۶

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۸۹۱۰۴۵

نشانی سایت: www.ceramara.ir**شرکت فیبرونا**

مدیرعامل: مهندس شاهپوری

آدرس دفتر مرکزی: تهران،

خیابان میرزای شیرازی، نیش استاد

مطهری، شماره ۲۱۱

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۷۲۳۳۵۵

نشانی سایت: www.fiberona.com**شرکت مهندسی بازرگانی**

درداران سرپر

مدیرعامل: مهندس طهماسبی

آدرس دفتر مرکزی: تهران،

خیابان ولیعصر، خیابان فتحی شقاقی، میدان سلماس، پلاک ۳، طبقه

۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۳۳۷۳۶۶-۸

نشانی سایت: www.sarirco.com**صنایع کاشی زرین خراسان**

مدیرعامل: مهندس عمید متشرف

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان

ملاصدرا، خیابان شیراز جنوبی، پلاک ۹۹،

طبقه اول

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۰۶۷۶۸۱

نشانی سایت: www.zarrintile.com**صنایع کاشی نیلوفر**

مدیرعامل: مهندس نوربخش

آدرس دفتر مرکزی: مشهد، بلوار

فردوسی، مجتمع تجاری اسکان، طبقه ۱،

واحد ۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱۳-۷۶۲۳۳۳۶

نشانی سایت: www.niloofartile.com**صنایع کاشی و سرامیک الوند**

مدیرعامل: مهندس

هوشیار

آدرس دفتر مرکزی:

تهران، خیابان آفریقا، بالاتر از چهارراه اسفندیار، کوچه شهید سعیدی،

پلاک ۲۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۲۲۰۵۷۸۱۱

نشانی سایت: www.alvancer.com**صنایع کاشی و سرامیک سینا**

مدیرعامل: مهندس عزیزیان

آدرس دفتر مرکزی: تهران، بلوار میرداماد، بعد از

میدان مادر، پلاک ۲۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۲۲۲۷۲۳۰۱

نشانی سایت: www.sinatile.ir

صنعت سرام

مدیرعامل: مهندس غفاری

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان فرجام، بین چهارراه خاور و ولیعصر، پلاک ۶۲۰ واحد ۱۱

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۷۷۷۲۳۵۸۹

**فرآورده‌های نسوز آذر شهاب تبریز**

مدیرعامل: مهندس صدیقی

آدرس دفتر مرکزی: تبریز، خیابان راه آهن، ایستگاه سرچشمه، مجتمع تجاری میلاد، طبقه ۳، واحد ۳۰۵

تلفن دفتر مرکزی: ۰۴۱-۳۵۵۱۸۴۴۱

نشانی سایت: www.azarshahab.com

**فرآورده‌های نسوز پارس**

مدیرعامل: مهندس حیدرپور

آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان ونک، خیابان ونک، برج آیین ونک، طبقه ۷، واحد ۷۱

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۷۸۶۶۹۲

نشانی سایت: www.pars-ref.ir

کائولین و خاک‌های نسوز خراسان

مدیرعامل: مهندس زیارت نیا

آدرس دفتر مرکزی: مشهد، بلوار فلسطین، فلسطین ۱۴، پلاک ۲۸

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱۳-۷۶۷۳۰۳۴-۵

نشانی سایت: www.kaolin-co.com

**کاشی تیما**

مدیرعامل: دکتر ناصری

آدرس دفتر مرکزی: مشهد، شهرک صنعتی توس، فاز ۲، اندیشه ۲، انتهای دانش ۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱۳-۵۴۱۳۹۹۰

نشانی سایت: www.tima-tile.com

**کاشی ستاره میبد**

مدیرعامل: مهندس خالقیه

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان ملاصدرا، شیراز جنوبی، گرمسار غربی، کوچه بهار، پلاک ۲۶، طبقه ۴، واحد ۷

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۰۴۴۷۴۴

نشانی سایت: www.setarehtile.com

**کاشی طوس**

مدیرعامل: مهندس توکلی فرد

آدرس دفتر مرکزی: مشهد، خیابان سناباد، جنب داروخانه سناباد، ساختمان ۴۶۵، طبقه ۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱۳-۸۴۱۶۴۱۸

نشانی سایت: www.toostileco.com

**کاشی فیروزه مشهد**

مدیرعامل: مهندس مسعود فولادکار

آدرس دفتر مرکزی: مشهد، بلوار سجاده، خیابان بیستون ۲، مجتمع تجاری طوس، طبقه ۵ و ۶

صندوق پستی: ۹۱۳۷۵-۴۴۳۷

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱۳-۷۶۷۰۰۰۱

نشانی سایت: www.firoozehtile.com

**کاشی کرد**

مدیرعامل: مهندس چنگیزی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، سهروردی شمالی، هویزه شرقی، پلاک ۳۴

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۳۵۲۳۳۳۳

نشانی سایت: www.cordgroup.com

**کاشی مرجان**

مدیرعامل: مهندس معصومی

آدرس دفتر مرکزی: اصفهان، خیابان چهار باغ بالا، کوچه کاویان، پلاک ۴۱

تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۱۳-۶۲۴۸۰۱۹

نشانی سایت: www.marjantileco.com

**کاشی مسعود ایران**

مدیرعامل: مهندس فرشادپور

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان آفریقای شمالی، ساختمان مرکز تجارت ایران، طبقه ۹، واحد ۶

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۲۶۲۱۲۶۳۵-۳۷

نشانی سایت: www.masoudtile.com

**کاشی نوآوران**

مدیرعامل: مهندس طباطبایی

آدرس دفتر مرکزی: یزد، میبد، شهرک صنعتی جهان آباد، بلوار مریم

تلفن: ۰۳۵۳-۲۳۷۲۱۹۳

نشانی سایت: www.noavaranceramics.ir





گروه پاترون (پات روشن نیکتا)

مدیر عامل: مهندس عباس کلانتر

آدرس: تهران، خیابان ملاصدرا، پلاک ۱۶۲، طبقه چهارم
تلفن: ۰۲۱-۸۸۲۱۰۸۹۰

نشانی سایت: www.patron.group



لعاب مارال میبد

مدیر عامل: دکتر داود قهرمانی

آدرس دفتر مرکزی: یزد، میبد، شهرک صنعتی جهان آباد، بلوار نسترن شمالی، خیابان صنعت ۹

تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۵-۳۲۳۷۴۰۹۶-۷

نشانی سایت: www.marallob.ir



گل‌سار فارس

مدیر عامل: مهندس فرحمند

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان کریم‌خان زند، خیابان سپهبد قرنی، خیابان برادران شاداب، پلاک ۳۳، طبقه ۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۹۰۸۰۴۴

نشانی سایت: www.golsarfars.com

لعاب یاس فارس

مدیر عامل: مهندس کریمی علویچه

آدرس: شیراز، کیلومتر ۳ جاده شیراز بوشهر، بعد از پل شهید علیپور، جاده ایستگاه شماره ۱ گاز

تلفکس: ۰۷۱۳-۸۳۰۱۹۹۰



لعاب مشهد

مدیر عامل: دکتر یوسفی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیراز جنوبی، کوچه اتحاد، پلاک ۱۴، طبقه ۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۰۴۳۶۹۶

نشانی سایت: <http://www.mashhadglaze.com>



مجتمع تولیدی چینی مقصود

مدیر عامل: مهندس ایمانی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان ولیعصر، بالاتر از پارک ساعی، نبش کوچه ۳۴، پلاک ۱۱۵۹، طبقه ۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۸۶۹۸۵

نشانی سایت: www.maghsoudporcelain.com



مجتمع تولید چینی بهداشتی نوین سرام

مدیر عامل: مهندس حقی

آدرس دفتر مرکزی: مشهد، چهارراه ابوطالب، مجتمع برجیس، طبقه دوم، واحد ۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۵۱-۱۷۲۷۶۰۳۳

نشانی سایت: www.novinceram.com



معدنی و صنعتی سوراوجین عقیق

مدیر عامل: مهندس معصومی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، سعادت آباد، خیابان علامه شمالی، انتهای کوچه اقبال ملی، پلاک ۱، واحد ۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۲۲۰۸۱۳۷۳

نشانی سایت: www.iranclay.com



مجتمع صنعتی اردکان (چینی رز)

مدیر عامل: مهندس ضرابیه

آدرس دفتر مرکزی: یزد، چهارراه یزد باف، ساختمان یزدباف، طبقه ۲

تلفن دفتر مرکزی: ۰۳۵۳-۵۲۲۹۷۶۰

نشانی سایت: www.chinirose.com

مفید شیشه

مدیر عامل: مهندس موسوی کریمی

آدرس دفتر مرکزی: تهران، خیابان

ولیعصر، پایین‌تر از میدان ونک، شماره

۲۵۴۰، طبقه ۷

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۶۶۴۸۱۱

نشانی سایت: www.mofidglass.comمقره سازی ایران

مدیر عامل: دکتر کورنگی

آدرس دفتر مرکزی: تهران،

خیابان بهار جنوبی، کوچه

نیلوفر، شماره ۴

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۷۷۵۲۸۶۴۲

نشانی سایت: www.iraninsulator.comشرکت مقره‌سازی ایران
«مانه»
Iran Insulator Co.مهفام جام (سهامی خاص)

مدیر عامل: مهندس دهقان

آدرس دفتر مرکزی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان احمد قصیر،

چهاردهم غربی، پلاک ۲۶، طبقه ۳

تلفن دفتر مرکزی: ۰۲۱-۸۸۵۱۵۰۱۵

تقویم رویدادهای سرامیک

اولین کنفرانس بین‌المللی توسعه فناوری مهندسی مواد، معدن و زمین شناسی

تهران

۵ دی ۱۳۹۸

www.emg.bcnf.ir

دومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی مکانیک، مواد و متالوژی

تفلیس، گرجستان

۲۵ آذر ۱۳۹۸

www.memconf.ir

7th Conference on Electrophoretic Deposition (EPD 2020)

New Mexico, USA

November, 8-13 2020

https://www.dkg.de/en/events/congresses_and_conferences/event/217

Ceramitec 2021

Munich, Germany

May, 18-21 2021

Materials Science & Technology (MS&T) 2020

Pittsburgh, Pa., United States

October, 4-8 2020

<http://www.matscitech.org/>

Hybrid Materials and Structures 2020

Karlsruhe, Germany

April, 28-29 2020

<https://hybrid2020.dgm.de/zur-konferenz/begrueessung/>

The 5th Bioinspired Materials

Irsee, Germany

March, 16-19 2020

<https://bioinspired2020.dgm.de/home/>

The 17th Electroceramics Conference

Germany

August, 24-27 2020

www.electroceramicsXVII.org

8th International Congress on Ceramics (ICC7) 2020

Busan, Korea

August, 23-27 2020

www.icc8.org

