سنتز سریع و زیست سازگار نانو ذرات اکسید مس با استفاده از روش نوین فرآورش تصعیدی

محمّد کیهانی، لاله رجبی ، علی اشرف درخشان
Keyhani@Petrorazi.ir
مرکز تحقیقات پلیمر دانشگاه رازی

چکیده

در این پژوهش با طراحی روش سنتز دما بالای خود گسترش یابنده (SHS) -که تکنیک مهندسین متالورژی در تولید مواد پیشرفته است- و ادغام آن با روش های مهندسی شیمی به تولید نانو ذرات اکسید مس نیمه اکسایش یافته $Cu_{64}O$ و Cu_8Oدر اندازه های حدود ۳۵ و ۵۵ نانومتر دست یافته شد. ویژگی بارز این روش سنتز (فرآورش تصعیدی) ، مدت زمان کوتاه ، خود پالایندگی و گام های نوآورانه آن است.

مقدمه

نانو ذرات اکسید مس در تولید سیالات نانو[۱] ، مواد ضد باکتری ، مواد نیم رسانا ، کاتالیست ، رنگدانه ، نگهدارنده ی چوب ، نانو کامپوزیت های اپوکسی-اکسید مس ، مکمل غذایی و ... به کار برده شده است. [۲]

طیف وسیع کاربرد های این نانو ذرات ، تلاش برای دست یابی به روش های سنتز بهتر و کامل تر برای تولید آن را موجه می کند. تشکیل فیلم اکسید مس بر روی پایه ی نانوذرات مس می تواند ضمن ثابت نگه داشتن خواص سطحی اکسید مس ، امکان بهره مندی از خواص الکتریکی فلز مس را امکان پذیر کند.

برخی روش های پیچیده و غیر قابل دسترس از قبیل تابش لیزر بر هدف مسی چنین اکسید مسی را تولید کرده اند.[۳] در عین حال با استفاده از روش خود گسترش یابنده ی ارائه شده می توان این نانو ذرات را بسیار ساده تر سنتز کرد.

از جهت دیگر سنتز مواد نانو با پیچیدگی ، زمانبری و آلوده سازی محیط همراه بوده و تلاش های بسیاری برای روش های زیست سازگارانه از جمله در سنتز اکسید مس صورت پذیرفته است. [۴]

کنترل پذیر کردن محصولات جانبی ، یک مرحله ای کردن واکنش ، استفاده از مواد دور زیر و زائد صنایع و اعمال مهندسی پسماند از جمله روش های مهمی است که می تواند در افزایش زیست سازگاری یک روش سنتز موثر باشد ، با اینحال طراحی درست فرآیند، تمام شرایط فوق را برقرار می سازد. بنابرین نگارندگان طراحی یک فرآیند حالت جامد با شرایط فوق را مد نظر قرار دادند.

مواد و روش ها

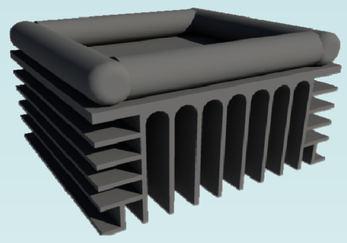
از کلرید مس I خریداری شده از شرکت مرک و پودر آلومینوم صنعتی (آلومینیوم اکریل) و اکسیژن موجود در هوا جهت سنتز نانوذرات اکسید مس نیم اکسایش یافته طی یک مرحله واکنش استفاده گردید.

مواد مورد نظر ابتدا به مقدار استوکیومتری توزین شدند. و در هاون چینی به خوبی با هم مخلوط شدند. از یک المنت حرارتی برای تأمین حرارت اولیه ی واکنش بهره گرفته شد.

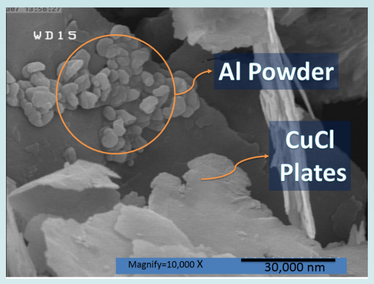
این مواد در دو واکنش گاه مورد استفاده قرار گرفت ، اول واکنش گاه ساخته شده توسط نگارندگان (شکل ۱)که یک هیت سینک اصلاح شده است و دیگری بوته ی چینی معمولی ، محصول در حمام سونیک با استون دو مرتبه شست وشو شد و از آزمون های SEM، FTIRو XRDجهت بررسی مشخصات محصولات استفاده گردید.

نتایج

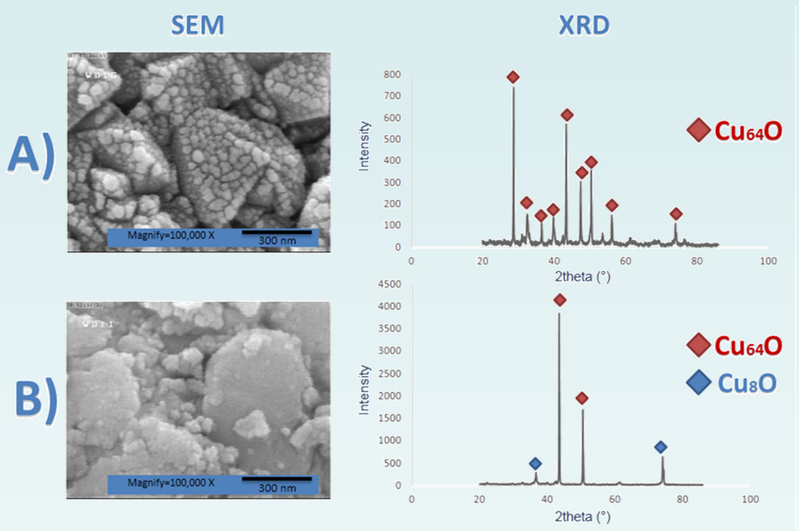
نتایج آنالیز SEM که در شکل ۳ نشان داده شده اند ، بیانگر کوچک شدن نانو ذرات محصول نسبت به مواد اولیه (شکل۲) هستند، به طوری که مواد اولیه در اندازه های میکرومتری بوده (در حدود ۰.۲ میکرومتر تا ۱.۵ میکرومتر) در حالیکه محصولات نانومتری اند. آنالیز XRD و رابطه شرر نیز قطر بلورک ها را در حدود کمتر از ۳۹ نانومتر برای محصول راکتور ساخته شده (شکل ۱) و ۵۵ نانومتر برای ماده ی در بوته ی چینی بدست می دهد که با تصاویر SEM توافق مناسبی دارد . آنالیز FTIRنمونه مقدار نسبتا ناچیز ناخالصی درمحصول را تایید کرده است.



شکل ۱ واکنشگاه با انتقال حرارت بالا



شکل ۲ تصویر پودر واکنشگر مخلوط شده



شکل ۳ نتایج آنالیز های SEM و XRD برای (A نمونه سنتز شده در واکنشگر شکل ۱ (B نمونه ی سنتز شده در بوته چینی معمولی

همچنین آنالیز XRD نشان می دهد تمام پیک های شدید نمونه ی سنتز شده در واکنشگر شکل ۱ با مشخصات پراش ، $Cu_{64}O$ هماهنگی کامل دارد. آنالیز XRD در مورد نمونه ی سنتز شده در بوته ی چینی نیز نشان می دهد که درکنار فاز $Cu_{64}O$ فاز Cu_8O شروع به تشکیل کرده است.

این آنالیز حضور موثر فاز آلومینیوم کلراید $AlCl_3$ ، اکسید آلومینیوم Al_2O_3، اکسید مس آلومینیوم $CuAlO_2$ و سایر ناخالصی ها را تایید نمی کند که این نکته موید خود پالایشی فرآیند است. (شکل ۴)

شکل ۴ مراحل انجام فرآورش تصعیدی در یک جو پایدار و بدون اغتشاش

بحث و نتیجه گیری

در مهندسی شیمی محصولات جانبی اغلب به عنوان مشکلات پالایشی مطرح بوده اند. زیرا از خلوص محصول اصلی کاسته و نیاز به عملیات پالایش را ایجاد کرده اند.

چنانچه در شکل ۴ مشاهده می شود ، محصول جانبی فرآیند مورد نظر ما در اثر گرمای واکنش تصعید شده و محیط واکنش را به راحتی ترک می کند.

در ضمن به علت دمای تصعید نسبتا پایین ۱۸۷ درجه ی سانتی گراد ، این محصول جانبی به راحتی و با خلوص بالا قابل دسترسی است. ارزش و اهمیت آلومینیوم کلریدکه محصول جانبی فرآورش تصعیدی است باعث شده در چند سال اخیر تلاش هایی برای تهیه انواع خالص آن صورت پذیرد. [۵]

به عبارتی از نظر مسائل محیط زیستی اکسید مس تولید شده توسط نگارندگان دارای ناخالصی قابل توجهی نبوده همچنین محصول جانبی آن دارای تقاضای مصرف و ارزش اقتصادی بالاست. این مساله وقتی خود پالایشی فرآیند در نظر گرفته شود ، بسیار بیشتر نمود می یابد.

به عنوان جمع بندی می توان گفت: اکسید مس نیمه اکسایش یافته با روشی سریع ، زیست سازگار و نوآورانه سنتز و شناسایی گردید. مشاهده شد که با تغییر آهنگ سرد کردن نمونه ها ، فاز و شکل آنها دستخوش تغییر می گردد. به طوری که در انتقال حرارت بالا ذرات کمتر اکسایش یافته و اندازه کوچکتری داشته اند ، در مقابل کاهش نرخ سرد سازی (مثلا با استفاده از محیط واکنش عایق همچون بوته ی چینی) باعث به هم چسبیدن ذرات یعنی افزایش اندازه ذرات و اکسایش بیشتر آنها شده است.

مراجع

[1] Chang, Ming-Hui, Hwai-Shen Liu, and Clifford Y. Tai. "Preparation of Copper Oxide Nanoparticles and Its Application in Nanofluid." Powder Technology 207.1-3 (2011): 378-86. Print.

[2] Takahashi, T., J. Suzuki, M. Saburi, and Y. Uchida. "Selective Preparation of Copper, Copper(I) Oxide, or Copper(II) Oxide Fine Particles from Organocopper Compounds." Journal of Materials Science Letters 7.11 (1988): 1251-252. Print.

[3] Haram, N. ,Ahmad, N., "Effect of laser fluence on the size of copper oxide nanoparticles produced by the ablation of Cu target in double distilled water" Appl Phys A (October 2012) 32, 1417-1423

[4] Shah, M.A., and F.M. Al-Nowaiser. "A Green and an Environmentally Benign Route to Prepare Cu_2O Nanocrystals and Their Potential." Int. J. Nanoparticles 4.1 (2011): 27-32. Print.

[5] Won Lee, Dong, Hye Moon Lee, and Jel Pil Wang. "CHEMICAL SYNTHESIS OF ALUMINUM CHLORIDE (AlCl3) BY COST-EFFECTIVE REDUCTION PROCESS." Reviews on Advanced Materials Science 28 (2011): 40-43. Print.

دانشگاه رازی

Polymer Research Center

http://keyhani.id.ir