



## تشکیل محلول جامد مس و نقره با استفاده از روش سنتز احتراقی خود پیش رونده

سید محمد مهدی شفیعی<sup>۱\*</sup>، اسماعیل صلاحی<sup>۲</sup>، سید علی طیبی فرد<sup>۳</sup>

پژوهشگاه مواد و انرژی

(\*SMM\_SHAFIEE@YAHOO.COM)

## چکیده

در این پژوهش با استفاده از روش سنتز احتراقی خود پیش رونده محلول جامد مس و نقره با ترکیب  $Ag_{20}Cu_{80}$  تشکیل گردید که در طی آن پودر های مس و نقره به مدت ۳ ساعت آسیاب شده و سپس پودر حاصل از آسیاب در فشار ۲۵۰ Mpa پرس شده و سپس در دمای ۲۵۰ سانتی گراد پیش گرم شده و سپس در کوره با خلاء  $10^{-2}$  torr سنتز احتراقی قرار گرفته و سپس با استفاده از XRD مورد بررسی قرار گرفت. در نتایج الگوی اشعه ایکس XRD نتیجه می شود که پیک های مس به سمت زوایای کمتر و پیک های نقره به سمت زوایای بیشتر جا به جا شده که این موضوع تشکیل محلول جامد را نشان می دهد.

واژه های کلیدی: سنتز- احتراق - خود پیش رونده- مس- نقره- SHS

## ۱- مقدمه

سنتز احتراقی، یک فرصت جذاب تجربی نسبت به روشهای سنتی برای تولید مواد پیشرفته نظیر ، سرامیکها ، کامپوزیت های سرامیکی ، و ترکیبات اینترمتالیک ، از زمانیکه SHS با مزایای چون فرایندی اقتصادی و ساده پیشنهاد شد، فراهم آورده است . وجه مشخصه روش SHS در بهره گیری از واکنشهای فوق العاده گرمازا جهت پیشرفت خودبخودی است و بنابراین کارایی شگرفی دارد. واکنش گرمازا در دمای افروزش  $T_{ig}$  آغاز می شود ، و گرمایی تولید می شود که دمای نمونه را به دمای ماکزیمم یا دمای احتراق می رساند ،  $T_c$  (برای مثال 6500K-1000) ، لذا می تواند ناخالصیهای با نقطه جوش پایین را تبخیر کند ، و در نتیجه محصول با خلوص بالاتر نسبت به بیشتر روشهای سنتی را تولید خواهد کرد . در یک واکنش سنتز احتراقی به عنوان نمونه ، پودرهای مخلوط واکنشگرها به شکل یک استوانه پرس شده با یک دانسیته مشخص و این نمونه برحسب زمان در حین واکنش سنتز احتراقی ارائه شده افروزش می یابد، یا به صورت موضعی در یک نقطه (مد انتشاری) یا بوسیله حرارت کل نمونه فشرده شده خام تا دمای افروزش واکنش احتراقی (مد احتراقی همزمان) . محصولات واکنش سنتز احتراقی بطور معمول بیش از حد متخلخل هستند و زمینه ای مناسب برای خردایش و آسیاب و تهیه پودر را دارا هستند. (۷-۱)

فرآیند SHS دارای مزایای زیادی نسبت به روشهای معمول در تهیه مواد پیشرفته است ؛ از جمله این مزایا می توان به (۵) صرفه جویی در انرژی، سادگی پروسه، خلوص نسبی محصول، امکان همزمان سنتز و دانسیته شدن و امکان سنتز محلولهای جامد، کامپوزیتها و فازهای شبه پایدار اشاره داشت. (۱۰-۸)

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد نانومواد، پژوهشگاه مواد و انرژی

۲- استادیار، پژوهشگاه مواد و انرژی

۳- استادیار، پژوهشگاه مواد و انرژی

تاریخچه SHS ارتباط نزدیکی با کشف پدیده شعله جامد دارد. در دهه ۶۰ مطالعات روی مکانیزم احتراق در سیستمهای جامد مولد گاز نظیر انفجارها در مرکز تحقیقات Chernogolovka شوروی سابق انجام شد. در همان زمان قانون تبدیل جامدات به گاز در احتراق شدید ثابت شده بود. برای امتحان فرضیات، آلومینوترمی آهن بدون حضور گاز و استفاده از آلومینا بعنوان کندکننده واکنش، تدارک دیده شد. بعد از احتراق، محصول وزن اولیه اش را حفظ کرده بود چراکه واکنشگرهای اولیه و محصولات در حالت جامد در طول احتراق باقی میمانند. (۱۱-۱۳)

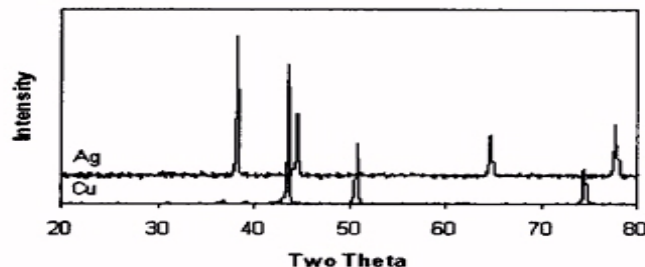
تحقیق روی سیستمهای جدید بدون گاز منجر به کشفی قابل ملاحظه شد که بعداً به پدیده شعله جامد شهرت یافت. شعله جامد یک احتراق در حالت جامد است، بطوریکه واکنشگرها و محصولات در حالت جامد باقی میمانند (حتی در دماهای احتراق بالا). پودرهای فعال کمیاب فلزی دیرگداز (نیوبیم، تنتالیم، مولیبدن، تنگستن و غیره) و غیرفلزات (بر و کربن و سیلیکون) به عنوان واکنشگر محصولات دیرگداز (برایدها، کاربیدها و سیلیسایدها) را بدست می دهند. بزودی روشن شد که شعله جامد روش مناسبی برای بدست آوردن مواد دیرگداز است، شیوه ای که سنتز دما بالای خود پیشرو (SHS) نامیده شد در سیستم Ag-Cu واکنش یو تکتیک وجود دارد که در نتیجه آن دو فاز شبه پایدار حاصل می گردد در این پژوهش با استفاده از روش احتراقی تشکیل فازهای شبه پایدار بررسی گردیده است. (۱۶-۱۴)

## ۲- روش آزمایش

در این پژوهش، پودرهای مس با اندازه  $60 \mu\text{m}$  و نقره با اندازه  $10 \mu\text{m}$  و با خلوص ۹۹.۹۹٪ در آسیاب سیاره ای با نسبت گلوله به پودر ۱:۱۵ و با  $300 \text{ rpm}$  به مدت ۳ ساعت با ترکیب  $Ag_{20}Cu_{80}$  آسیاب شدند و سپس توسط الگوی پراش XRD مورد بررسی قرار گرفتند. سپس پودر با فشار ۲۵۰ Mpa به شکل استوانه ای در آمده و سپس نمونه در کوره ای الکتریکی تا دمای ۲۵۰ سانتی گراد پیش گرم شده و سپس نمونه در راکتور احتراق با محیط خلا  $10^{-2} \text{ torr}$  مورد سنتز احتراقی قرار گرفت و توسط الگوی پراش اشعه X مورد بررسی قرار گرفت و سپس توسط روش ویلیامسون هال اندازه دانه های مس و نقره اندازه گیری گردید.

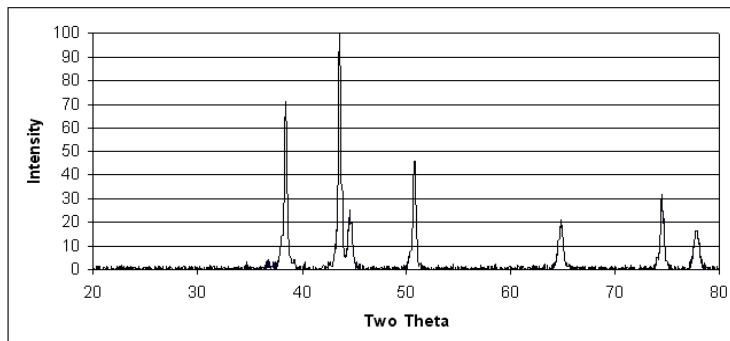
## ۳- نتایج و بحث

الگوی پراش اشعه X پودرهای مس و نقره خالص در شکل ۱ نمایش داده شده است.



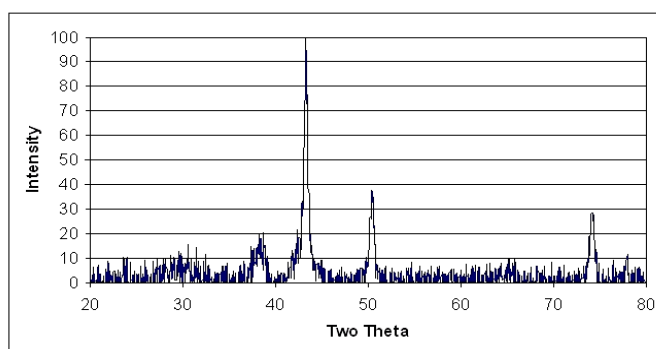
شکل ۱- الگوی اشعه ایکس XRD پودرهای اولیه مس و نقره

در شکل ۲ الگوی اشعه X نمونه پس از ۳ ساعت آسیاب نمایش داده شده است. با توجه به شکل ۲ دیده می شود که پیک ها پهن تر شده که این امر ناشی از کوچکتر شدن اندازه دانه های مس و نقره می باشد.



شکل ۲- الگوی اشعه X نمونه پس از ۳ ساعت آسیاب

در شکل ۳ الگوی پراش اشعه ایکس نمونه را پس از عملیات سنتز احتراقی نمایش داده شده است. در شکل دیده می شود که پیک های مس و نقره جابجا شده که در نتیجه آن پیک های مس به سمت زوایای کمتر و پیک های نقره به سمت زوایای بیشتر جابجا می شود که این امر ناشی تشکیل محلول جامد در اثر احتراق می باشد که شرایط نفوذ را ایجاد نموده است.



شکل ۳- الگوی پراش اشعه ایکس نمونه را پس از عملیات سنتز احتراقی

جدول ۱ اندازه دانه های مس و نقره را در پودر اولیه و پس از ۳ ساعت آسیاب شدن و پس از سنتز احتراقی نشان می دهد.

جدول ۱- اندازه دانه های مس و نقره



| میانگین اندازه دانه مس | میانگین اندازه دانه نقره |
|------------------------|--------------------------|
| ۶۳ μm                  | ۱۰ μm                    |
| 523.61nm               | 321.43nm                 |
| 663.8nm                | 483nm                    |

همانطور که از جدول ۱ نتیجه می شود اندازه دانه های مس و نقره پس از ۳ ساعت آسیاب کاهش و پس از سنتز احتراقی افزایش می یابد.

## نتیجه گیری

در این پژوهش با استفاده از روش سنتز خود پیش رونده محلول جامد مس و نقره تشکیل گردید که با استفاده از XRD مورد بررسی قرار گرفت و در نتیجه آن پیک های مس و نقره جا به جا گردید که پیک های نقره به سمت زوایای بیشتر و پیک های مس به سمت زوایای کمتر جا به جا می گردد که ناشی از نفوذ می باشد که در نتیجه آن با نفوذ اتم های نقره در مس، پارامتر شبکه مس افزایش می یابد و در نتیجه نفوذ مس در نقره، پارامتر شبکه نقره کاهش می یابد.

## مراجع

- 1- Roy W.Rice and William J. Mcdonough, " Intrinsic Volume Change of Self - Propagating Synthesis", Journal of American Ceramic Society, Vol. 68, pp22 -123, 1985
- 2- H.C. Yi., J.J. Moore, "Review Self Propagating High-Temperature (Combustion) Synthesis (SHS) of Powder-Compated Materials, Journal of Materials Science" , Vol. 25 pp.159-1168, 1990.
- 3- Zuhair A. Munir, "Synthesis of High-Temperature Materials by Self-Propagating Combustion Methods," Ceramic Bulletin, Vol.76, pp 342-349, 1988.
- 4- C. Bartuli, "Self-Propagating High Temperature Synthesis (SHS) for theProduction of Ceramics: Current Technology and Applications", Ceramic, Acta, Vol.8 , pp. 59 70, 1996.
- 5- Gi Wooklee, Hyun-Woolee, Young-Dokim and Young-Seagkim, " Synthesis and densification of MoSi2 by Self-Propagating High-Temperature Synthesis", Ceramic Transaction, Vol.56, American Ceramic Society, pp. 5766, 1995.
- 6- Y.L. Jeng, E. J. Larenia, "Review Processing of Molybdenum Disilicide ", Journal of Materials Science, Vol.294, pp.2557-2571, 1994.



انجمن احتراق ایران

FCCI2010-1154

## سومین کنفرانس سوخت و احتراق ایران

تهران - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - اسفند ماه ۱۳۸۸



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
دانشکده مهندسی هوافضا

- 7- J. Subrahmanyam, M. Vijayakumar, " Review Self-Propagating high -Temperature Synthesis", Journal of Materials Science, Vol.27, pp 6249-6273, 1992.
- 8- C.A.Swenson and W.S.Marshall and E.L.Miller and K.W.Pickard and A.V.Gavrilin and K.Han and H.J.Schneider-Muntau, "Appl.Supercond" IEEE Trans,Vol.14, pp. 1233, 2004.
- 9- H.J.Schneider-Muntau and K.Han and N.A.Bednar and C.A.Swenson and R.Walsh, "Appl.Supercond" IEEE Trans,Vol.14, pp. 1153, 2004.
- 10- W.Grunberger and M.Heilmaier and L.Schultz, "Physica B ", Vol.643, pp.294-295, 2001.
- 11- K.Han and J.D.Embury and J.R.Sims and L.J.Campbell and H.J.Schneider-Muntau and V.I.Pantsyrnyi and A.Shikov and A.Nikulin and A.Vorobieva," Mater.Sci.Eng.A ", Vol.99, pp. 267, 1999.
- 12- J.L.Langford,"J.Appl.Cryst", Vol. 10, pp.11, 1978.
- 13- R.B.Dingle," R.Soc.London A " Philos.Trans, pp. 545 , Vol . 201, 1950.
- 14- E.H.Soadheimer," Adv.Phys ", Vol 1, pp. 1, 1952.
- 15- M.Zhu and Z.F.Wu and M.Q.Zeng andL.Z.Ouyang," J.Mater.Sci ", Vol. 3259-3266, pp.43, 2008.
- 16- J.B.Liu and L.Meng and Y.W.Zeng,"Mater. Sci.Eng. A", Vol.237-244, pp.435-436, 2006.