



بررسی نحوه اختلاط پودر، تاثیر دما و ترکیب شیمیایی در کیفیت جاروبک های تولید شده به روش متالورژی پودر

مسعود پارساپور

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- گروه صنعتی متالورژی پودر آریا

مهرداد پارساپور

کارشناسی ارشد الکترونیک- گروه صنعتی متالورژی پودر آریا

محمد رضا خلخالی،

کارشناسی مهندسی صنایع- گروه صنعتی متالورژی پودر آریا

مهدی پارساپور

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک- گروه صنعتی متالورژی پودر آریا

چکیده

زغال صنعتی الکتروموتور (جاروبک) به طور عمده در قطعات الکترونیکی که نیاز به انتقال جریان الکتریسیته در قطعات دوار و غیر ثابت دارند، استفاده می شود. در این پژوهش، عوامل تاثیر گذار در فرایند تولید زغال های صنعتی پایه مس-کربن ساخته شده به روش متالورژی پودر در گروه صنعتی متالورژی پودر آریا قزوین بررسی شد. به منظور حل مشکل اختلاط دو پودر کربن و مس از روش اختلاط دو پره ای پس از همزن V شکل استفاده گردید که با بهره گیری از شبیه سازی عددی در نرم افزار LS-Dyna با کوپل دو روش FEM و DEM بهترین شکل پره جهت اختلاط، طراحی و آنالیز شد. در بخش بعدی، دو عامل مهم در کیفیت یعنی سختی خود زغال و مقاومت سیم متصل به آن در مقابل نیروی کششی بررسی گردید. نمونه های مختلفی با ترکیبی از مس و کربن در دمای مختلف زینتر شد و دو عامل مقاومت کششی سیم و سختی زغال مورد مقایسه قرار گرفت. شایان ذکر است که در آزمایش های صورت گرفته میزان کشش توسط نیروسنج دیجیتال و سختی ها توسط دستگاه سختی سنج به روش برینل صورت پذیرفت. نتایج حاصله نشان داد که نمونه هایی که از مس ریز دانه ساخته شده و در دمای 700-800 زینتر شده بودند دارای بالاترین مقدار سختی و مقاومت کششی می باشند.

واژگان کلیدی: جاروبک، زغال صنعتی الکتروموتور، متالورژی پودر، زینترینگ، LS-Dyna



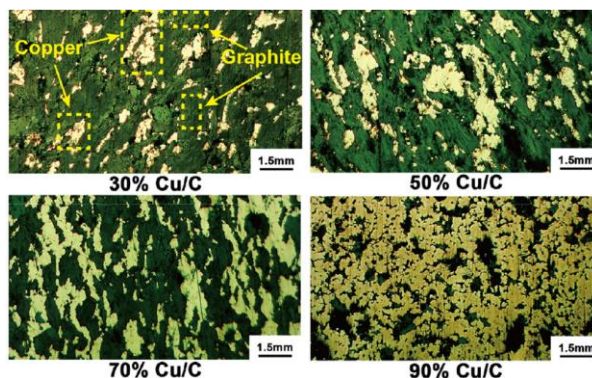
مقدمه

زغال‌ها برای انتقال جریان بین قسمت‌های دوار و ثابت در طیف گسترده‌ای از موتورهای الکتریکی استفاده می‌شوند. سیر پیشرفت خودروها در کشورهای بزرگ تولید کننده و رفتن به نیروی الکتریکی به جای سوخت‌های فسیلی به عنوان قوای محرکه، لزوم استفاده از موتورهای الکتریکی و به پیرو آن زغال صنعتی را بیش از پیش دارای اهمیت نموده است. در حین کار، زغال نیاز به انتقال جریان دارد و در لغزش نسبی در معرض اصطکاک سطحی قرار می‌گیرد. شرایط کاری پیچیده تعیین می‌کند که زغال‌ها باید دارای خواص حرارتی و فیزیکی عالی، مقاومت در برابر فشار و کشش باشند. جاروبک‌های مس-گرافیت از مزیت رسانایی بالای مس و خود روانکاری گرافیت برخوردارند که معمولاً به روش متالورژی پودر تهیه می‌شوند. مس و کربن ماده اصلی بوده و سایر اجزاء به عنوان یک پیوند دهنده اضافه می‌شوند. بسته به میزان کربن دمای کوره زینتر متفاوت خواهد بود تا نتیجه بدست آمده دارای مشخصه‌های کیفی مورد نیاز باشد. در فرایند متالورژی پودر، عوامل مختلف فرایند بر محصول نهایی تاثیر می‌گذارد. این عوامل شامل اندازه دانه‌های پودر، روش مخلوط سازی پودرها، فشار پرس، دما و زمان حضور قطعه در کوره زینتر و... می‌باشد. یکی از تحقیقات صورت گرفته پیرامون روش و مدل مخلوط سازی پودر نشان داد که استفاده از همزن استوانه‌ای، 8 تا 20 درصد بر مقاومت فشاری و 10 تا 20 درصد بر سختی قطعه نسبت به استفاده از همزن V شکل می‌افزاید که در «شکل 1»، تصویر همزن‌ها مشاهده می‌گردد. (Arvind M et al, 2022)



شکل 1) شکل راست: همزن استوانه‌ای شکل چپ همزن V شکل (Arvind M et al, 2022)

در تحقیق دیگری عملکرد سایش 5 مدل زغال صنعتی با نسبت مس متفاوت مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که در دمای بالا سایش زغال‌هایی که مس بیشتری در ترکیب خود دارند افزایش می‌یابد. (Xinlong Liu et al, 2021). تصویر بزرگ شده زغال‌ها با درصد مختلف مس در «شکل 2» نشان داده شده است.



شکل 2) تصویر مدل مختلف زغال با نسبت مختلف مس (Xinlong Liu, 2021)

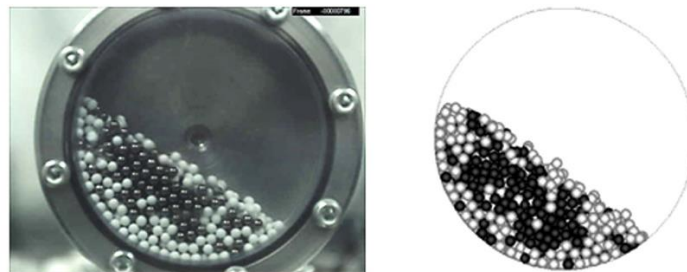


دمای کوره زینتر از عوامل مهم در کیفیت قطعات در متالورژی پودر می باشد. در پژوهش صورت گرفته در سال 2007 گزارش شد که میزان دما کوره زینتر در تولید زغال صنعتی بر کیفیت آن تاثیر چشمگیر دارد. طبق تحقیقات آن ها، پیشنهاد شد هنگامی که محتوای حجمی گرافیت کمتر از 50٪ باشد، دمای تف جوشی در حدود 700 درجه سانتیگراد تا 950 درجه سانتیگراد قرار بگیرد تا پیوند متالورژی بین عناصر مس در قطعه بهبود یابد. هنگامی که محتوای حجم گرافیت بیش از 70٪ باشد، دمای کوره زینتر 120 درجه سانتیگراد تا 550 درجه سانتیگراد باشد تا پیوند عناصر تشکیل دهنده زغال صورت پذیرد. (XIA Jin-tong et al, 2007) (Rutie_Liu et al, 2020).

در تحقیق دیگر توسط محققان امریکایی، (A.Mazlum et al, 2020) روند نیروی برشی و رسانایی زغال ها در حین استفاده پس از سایش مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که با افزایش روند سایش، مدول برشی و رسانایی آن کاهش می یابد.

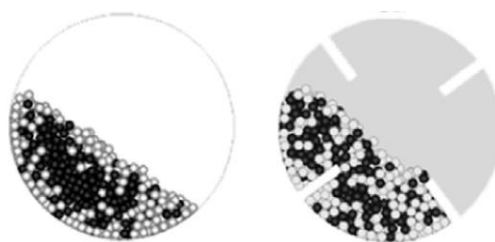
نوع کربن موجود در قطعه زغال مس- کربن بر خصوصیات آن تاثیر گذار خواهد بود. تحقیقی در این رابطه صورت گرفته است که مشخص کرد استفاده از گرافیت پوشش دهی شده نسبت به کربن طبیعی قابلیت نرمی بیشتر به زغال می دهد و در فشار های خمشی تحمل بیشتری نشان می دهد در حالی که استفاده از کربن طبیعی قطعه نهایی را ترد و شکننده می کند. (JM) (Zhou et al, 2020)

پژوهش هایی نیز در رابطه با شبیه سازی رفتار پودر در مرحله اختلاط و همچنین در مرحله متراکم سازی پودر در قالب پرس انجام شده است. در این پژوهش ها از روش DEM (Discrete Element Method) جهت شبیه سازی پودر ها به شکل گوی های کوچک استفاده می گردد. محققان ژاپنی، نحوه اختلاط گوی ها را توسط شبیه سازی عددی به روش DEM و توسط آزمایش تجربی مورد بررسی قرار دادند (Michinori Yamamoto et al, 2016). آن ها نشان دادند تطابق خوبی بین نتایج آزمایشگاهی و شبیه سازی عددی برای گوی ها درون یک استوانه دوار مطابق «شکل 3» وجود دارد.



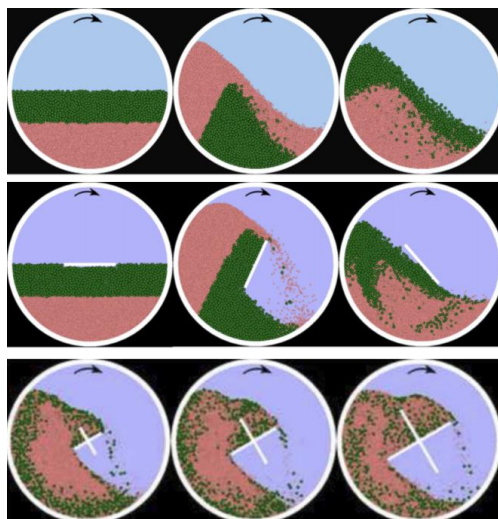
شکل 3) تصویر اختلاط گوی های شبیه سازی شده در سمت راست و گوی ها در آزمایش تجربی در سمت چپ (Michinori Yamamoto et al, 2016)

شکل استوانه در تحقیقات صورت گرفته توسط محققان بهینه سازی شد. آن ها نشان دادند که با اضافه کردن پره در محیط جداره درونی و یا در مرکز، سبب افزایش اختلاط و همچنین کاهش زمان اختلاط کامل می گردد. نتایج دو پژوهش در «شکل 4 و 5» مشاهده می شود.



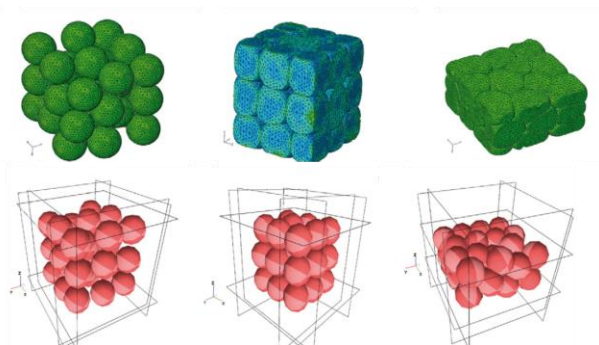


شکل 4) تصویر اختلاط گوی های شبیه سازی شده با مدل استوانه پره دار و گوی ها در استوانه ساده (Michinori Yamamoto et al, 2016)



شکل 5) تصویر اختلاط گوی های شبیه سازی شده با مدل استوانه ساده و پره دار در مدل مرکزی (Maoqiang Jiang et al, 2011).

استوانه دوار تنها مدل برای محفظه اختلاط نبوده و در سایر تحقیقات از استوانه ثابت با تیغه های دوار و یا استوانه با چرخش نامتقارن غیر محوری و یا از اتصال دو هرمی بهره برده شده است. (M. Marigo et al, 2012). (Kenji Yamane, 2003) (Brenda Remy et al, 2011) (S.S. Manickam et al, 2010). محققان فرانسوی (J.-F. Jerier et al, 2011) از روش MPFEM (Multi-particle Finite element method) استفاده کردند. آن ها هریک از گوی ها را به المان های کوچکتر تقسیم کردند. این روش تغییر شکل المان ها یعنی دانه های پودر را پردازش خواهد کرد. برخلاف روش DEM، این روش از فرضیه صلب بودن دانه ها یا گوی ها استفاده نمی کند. در این تحقیق دو روش MPFEM و DEM برای پیش بینی تغییر شکل حجم کل دانه ها در زمان متراکم سازی پودر ها استفاده شد که در «شکل 6» آورده شده است. در نهایت نشان داده شده که تطابق خوبی در نتایج با استفاده از هر دو روش وجود دارد.

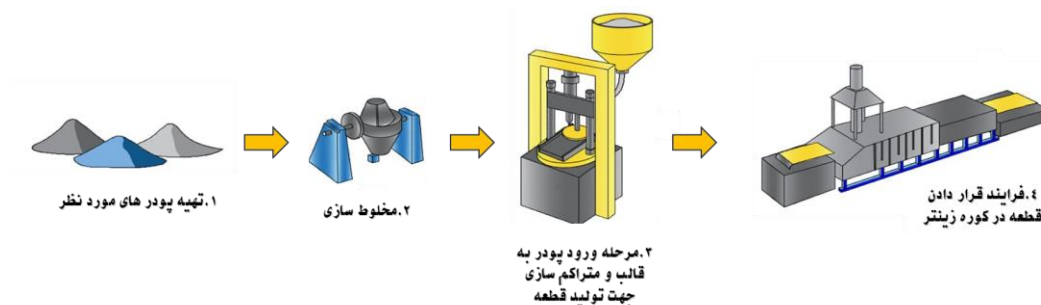


شکل 6) تصویر گوی های شبیه سازی شده در مرحله متراکم شدن در فشار پرس به روش الف) MPFEM ردیف بالا به رنگ سبز ب) DEM ردیف پایین به رنگ قرمز (J.-F. Jerier et al, 2011).



روش تحقیق

در این مقاله به نحوه تولید و شرایط تاثیر گذار در فرایند تولید زغال صنعتی الکتروموتور یا جاروبک پرداخته می شود. نکته تاثیر گذار در انتخاب نوع فرایند تولید، وجود رشته سیم مسی متصل به آن می باشد که در حین فرایند پودرگیری و پرس به روش متالورژی پودر، در درون زغال قرار می گیرد. فرایند تولید این محصول به صورت ساده شده مطابق «شکل 7» می باشد.



شکل 7) مراحل تولید زغال به روش متالورژی پودر

در صنعت متالورژی پودر، شکل دانه ها و ابعاد پودر یکی از عوامل تعیین کننده در خصوصیات مکانیکی نمونه نهایی می باشد. زغال های صنعتی برای دینام و استارت پایه مس- کربن بوده و درصد غالب آن پودر مس می باشد. ترکیبات مختلفی از کربن و مس با سایز دانه مختلف استفاده شد. شکل پودرهای به کار رفته در این پژوهش در «شکل 8» نشان داده شده است.



شکل 8) پودر های به کار رفته برای ساخت زغال توسط گروه آریا

دمای حضور قطعه در کوره زینتر جهت پخت و همجوشی با مطالعه مقالات در پایگاه های پژوهشی بین المللی و ساخت نمونه مطابق آن، بدست آمد. در گزارشی توسط محققان چینی (Rutie Liu, et al 2020) از دپارتمان متالورژی پودر، دمای 450 تا 910 درجه پیشنهاد شده بود. نمونه های تولیدی گروه آریا در دمای 450 درجه از کوره زینتر عبور داده شد ولی به دلیل عدم تفجوشی، استحکام جاروبک ها به شدت پایین بود که در «شکل 9» مشاهده می شود.



شکل (9) نمونه زغال ساخته شده توسط گروه آریا در دمای زینترینگ 450 درجه

پس از تست های مجدد دمای 700 تا 800 درجه انتخاب شد که کیفیت و استحکام بسیار بالایی نیز مشاهده گردید. که در ادامه به نتایج آن پرداخته می شود.

یکی از چالش های موجود در این فرایند اختلاف وزنی شدید بین مس و کربن بود که این عامل باعث می شد که پودرها در گام اول توسط هم زن V «شکل 10» مخلوط شوند ولی پس از انتقال به پرس در مسیر ورود به قالب، دو پودر کربن و مس به دلیل تفاوت چگالی از یکدیگر جدا و پودر کربن بالای پودر مس شناور گردد. این اتفاق سبب تولید قطعات غیرهمگن می شود. در قطعات نهایی در صورت پیوسته نبودن توزیع پودرها، خواص مکانیکی قطعه در بخش های مختلف، متفاوت خواهد بود.

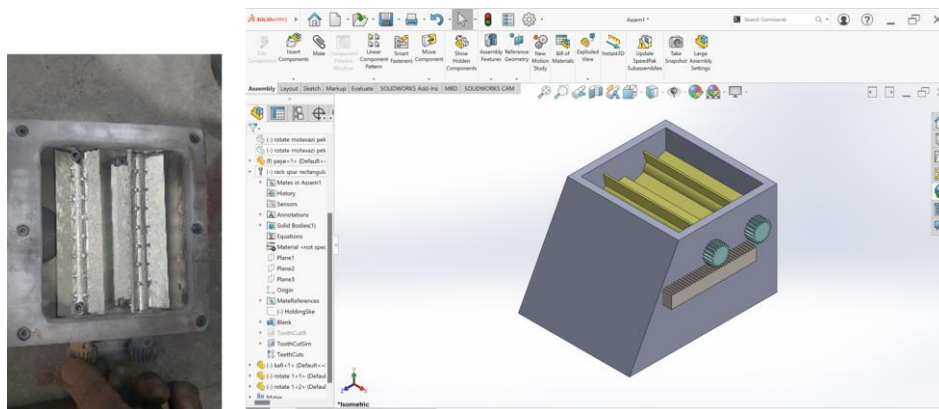


شکل (10) همزن V

برای رفع این مشکل، محفظه اختلاط ثانویه درست قبل از تزریق پودر طراحی گردید. به منظور دریافت بهترین شکل همزن از نرم افزار شبیه سازی عددی LS-Dyna، برای مدلسازی شکل پره ها و استفاده شد.

شبیه سازی عددی

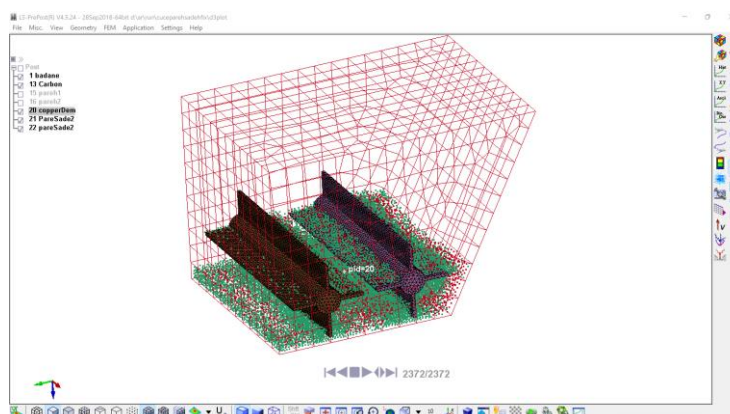
برای شروع، ابتدا شکل اولیه پره ها و محفظه همزن ثانویه در نرم افزار Solidworks مطابق «شکل 11» مدلسازی شد.



شکل (11) مدل همزن ثانویه در نرم افزار Solidworks و نمونه ساخته شده اولیه



به منظور بررسی شکل بهینه پره ها در مخزن اختلاط، مدل ساخته شده وارد برنامه LS-Dyna گردید. در شبیه سازی انجام شده، فرایند مخلوط سازی به وسیله کوپل دو روش المان محدود FEM برای بخش صلب بدنه، پره های دوار و روش المان گسسته DEM برای پودر ها، استفاده شد. تصویر مدل مش بندی شده در «شکل 12» آورده شده است.



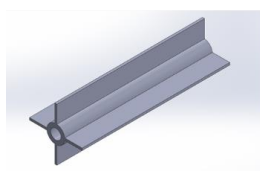
شکل 12) قطعه ساخته شده مطابق نمونه مدلسازی شده

مشخصات شبیه سازی انجام شده در «جدول 1» آورده شده است.

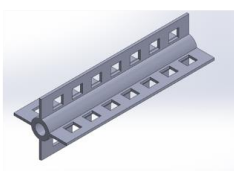
جدول 1) مشخصات مدل شبیه سازی شده

عنوان	نوع روش	نوع المان	مدل تماس	مدل ریاضی	مدل ماده	اندازه المان	واحد
المان دیواره	FEM	مربعی	DE-Surface	Shell Belytschko-Tsay	صلب	10	میلیمتر
المان پره ها	FEM	مثلثی	DE-Surface	Shell Belytschko-Tsay	صلب	2	میلیمتر
پودر ها	DEM	گوی کروی	DE-Surface	-	صلب	0/1	میلیمتر

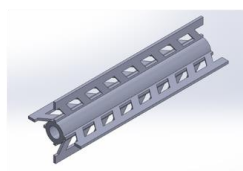
به منظور یافتن بهینه ترین شکل پره جهت اختلاط، نمونه های متفاوتی از پره ها مطابق «شکل 13» مدلسازی و شبیه سازی شد.



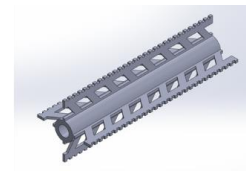
مدل ساده



مدل سوراخ مربعی



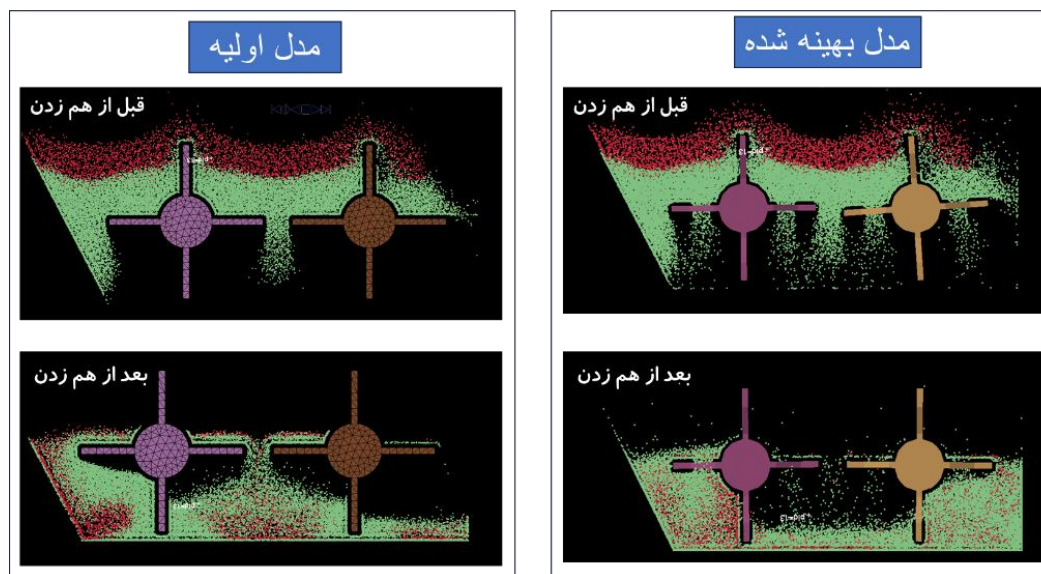
مدل سوراخ زاویه دار



مدل ترکیبی دندانه دار (بهینه)

شکل 13) نمونه های مختلف طراحی شده برای پره

نتایج حاصل از شبیه سازی مدل ساده و مدل ترکیبی دندانه دار (بهینه) در «شکل 14» نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود پراکندگی و توزیع پودر ها در شکل سمت راست یعنی مدل بهینه، بهتر از مدل سمت چپ، مدل ساده می باشد. در شکل سمت چپ، پودر های کربن (رنگ قرمز) در یک سمت و در گوشه ها تجمع پیدا کرده اند. با استفاده از مدل بهینه (سمت راست)، پراکندگی و توزیع یکنواخت تری حاصل شد.



شکل 14) مقایسه نتیجه مدل بهینه پره با مدل اولیه (ساده) در نرم افزار شبیه سازی LS-Dyna

نمونه های ساخته شده

پس از یافتن بهترین شکل پره جهت اختلاط در محفظه همزن ثانویه، مدل بهینه ساخته و بر روی پرس نصب شد. «شکل 15» تصویر پره ساخته شده را نمایش می دهد.



شکل 15) پره بهینه ساخته شده

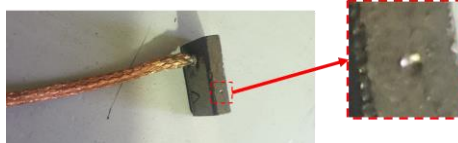
عدم استفاده از همزن ثانویه و اتکا به میکسر V که به طور عمده در تولید سایر قطعات به روش متالورژی پودر استفاده می گردد، سبب عدم یکنواختی زغال صنعتی خروج یافته از پرس می شود. «شکل 16» نشان می دهد که استفاده از همزن ثانویه دو پره ای با فرم بهینه شده، سبب یکنواخت شدن توزیع پودر در قطعه می گردد.





شکل 16) نمونه های تولید شده زغال صنعتی با استفاده از همزن ثانویه و بدون استفاده از آن

پس از رفع مشکل اختلاط قبل از ورود پودر به قالب و ایجاد نمونه با توزیع یکسان در سطح قطعه، چالش بعدی کنترل شرایط فرایندی مانند دما کوره زینتر و نوع مواد اولیه در نمونه های تولیدی بود. شرایط مختلف فرایند، تاثیر مستقیم بر روی سختی قطعه و استحکام سیم مسی دارد. نمونه های تولیدی با شرایط مختلف فرایند توسط دستگاه سختی سنجی مدل AD250TV با قابلیت اندازه گیری به سه روش راکول، برینل، ویکرز ($0.3-250 \text{ Kgf}$) به طور مداوم اندازه گیری شد تا مقاوم ترین زغال با شرایط فرایندی متفاوت مانند دما و ترکیب وزنی مشخص گردد. در «شکل 17» یک نمونه قطعه پس از سختی سنجی شده و اثر تست بر قطعه و در «شکل 18» دستگاه سختی سنج گروه صنعتی آریا نشان داده شده است.

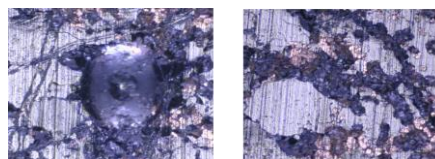


شکل 17) اثر فرورفتگی پس از سختی سنجی بر قطعه



شکل 18) دستگاه سختی سنجی

تصویر بزرگ شده زغال صنعتی قبل و بعد از تست سختی سنجی در «شکل 19» مشاهده می گردد که رگه های زرد رنگ بیانگر مس درون قطعه می باشد.



شکل 19) تصویر بزرگنمایی شده سطح زغال صنعتی قبل از تست سختی سنجی (سمت راست) و بعد از تست (سمت چپ)

نمونه های تولیدی در شرایط فرایندی متفاوت رفتار مختلفی نسبت به نیروی کششی سیم مسی نشان دادند. این نمونه ها در شرایط فرایندی مختلف توسط دستگاه نیرو سنج دیجیتال (Amittari)، مورد آزمون کشش سیم قرار گرفت تا میزان تحمل رشته سیم متصل در زغال مشخص گردد. این دستگاه قادر به ثبت ماکزیمم نیروی کششی پیش از جدایش با دقت 0.1 نیوتن تا سقف 1000N می باشد. تصویر نمونه زغال صنعتی در حال تست کشش در «شکل 20» نشان داده شده است.



شکل (20) قطعه زغال صنعتی در حال آزمون کشش سیم مسی

نتایج

نتایج سختی سنجی و آزمون کشش توسط نیرو سنج در «جدول 2» نشان داده شده است. از هر نمونه سه عدد انتخاب و مورد آزمایش قرا رگرفت و میانگین آن ها در جدول درج گردید.

جدول (2) نتایج آزمون های کشش سیم و سختی سنجی نمونه ها

ترکیب پودر ها	دمای کوره (C)	میانگین ماکزیمم نیرو قبل از جدایش (N)	میانگین سختی برینل (HB)	تصویر نمونه ها پس از تست کشش سیم مسی	تصویر سطح پس از سختی سنجی
کربن پولکی- مس درشت دانه	۷۰۰-۸۰۰	۸۷.۷	۱۱.۳		
کربن پولکی ریز شده- مس درشت دانه	۷۰۰-۸۰۰	۷۴.۷	۱۲.۶		
کربن پولکی خشک- مس درشت دانه	۷۰۰-۸۰۰	۹۱	۱۰.۹		
کربن پولکی- مس ریز دانه	۷۰۰-۸۰۰	۲۰۷.۷	۱۶.۳		

بحث و نتیجه گیری

همانطور که مشاهده شد، ابتدا مشکل اختلاط پودر توسط طراحی محفظه همزن دو پره ای بررسی شد و سپس توسط شبیه سازی های عددی شکل بهینه پره توسعه یافت. نتایج نشان داد که استفاده از همزن دو پره ای، توزیع یکنواختی از پودرها و همگن را در قطعه نهایی ایجاد می کند. نمونه های مختلفی از شکل های متفاوت دانه های پودر مس و کربن ساخته شد و پس از خارج شدن از کوره زینتر، تحت آزمون کشش سیم و سختی سنجی قرار گرفت تا بهترین ترکیب مشخص گردد. نتایج بدست آمده نشان داد که استفاده از کربن پولکی و مس ریز دانه، سبب اتصال بهتر پودر ها در فرایند تف جوشی در کوره می شود و اتصال قوی تری بین دانه ها پدید می آید. این اتصال قوی منجر به بیشتر شدن نیروی ماکزیمم قبل از جدایش سیم مسی و همچنین سخت شدن نفوذ ایندنتور دستگاه سختی سنجی در قطعه می شود که در نتیجه آن اعداد بزرگتری برای میزان سختی قطعه گزارش شد.



- منابع

- Arvind M. Sankhla a, Kaushik M. Patel a, Mayur A. Makhesana a, Khaled Giasin b, Danil Yu Pimenov c, Szymon Wojciechowski d, Navneet Khanna. (2022). Effect of mixing method and particle size on hardness and compressive strength of aluminium based metal matrix composite prepared through powder metallurgy route. *Journal of materials research and technology*. Vol. 18. 282-292
- Xinlong Liu, Mingjie Hu, Zhihao Li, Chaowei Zhou, Qian Xiao, Wenbin Yang, Daoyun Chen. (2021). Effect of copper contents on the current-carrying wear properties of carbon brush under different temperatures conditions. *Journal of materials research and technology*. Vol. 15. 3110-3121
- XIA Jin-tong, HU Zhong-liang, CHEN Zhen-hua, DING Guo. (2007). Preparation of carbon brushes with thermosetting resin binder. *Trans. Nonferrous Met. Soc.* Vol. 17. 1379-1384
- Rutie Liu, Kai Cheng, Jie Chen*, Xiang Xiong, Xueyang Lin. (2020). Friction and wear properties of high temperature and low temperature sintered copper-graphite brushes at different ambient temperatures. *Journal of materials research and technology*. Vol. 9. 7288-7296
- Aref Mazloun , Jaroslav Kováčik , Andrei Zagrai , Igor Sevostianov. (2020). Copper-graphite composite: Shear modulus, electrical resistivity, and cross-property connections. *International Journal of Engineering Science*. Vol. 149. 103232
- J.M. Zhu, J.W. Li, T. Liu, Z. Chen, H.C. Fang, P. Xiaoa, F. Kong. (2020). Differences in mechanical behaviors and characteristics between natural graphite/copper composites and carbon-coated graphite/copper composites. Vol. 162. 110195
- Michinori Yamamoto, Shingo Ishihara, Junya Kano. (2016). Evaluation of particle density effect for mixing behavior in a rotating drum mixer by DEM simulation. *Advanced Powder Technology*. Vol. 27. 864-870
- Maoqiang Jiang, Yongzhi Zhao, Gesi Liu, Jinyang Zheng. (2011). Enhancing mixing of particles by baffles in a rotating drum mixer. *Particuology*. Vol. 9. 270-278
- M. Marigo , D.L. Cairns, M. Davies , A. Ingram , E.H. Stitt. (2012). A numerical comparison of mixing efficiencies of solids in a cylindrical vessel subject to a range of motions. *Powder Technology*. Vol. 217. 540-547
- Kenji Yamane. (2003). Preparation of carbon brushes with thermosetting resin binder. *Materials Research Society* Vol. 19. No.2, 623-627
- Brenda Remy, JohannesG.Khinast, BenjaminJ.Glasser. (2011). Polydisperse granular flows in a blade dmixer: Experimentsand Simulations of cohesionless spheres. *Chemical Engineering Science* Vol. 66. 1811-1824
- S.S. Manickam, R. Shah, J. Tomei, T.L. Bergman, B. Chaudhuri. (2010). Investigating mixing in a multi-dimensional rotary mixer: Experiments and simulations. *Powder Technology* Vol. 201. 83-92
- J.-F. Jerier, B. Hathong, V. Richefeu, B. Chareyre, D. Imbault, F.-V. Donze, P. Doremus. (2011). Study of cold powder compaction by using the discrete element method. *Powder Technology* Vol. 208. 537-541



Investigation on mixing method of powder, temperature, combination which affect on carbon brush quality made by metallurgy powder method

Masoud Parsapour¹

ARYA Industrial Metallurgy Powder Group

Mehrdad Parsapour

ARYA Industrial Metallurgy Powder Group

MohammadReza Khalkhali

ARYA Industrial Metallurgy Powder Group

Mahdi Parsapour

ARYA Industrial Metallurgy Powder Group

1-1-

Abstract -2-1

Carbon brush is mainly used in electronic components that require the transmission of electricity current in rotating and non-stationary parts. In this study, effective factors in the production process of copper-based brush made by powder metallurgy method were investigated in Arya Industrial Group- Powder Metallurgy of Qazvin. In order to solve the problem of mixing of two carbon and copper powders, the two-blade mixing method was applied. After analysis by numerical simulation in LS-Dyna software, the best form of blade for mixing was designed and finally manufactured. In the next section, two important factors in this form of carbon brush; hardness and the resistance of copper wire attached to carbon brush against the tensile force were investigated. Different samples with different combinations of copper and Carbon at different temperatures of Sinter furnace process were made and the two factors of wire tensile strength and hardness were compared. It is worth noting that in the experiments the tensile rate was done by digital force meter and hardness by Brinell hardness test. The results showed that the samples which were made of fine copper and sintered at 700-800 degree, have the highest hardness and tensile strength.

Keywords: Carbon Brush, Electromotor industrial brush, Metallurgy Powder, Sintering, Ls-Dyna, -1-3