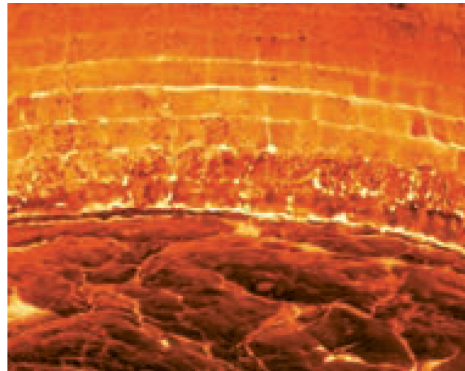


عنوان چالش فناوریانه

افزایش کارایی دیرگدازهای کوره قوس الکتریکی



مقدمه:

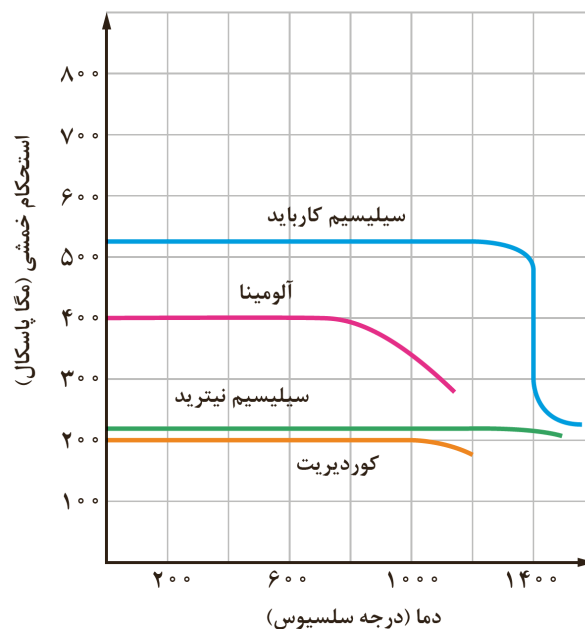
دیرگدازها، مواد سرامیکی غیر فلزی هستند که دیرگدازی بالاتر از ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد دارند. در عمل دمای مخروط جز اینکه پایداری و دوام را در حرارت نشان می‌دهند، اهمیت زیادی ندارند بنابراین با وجود اینکه برخی از محصولات در این تعریف نمی‌گنجد، اما به عنوان دیرگداز شناخته می‌شوند. بطور کلی می‌توان محصولاتی را که در دماهای بالا (بین ۶۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه سانتیگراد) در دستگاه‌ها، کوره‌ها و صنایع مختلف بکار گرفته می‌شوند را به عنوان دیرگدازها توصیف کرد. بدیهی است که اهمیت دیرگدازها فقط در پایداری حرارتی آن نیست، بلکه پایداری فیزیکی و شیمیایی آن در مقابل آثار مخرب محیط در دمای بالا نیز مطرح است. مثلاً ممکن است نقطه ذوب یک دیرگداز حدود ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد هم باشد، ولی نتواند مدت زیادی را در مقابل اثر سایشی و یا خوردگی مواد یا گازهای داغ دوام بیاورد. در تعریف جامع تر مواد دیرگداز، حفظ خواص شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی در محیط کوره مطرح است. به عبارت دیگر، دیرگدازها موادی با نقطه ذوب و نقطه خمیری شدن زیادند که قادر به حفظ خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی و ترمومکانیکی (خمشی، سایشی، شوک حرارتی و ...) در شرایط کاربردی و در دمای بالا باشند. تولید فرآورده‌های نسوز به دلیل کاربرد گسترده و وابستگی شدید صنایع مختلف به آن‌ها، مخصوصاً در صنایع زیربنایی مثل صنایع فولاد، سیمان، آلومینیوم، مس و شیشه اهمیت ویژه‌ای دارد. به همین دلیل تولید مواد دیرگداز همواره به عنوان کالایی استراتژیک مطرح بوده است و تکنولوژی پیشرفته تولید فرآورده‌های دیرگداز در دنیا منحصر به چند کشور صنعتی است. با رشد و توسعه صنایع متالورژی در ایران،



که تقریباً مصرف کننده ۷۰ درصد مواد دیرگداز کشور است، تولید فرآورده‌های نسوز مورد توجه قرار گرفت. مواد مورد استفاده در ساخت دیرگداز را نیز می‌توان به دو دسته اکسیدی و غیراکسیدی تقسیم‌بندی کرد. دیرگدازهای اکسیدی معمول‌ترین نوع دیرگدازهای مورد استفاده در صنعت هستند و بیشتر دارای اکسیدهایی مانند آلومینیوم اکسید (آلومینا)، سیلیسیم اکسید (سیلیس) و منیزیم اکسید (منیزیت یا منیزیا) هستند. از دیگر ترکیبات مانند کرومیت، زیرکن و زیرکینیا نیز در برخی محصولات دیرگداز به منظور افزایش مقاومت به سایش استفاده می‌شود.

دیرگدازهای غیراکسیدی عمدتاً از مواد نیتریدی یا کاربایدی ساخته می‌شوند و مهم‌ترین ویژگی آنها علاوه بر دیرگدازی، حفظ استحکام مکانیکی در دمای بالا است. از مهم‌ترین این مواد، سیلیسیم کارباید و سیلیسیم نیترید هستند که استحکام خمشی خود را تا دمای ۱۴۰۰ درجه سلسیوس حفظ می‌کنند.

مهم‌ترین اکسیدهای فلزی خنثی، اسیدی و قلیایی به ترتیب آلومینا، سیلیس و منیزیت است. دیرگدازهای حاوی ترکیبات این اکسیدها نیز عبارت‌اند از سیلیسیم آلومینات با رفتار اسیدی، منیزیم آلومینات با رفتار قلیایی و منیزیم سیلیکات با رفتار قلیایی و اسیدی که به درصد ترکیب‌آمیز وابسته است. در محیط اسیدی باید از دیرگدازهای اسیدی مانند دیرگدازهای سیلیسی و در محیط قلیایی باید از دیرگدازهای قلیایی مانند دیرگدازهای منیزیتی استفاده کرد.



شکل ۱: نمودار استحکام خمشی چند ماده دیرگداز



دیرگدازهای قلیایی خود به چهار دسته دولومیتی، منیزی، فورستریتی و کرومیتی تقسیم بندی می شوند. سازنده اصلی این گروه آهک (CaO)، منیزیا (MgO) و یا نسبتی از ترکیب هردو هستند. در حقیقت دیرگدازهای قلیایی کربنات‌های منزیمدار و گاه منزیت‌های کلسیم‌دار هستند.

شرح مسئله:

دیرگدازهای منیزیت کربن MgO-C از رایج‌ترین دیرگدازهای مصرفی در کوره‌های قوس الکتریکی و پاتیل‌های نگهداری مذاب شرکت‌های فولادسازی می‌باشند و در قالب آجر نسوز در انواع سائزها و اشکال ساخته و مصرف می‌شوند. میزان مصرف این دسته از مواد بین ۵ الی ۱۳ کیلوگرم به ازای هر تن فولاد تولیدی می‌باشد که این مقدار بسیار قابل توجه است. علت اصلی مصرف زیاد این دسته از دیرگدازها خوردگی و فرسایش آنها در برخورد با فولاد مذاب می‌باشد. افزودن نانو افزودنی‌هایی چون Al_2O_3 و نانو کربن راهکارهایی است که می‌تواند استحکام دیرگدازها را از طریق گسترش باندهای مذاب اسپینلی افزایش دهد. همچنین افزودن نانو کربن به جای کربن معمول می‌تواند علاوه بر ایجاد استحکام لازم، ضریب انتقال حرارت (که از مشکلات آجرهای کربن بالا می‌باشد) را کنترل نموده و همچنین گامی موثر در راستای کاهش مصرف کربن برای حفظ محیط زیست باشد.

الزامات:

دیرگدازهای اصلاح شده بایستی دارای شرایط زیر باشند:

- خواص فیزیکی از جمله دمای ذوب و ... آنها باید حداقل با نمونه‌های رایج تجاری برابری نماید.
- ضریب انتقال حرارت بایستی از حداقل ۱۳ درصد کمتر از نمونه‌های رایج تجاری باشد.
- هزینه بهسازی بایستی به گونه‌ای باشد که در مجموع هزینه نسوز مصرفی به ازای هر تن فولاد تولیدی در مقایسه با استفاده از دیرگدازهای رایج تجاری کاهش یابد.

پیشنهاد: کارهای پژوهشی متعددی در زمینه افزودن مواد نانو مقیاس به عنوان مواد افزودنی به دیرگدازهای

MgO-C انجام شده و بسیاری از آنها در مقیاس آزمایشگاهی کاملاً موفق بوده‌اند. پیشنهاد می‌گردد افزودن نانو پودرهای Al_2O_3 ، Si و ... به منظور افزایش امکان تشکیل فاز اسپینل مذاب در زمان ساخت و زینترینگ آجرهای نسوز و نزدیک شدن ساختار دیرگدازهای زینتری (sintered magnesia) به ذوبی (fused magnesia) مورد بررسی و تست قرار گیرد. همچنین جایگزینی نانو کربن با کربن معمول در ساختار دیرگدازهای منیزیت کربن می‌تواند علاوه بر کاهش ضریب انتقال حرارت، این گروه از دیرگدازها را سازگارتر با محیط زیست نماید.