

آلومینا در قالب گیری تزریقی



شرکت دانش بنیان نوگرا سرام فناور

www.nogaraceram.com

ممکن است شنیده باشید که سرامیک‌های اکسید آلومینیوم، پرکاربردترین ماده صنعتی در قالب‌گیری تزریقی سرامیک (CIM) هستند. و اگر خیلی اهل مباحث فنی نباشید، شاید تحقیق درباره این ماده پرترفدار را به تعویق انداخته باشید.

اما حالا که زمانش فرا رسیده، ما در [نوگرا سرام فناور](http://www.nogaraceram.com) این مسیر را برایتان بدون اصطلاحات تخصصی و به صورت جامع توضیح می‌دهیم.

بیاید با هم سر از کار سرامیک‌های اکسید آلومینیوم در فرآیند قالب‌گیری تزریقی سرامیک (CIM) در بیاوریم.

سرامیک آلومینا چیست؟

سرامیک آلومینا یا سرامیک اکسید آلومینیوم، ماده‌ای سخت، مقاوم در برابر خوردگی و با دوام بالا است که عملکرد بسیار خوبی در دماهای بسیار بالا دارد. این سرامیک با ویژگی‌های برجسته‌ای که دارد، در سیستم‌های تولید مدرن بسیار پرتقاضا و محبوب است.

از آنجا که سرامیک آلومینا نسبت قیمت به عملکرد بسیار مناسبی دارد، در دسته سرامیک‌های مهندسی یا تکنیکی قرار می‌گیرد. این سرامیک در گریدهای مختلفی تولید می‌شود که میزان خلوص آلومینا در آن‌ها بین ۷۰ تا ۹۹.۹ درصد متغیر است. هرچه خلوص آلومینا بیشتر باشد، مقاومت، استحکام و عملکرد نهایی محصول نیز بالاتر خواهد بود.

در فرآیند قالب‌گیری تزریقی سرامیک (CIM)، سرامیک آلومینا تحت شرایط بسیار سخت قرار می‌گیرد تا بتوان از آن اشکال پیچیده و دقیق تولید کرد.

بباید دقیق تر به این ماده نگاه کنیم!

ترکیب Al_2O_3

سرامیک آلومینا از اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) ساخته می‌شود و در کاربردهای صنعتی با عملکرد بالا استفاده گسترده‌ای دارد. این ماده بسیار مقاوم می‌تواند دماهایی تا حدود ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کند.

در نتیجه، در برابر خوردگی شیمیایی، فرسایش و سایش بسیار مقاوم است.

این ماده همچنین در شرایط بسیار سرد (کرایوژنیک) بدون از دست دادن خواص مکانیکی و شیمیایی خود، قابل استفاده است.

به عنوان مثال، سرامیک Al_2O_3 به دلیل ویژگی‌های زیست‌خنثی (bioinert) خود، در پزشکی بسیار محبوب است. به این معنا که با بافت‌های انسانی واکنش خاصی نشان نمی‌دهد و حساسیت‌زایی ایجاد نمی‌کند. به همین دلیل، در دندان‌پزشکی، ارتوپدی و درمان‌هایی که با تماس مستقیم با بافت بدن سروکار دارند، به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود.

بیشتر بخوانید: [قطعات سرامیکی نوگرا](#) [سرام نوگرا](#) [سرام فناوری](#)

کاربردهای صنعتی سرامیک آلومینا

ترکیب Al_2O_3 عملکرد بسیار خوبی در فرآیندهای صنعتی با دماهای بسیار بالا یا پایین و شرایط ساینده دارد. این ماده به دلیل توانایی سازگاری با نیازهای صنعتی سطح بالا، بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

برای نمونه، در شرایطی که به ترکیبی شیمیایی خنثی با رسانایی حرارتی متوسط نیاز است، آلومینا انتخاب بهتری نسبت به زیرکونیا خواهد بود. چراکه زیرکونیا حرارت را به‌صورت شدید انتقال می‌دهد، در حالی که آلومینا تعادل بهتری فراهم می‌کند.

همچنین سرامیک آلومینا می‌تواند بسیاری از چالش‌های عمومی مانند نفوذپذیری گاز، یکپارچگی مکانیکی، چگالی بالا و نسبت مناسب قیمت به عملکرد را برطرف کند.

ساختار شیمیایی آلومینا

ترکیب Al_2O_3 از منابع طبیعی مانند بوکسیت و کوراندوم استخراج می‌شود. آلومینا ماده اولیه غیرقابل جایگزینی در صنایعی همچون پزشکی، عایق کاری الکتریکی، الکترونیک و مواد ساینده است.

فرآیند پیچیده استخراج آلومینا نشان‌دهنده عملکرد بالای این ترکیب است. این ترکیب از پیوند مولکول‌های اکسیژن و آلومینیوم به وجود می‌آید.

مولکولها ساختارهای شیمیایی مختلفی ایجاد می‌کنند که دو فرم آلفا و گاما از مهم‌ترین آن‌ها هستند. البته فقط فرم آلفا از نظر ترمودینامیکی پایدار است و ساختار شش ضلعی متراکم دارد.

۱. آلومینای نوع آلفا

آلفا آلومینا دارای انرژی شبکه‌ای بسیار بالاست زیرا یون‌های اکسیژن به صورت متراکم یون‌های Al^{3+} را احاطه کرده‌اند. این فرم نقطه ذوب و جوش بسیار بالایی دارد. در حالت خلوص بالا برای ساخت یاقوت مصنوعی، یاقوت کبود و کوراندوم به کار می‌رود.

۲. آلومینای نوع گاما

در این نوع، یون‌های اکسیژن در فواصل هشت‌وجهی و چهاروجهی توزیع می‌شوند. این فرم در دماهای بین ۱۴۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد تولید می‌شود و یون‌های Al^{3+} به صورت نامنظم توزیع شده‌اند.

این فاز در آب نامحلول است اما در برابر محیط‌های اسیدی و قلیایی قوی واکنش پذیر است. بنابراین ساختاری متخلخل، با فعالیت بالا و ظرفیت جذب بسیار قوی دارد.

ویژگی‌های سرامیک آلومینا

برای تولید سرامیک آلومینا، از پودری سفید، نرم و متراکم استفاده می‌شود که ظاهری شبیه به نمک خوراکی دارد اما دانه‌دانه‌تر و بسیار ریزتر است. اکسید آلومینیوم بسته به میزان سدیم، آهن و سیلیکا به سه دسته تقسیم می‌شود:

- آلومینای کلسینه‌شده با خلوص ۹۹ درصد و سختی ۹ در مقیاس موهس؛
- آلومینای تبلور که از گرمادهی آلومینای کلسینه‌شده تا دمای ۱۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید و ظرفیت حرارتی و مقاومت حرارتی بالایی دارد؛
- هیدروکسید آلومینا که بیشتر در لعاب‌ها و به عنوان چسب استفاده می‌شود.

مقاومت بالای سرامیک آلومینا در برابر دمای بالا، نشانه‌ای از استحکام قابل توجه آن در دماهای شدید است. در حالی که بیشتر فلزات در چنین شرایطی یکپارچگی ساختاری خود را از دست می‌دهند، سرامیک آلومینا نسبت به نوسانات دما بسیار مقاوم است.

آلومینا همچنین دارای خواص حرارتی و دی‌الکتریک فوق‌العاده‌ای است. این ماده مقاومت حرارتی بالایی دارد و از شوک حرارتی جلوگیری می‌کند. به علاوه، به عنوان یک ماده عایق عالی، از عبور جریان برق جلوگیری می‌کند.

قالب‌گیری تزریقی سرامیک (CIM)

قالب‌گیری تزریقی سرامیک فرآیندی است که طی آن پودرهای سرامیکی به‌همراه مواد آلی (ارگانیک) با استفاده از تجهیزات خاص، به‌طور یکنواخت مخلوط می‌شوند. سپس این مخلوط به‌صورت گرانول‌های یکنواخت در می‌آید و پس از آن، در مرحله‌ای به نام "مایع‌سازی"، آماده قالب‌گیری می‌شود.

در مرحله بعد، قطعه قالب‌گیری‌شده وارد کوره با دمای بسیار بالا می‌شود تا فرآیند *debinding* انجام گیرد. در این مرحله، مواد پیونددهنده (binder) از قطعه حذف می‌شوند.

بیشتر بخوانید: [قالب‌گیری تزریقی](#) مقاله کامل

پس از حذف بایندر، قطعه در معرض دمای بسیار بالا قرار می‌گیرد و فرآیند زینترینگ (*sintering*) انجام می‌شود؛ به‌عبارت ساده، قطعه فشرده‌تر شده و چگالی آن افزایش می‌یابد، در حالی که حجم آن کاهش می‌یابد. نتیجه نهایی، محصولی سرامیکی صاف و با کیفیت بالا است که تولید آن از طریق روش‌های دیگر، به‌مراتب زمان‌برتر و پرهزینه‌تر خواهد بود.

CIM روشی بسیار قابل‌اعتماد برای تولید قطعات پیچیده با تکرارپذیری کیفیت بالا است.

بایندرها معمولاً از پلیمرها یا واکس‌ها هستند که امکان شکل‌پذیری پودرهای سرامیکی را فراهم می‌کنند. تنها زمانی می‌توان اشکال پیچیده و دقیق تولید کرد که پودرهای سرامیکی به خوراک قابل قالب‌گیری (*feedstock*) تبدیل شده باشند.

برخی از پودرهای سرامیکی، در مواجهه با دماهای بالا، خواص فیزیکی و شیمیایی خود را از دست می‌دهند. اما سرامیک‌های Al_2O_3 به دلیل عملکرد فوق‌العاده‌ای که در شرایط دمایی شدید دارند، این چالش را برطرف می‌کنند.

سوالات متداول

۱. قالب‌گیری تزریقی سرامیک (CIM) چیست و چه کاربردی دارد؟

CIM فرآیندی صنعتی برای تولید قطعات پیچیده و دقیق سرامیکی است که از ترکیب پودرهای سرامیکی با مواد آلی شکل‌پذیر آغاز شده و با حرارت‌دهی و زینترینگ خاتمه می‌یابد. این روش در صنایعی مانند پزشکی، الکترونیک، خودروسازی و هوافضا کاربرد گسترده دارد.

۲. چرا سرامیک آلومینا برای قالب‌گیری تزریقی مناسب است؟

سرامیک آلومینا (Al_2O_3) به دلیل مقاومت حرارتی بالا، پایداری شیمیایی، سختی زیاد و عملکرد عالی در برابر سایش، یکی از بهترین گزینه‌ها برای قالب‌گیری تزریقی سرامیک محسوب می‌شود.

۳. تفاوت بین آلومینای آلفا و گاما چیست؟

آلومینای آلفا (α) پایدارترین فاز ترمودینامیکی با ساختار فشرده‌شده شش‌ضلعی است و در کاربردهای دمای بالا استفاده می‌شود. آلومینای گاما (γ) دارای ساختار متخلخل و ظرفیت جذب بالا است و بیشتر در کاتالیست‌ها و کاربردهای فعال سطحی استفاده می‌شود.

۴. آیا قطعات تولید شده با CIM نیاز به ماشین‌کاری دارند؟

در بسیاری از موارد، دقت بالای فرآیند CIM نیاز به ماشین‌کاری پس از تولید را کاهش می‌دهد. اما در برخی کاربردهای خاص، ممکن است برای رسیدن به تolerانس‌های بسیار دقیق، ماشین‌کاری نهایی انجام شود.