

سرامیک های مقاوم به سایش



شرکت دانش بنیان نوگرا سرام فناور

www.nograceram.com

مواد سرامیکی ذاتاً در برابر سایش بسیار مقاوم هستند زیرا سختی فوق العاده‌ای دارند. این مواد دارای مقادیری نزدیک به سخت‌ترین ماده شناخته شده، الماس، هستند. آن‌ها همچنین قابلیت ماشین‌کاری برای دستیابی به سطوح بسیار صاف را دارند که برای کاربردهایی مانند مفاصل مصنوعی یا حتی تخلخل سطحی شبه طبیعی بسیار مفید است. این ویژگی برای ایجاد محفظه‌های روانکاری یا کاهش سطح تماس بسیار مناسب است.

مواد سرامیکی چگونه در برابر سایش لغزشی، خراشیدگی یا ضربه‌ای عمل می‌کنند؟

سرامیک‌ها ذاتاً اصطکاک پایینی نیز دارند. به عنوان مثال، سیلیکون کاربید اصطکاک بسیار کمی دارد و برای سایش لغزشی، مانند سطوح آب‌بندی مکانیکی، بسیار مناسب است.

آلومینا یکی از بهترین سرامیک‌های مقاوم در برابر سایش در کاربردهای گوناگون است. این ماده بسیار کاربردی است و در طیف وسیعی از موارد، از جمله سطوح لغزشی شیرهای مخلوط‌کن، سطوح یاتاقان و شفت‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همچنین آلومینا یک سرامیک مقرون به صرفه محسوب می‌شود بنابراین گزینه‌ای مناسب برای طراحی‌های جدید است و هزینه بالایی ندارد.

پوشش‌های سرامیکی یا سایر مواد با اصطکاک کم نیز می‌توانند بسیار مفید باشند. به عنوان مثال، پوشش‌هایی از کربن مشابه الماس، تنگستن دی‌سولفاید، مولیبدن دی‌سولفاید و پلیمر PTFE (که بیشتر به نام تفلون شناخته می‌شود) وجود دارند. انتخاب پوشش‌ها باید بر اساس ضریب انبساط حرارتی مناسب برای ماده پایه و چسبندگی خوب باشد.

با این حال، باید توجه داشت که پوشش‌ها ممکن است زمانی که قطعه داغ شود به خوبی عمل نکنند. برخی از پلاستیک‌ها (مانند تفلون) تنها در کاربردهای با دمای نسبتاً پایین عملکرد خوبی دارند.

آیا برای انواع مختلف سایش یا کاربردهای خاص نیاز به سرامیک‌های متفاوت داریم؟

انتخاب سرامیک‌ها برای کاربردهای سایش در واقع به معنای در نظر گرفتن مجموعه‌ای از عوامل مختلف است. این موضوع فقط به مقاومت در برابر سایش محدود نمی‌شود. فهرستی از ویژگی‌های دیگر وجود دارد که ممکن است لازم باشد.

برای مثال، در سایش لغزشی، ماده نه تنها باید مقاوم و از نظر مکانیکی قوی باشد بلکه باید در برابر خستگی و تنش‌های حرارتی نیز مقاومت کند. ممکن است نیاز باشد که غیرمغناطیسی یا عایق الکتریکی باشد.

سرامیک‌های معمولی که در این زمینه در نظر گرفته می‌شوند، آلومینا و سیلیکون کاربید هستند. در حالی که برای سایش ضربه‌ای، گزینه‌ها می‌توانند شامل سیلیکون نی‌ترید و زیرکونیا باشند.

سرامیک‌ها همچنین نسبت به مواد آب‌بندی نرم‌تر مانند کربن و پلیمرها ملایم‌تر عمل می‌کنند و معمولاً سایش کمتری نسبت به فلزات ایجاد می‌کنند. به همین دلیل، سرامیک‌ها به طور فزاینده‌ای در جایگزینی مفاصل انسان، مانند مفاصل لگن، زانو و انگشتان، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یک سرامیک ممکن است بدون یا با حداقل روانکاری در برابر سرامیک دیگر عمل کند. این ویژگی به ویژه در کاربردهای فضایی مفید است زیرا روان‌کننده‌ها تبخیر می‌شوند و بنابراین قابل استفاده نیستند، در حالی که قطعات فلزی ممکن است به یکدیگر جوش سرد کنند.

به طور کلی، سرامیک‌ها معمولاً بالاترین قابلیت اطمینان و دوام را ارائه می‌دهند، همراه با نیاز کم به نگهداری و هزینه پایین در طول عمر برای کاربردهای سایش.

سرامیک‌های مهندسی مقاوم در برابر سایش

سرامیک‌های مهندسی پتانسیل بالایی برای حفاظت در برابر سایش قطعات مختلف کاری که در تجهیزات استخراج، فرآوری، حمل و نقل و جمع‌آوری گرد و غبار در صنایع معدن و مواد معدنی استفاده می‌شوند، دارند. همچنین برخی از قطعات چرخشی ساختاری نیز از این سرامیک‌ها بهره می‌برند. سرامیک‌های مبتنی بر آلومینا با محتوای بالا (Al₂O₃) از 91 تا 99.5 درصد وزنی، آلومینا-زیرکونیا، زیرکونیا و سیلیکون کاربید (ABSC) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این مواد دارای خواص مکانیکی بالایی هستند که شامل سختی بیشتر از بسیاری از مواد پردازش‌شده است و توانایی تحمل دماهای بالا (بیش از 1300 درجه سانتی‌گراد) و شوک‌های حرارتی را دارند. این سرامیک‌ها به‌طور موفقیتم‌آمیزی در برابر رسانه‌های سایش و خوردگی جامد و مایع که با سرعت و فشار بالا و در شرایط کاویتاسیون منتقل می‌شوند، مقاومت می‌کنند و می‌توانند جایگزین فلزات سختی شوند که به‌طور گسترده برای حفاظت در برابر سایش و خوردگی استفاده می‌شوند. ویژگی‌های ترکیبات، ریزساختار و خواص فیزیکی این سرامیک‌ها و همچنین نتایج آزمایش مقاومت در برابر سایش مورد بحث قرار گرفته است. عوامل موثر بر مقاومت در برابر سایش سرامیک‌ها مورد تأکید قرار گرفته‌اند و می‌توانند به عواملی که با ریزساختار و خواص سرامیک‌ها ارتباط دارند و عواملی که با شرایط کاربرد (مانند نوع رسانه سایش، سرعت، زاویه برخورد و غیره) مرتبط هستند، تقسیم شوند. مکانیزم‌های سایش برای سرامیک‌های اکسید همگن مترام و برای ABSC دانه‌ای ناهمگن مورد بحث قرار گرفته‌اند.

بیشتر بخوانید: [سرامیک سایشی](#) نوگرا سرام فناور

فرآیندهای صنعتی مختلف نیاز به استفاده از مواد مقاوم در برابر سایش دارند تا از خسارت ناشی از سایش جلوگیری یا آن را کاهش دهند، زمان خرابی تجهیزات که در تماس با محیط‌های ساییده کار می‌کنند را کاهش دهند و همچنین عملکرد و کیفیت فرآیند را افزایش دهند. آهن‌ها و فولادهای سخت که به طور سنتی استفاده می‌شوند و برخی پلیمرها به سرعت از بین می‌روند، به ویژه اگر مواد پردازش‌شده در محیط‌های خورنده مایع با سرعت‌ها و فشارهای بالا حمل شوند یا اگر قطعات کاری در دماهای بالا و شوک‌های حرارتی به کار گرفته شوند. سرامیک‌های مهندسی پتانسیل کاربردی فزاینده‌ای برای حفاظت در برابر سایش و خوردگی قطعات مختلف کاری تجهیزات استخراج، فرآوری، حمل و نقل، جمع‌آوری گرد و غبار و سیستم‌های لوله‌کشی در صنایع معدن و معدنی دارند. این سرامیک‌ها باید در تماس با ذرات سخت ساییده عمل کنند و در بسیاری از موارد در محیط‌های خورنده قوی، با سرعت‌ها و فشارهای بالا جریان داشته باشند. قطعات مختلف سرامیکی (یاتاقان‌ها، شیرها، نشیمن‌ها، راهنماهای کابل، سیم و نخ، قالب‌ها و برخی دیگر) و همچنین پروتزها و سرامیک‌های دندان‌ی تحت اصطکاک مداوم مواد مختلف، غالباً در محیط‌های

خورنده قوی قرار دارند. سرامیک‌های مهندسی دارای خواص مکانیکی بالایی از جمله سختی، بی‌اثر بودن شیمیایی عمومی، مقاومت عالی در برابر سایش و توانایی کار در شرایط حرارتی شدید هستند.

سرامیک‌هایی که بیشتر برای حفاظت در برابر سایش استفاده می‌شوند، آلومینا، زیرکونیا و برخی دیگر از سرامیک‌های مبتنی بر اکسید با تخلخل کم یا متراکم، سرامیک‌های غیر اکسیدی مانند کاربیدها، پوریدها، نیتريد‌ها و برخی دیگر هستند. سرامیک‌های مناسب بر اساس خواص فیزیکی، شرایط کاری خاص (مانند محیط خورنده، دما، فشار، سرعت و زاویه برخورد مواد حمل‌شده و غیره)، چرخه عمر پیش‌بینی‌شده، توانایی دستیابی به شکل مورد نظر و عامل هزینه انتخاب می‌شوند. در میان سرامیک‌هایی که در حال حاضر در صنعت استفاده می‌شوند، آلومینا، زیرکونیا و سرامیک‌های مبتنی بر سیلیکون کاربرد را دارند. این سرامیک‌ها مقاومت عالی در برابر سایش و خوردگی، خواص مکانیکی بالا از جمله سختی، توانایی کار در دماهای بالا (بیش از 1300 درجه سانتی‌گراد) و مقاومت در برابر شوک‌های حرارتی را نشان می‌دهند. این سرامیک‌ها ممکن است با اشکال و ابعاد مختلف تولید شوند و فرآیندهای تولید آن‌ها نسبتاً ارزان هستند. این مقاله نتایج مطالعه ترکیباتی که به تازگی برای این نوع سرامیک‌ها توسعه یافته‌اند و در حال حاضر برای حفاظت در برابر سایش تولید و استفاده می‌شوند را شامل می‌شود.

بیشتر بخوانید: [عایق سرامیکی چرکه زن نوگرا](#) سرام فناوری

مواد و فرآیندهای تولید

سرامیک‌های آلومینا با خلوص بالا در سیستم‌های اکسیدی $Al_2O_3-SiO_2-CaO-MgO$ و Al_2O_3-MgO توسعه یافته‌اند. به‌عنوان ماده خام اصلی، آلومیناهای آسیاب‌شده کلسینه‌شده با خلوص بالا که حداقل محتوای Al_2O_3 آن‌ها 99.8 درصد وزنی و حداقل محتوای فاز آلفا آن‌ها 95 درصد وزنی است، استفاده شده‌اند. اندازه ذرات و بلورهای آلومینا از 0.3 تا 2.5 میکرومتر متغیر است و سطح مخصوص آن‌ها از 8-11 تا 1.5 مترمربع بر گرم است. پودرهای زیرکونیا (که به‌طور جزئی با استفاده از Y_2O_3 یا MgO تثبیت شده‌اند) دارای سطح مخصوص بالا (از 6 تا 10 مترمربع بر گرم) هستند.

ویژگی‌های ریزساختار و خواص سرامیک‌های مطالعه‌شده

سرامیک‌های آلومینای توسعه‌یافته و مطالعه‌شده به‌واسطه محتوای آلومینای آن‌ها (از 91 تا 99.5 درصد وزنی)، اجزای فاز شیشه‌ای تشکیل‌دهنده، نوع آلومینای اولیه (اندازه ذره و سطح مخصوص، شرایط آماده‌سازی و غیره) متمایز هستند. به‌طوری‌که این سرامیک‌ها دارای ریزساختار میکروکریستالی یکنواخت هستند که توسط بلورهای کوراندوم (فاز اصلی) با فاز شیشه‌ای پیوند خورده است.

نتیجه‌گیری

ترکیبات، ریزساختار و خواص سرامیک‌های آلومینا، آلومینا-زیرکونیا، آلومینا-زیرکونیا و $ABSC$ که برای حفاظت در برابر سایش استفاده می‌شوند، مورد مطالعه قرار گرفته است. این سرامیک‌ها سطح بالایی از خواص مکانیکی، از جمله سختی، و مقاومت عالی در برابر سایش را نشان می‌دهند. نتایج آزمایش سایش و مکانیزم‌های سایش برای سرامیک‌های همگن متراکم و دانه‌ای ناهمگن مطالعه‌شده مورد بحث قرار گرفته است. عوامل اصلی مؤثر بر مقاومت در برابر سایش سرامیک‌ها مورد تأکید قرار گرفته است.

منبع: [پرفسور جان بینر](#)، استاد برجسته دانشگاه بیرمنگام که به خاطر مشارکت‌های خود در زمینه سرامیک شناخته شده است.

پرسش و پاسخ

1. سرامیک‌های آلومینا با خلوص بالا چه ویژگی‌هایی دارند؟

سرامیک‌های آلومینا با خلوص بالا در سیستم‌های اکسیدی $Al_2O_3-SiO_2-CaO-MgO$ و Al_2O_3-MgO توسعه

- یافته‌اند. این سرامیک‌ها دارای آلومینای کلسینه‌شده با خلوص بالا و محتوای حداقل 99.8 درصد وزنی Al_2O_3 هستند که سطح مخصوص آن‌ها بین 1.5 تا 11 مترمربع بر گرم متغیر است.
2. چرا سرامیک‌های آلومینا و زیرکونیا برای حفاظت در برابر سایش مناسب هستند؟
سرامیک‌های آلومینا و زیرکونیا دارای خواص مکانیکی بالا از جمله سختی بسیار زیاد هستند و مقاومت عالی در برابر سایش و خوردگی از خود نشان می‌دهند. علاوه بر این، این سرامیک‌ها قادرند در دماهای بالای 1300 درجه سانتی‌گراد کار کنند و مقاومت خوبی در برابر شوک‌های حرارتی دارند.
 3. ویژگی‌های ریزساختاری سرامیک‌های آلومینا چگونه است؟
سرامیک‌های آلومینا دارای ریزساختار میکروکریستالی یکنواخت هستند که توسط بلورهای کوراندوم (فاز اصلی) به فاز شیشه‌ای پیوند خورده است. این ویژگی‌ها باعث می‌شوند که این سرامیک‌ها در برابر سایش و خوردگی بسیار مقاوم باشند.
 4. چگونه می‌توان سرامیک‌های مناسب برای حفاظت در برابر سایش را انتخاب کرد؟
انتخاب سرامیک‌های مناسب به خواص فیزیکی آن‌ها، شرایط کاری خاص مانند محیط خورنده، دما، فشار، سرعت و زاویه برخورد مواد حمل‌شده، چرخه عمر پیش‌بینی‌شده و توانایی دستیابی به شکل مطلوب بستگی دارد. سرامیک‌های آلومینا، زیرکونیا و سیلیکون کاربید به‌طور ویژه برای کاربردهای صنعتی در برابر سایش مناسب هستند.
 5. چرا استفاده از سرامیک‌های مقاوم در برابر سایش در صنایع معدنی و معدنی اهمیت دارد؟
در صنایع معدنی و معدنی، قطعات مختلف کاری باید در تماس با ذرات سخت ساینده و در محیط‌های خورنده قوی قرار گیرند. استفاده از سرامیک‌های مقاوم در برابر سایش می‌تواند عمر مفید تجهیزات را افزایش دهد و هزینه‌های تعمیر و نگهداری را کاهش دهد.
 6. چه عواملی بر مقاومت در برابر سایش سرامیک‌ها تأثیر می‌گذارند؟
عوامل مؤثر بر مقاومت در برابر سایش سرامیک‌ها شامل ویژگی‌های میکروساختاری (مانند اندازه دانه‌ها و نوع فازها)، شرایط کاربرد (مانند نوع محیط ساینده، سرعت، زاویه برخورد و فشار) و خواص فیزیکی سرامیک‌ها می‌باشند.
 7. کدام فرآیندهای تولید برای سرامیک‌های آلومینا و زیرکونیا استفاده می‌شود؟
فرآیندهای تولید برای سرامیک‌های آلومینا و زیرکونیا شامل استفاده از آلومیناهای کلسینه‌شده با خلوص بالا و پودرهای زیرکونیا است. این مواد معمولاً با اندازه ذرات میانگین بین 0.3 تا 2.5 میکرومتر و سطح مخصوص از 6 تا 10 مترمربع بر گرم تولید می‌شوند.
 8. سرامیک‌های ABS-C چه ویژگی‌هایی دارند و در کجا استفاده می‌شوند؟
سرامیک‌های ABS-C (آلومینا-زیرکونیا-سیلیکون کاربید) دارای خواص مکانیکی بالا، سختی بسیار زیاد و مقاومت عالی در برابر سایش و خوردگی هستند. این سرامیک‌ها در صنایع مختلف، به‌ویژه در محیط‌های ساینده و خورنده، برای حفاظت از قطعات کاری استفاده می‌شوند.
 9. آیا سرامیک‌های مقاوم در برابر سایش به‌طور عمومی در برابر همه شرایط محیطی مقاوم هستند؟
نه، سرامیک‌ها باید بر اساس شرایط محیطی خاص انتخاب شوند. به عنوان مثال، برخی از سرامیک‌ها در محیط‌های با دماهای بالا و شرایط فشار زیاد عملکرد بهتری دارند، در حالی که برخی دیگر ممکن است برای شرایط خاصی مانند دماهای پایین یا فشارهای کم مناسب‌تر باشند.
 10. چگونه آزمایش‌های سایش برای سرامیک‌ها انجام می‌شود؟
آزمایش‌های سایش سرامیک‌ها معمولاً با استفاده از محیط‌های آزمایشی با ذرات ساینده، سرعت بالا و فشار زیاد انجام می‌شود. این آزمایش‌ها به‌منظور ارزیابی مقاومت در برابر سایش و بررسی مکانیزم‌های سایش سرامیک‌های همگن و دانه‌ای ناهمگن انجام می‌گیرند.