

مشخصات سرامیک:

به مواد معمولاً جامدی که بخش عمده تشکیل دهنده آنها غیر فلزی و غیرآلی باشد، سرامیک گفته می‌شود. این تعریف نه تنها سفالینه ها، پرسلان (چینی)، دیرگدازها، محصولات رسی سازه‌ای، ساینده‌ها، سیمان و شیشه را در بر می‌گیرد، بلکه شامل آهنرباهای سرامیکی، لعابها، فروالکتریک‌ها، شیشه-سرامیک‌ها، سوخت‌های هسته‌ای و ... نیز می‌شود. و همچنین سرامیک عبارت است از علم شناخت، ساخت و کاربرد اشیاء جامدی که اجزای اصلی تشکیل دهنده آنها مواد معدنی غیر فلزی می‌باشد.

تاریخچه:

برخی‌ها آغاز استفاده و ساخت سرامیک‌ها را در حدود ۷۰۰۰ سال ق.م. می‌دانند در حالی که برخی دیگر قدمت آن را تا ۱۵۰۰۰ سال ق.م نیز دانسته‌اند. ولی در کل اکثریت تاریخنگاران بر ۱۰۰۰۰ سال ق.م اتفاق نظر دارند. (بدیهی است که این تاریخ مربوط به سرامیک‌های سنتی است.)
واژه سرامیک از واژه یونانی کراموس گرفته شده‌است که به معنی سفال یا شیء پخته شده‌است.

مواد اولیه سرامیکی:

مهمترین عناصر پوسته زمین عبارتند از: اکسیژن ۵۰٪، سیلیسیم ۲۶٪ و آلومینم ۸٪ بنابراین می‌توان حدس زد که مواد اولیه سرامیکی (پوسته زمین) در واقع همان ترکیبات اکسیدی سیلیسم و آلومینیم هستند، لذا به آنها آلومینو سیلیکات گفته می‌شود. کانی‌آشنای رس نیز در واقع نوعی آلومینو سیلیکات آب‌دار می‌باشد. (رس خالص سفید رنگ است و قرمزی رس معمولی به علت وجود اکسید آهن در آن می‌باشد) کانی‌های رس در سرامیک‌ها دو عملکرد مهم دارند:

- ۱- مخلوط آب و رس (گل رس) دارای خاصیت شکل‌پذیری فوق‌العاده است (پلاستیک) و حتی بعد از شکل‌گیری آن به صورت پایدار باقی می‌ماند.
- ۲- این مواد در محدوده‌ای از حرارت قبل از آنکه ذوب شوند ذرات تشکیل دهنده آن دچار ذوب سطحی شده و پدیده هم‌جوشی اتفاق می‌افتد، که در آن قطعه‌ای یکپارچه و مستحکم تشکیل می‌شود. (زینتر شدن)

مهمترین مواد اولیه سرامیکی :

الف) کانی رسی کائولینیت $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ تقریباً در تمام محصولات سرامیکی سنتی وجود دارند، چنانچه کائولینیت را خالص نماییم آنگاه به آن کائولین مساوی خاک چینی گفته می‌شود

که چون فاقد اکسید آهن می‌باشد، دمای ذوب آن بالا بوده و سفید رنگ می‌باشد. ب) مواد غیر پلاستیک، کوارتز (سیلیکا SiO_2) که در واقع همان ماده تشکیل دهنده شیشه می‌باشد و در لعاب‌سازی، شیشه‌سازی، چینی‌سازی و ساینده‌ها به وفور یافت می‌شود، دارای ثبات شیمیایی، سختی و دیرگدازی است.

ج) فلدسپات همان آلومینو سیلیکات بدون آب است که در ساخت چینی کاربردی وسیع دارد؛ لذا رس، کوارتز، فلدسپات سه جزء اصلی سرامیک‌ها می‌باشند.

طبقه بندی مواد از دید علم شناخت مواد:

از دید علم شناخت مواد، مواد به سه طبقه قابل قسمت است:

گروه اول: مواد فلزی با خصوصیات‌شان.

گروه دوم: مواد آلی که بیشتر در بدن موجودات زنده هستند؛ مانند: هیدروکربن‌ها با خصوصیات‌شان.

گروه سوم: مواد سرامیکی که هم خصوصیات مواد آلی و هم خصوصیات مواد فلزی را دارا می‌باشند؛ مانند: مقاومت در برابر الکتریسیته و حرارت، مقاومت در برابر شکل‌پذیری، سختی، شکنندگی و سایر خواص.

صنایع شیشه و سیمان و امسال آن نیز زیر گروه صنعت سرامیک هستند.

طبقه بندی سرامیک‌ها:

سرامیک‌ها از لحاظ ساختار شیمیایی به شکل زیر طبقه بندی می‌شوند:

• سرامیک‌های سنتی (سیلیکاتی)

• سرامیک‌های مدرن (مهندسی)

• اکسیدی

• غیر اکسیدی

سرامیک‌های اکسیدی را از لحاظ ساختار فیزیکی می‌توان به شکل زیر طبقه‌بندی کرد:

• سرامیک‌های مدرن مونولیتیک (یکپارچه)

• سرامیک‌های مدرن کامپوزیتی

انواع سرامیک‌ها:

سرامیک‌های صنعتی:

سرامیک‌های صنعتی، یعنی آنها که بشر سال‌ها است از آن استفاده می‌کنند؛ مانند: سفال، چینی، شیشه، لعاب، ساینده‌ها و مواد و مصالح ساختمانی. طبقه‌بندی سرامیک‌های صنعتی:

۱- سفال :

از قدیمی‌ترین دست ساخته‌های بشر است که رس به عنوان ماده اصلی آن مطرح می‌باشد. (حاوی اکسید آهن قرمز رنگ می‌باشد)
آب + خاک رس گل + ورزدادن (خروج هوا و اختلات کاملتر) شکل‌پذیری کامل (پلاستیک) بدنه سفال‌ها متخلخل بوده لذا هر مایعی را به سرعت جذب کرده و از خود عبور می‌دهد.

لعاب‌کاری بر روی سفال صورت می‌گیرد برای:

۱- زیبایی

۲- افزایش استحکام

۳- بهداشتی نمودن

پخت سفال نیز در دو مرحله صورت می‌گیرد :

مرحله اول که پس از خشک شدن صورت می‌گیرد و در آن سفال به بیسکویت تبدیل می‌شود و در مرحله دوم پس از لعاب‌کاری بر روی بیسکویت و جهت تثبیت لعاب بر روی آن پخت دوم صورت می‌پذیرد. حرارت لازم برای پخت سفال ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

مصالح مهم سرامیکی ساختمانی عبارتند از گچ، آهک، سیمان و آجر.

۲- آجر :

از مهمترین مصالح ساختمانی است که در قدیم به روش دستی تولید می شد، یعنی گل را داخل قالب می نمودند و خشت خام را پخت می کردند اما امروزه آجر با استفاده از دستگاه های میکسر، اکسترودر، فیلتر پرس ساخته می شود. آجرهای تولید شده در روش مدرن هم استحکام بیشتر و هم ابعاد دقیق تر و هم صافی سطوح بیشتر دارند. پخت این آجرها در سه نوع کوره صورت می گیرد. ۱- کوره اتاقکی (سنتی)، ۲- کوره هفمن که در آن محصولات ثابت و شعله در حرکت است، ۳- کوره تنلی کوره ای است به طول ۸۰ متر که با توجه به دما به سه ناحیه تقسیم می شود؛ ناحیه اول: دما در آن بتدریج بالا می رود. ناحیه میانی: موسوم به جهنم کوره و ناحیه سوم: دما بتدریج پایین می آید.

۳- کاشی :

قطعاتی مسطح از سفال می باشند که تنها یک روی آنها لعاب داده می شود (ضد آب کردن کاشی) و طرف دیگر را با دوغاب سیمان به دیوار می چسبانند؛ کاشی در دو نوع دیواری و زمینی (موسوم به سرامیک) تولید می گردد. کاشی های زمینی می بایست قهوه ای تر و محکم تر بوده و ضریب استحکام سطحی آن مناسب باشد. لذا کاشی کف می بایست از مواد زودگذرتر ساخته شود تا عمل هم جوشی بیشتری در آن اتفاق افتد.

۴- چینی :

به قطعاتی سفید، محکم، به جذب آب بسیار کم گفته می شود که فلدسپات، کوارتز، رس سه جزء اصلی آن می باشند. هر چه دمای پخت چینی بیشتر باشد آن چینی مرغوب تر بوده و صدای زنگ ناشی از آن نیز بیشتر است. بر اساس دمای پخت چینی ها به دو گروه چینی نرم (1250°) و چینی سخت (1250° - 1450°) تقسیم می شود. مراحل تولید قطعات چینی عبارتند از:

۱- آماده سازی مواد اولیه.

۲- شکل دهی.

۳- خشک کردن.

۴- پختن.

۵- لعاب کاری.

۶- پخت دکور یا تزئین.

۵- دیرگذازاها :

فراورده‌هایی می‌باشند که دارای استحکام کافی بوده و می‌توانند در دمای بالا کار کنند؛ استفاده از آنها در ساخت انواع کوره‌ها یا تولید مصالح ساختمانی. دیرگذازان عموماً یا به صورت آجر و بلوک تولید می‌شوند (آجرهای نسوز شومینه) یا به صورت ملات‌های نسوز ساخته می‌شوند (سیمان نسوز تولید شده از جرم یا شلاکه یا سر باره) دیرگذازهای سنتی می‌توانند تا 1900° سانتی‌گراد را تحمل کنند در صورتی که دیر گذازهای نوین می‌توانند تا 3000° سانتیگراد را تحمل کنند.

۶- ساینده‌ها و سنباده‌ها :

از مواد سرامیکی طبیعی که در طبیعت یافت می‌شود. (الماس و کوارتز) که دارای سختی فوق العاده می‌باشند که جهت تهیه ساینده و سنباده کاربرد دارند. برای ساخت ساینده‌ها این ذرات را ابتدا توسط قالب شکل می‌دهند سپس با اعمال حرارت آن را زینتر می‌کنند به قطعه‌ای فوق العاده سخت و محکم تبدیل می‌گردد. در حالی که جهت تولید سنباده‌ها ابتدا ذرات را دانه بندی نموده و توسط چسب‌هایی مقاوم بر روی مقوا یا پارچه می‌چسبانند.

۷- لعاب :

پوششی است شیشه‌ای زودگذاز که با ضخامت کم بر روی قطعه قرار گرفته و توسط حرارت ذوب و تثبیت می‌گردد، باید توجه نمود که لعاب علاوه بر ظروف سرامیکی بر روی قطعات فلزی نیز کاربرد دارند. (کتری لعابی، سینک لعابی و بخاری)

سرامیک‌های مدرن:

سرامیک‌های مدرن یا نوین (سرامیک‌های مهندسی) در ساخت این سرامیک‌ها به سه نکته اهمیت می‌دهند؛ ۱- خلوص در مواد، ۲- روش‌های ویژه تولید، ۳- کنترل دقیق بر فرآیند تولید.

سرامیک‌های مدرن امروزه کاربرد وسیعی در صنایع و پزشکی پیدا کرده‌اند؛ مانند: فرآورده‌های ویژه و سرامیک‌های تکنیکی، دیرگذازاها، فرآورده‌های زمخت، فرآورده‌های ظریف.

این فرآورده‌ها عمدتاً از مواد اولیه خالص و سنتزی ساخته می‌شوند. این نوع سرامیک‌ها اکثراً در ارتباط با صنایع دیگر مطرح شده‌اند.

طبقه بندی سرامیک‌های مدرن :

۱- فرآورده‌های ویژه و سرامیک‌های تکنیکی :

این فرآورده‌ها عمدتاً از مواد اولیه مصنوعی و خالص استفاده می‌شوند. خصوصیات ترکیبات و مواد اولیه این فرآورده‌ها برحسب موارد مصرف آنها متفاوت است. این فرآورده‌های پیچیده عمدتاً در ارتباط با پیشرفت و تکامل صنایع دیگر مطرح هستند. صنایع الکترونیک، تحقیقات فضایی، انرژی هسته‌ای، نیروی برق، صنایع هواپیمایی.

۲- دیرگدازها Refractions :

بطور کلی دیرگدازها محصولاتی هستند که خمش آنها در دمای بالاتر از 580° سانتی‌گراد انجام می‌شود. مصرف این فرآورده‌ها در ساختمان کوره‌ها می‌باشد. که به صورت آجر، انواع ملات‌ها و پوشش‌های مختلف و فرآورده‌های ویژه، کلیه صنایعی که در مرحله‌ای از روند تولید خود نیاز به درجه حرارت بالا دارد مثل صنایع ذوب فلز، ذوب شیشه، سیمان، صنایع شیمیایی و صنایع هسته‌ای مجبور به استفاده از این فرآورده‌ها می‌باشد.

۳- فرآورده‌های زمخت Heavy clay :

عمدتاً در ساختمان‌ها تنها به کار می‌روند آجر مشهورترین فرآورده این شاخه از صنعت است. انواع آجرها، لوله‌های فاضلاب، انواع سفال‌های سقف، کاشی‌های کف زمخت، نودانی‌ها و قطعات مشابه؛ ماده اولیه این فرآورده خاک رس سرخ رنگ است.

۴- فرآورده‌های ظریف Pottery :

الف) ظروف خانگی:

۱- سفال، ۲- چینی نیمه زجاجی، ۳- چینی استخوانی، ۴- شیشه سرامیک‌ها؛ اگر چه ساختمان نهایی شیشه سرامیک بسیار شبیه به دیگر فرآورده‌ها سرامیکی است ولی رمش ساخت آنها مشابه روش ساخت دیگر سرامیک‌ها نیست بلکه مشابه روش ساخت شیشه‌ها است.

ب) کاشی‌ها:

۱- کاشی‌های دیواری به نسبت جذب آب که بطور معمول ۱۲-۱۵٪ استاندارد جهانی و ۱۲-۱۸٪ استاندارد ایرانی.

۲- کاشی‌های کف که نسبت جذب آنها ۲-۵٪ استاندارد جهانی و ۰-۲٪ استاندارد ایرانی شناخته می‌شود.

ج) سرامیک‌های بهداشتی:

کاربرد اصلی این نوع فرآورده‌ها به صورت دستشویی و کاسه توالت و... است. در

ایران اصلاح سرامیک بهداشتی Sanitary ware به عنوان چینی‌های بهداشتی معروف هستند که این اصلاح غلطی است چرا که بدنه این نوع فرآورده‌ها همیشه از نوعی چینی نمی‌باشد.

(د) عایق‌های الکتریکی:

بیشتر در نیروگاه‌های برق وجود دارند.

سرامیک‌های اکسیدی

برخی از پرکاربردترین این نوع سرامیک‌ها عبارت‌اند از:

• برلیا (BeO)

• تیتانیا (TiO_2)

• آلومینا (Al_2O_3)

• زیرکونیا (ZrO_2)

• منیزیا (MgO)

سرامیک‌های غیراکسیدی

این نوع سرامیک‌ها با توجه به ترکیبشان طبقه‌بندی می‌شوند که برخی از پرکاربردترین آنها در زیر آمده‌اند:

۱- نیتrideها

• BN

• TiN

• SiN₃

• GaN

۲- کاربردها

- SiC

- TiC

- WC

صنعت سرامیک

بازار سرامیک‌های پیشرفته در ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۸ نزدیک به ۷۰۵ میلیون دلار بود که در سال ۲۰۰۳ به ۱۱ میلیارد دلار رسید.

رنگ‌های سرامیکی :

به طور کلی ترکیبات عناصر واسطه در جدول تناوبی؛ مانند: وانادیم، کروم، منگنز، آهن، کبالت، نیکل و مس به عنوان مواد رنگزا در لعاب کاری به کار می‌رود؛ مثلاً: اکسید کبالت آبی تا سرمه‌ای

اکسید آهن = کرم

اکسید کروم = سبز و صورتی و قهوه‌ای

برای اینکه مواد مولد رنگ به توانند رنگ خاصی را بروز دهند می‌بایست در یک لعاب مشخص مخلوط گردند پس:

رنگ سرامیکی = ترکیبات عناصر واسطه + لعاب

بنابراین مواد مولد رنگ را با لعاب مخلوط کرده و حرارت می‌دهند تا واکنش مورد

نظر انجام شود و رنگ مطلوب بدست می‌آید چنانچه به جای استفاده از این

رنگ‌ها به طور مستقیم تنها از مواد مولد رنگ استفاده گردد ممکن است باعث

بروز رنگ ناخالص و معیوب گردد.

مثلاً اکسید کروم که دارای ظرفیت مختلفی است در شرایط مختلف، رنگ‌های

متفاوتی می‌دهد؛

مثل: اکسید کروم + لعاب اکسید قلع = رنگ صورتی تا زرشکی

اکسید کروم + لعاب اکسید روی = قهوه‌ای

خواص برتر سرامیک‌ها نسبت به مواد دیگر:

•دیرگدازی بالا

•سختی زیاد

•مقاومت به خوردگی بالا

کاربردهای مختلف مواد سرامیکی:

در زیر کاربردهای رایج مواد سرامیکی به همراه چند نمونه از مواد رایج در هر کاربرد آورده شده است:

1-الکتریکی و مغناطیسی :

•عایق‌های ولتاژ بالا (AlN - Al_2O_3)

•دی الکتریک (BaTiO_3)

•پیزوالکتریک (ZnO - SiO_2)

•پیروالکتریک ($\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})\text{O}_3$)

•مغناطیس نرم ($\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$)

•مغناطیس سخت ($\text{SrO.6Fe}_2\text{O}_3$)

•نیمه رسانا (ZnO - GaN - SnO_2)

•رسانای یونی ($\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$)

•تاباندهٔ الکترون (LaB_6)

•ابررسانا ($\text{Ba}_2\text{LaCu}_3\text{O}_{7-\delta}$)

2-سختی بالا :

•ابزار ساینده، ابزار برشی و ابزار سنگ‌زنی ($\text{O}_3\text{TiN-Al}$)

•مقاومت مکانیکی (SiC - Si_3N_4)

3-نوری :

•فلورسانس (Y_2O_3)

•ترانسلوسانس (نیمه شفاف (SnO_2))

•منحرف کنندهٔ نوری (PLZT)

• بازتاب نوری (TiN)

• بازتاب مادون قرمز (SnO_2)

• انتقال دهنده نور (SiO_2)

4- حرارتی :

• پایداری حرارتی (ThO_2)

• عایق حرارتی ($\text{CaO} \cdot n\text{SiO}_2$)

• رسانای حرارتی ($\text{AlN} - \text{C}$)

5- شیمیایی و بیوشیمیایی :

• پروتزیهای استخوانی ($\text{P3012}(\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl}))$)

• سابسیت ($\text{TiO}_2 - \text{SiO}_2$)

• کاتالیزور ($\text{KO}_2 \cdot \text{mnAl}_2\text{O}_3$)

6- فناوری هسته‌ای :

• سوخت‌های هسته‌ای سرامیکی

• مواد کاهش‌دهنده انرژی نوترون

• مواد کنترل‌کننده فعالیت راکتور

• مواد محافظت‌کننده از راکتور