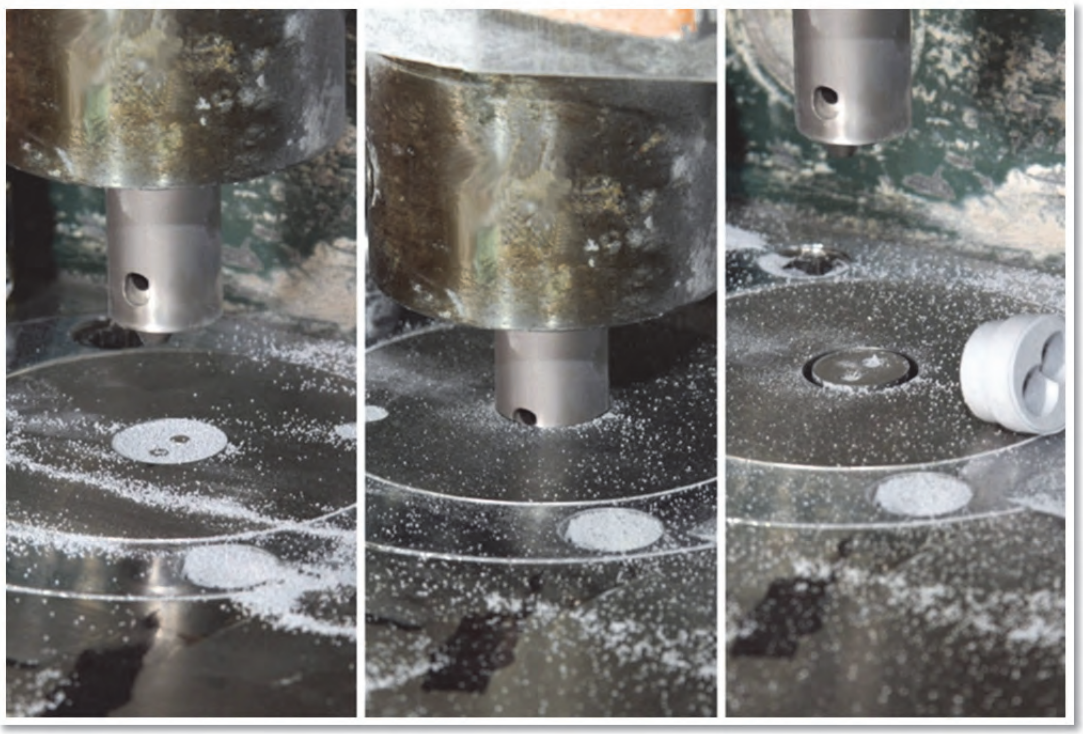
پودمان پنجم

پرس پودر



پرس پودر یکی از روش‌های شکل‌دهی محصولات سرامیکی است. مهم‌ترین ویژگی بدنه‌های سرامیکی پرس شده شامل دقت ابعادی، استحکام و چگالی بالا است.

سرعت تولید زیاد و کاهش هزینه‌ها باعث کاربرد گسترده این روش در صنایع سرامیک شده است.

واحد یادگیری ۵

شایستگی پرس پودر

آیا تا به حال پی برده‌اید

۱ قرص‌های خوراکی و دارویی چگونه شکل داده می‌شوند؟
۲ چگونه می‌توان مواد اولیه به شکل گرانول را به قطعه تبدیل کرد؟
۳ چه عواملی بر تولید قطعه به روش پرس مؤثر است؟

هدف از این شایستگی فراگیری دانش و مهارت به‌کارگیری تجهیزات پرس برای ساخت محصولات سرامیکی است. همچنین آشنایی با مراحل فرایند پرس، عیوب و عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محصول در این واحد در نظر گرفته شده است.

استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی پرس پودر هنرجویان قادر به تولید قطعه به روش پرس پودر خواهند بود. همچنین مهارت به کارگیری تجهیزات و راه‌اندازی دستگاه پرس برای تولید قطعه با کیفیت مناسب را کسب می‌نمایند.

پرس پودر

آیا می‌دانید قرص‌های دارویی و قندهای حبه به چه روشی شکل‌دهی می‌شوند؟

شکل ۱

آیا می‌توان با استفاده از مخلوط مواد اولیه به صورت پودر و با رطوبت کم، بدنه‌های سرامیکی را شکل‌دهی کرد؟
می‌دانید که پلاستیسیته یکی از عوامل مهم در شکل‌دهی برخی از بدنه‌های سرامیکی است. اگر مقدار رطوبتِ‌آمیز، کمتر از محدودهٔ پلاستیک باشد، آمیز حاصل به سادگی شکل‌پذیر نخواهد بود.

فکر کنید

راهکار مناسبی برای شکل‌دهی آمیزی که دارای رطوبت کمتر از محدودهٔ پلاستیک است، ارائه کنید.

به تصاویر (شکل۲) نگاه کنید. این بدنه‌های سرامیکی با یکی از روش‌های رایج شکل‌دهی سرامیک به نام «پرس پودر» شکل داده شده‌اند. در این روش شکل‌دهی، پودر درون یک قالب با شکل مشخص ریخته می‌شود سپس با اعمال فشار متراکم شده و شکل قالب را به خود می‌گیرد.

الف ب پ ت ث ج

شکل ۲- بدنه‌های سرامیکی شکل داده شده به روش پرس پودر

بسیاری از قطعات سرامیکی مانند کاشی‌ها، آجرهای دیرگداز، دیسک ساینده، چینی شمع اتومبیل، گلولهٔ سرامیکی و کاتالیست‌های مورد مصرف در صنایع نفت و گاز با روش پرس پودر تولید می‌شوند.

علاوه بر صنعت سرامیک، در صنایع چوب برای تولید ورق نئوپان و در صنعت متالورژی برای ساخت چرخ‌دندهٔ ساعت نیز از پرس پودر برای شکل‌دهی استفاده می‌شود.

الف) ورق نئوپان

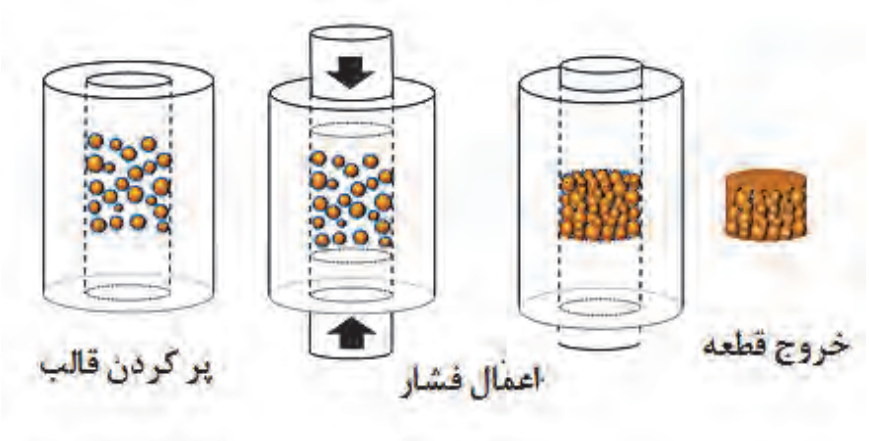
ب) چرخ دندهٔ ساعت

شکل ۳

نکته

ابعاد قطعات سرامیکی که به روش پرس پودر تولید می‌شوند از قطر چند میلی‌متر برای قطعات الکترونیکی تا قطر ۲ متر برای دیسک‌های ساینده سیلیکون کاربایدی متغیر است.

فرایند شکل‌دهی قطعات سرامیکی با روش پرس را می‌توان به طور کلی به سه مرحله تقسیم کرد:



شکل ۴- مراحل شکل‌دهی به روش پرس پودر

آماده‌سازی مواد اولیه برای پرس

آماده‌سازی مواد اولیه برای پرس، با توجه به نوع محصولات، متفاوت بوده و به دو صورت زیر انجام می‌شود:

۱- تهیهٔ گرانول توسط اسپری درایر یا دیگر تجهیزات گرانول‌سازی؛

۲- تهیهٔ مخلوطی از مواد اولیه با اندازهٔ ذرات درشت، متوسط و ریز، همراه با افزودنی‌ها توسط میکسر.

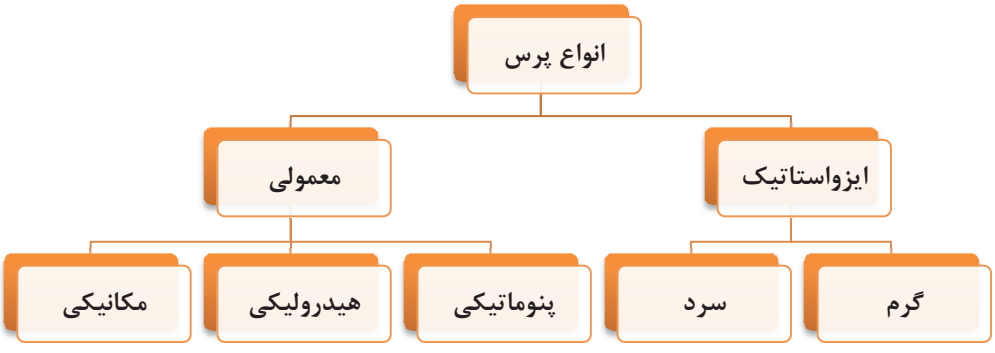
در شکل (۵) چند محصول سرامیکی بر اساس روش آماده‌سازی مواد اولیه نشان داده شده است.

شکل ۵- محصولات سرامیکی

نکته

اندازهٔ ذرات یا گرانول ورودی پرس، از چند میکرون تا چند میلی‌متر می‌تواند متغیر باشد.

تقسیم‌بندی انواع پرس



نمودار ۱

پرس معمولی

در این نوع پرس، معمولاً از یک یا دو جهت به آمیز در داخل قالب نیرو وارد می‌شود تا به شکل مورد نظر متراکم شود. نیروی اعمالی می‌تواند به صورت مکانیکی (دستی یا موتور الکتریکی)، هیدرولیکی (روغن هیدرولیک) یا پنوماتیکی (هوای فشرده) تأمین شود.

پرس‌های معمولی انواع متنوعی دارند که شامل دو دستهٔ اصطکاکی و ضربه‌ای هستند.

آیا می‌دانید

پرس اصطکاکی

پرس اصطکاکی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های پرس پودر، از نوع مکانیکی است. این پرس از یک پیچ بزرگ و یک چرخ اصطکاکی تشکیل شده است. در اثر اصطکاک بین چرخ و دیسک‌ها، پیچ به سمت پایین یا بالا حرکت کرده و عمل پرس کاری انجام می‌شود. این روش برای تولید موزائیک، آجر نما و دیرگداز به کار می‌رود.

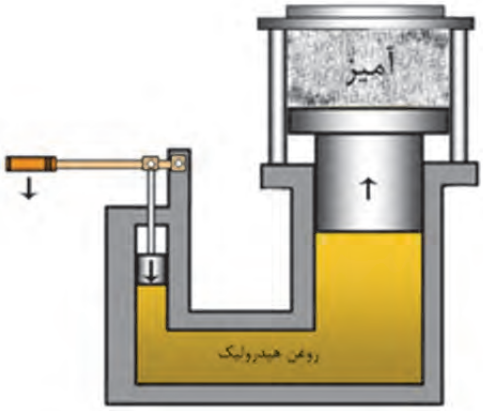
شکل ۶- پرس اصطکاکی

پرس ضربه‌ای

این پرس‌ها پنوماتیک بوده و برای شکل‌دهی قطعات کوچک مانند جرقه زن لوازم گازسوز استفاده می‌شود و سرعت تولید بالایی دارد.

پرس هیدرولیک

در پرس‌های هیدرولیک فشار توسط یک پمپ به روغن هیدرولیک اعمال شده و سپس فشار از روغن به پیستون منتقل می‌شود. در نهایت سنبهٔ متصل به پیستون، پودر یا آمیز داخل قالب را متراکم می‌کند.



شکل ۷- عملکرد پرس هیدرولیکی

تحقیق کنید

دمای محیط بر عملکرد پرس هیدرولیکی چه اثری دارد؟

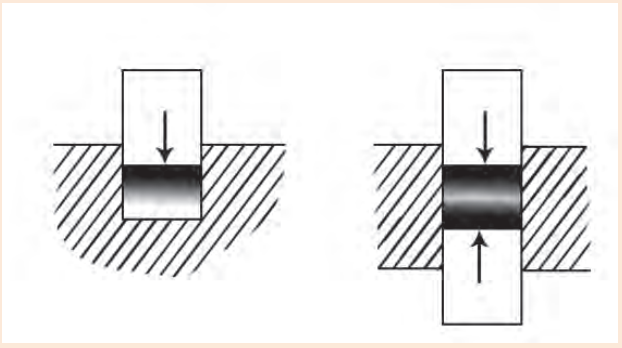
پرس هیدرولیک به دو صورت تک محور و دو محور وجود دارد.

پرس هیدرولیک

- **تک محور**
  - در این نوع پرس نیروی فشاری فقط از سنبهٔ بالا به آمیز وارد می‌شود و سنبهٔ پایین (پران یا جک) فقط برای خارج کردن قطعه از قالب استفاده می‌شود.
  - معمولاً برای شکل دهی سرامیک های با ضخامت کم مانند کاشی به کار می‌رود.
- **دومحور**
  - در این نوع پرس فشار از هر دو سنبه بالا و پایین به آمیز وارد می‌شود.
  - معمولاً در دیرگدازها و آسترهای آلومینایی بال میل که ضخامت قطعه زیاد است، پرس‌های هیدرولیک دو محور استفاده می‌شود.

فعالیت کلاسی

۱- کدامیک از پرس‌های زیر تک محور و کدامیک دو محور است؟



شکل ۸

۲- مزیت پرس دو محور نسبت به تک محور چیست؟

الف

ب

پ

شکل ۹- الف) پرس هیدرولیک تک محور مورد استفاده در صنعت کاشی و سرامیک ب) پرس هیدرولیک تک محور برای تولید آجرهای دیرگداز پ) پرس هیدرولیک دو محور برای تولید آستر آلومینایی

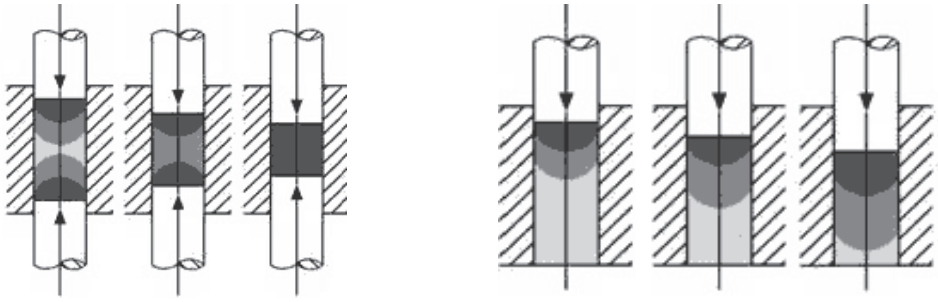
بیشترین فاصله‌ای را که پیستون یا سنبه می‌تواند جابه‌جا شود کورس[۱] پرس می‌گویند.

نکته

پرس‌های صنعت تولید کاشی به دلیل ضخامت کم محصولات از کورس کوتاهی برخوردارند، در حالی‌که پرس‌های صنعت دیرگداز به دلیل ضخامت زیاد محصولات، کورس بلندتری دارند.

۱. Stroke Plunger

در پرس تک محور، تراکم یا چگالی در لایه‌های زیرین قطعه، کمتر از لایه‌های بالایی است. یکنواختی تراکم قطعات در پرس دو محور افزایش می‌یابد.



الف) پرس تک‌محور　　ب) پرس دو محور

شکل ۱۰ - تفاوت تراکم در راستای پرس تک‌محور و دو محور

نکته

مقدار نیرو در پرس هیدرولیک از چند کیلوگرم نیرو تا ده هزار تن نیرو متغیر است. یک کیلوگرم نیرو معادل ۱۰ نیوتن است.

فعالیت کلاسی

در جدول ۱ فشار و نیروی پرس‌کاری چند قطعهٔ سرامیکی مقایسه شده است. طبق مثال حل شده مقدار نیرو را محاسبه و جدول را تکمیل کنید.

جدول ۱- مقایسهٔ فشار و نیروی پرس‌کاری چند قطعهٔ سرامیکی

	ابعاد قطعه خام (cm)	تعداد حفره*	فشار پرسکاری (kgf/cm^2)	کیلوگرم نیرو (kgf)	تن نیرو (tonf)
کاشی دیوار	۳۰×۶۰	۴	۲۵۰		
پرسلان	۴۳×۸۶	۲	۴۰۰		
آجر دیرگداز سیلیکون کاربید	۲۵×۳۷/۵	۱	۲۰۰۰		
آجر دیرگدارمنیزیت-کرومیت	۲۰×۲۲	۲	۱۰۰۰		
آستر آلومینایی بال میل	۱۸×۱۲	۲	۷۰۰	۳۰۲۴۰۰	۳۰۲/۴

* حفره: معمولاً برای افزایش میزان تولید قطعه در هر ضربهٔ پرس، در یک قالب یک یا چند حفره طراحی می‌شود.

شکل ۱۱- پرس با قالب حاوی ۸ حفره

مثال: برای رسیدن به خواص مطلوب در آستر آلومینایی لازم است فشاری معادل ۷۰۰ kgf/cm^2 بر قطعه وارد شود. اگر ابعاد خام قطعه ۱۲×۱۸ سانتی‌متر باشد و در هر مرحله پرس کاری ۲ قطعه پرس شود، مقدار نیروی مورد نیاز را محاسبه کنید؟

راه حل:

مساحت سطح یک قطعه $\rightarrow$ $۱۲\times ۱۸= ۲۱۶\ cm^2$

$۲۱۶\times ۷۰۰\times ۲= ۳۰۲۴۰۰\ kgf = ۳۰۲/۴\ tonf$

آیا می‌دانید

مشخصات یک پرس ۷۵۰۰ تن نیرو که در صنعت کاشی استفاده می‌شود:

جدول ۲- مشخصات پرس هیدرولیک

بیشترین نیروی پرس کاری (پیستون بالا)	۷۵۰۰ تن نیرو
بیشترین نیروی خارج‌سازی قطعه پیستون پایین	۱۵ تن نیرو
بیشترین تعداد سیکل در دقیقه (در عمل کمتر می‌باشد)	۱۵
وزن پرس	۱۷۵ تن
قدرت موتور	۲۱۲ کیلووات

با این پرس می‌توان سرامیک‌های پرسلانی با ابعاد ۸۰×۱۶۰ سانتی‌متر با فشار پرس کاری ۴۰۰kgf/cm^2 تولید کرد.

فعالیت کلاسی

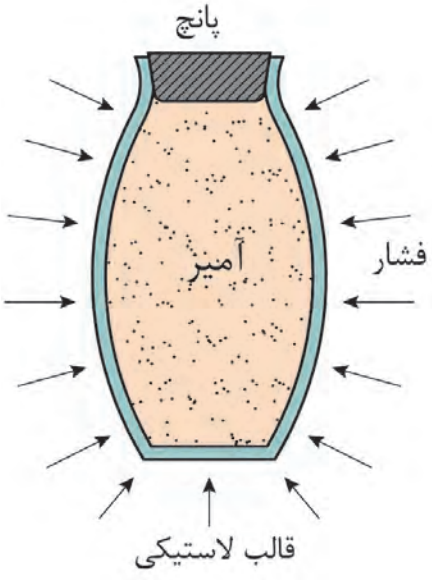
اگر بازده یک پرس هیدرولیک ۷۵۰۰ تن ـ نیرو، ۹۰ درصد باشد، بزرگ‌ترین قطعهٔ خام مربعی شکلی که بتوان در قالب تک حفره‌ای تولید کرد چقدر است؟ فشار پرس‌کاری را $400\ kgf/cm^2$ فرض کنید. این مسئله را در مورد یک قالب دو حفره‌ای حل کنید.

فکر کنید

برای افزایش یکنواختی تراکم قطعه در تمامی جهات چه پیشنهادی دارید؟

پرس ایزواستاتیک

طبق قانون پاسکال، اگر به یک سیال نیرو وارد شود آن سیال نیرو را در همهٔ جهات به طور یکسان منتقل می‌کند. از این قانون در پرس ایزواستاتیک استفاده می‌شود تا با اعمال نیروی فشاری یکنواخت، تراکم پودر در تمامی جهات یکسان شود. این نوع پرس به صورت سرد یا گرم انجام می‌شود.



شکل ۱۲- مبنای کار پرس ایزواستاتیک

پرس ایزواستاتیک سرد[1]

در پرس ایزواستاتیک که فشار اعمالی از نوع هیدرواستاتیک است، به جای سنبه و قالب فلزی از قالبی با خاصیت الاستیک استفاده می‌شود. ابتدا قالب با آمیز پر شده و سپس داخل محفظه‌ای توسط یک سیال تحت فشار قرار داده می‌شود.
به عنوان مثال، در تولید گلوله‌های آلومینایی لازم است که فشار در تمامی جهات و به یک میزان اعمال گردد و به همین دلیل از پرس ایزواستاتیک استفاده می‌شود. در غیر این صورت گلوله در حین کارکرد به طور غیر یکنواخت ساییده می‌شود و راندمان آسیاب کاهش می‌یابد.

شکل ۱۳- پرس ایزوستاتیک گلوله آلومینایی

در پرس‌های ایزواستاتیک یک محفظهٔ فشار از جنس فولاد آلیاژی وجود دارد که داخل آن یک توری استیل قرار دارد و قالب‌های لاستیکی معمولاً از جنس پلی یورتان در داخل توری قرار می‌گیرد.

شکل ۱۴- قالب و پانچ پلی یورتانی جهت تولید گلوله

۱. Cold Isostatic Pressing: (CIP)

آب ارزان‌ترین سیال برای پرس ایزواستاتیک سرد است که برای جلوگیری از خوردگی تجهیزات به آن روغن‌های حل‌شونده و عوامل ضد فساد اضافه می‌کنند.

سیال با فشار معین از تمام جهات به قالب‌های لاستیکی نیرو وارد کرده و پودر داخل قالب به طور یکنواخت متراکم می‌شود. با حذف فشار ایزوستاتیک، قالب به حالت اولیه خود برگشته و قطعهٔ پرس شده از قالب خارج می‌شود.

انواع پرس ایزواستاتیک سرد

دستی (wetbag)

قالب‌ها در محفظهٔ فشار غوطه‌ور و رها بوده که پس از انجام فرایند پرس باید درپوش محفظه باز شده و قالب از داخل آب خارج شود.

سرعت تولید کم است.

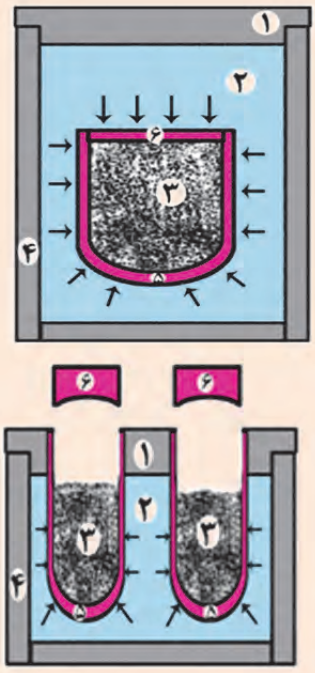
کاربرد: قطعات بزرگ مانند دیرگدازها

اتوماتیک (drybag)

در این نوع از پرس، قالب‌ها در محفظهٔ فشار جاسازی شده‌اند که پس از انجام پرس نیازی به خارج کردن قالب از محفظه نیست.

به صورت مکانیزه و اتوماتیک انجام می‌شود.

کاربرد: گلوله آلومینا و شمع ماشین



۱- درپوش محفظه فشار
۲- آب
۳- آمیز
۴- محفظهٔ فشار
۵- قالب الاستیکی
۶- پانچ بالا

جدول ۳- مقدار فشار پرس چند محصول در پرس ایزواستاتیک سرد

نوع ماده یا محصول	مقدار فشار (kgf/cm^2)
پودر فلزی	۶۰۰۰-۷۰۰۰
پودر سرامیکی	۲۰۰۰-۳۰۰۰
گلوله آلومینایی	۶۰۰

نکته

یک پرس ایزوستاتیک ۲۰۰ تن - نیرو در هر مرحله از پرس می‌تواند ۴ گلوله آلومینایی اندازهٔ ۶۰ میلی‌متر، یا ۸ گلوله آلومینایی اندازه ۴۰ میلی‌متر می‌تواند پرس کند. در هر دقیقه ۸ گلولهٔ اندازهٔ ۶۰ یا ۱۶ عدد گلولهٔ اندازهٔ ۴۰ پرس می‌شود.

آیا می‌دانید

روش‌های ویژهٔ پرس

۱- پرس گرم

در این فرایند شکل‌دهی و پخت هم‌زمان انجام می‌شود. در اطراف قالب المان‌های حرارتی تعبیه شده است تا فرایند پرس‌کاری در دمای بالا انجام شود. در این روش دمای پخت کاهش می‌یابد و قطعه پس از پرس نیازی به پخت اضافی ندارد.

تراکم زیاد و تخلخل کمتر از مزایای این روش است.

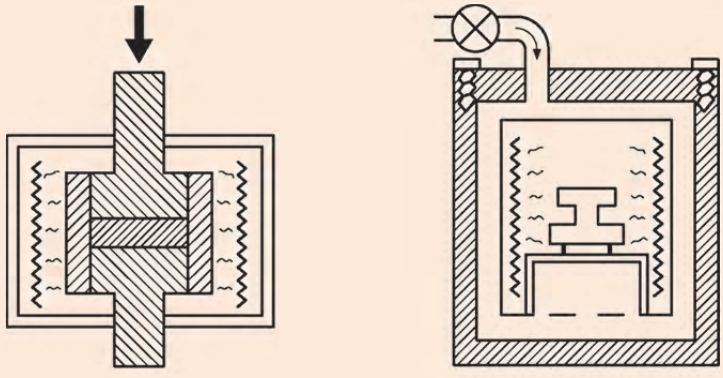
۲- پرس ایزوستاتیک گرم[۱]

در این روش پرس، قطعهٔ پیش شکل داده شده در محفظه‌ای تحت فشار و دمای بالا که به طور هم‌زمان و یکنواخت بر سطوح قطعه اعمال می‌گردد، قرار داده می‌شود.

فشار بالا توسط یک گاز خنثی نظیر ارگون یا هلیوم اعمال می‌گردد. فشار گاز با کمپرسور و به کمک انبساط حرارتی قابل کنترل است. دمای مورد نیاز برای پرس ایزواستاتیک گرم با استفاده از المنت‌های الکتریکی تأمین می‌شود.

جدول ۴- محدوده دما و فشار در پرس ایزواستاتیک گرم

دما	۵۰۰ تا ۲۲۰۰ درجه سلسیوس
فشار	تا ۲۰۰۰ kgf/cm^2



ب) پرس گرم　　الف) پرس ایزواستاتیک گرم

شکل ۱۵

۱. Hot Isostatic Pressing (HIP)

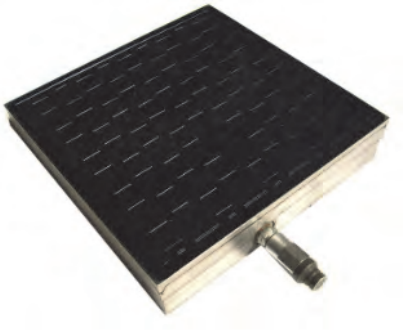
جنس سنبه (پانچ) و قالب

جنس قالب و سنبه با توجه به میزان سختی آمیز متغیر است.

در صنعت دیرگداز از سنبه و قالب‌هایی که از فولاد آلیاژی ساخته شده‌اند، استفاده می‌شود و اگر مواد مصرفی، آلومینا یا سیلیکون کارباید باشد، برای افزایش سختی قالب، پوششی از جنس سخت مانند تنگستن کارباید[1] روی سطح داخلی قالب‌ها اِعمال می‌شود.

در صنعت کاشی و سرامیک، قالب و سنبه از جنس آلیاژ مخصوص است و سنبه‌ها دارای آستری از جنس رزین بوده تا از چسبیدن آمیز به سطح سنبه جلوگیری کند. سنبه‌ها را تا دمای تقریبی ۴۰ تا ۵۰ درجهٔ سلسیوس گرم می‌کنند تا چسبندگی گرانول به سنبه کاهش یابد (شکل ۱۶ و ۱۷).

شکل ۱۶- قالب کاشی



شکل ۱۷- سنبه

فکر کنید

برای پرس کاشی‌های با ابعاد بزرگ، جهت افزایش یکنواختی پرس چه راهکاری وجود دارد؟

تحقیق کنید

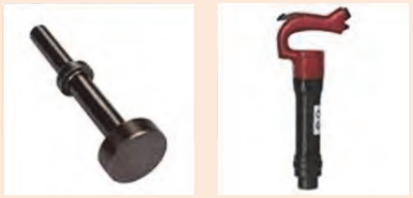
سایش سطوح داخلی قالب باعث ایجاد چه مشکلاتی می‌شود؟

۱. WC

آیا می‌دانید

روش چکش بادی

این روش برای تولید قطعات با اندازهٔ بزرگ یا قطعاتی با تعداد کم به کار می‌رود و به همین دلیل سرعت تولید آن کم است. با استفاده از چکش بادی، دیرگدازها با اشکال ویژه (بلوک مشعل کوره) شکل داده می‌شود. همچنین دیرگدازهای (جرم) مصرفی در کورهٔ دوّار فریت‌سازی و کوره‌های القایی (ذوب چدن) با چکش بادی کوبیده می‌شوند.



شکل ۱۸- چکش بادی و کوبه

رطوبت در آمیز پرس

در فرایند پرس مواد سرامیکی، مقدار رطوبت با توجه به روش پرس‌کاری متغیر است:

پرس تر

- در این روش آب موجود در گل مصرفی ۱۸-۱۲ درصد است.
- برای شکل های ساده مانند سفال های سقف، ظروف، مقرهٔ بشقابی به کار می رود.
- جنس قالب این پرس ها ممکن است فولادی یا گچی باشد.

پرس نیمه خشک

- مقدار رطوبت موجود در آمیز ۹-۴ درصد است.
- برای شکل‌دهی بدنه‌هایی که در آمیز آنها مقدار زیادی مواد رسی وجود دارد، به کار می‌رود.
- ابتدا مواد اولیهٔ مصرفی به شکل دوغاب و سپس به گرانول تبدیل می‌شود.
- این روش برای تولید قطعات با شکل ساده از قبیل دیرگدازها، سرامیک‌های الکتریکی، کاشی دیوار و کف به کار می رود.

پرس خشک

- مقدار رطوبت موجود در آمیز ۴- ۰ درصد است.
- برای شکل دهی قطعاتی که در آنها مواد رسی وجود ندارد یا به مقدار بسیار کم وجود دارد، به کار می‌رود. بنابراین استفاده از چسب های آلی برای ایجاد استحکام در بدنهٔ خام لازم است.
- آمیز مصرفی نیاز به آماده سازی و ساخت گرانول دارد.

مزایا و معایب روش پرس خشک

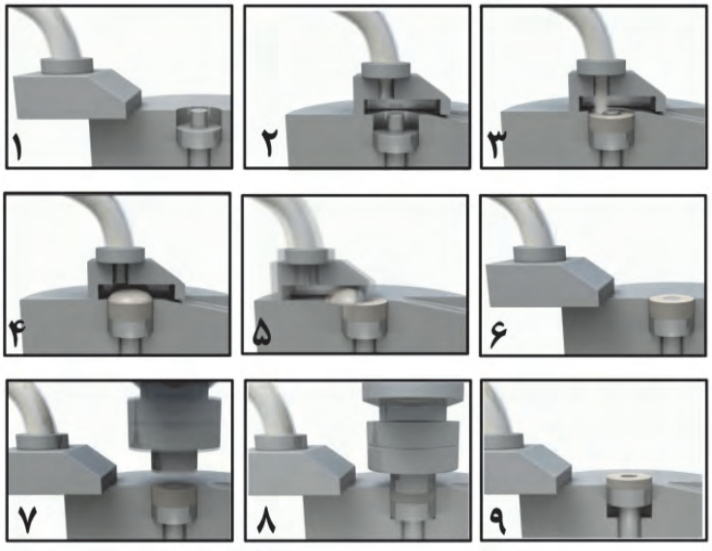
جدول ۵

پرس خشک	مزایا	با توجه به قابلیت اتوماتیک شدن و سرعت تولید بالا، برای تولید انبوه قطعات دارای صرفه اقتصادی است.
		با توجه به رطوبت ناچیز، انقباض خشک قطعات بسیار کم است، بنابراین دقت ابعادی زیاد خواهد بود.
		در این روش، آمیز با پلاستیسیته کم هم قابلیت تولید دارد.
	معایب	با توجه به سایش قالب ناشی از آمیز خشک، هزینهٔ تعمیرات و نگه‌داری قالب بالا است.

مراحل پرس قطعه

جدول ۶

مرحله	عنوان
۱	حرکت کشویی به جلو
۲	قرار گرفتن کشویی بر روی قالب
۳	پر شدن کشویی
۴	پر شدن قالب
۵	برگشت کشویی به عقب
۶	صاف شدن سطح پودر در قالب
۷	پایین آمدن سنبه
۸	فشردن پودر در قالب
۹	خروج قطعه



اعمال نیرو و افزایش تراکم آمیز در قالب در چند مرحله انجام می‌شود که در هر یک از آنها فشار پرس به تدریج افزایش داده می‌شود. این مراحل شامل موارد زیر است:

۱- هواگیری برای خارج کردن هوای بین گرانول یا ذرات آمیز؛

۲- تغییر شکل گرانول یا ذرات آمیز؛

۳- شکستن و خرد شدن ذرات آمیز برای افزایش تراکم.

فکر کنید

اگر عمل هواگیری به درستی انجام نشود چه مشکلاتی در قطعه ایجاد می‌شود؟

نکته

برای تولید نسل جدید سرامیک‌ها و پانل‌های پرسلانی در ابعاد بزرگ ۳۲۰۰×۱۶۰۰mm برای اِعمال فشار، به جای پرس هیدرولیک از غلتک‌ها استفاده می‌شود که به صورت پیوسته کار می‌کنند.

تراکم‌پذیری پودر از پارامترهای مهمی است که در فرایند پرس‌کاری باید در نظر گرفت.

$$\text{تراکم پذیری پودر} = \frac{\text{حجم مواد ریخته شده در قالب}}{\text{حجم قطعه}} = \frac{\text{ارتفاع مواد ریخته شده در قالب}}{\text{ضخامت قطعه}}$$

فعالیت کارگاهی

کار عملی ۱: اندازه گیری تراکم‌پذیری گرانول

مواد و ابزار: گرانول، قالب، پرس، کولیس

شرح فعالیت:

۱- مقداری گرانول کاشی با رطوبت ٪۶ و مقداری گرانول کاملاً خشک را تهیه نمایید.

۲- هر یک از آمیزها را به صورت مجزا تا ارتفاع معینی در داخل قالب ریخته وبا فشار $۲۵۰\ kg/cm^۲$ پرس نمایید.

۳- با اندازه‌گیری ارتفاع قطعه بعد از پرس، تراکم‌پذیری گرانول را محاسبه نمایید.

۴- تراکم‌پذیری گرانول مرطوب و خشک را با هم مقایسه و بحث نمایید.

نکته

پارامتر تراکم‌پذیری در طراحی قالب دارای اهمیت است. این عدد برای گرانول آلومینایی و در صنعت دیرگداز تقریباً ۲ است. به عنوان مثال برای یک آجر دیرگداز به ضخامت ۷۶ میلی‌متر، لازم است که ارتفاع قالب آن حداقل ۱۵۲ میلی‌متر باشد.

فعالیت کارگاهی

کار عملی ۲: اثر توزیع دانه بندی بر تراکم قطعه

مواد و ابزار: منیزیت تکلیس شده، کلرید منیزیم، الک، قالب، پرس، خشک‌کن، نفت یا گازوئیل.

شرح فعالیت:

۱- منیزیت کاملاً تکلیس شده با توزیع دانه‌بندی اشاره شده در جدول ۴ را در گروه های مختلف با ۳ درصد کلریدمنیزیم مخلوط کنید.

۲- آمیز به دست آمده را با فشار ۵۰۰ kg/cm^2 پرس کنید.

۳- قرص‌های پرس شده را در داخل خشک کن در دمای ۱۱۰ درجهٔ سلسیوس خشک کرده و تخلخل و چگالی خام نمونه های مختلف را در نفت یا گازوئیل اندازه‌گیری نمایید.

نکته: برای جلوگیری از متلاشی شدن قطعه در هنگام اندازه‌گیری چگالی و تخلخل، به جای آب می‌توان از نفت یا گازوئیل استفاده نمود.

۴- کمترین تخلخل و بیشترین چگالی خام مربوط به کدام دانه‌بندی است؟

۵- بیشترین تخلخل و کمترین چگالی خام مربوط به کدام دانه‌بندی است؟

جدول ۷- توزیع دانه‌بندی‌های مختلف

منیزیت	گروه۱	گروه۲	گروه۳	گروه۴	گروه ۵
جزءدرشت ۱-۴mm	۵۰	۴۶	۴۳	۳۸	۳۴
جزءمتوسط ۷۵µm-۱mm	۳۶	۳۶	۳۵	۳۵	۳۳
جزءپودر ۰-۷۵µm	۱۴	۱۸	۲۲	۲۷	۳۳
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
تخلخل باز (٪)					
چگالی خام (g/cm^3)					

مواد لغزان‌ساز[1]

به منظور کاهش اصطکاک بین اجزاء (آمیز و قالب)، از مواد لغزان‌ساز در پرس کردن آمیز محصولات سرامیکی استفاده می‌شود.

جدول ۸- لغزان‌سازها

پارافین	اسیداولئیک
استئارات آلومینیوم	استئارات روی
استئارات منیزیم	پلی اتیلن گلیلول
استئارات سدیم	تالک
اسیداستِئاریک	گرافیت

عیوب در قطعات پرس شده

به نظر شما قطعات زیر چه مشکلات و خطراتی را در هنگام مصرف به همراه خواهند داشت؟

الف) پارگی پوشش سیم تغذیه

ب) خوردگی دنده‌های پیچ

پ) ترک

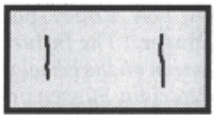
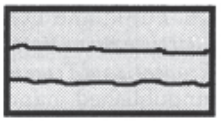
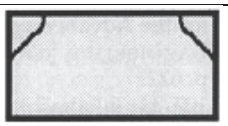
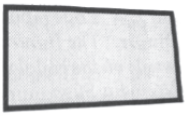
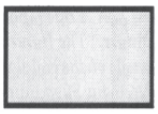
شکل ۱۹

تمامی محصولات با توجه به ماهیت، شکل و روش تولید عیوب خاص خود را دارند. تشخیص عیوب در محصولات پیش از ارائه به بازار مصرف بسیار دارای اهمیت است، زیرا خطرات و مشکلاتی را برای مصرف‌کننده به همراه دارد و در نتیجه اعتماد مصرف کنندگان به شرکت تولیدی را از بین خواهد برد. محصولات سرامیکی نیز از این قاعده پیروی می‌کنند.

۱. lubricant

عیوبی که در قطعات تولید شده با روش پرس پودر می‌تواند ایجاد شود درجدول ارائه شده است. چه راه‌حل‌هایی برای رفع این عیوب پیشنهاد می‌کنید؟

جدول ۹- عیوب پرس

نوع عیب		علت ایجاد عیب	راه‌حل
ترک‌های عمودی در راستای پرس Vertical crack		بازگشت فنری غیر یکنواخت در آمیز با تراکم‌پذیری بالا	
لایه‌ای یا پوسته‌ای شدن Lamination		دانه‌بندی و رطوبت نامناسب گرانول وجود دانه‌های بسیار ریز در گرانول فشار بالا و هواگیری نامناسب	
پریدگی لبه Ring capping		عدم امکان خروج هوای اضافی از لبه‌های قالب به دلیل نبودن درز کافی	
کندگی End capping		استحکام خم پایین قطعه چسبندگی قسمت فوقانی به سنبه	
غیر یکنواختی چگالی Density Gradient		جریان‌یابی کم گرانول اصطکاک و چسبندگی بین دانه‌های گرانول پر نشدن یکنواخت قالب اصطکاک بالا بین جدارهٔ قالب و گرانول تفکیک شدن گرانول‌های درشت از گرانول‌های ریز	در مرحلهٔ گرانول‌سازی رطوبت، اندازه و شکل دانه‌ها کنترل شود. استفاده از لغزان‌سازها
قائمه نبودن squerness		تنظیم نبودن قالب عدم یکنواختی چگالی	
سطوح ناصاف Surface defects		کثیف بودن سنبه فرسودگی و خوردگی سطحی در قالب	
عیب ابعادی Dimensional defects		تنظیم نبودن قالب تغییر ابعاد قالب	

گفت‌وگو کنید

به نظر شما کدام یک از عیوب به راحتی قابل مشاهده نیست؟

فکر کنید

چه روش‌هایی را برای بررسی یکنواختی چگالی در قطعات زیر پیشنهاد می‌کنید؟

میلهٔ سرامیکی

صفحات سرامیکی

آجر دیرگداز

یکنواختی چگالی در قطعات مسطح و قطعات ضخیم باید کنترل شود. یکنواختی چگالی در یک قطعه، با برش آن و تقسیم کردن یک قطعه به قسمت‌های متعدد و اندازه‌گیری چگالی هر قسمت قابل بررسی است. در سرامیک‌های نازک مانند کاشی و صفحات دیرگداز می‌توان از نفوذسنج[1] نیز استفاده کرد. این دستگاه با اعمال فشار بر روی یک سوزن نافذ، میزان تراکم و نفوذپذیری قطعه را می‌سنجد و به عنوان روشی سریع برای تشخیص این عیب به کار گرفته می‌شود.

شکل ۲۰- نفوذسنج

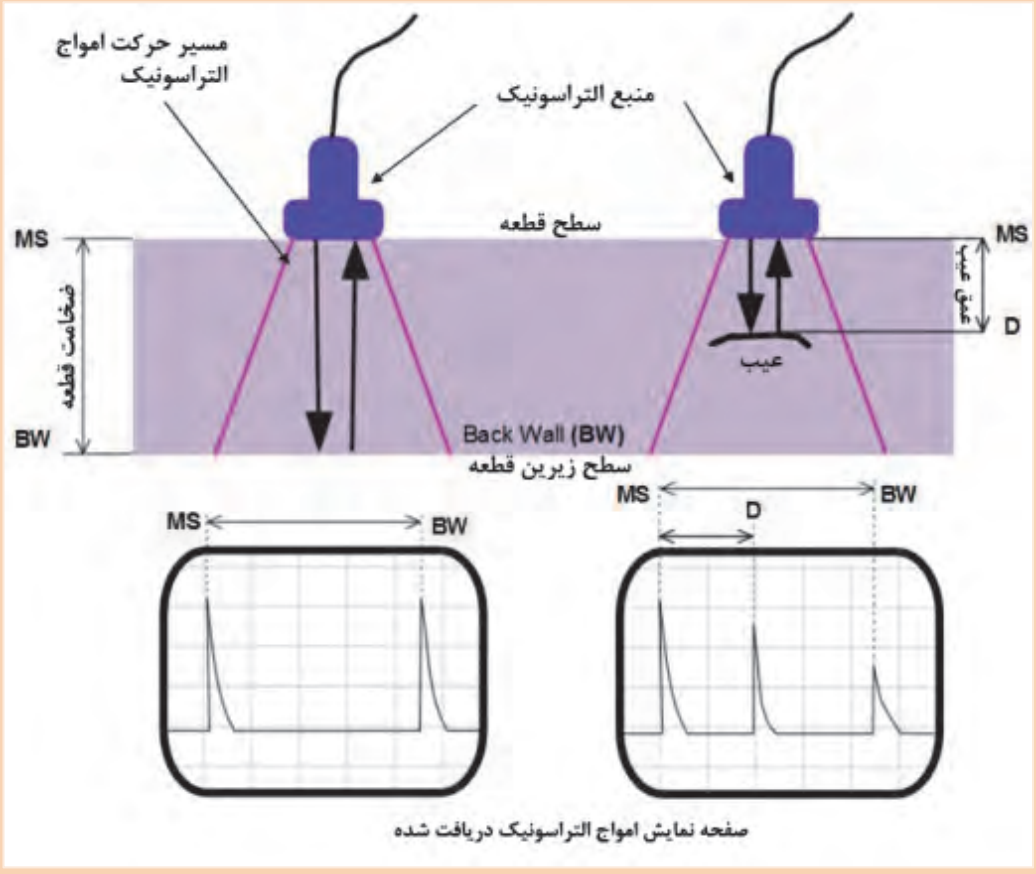
۱. Penetrometer

آیا می‌دانید

روش تشخیص عیوب غیر قابل مشاهده در عمق قطعات چگونه است؟

عیوب داخل قطعه مانند ترک‌ها و حفره‌های بزرگ را که عمدتاً در بلوک‌های بزرگ سرامیکی ایجاد می‌شوند می‌توان با روش‌های مخرب و غیر مخرب تشخیص داد. در یک روش غیرمخرب سنتی با ضربه زدن یا کشاندن یک قطعه سخت و زبر مانند یک قطعه سیلیکون کارباید بر روی سطح قطعه و ایجاد صدا می‌توان دریافت که قسمتی از قطعه دارای حفره یا ترک زیر سطحی است.

همچنین تجهیزات الکترونیکی مانند آلتراسونیک نیز امروزه در صنعت برای تشخیص ترک‌های عمقی به کار گرفته می‌شوند.



شکل ۲۱

فعالیت کارگاهی

کار عملی ۳: بررسی یکنواختی در کاشی پرس شده

مواد و ابزار: کاشی، ابزار برش، لوازم اندازه‌گیری چگالی با غوطه‌وری

شرح فعالیت

۱- در گروه‌های مختلف ابتدا کاشی را از نظر عیوب ظاهری بررسی کرده و سپس آن را به ۴ قسمت مساوی برش دهید.

۲ - قطعات را شماره‌گذاری کنید.

۳- سپس هر گروه، چگالی هر یک از قسمت‌ها را با روش ارشمیدس اندازه‌گیری نماید.

۴- با تکمیل جدول، نتایج خود را با گروه‌های دیگر مقایسه کنید.

آیا چگالی در تمام قسمت‌های کاشی مساوی است؟

جدول ۱۰

جدول چگالی			
شماره قطعه	وزن (گرم)	وزن غوطه‌وری (گرم)	چگالی (g/cm^3)
۱			
۲			
۳			
۴			

به نظر شما از قطعات برش خوردهٔ کاشی برای چه مصارف دیگری می‌توان استفاده کرد؟

نکته ایمنی

درهنگام برش قطعات از تجهیزات ایمنی کامل مانند کلاه، عینک و ماسک استفاده کنید. در صورت استفاده از سایر انواع قطعات سرامیکی، با پوشیدن دستکش و روپوش از تماس پوست با قطعات حاوی مواد شیمیایی مسموم‌کننده و حساسیت‌زا خودداری کنید.

نکته زیست محیطی

در صورت استفاده از سایر قطعات سرامیکی حاوی مواد شیمیایی مسموم‌کننده و حساسیت‌زا، از ریختن این قطعات در محیط زیست خودداری کنید.

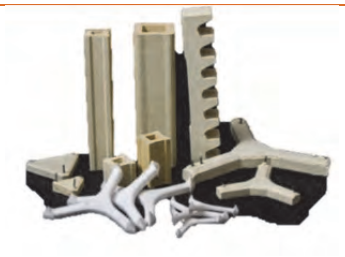
تغییر چگالی محصول در زمان‌های مختلف

ممکن است به دلایل فنی و مکانیکی مربوط به تجهیزات پرس یا تغییر شرایط محیطی مانند دما و رطوبت، فشار پرس و تراکم‌پذیری مواد در گذر زمان تغییر کند. این مشکل به ویژه با تغییر فصل، محسوس‌تر می‌شود، چرا که در فصول گرم و یا شرایط جوّی خشک، مواد زودتر از فصول سرد و یا شرایط جوّی مرطوب خشک می‌شود.

فعالیت کلاسی

به نظر شما یکنواخت نبودن چگالی در یک قطعه و همچنین بین قطعات مختلف از محصولات جدول زیر، چه مشکلاتی در مراحل تولید و مصرف آن محصول به همراه دارد؟ در تکمیل جدول به مثال‌ها دقت کنید.

جدول ۱۱

محصول	مشکلات در مرحلهٔ تولید	مشکلات در مرحله مصرف
کاشی و سرامیک ساختمانی	در یک قطعه باعث شکست قطعه در حین پخت و افزایش ضایعات می‌شود.	بین قطعات مختلف منجربه تفاوت ابعادی‌و چیدمان ناسازگار می‌شود. پشت نمایی (تغییر رنگ)
آجر دیرگداز	در یک قطعه.....	در یک قطعه منجر به تفاوت در ضریب انبساط حرارتی و شکست آن در دمای بالا می‌شود. بین قطعات مختلف .....
انواع راه گاه های مذاب فلزها (با اتصالات)	در یک قطعه	در یک قطعه..... بین قطعات مختلف منجر به غیر همخوانی اتصالات و ایجاد درز و خروج مذاب فلز می‌شود.
 مبلمان کوره (ساگارها، صفحات و پایه ها)	در یک قطعه.....	در یک قطعه..... بین قطعات مختلف منجر به کج شدن صفحات و احتمال ریزش مبلمان در کوره می‌شود.

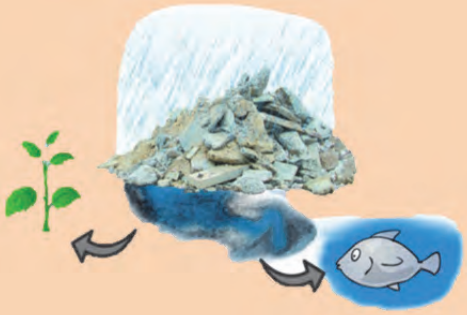
بیشتر بدانید

۱۱ عنصر مرگ آفرین خطرناک

عناصر خطرناک دارای ویژگی‌هایی مانند: سمی بودن، رادیواکتیو بودن و واکنش‌گر بودن (فعالیت شیمیایی) هستند. خطرناک‌ترین عناصر در این میان عبارت‌اند از:

کروم با ظرفیت ۶ (Cr(VI))، سرب (Pb)، هیدروژن (H)، برلیم (Be)، فلورین (F)، جیوه (Hg)، آرسنیک (As)، سزیم (Cs)، پولونیم (Po) و پولوتونیم (Pu) و بور (B).

در میان این عناصر، کروم در برخی محصولات دیرگداز و سرب در برخی از لعاب‌ها و ظروف شیشه‌ای تزیینی وجود دارد. لذا در صورت مصرف و تماس با این گونه از محصولات باید ایمنی لازم را رعایت کرد. همچنین رعایت نکات زیست‌محیطی در دور ریختن آنها الزامی است.



شکل ۲۲

با توجه به تصویر فوق خطرات ناشی از دور ریز مواد سمی و زیان‌آور را توضیح دهید؟

چه راه‌هایی برای جلوگیری از ورود این عناصر به طبیعت پیشنهاد می‌کنید؟

ارزشیابی نهایی شایستگی پرس پودر

شرح کار:

۱- آماده‌سازی قالب و دستگاه پرس (کنترل دما و فشار، تمیزکاری و روانکاری)

۲- شکل‌دهی و پرس گرانول یا مخلوط مواد اولیه

۳- خارج کردن قطعه پرس شده از قالب

۴- پرداخت و کنترل قطعات از لحاظ وجود عیب در قطعه

استاندارد عملکرد:

کسب مهارت در کار با انواع دستگاه پرس

شاخص‌ها:

تمیزکاری قالب و راه‌اندازی دستگاه پرس و تنظیم آن

تولید قطعه پرس شده با ابعاد، چگالی، ظاهر مناسب و سطوح صاف و تمیز

شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی، سیستم تهویه و نورکافی

ابزار و تجهیزات: انواع دستگاه پرس و قالب پرس، ابزارهای تمیزکاری، مخلوط پودری از مواد اولیه و گرانول، مواد روانکاری

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده کردن دستگاه پرس	۱	
۲	تمیزکاری و روانکاری قالب پرس	۱	
۳	شکل‌دهی با پرس پودر	۲	
۴	کنترل قطعه پرس شده از لحاظ ابعادی، شکل ظاهری و وجود عیوب در آن	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: دقت عمل و صحت، مسئولیت پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به کارگیری فناوری مناسب	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

منابع

۱- برنامه درسی رشته سرامیک. (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۲- استاندارد شایستگی حرفه رشته سرامیک. (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۳- استاندارد ارزشیابی حرفه رشته سرامیک. (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۴- راهنمای عمل طراحی و تألیف بسته تربیت و یادگیری رشته‌های فنی و حرفه‌ای. (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۵- تشکری، شعبان علی. (۱۳۷۱). شکل دادن بدنه های سرامیکی به روش پرس پودر. شرکت تحقیقات صنایع سرامیکی.

۶- افتخاری یکتا، بیژن. (۱۳۹۴). محاسبات در سرامیک کد ۴۶۴/۷. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

۷- قصاعی، حسین. (۱۳۷۷). آزمایشگاه فرایند ساخت ۱. دانشگاه علم و صنعت.

۸- صانع، خسرو. (۱۳۸۴). فن آوری تولید کاشی‌های سرامیکی. انتشارات نوید شیراز.

۹- بروسنان، دنیس. رابینسون، ژیلبرت. مقدمه‌ای بر خشک کردن سرامیک‌ها. ترجمه: محمد ابراهیم ابراهیمی. (۱۳۸۶). دانش پویان جوان.

۱۰- Anders, A. C., Ghorra, G. J., & Rigutto, R. V. (2008). Wet vs Dry Processing: Granulation of Ceramic Powders.

۱۱- Wisniewski, R. (2015). Spray Drying Technology Review, 45th International Conference on Environmental Systems, 12-16, Bellevue, Washington.

۱۲- K. Swati, M., & Wagh, MP. (2014). Review on Spray Drying Technology, IJPCBS, 4(2), 219-225.

۱۳- Bertranda, G., Roya, p., Filiatreb, C., & Coddet, C. (2005). Spray-dried ceramic powders: A quantitative correlation between slurry characteristics and shapes of the granules, Chemical Engineering Science 60 95 – 102.

۱۴- Sloth, J. (2014). Method for Improving Spray Drying Equipment and Product Properties, international ceramic review.

۱۵- Lukasiewicz, S. J. (1989). Spray-drying ceramic powders, Journal of the American Ceramic Society 72 [4] 617–624.

۱۶- Licciulli, A. An introduction to ceramic forming processes.

۱۷- Advanced Ceramic Technologies & Products.DOI 10.1007/978-4-431-54108-0, Authors: The Ceramic Society of Japan. ISBN: 978-4-431-53913-1 (Print) 978-4-431-54108-0

١٨- Fundamentals of ceramic powder processing and synthesis / by Terry Ring. ,Includes index. ISBN 0-12-588930-5 (alk. paper).
١٩- Ceramic powders. I. Title TP815.R56 1995 666-dc20.
٢٠- E. Fayed, M., & Otten, L. (1997). Handbook of powder science and technology. Second edition. Chapman & Hall.
٢١- N. Wagner, Norbert Wagner, Mannarswami Nithiyananthan, Laura Farina. (2009). Safety and health in the stone crushing industry. Wagner Global Consultants.
٢٢- ASTM International - Standards Worldwide. (2006). *ASTM C136-06.*

هنر آموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب ازطریق نامه به نشانی تهران- صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

همکاران هنرآموز که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت فعال داشته‌اند.

استان: یزد

آقای علیرضا کریم بیگی، خانم شراره شادان‌فر، خانم مرجان عزیزی

استان: فارس

آقای مهدی رستگار