ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR

خلاصه و نکات مهم

تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی پایه یازدهم

کد ۲۱۱۵۰۸

توضیحات:

- حیطه عمومی
- خلاصه + نکات مهم
- با قابلیت پرینت

برای دانلود رایگان جدیدترین سوالات استخدامی هنرآموز سرامیک، اینجا بزنید

همچنین جهت مشاهده آخرین اخبار استخدامی آموزش و پرورش، اینجا بزنید

« انتشار یا استفاده غیر تجاری از این فایل، بدون حذف لوگوی ایران عرضه، مجاز می باشد »

@iranarze

@iranarze

فهرست مطالب (برای مراجعه به هر بخش، روی آن بزنید)

❖ فصل اول: خلاصه تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۸ - صفحه ۳

❖ فصل دوم: خلاصه و نکات مهم تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۸ - صفحه ۴۴

ایران عرضه
IRANARZE.IR
فروشگاه کالاهای دانلودی

❖ فصل اول خلاصه تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۸

پودمان ۱

آماده سازی دوغاب

یکی از مراحل تولید سرامیک، مرحله تهیه و آماده سازی آمیز بدنه است که با وزن و مخلوط کردن مواد اولیه آغاز شده و با ساخت دوغاب (پس از تنظیم ویژگی های آن) جهت شکل دادن فراورده پایان می یابد. در فرایند تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی، مرحله آماده سازی دوغاب دارای اهمیت ویژه ای است.

شکل دهی قطعات سرامیکی به روش ریخته گری دوغابی از حدود ۲ قرن پیش آغاز شده است و یکی از مهمترین روشهای شکل دهی قطعات سرامیکی است. این روش در قرن هجدهم میلادی در اروپا ابداع گردید و در قرن نوزدهم میلادی به یک روش صنعتی تبدیل شد.

روش های ریخته گری دوغابی

روش های ریخته گری توخالی

در این روش، مخلوط مواد اولیه به صورت دوغاب آماده شده و درون یک قالب گچی ریخته می شود. جداره نازکی از گل بر روی قالب ایجاد می شود که با گذشت زمان، این جداره ضخامت بیشتری می یابد. سپس دوغاب اضافی از قالب گچی تخلیه می شود به همین دلیل گاهی به این روش، ریخته گری تخلیه ای نیز می گویند.

پس از تخلیه دوغاب اضافی، جداره تشکیل شده در قالب، با گذشت زمان منقبض شده و به راحتی از قالب جدا می شود.

سپس قطعه از قالب خارج شده و به خشک کن منتقل می شود.

گلدان، قندان، پارچ، قوری و چینی بهداشتی از جمله محصولاتی هستند که با این روش شکل داده میشوند. پر کردن و تخلیه قالب میتواند به دو صورت دستی و ماشینی، انجام شود.

ریخته گری دوغابی توپر

در این روش، دوغاب به درون قالب گچی ریخته شده اما تخلیه نمی شود. به عبارتی دیگر، مرحله تخلیه دوغاب وجود ندارد و تمامی دوغاب جهت تشکیل قطعه مصرف می شود.

در این روش با دادن زمان بیشتر، ضخامت جداره ها بیشتر می شود تا جایی که این دو جداره در قسمت میانی به یکدیگر وصل شده و به یک جداره تبدیل می شوند. زمان ریخته گری دوغابی توپر طولانی است زیرا ضخامت محصول زیاد است.

ریخته گری دوغابی تحت فشار

ریخته گری دوغابی تحت فشار، مشابه کار یک فیلتر پرس است. در فیلتر پرس، آب دوغاب با فشار از میان یک فیلتر پارچ های عبور کرده و ذرات جامد به شکل کیک بین صفحات فیلتر پرس باقی می مانند.

ریخته گری دوغابی تحت فشار به دو دسته تقسیم می شود:

۱_ ریخته گری دوغابی تحت فشار پایین.

۲_ ریخته گری دوغابی تحت فشار بالا.

ریخته گری دوغابی تحت فشار پایین

در این روش از قالب های گچی برای ریخته گری استفاده می شود، بنابراین فشار اعمال شده نمی تواند خیلی بالا باشد. این روش برای صنایعی مانند چینی بهداشتی یا ظروفی که از سرعت تولید کمتری برخوردار باشند کاربرد دارد.

پمپ کردن دوغاب

فشار لازم برای تزریق دوغاب به درون قالب با پمپ کردن دوغاب یا با قرار دادن مخزن دوغاب در ارتفاع تأمین می شود

ریخته گری دوغابی تحت فشار بالا

ریخته گری دوغابی تحت فشار بالا در قالب های رزینی انجام می شود. در این روش، از رزین هایی که مانند گچ، متخلخل بوده و در ضمن استحکام بالایی دارند استفاده می شود. رزین ترکیبی طبیعی یا مصنوعی است که گرانروی بالایی داشته و تحت شرایط خاص سخت می شود.

با به کارگیری قالبهای رزینی میتوان فشار وارد شده به دوغاب را افزایش داد، بنابراین سرعت تشکیل جداره در این روش بیشتر است.

مزایا و معایب روش ریخته گری دوغابی

مزایا	معایب
• امکان تولید قطعات پیچیده • عدم نیاز به تجهیزات پیچیده	• دقت ابعادی کم • زمان‌بر بودن تولید • نیاز به مواد اولیه با ویژگی روان‌سازی خوب • مصرف آب بالا

مراحل آماده سازی دوغاب

اولین مرحله در تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی، آماده سازی مواد اولیه است که شامل خردایش، آسیاب و انبارش است. دومین مرحله تهیه و آماده سازی دوغاب است. روشهای گوناگونی برای آماده سازی دوغاب بدنه وجود دارد.

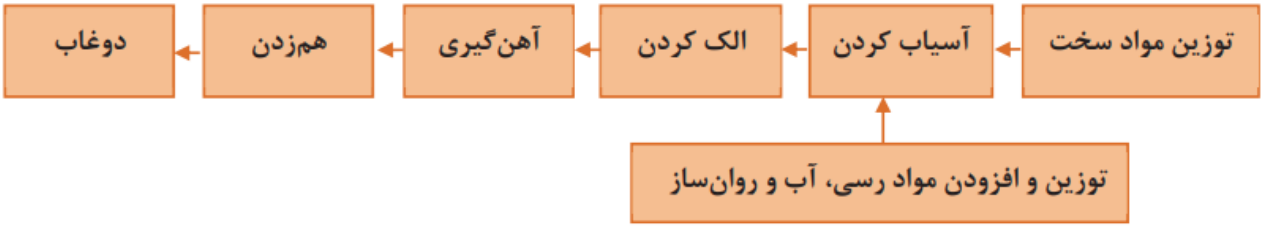
شکل ۱۱- فرایند ساخت دوغاب و شکل‌دهی قطعه

در این روش آماده سازی، مواد سخت (سیلیس و فلدسپات) در بال میل ساییده شده و مواد رسی که نیاز به سایش ندارند به بلانجر اضافه میشوند.

الک شماره ۱ : الکی است که دانه بندی مواد غیر رسی را تعیین میکند .

الک شماره ۲ : الکی است که فقط برای جلوگیری از ورود قطعات و ضایعات به دوغاب مانند خرده های کاغذ، چوب و سنگهای درشتتر که ممکن است با مواد رسی (بالکلی و کائولن فراوری شده) همراه باشند استفاده میشود.

عملیات آماده سازی دوغاب در مقیاس کارگاهی



وزن کردن مواد

مرحله وزن کردن مواد اولیه دارای اهمیت زیادی است، زیرا تأثیر خطاهای این بخش معمولا پس از پخت نهایی قطعه آشکار می شود.

وزن کردن مواد اولیه به دو روش خشک و تر انجام میشود. در روش خشک، مواد به صورت خشک یا تقریباً خشک، وزن میشوند ولی در روش تر، هر یک از مواد اولیه ابتدا به دوغاب تبدیل شده و سپس به بال میل یا حوضچه بلانجر اضافه شده و وزن میشوند.

برای محاسبه مقدار مواد خشک موجود در دوغاب از رابطه « برونیا» استفاده میشود.

$$w = (\rho_1 - 1)\frac{\rho_2}{\rho_2 - 1}$$

آسیاب کردن مواد اولیه

عمل سایش و آسیاب کردن مواد اولیه در بال میل انجام می شود. بال میل مخزنی استوانه ای است که به طور افقی به دور محور خود می چرخد. درون این استوانه گلوله هایی قرار دارند که هنگام چرخش به طور همزمان بر روی یکدیگر لغزیده و در

اثر برخورد با جداره بال میل و برخورد با یکدیگر باعث سایش مواد اولیه می شوند. از بال میل ها به دو روش تر و خشک استفاده می شود.

زمانی که نیاز به دوغاب داشته باشیم از روش تر استفاده می شود. مواد اولیه، آب، گلوله ها و فضای خالی چهار جز اشغال کننده فضای بال میل هستند.

شکل ۱۷- محتویات فضای داخلی بال‌میل

چگونگی حرکت محتویات داخل بال میل به سرعت چرخش آن بستگی دارد. در سرعت کم، گلوله ها و مواد در قسمت پایین بال میل باقی میمانند. در این حالت سایش مواد بسیار کم و در حد صفر است. از طرف دیگر اگر سرعت گردش بالمیل بسیار سریع باشد، مواد و گلوله ها به جداره چسبیده و بی حرکت خواهند ماند و سایش انجام نمی شود. در نتیجه برای رسیدن به بازده مناسب به سرعتی بهینه نیاز است. جنس جداره داخلی (آستر) بال میل میتواند از موادی مانند استئاتیت، پرسلان، آلومینا یا لاستیک های مقاوم در مقابل سایش باشد.

نکته: ذرات ساییده شده لاستیک، تأثیر منفی چندانی بر ویژگیهای بدنه نمیگذارند، زیرا این مواد در دماهای پایین میسوزند و از بین می روند.

برای کنترل فرایند آسیاب کردن و همچنین برای کنترل درجه ریز شدنِ مواد دوغاب در آسیاب، بر اساس تجربه، مقدار زبره (رسیت) باقیمانده بر روی الکی با مش معین را به عنوان معیار در نظر میگیرند و از رابط زیر، درصد آن را محاسبه میکنند.

$$R = \frac{r}{d \times s} \times ۱۰۰$$

ثابت بودن عدد زبره دوغاب، به این دلیل اهمیت فراوان دارد که اندازه ذرات خروجی از آسیاب تأثیرات زیادی بر خواص بدنه ساخته شده میگذارد.

الک کردن

آماده سازی مواد اولیه چه به صورت تر و چه به صورت خشک، نیاز به الک کردن دارد. ابعاد ذرات دوغاب بدنه نباید از یک اندازه ای بزرگتر باشد. تعیین ابعاد ذرات موجود در دوغاب بدنه در پایان عمل آسیاب کردن و پیش از تخلیه دوغاب در حوضچه انجام می شود. جهت جداسازی ذرات درشت و ناخالصی های غیرمتعارف مانند خرده های چوب و کاغذ به طور معمول از الک استفاده می شود.

الک ها از یک توری و یک قاب تشکیل شده اند. در مقیاس صنعتی، حرکت لرزشی الکها از نیروی یک موتور الکتریکی تأمین شده که باعث تسهیل در عبور مواد و افزایش بازدهی الک میشود. توری الک از جنس فولاد زنگ نزن یا آلیاژ فسفر برنز، آلومینیوم، مس، نیکل، آلیاژهای گوناگون، نایلون یا ابریشم است.

آهن گیری

در فرایند تولید دوغاب برای حذف ذرات آهن، از آهن ربا استفاده می شود. آهن ربا ها در دو نوع دائمی و موقت موجود هستند. آهن ربا های دائمی، آهن ربا هایی هستند که خاصیت مغناطیسی آنها دائمی و همیشگی است. آهنرباهای موقت معمولا به وسیله جریان الکتریسیته، خاصیت مغناطیسی پیدا کرده و پس از قطع جریان برق، این خاصیت نیز از بین می رود. آهن ربا های دائمی گرانتر از نوع موقت آن هستند. در حال حاضر آهن ربا هایی با قدرت بسیار بالا و اندازه کوچک در دسترس می باشند.

آهن ربا های موقت این عیب را دارند که در صورت قطع برق، تمام ذرات جذب شده آهنی رها و به دوغاب وارد می شوند. برای رفع این مشکل، شرکت های سازنده با اصلاح طراحی آهن ربا های الکتریکی، نسبت به توقف عبور دوغاب بلافاصله پس از قطع برق اقدام می کنند. همچنین آهن ربای دائمی این ویژگی را دارد که می توان آن را در مسیر های دوغاب سرباز مانند جوی ها یا حوضچه ها قرار داد.

بلانجر

بلانجرها، همزن هایی با دور تند هستند که باعث باز شدن کلوخه های مواد اولیه شده و می توانند از کیک فیلتر پرس یا ماده رسی، دوغاب همگن تهیه کنند. اجزای اصلی این نوع همزن عبارت اند از:

۱_ مخزن شش یا هشت ضلعی که در قسمت پایین دارای پخ بوده و در مرکز آن برآمدگی وجود دارد.

۲_ محور و پره که تا فاصله ۱۰ الی ۱۵ سانتیمتری برآمدگی کف پایین رفته است.

۳_ سیستم نیرو محرک های که محور و پره را به حرکت در می آورد.

افزودن مواد به صورت کلوخه یا کیک فیلترپرس باید زمانی انجام شود که پروانه در حال چرخش و دوغاب در حال تلاطم باشد.

نکته: پیش از افزودن مواد به بلانجر از تمیز بودن داخل آن اطمینان حاصل کنید.

برای تنظیم شرایط دوغاب و تعیین مقدار کیک افزودنی به بلانجر، نیاز به انجام محاسبات است. در ادامه یک مثال مرتبط با بارگیری بلانجر آورده شده است.

مثال ۱: برای تولید یک بدنهٔ چینی از آمیزی استفاده کردیم که دارای چگالی $۲/۶ g/cm^۳$ است. کیک این آمیز دارای ۲۴٪ رطوبت است. مقدار ماده خشک، آب و چگالی ۱۰۰kg از این کیک را محاسبه کنید.

مقدار آب داخل کیک: $\frac{۲۴}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۲۴ kg$

مقدار خاک خشک کیک: $۱۰۰ - ۲۴ = ۷۶ kg$

$$\text{چگالی کیک} = \frac{\text{وزن آب + وزن خاک}}{\text{حجم آب + حجم خاک}} = \frac{۷۶۰۰۰g + ۲۴۰۰۰g}{\frac{۷۶۰۰۰g}{۲/۶ g/cm^۳} + \frac{۲۴۰۰۰g}{۱ g/cm^۳}} = ۱/۸۸ \ g/cm^۳$$

همزن

برای کهنه شدن، جلوگیری از رسوب و ذخیره سازی دوغاب از همزن دور آرام استفاده می شود. حجم این گونه مخازن به حجم دوغاب تولیدی بستگی دارد.

اهداف نگهداری دوغاب در همزنها

دوغاب درون این مخزنها به آرامی به هم میخورد تا از ته نشینی مواد جلوگیری و حبابها خارج شوند. برای همزنهایی تا قطر دو متر، سرعت ۱۲ دور بر دقیقه کافی است.

از دیگر معایب همزنهای با قطر زیاد میتوان به تبخیر بسیار آب از سطح آنها اشاره کرد. همزنهای بزرگ دارای دو پره هستند که یکی در فاصله ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتری کف مخزن و دیگری در ارتفاعی از محور که حدوداً وسط مخزن است نصب میشود.

پودمان ۲

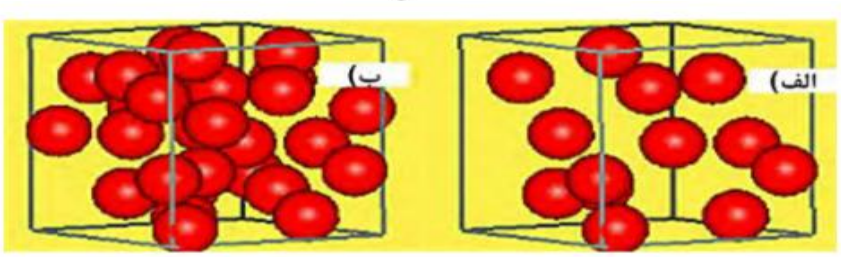
تعیین چگالی و خواص رئولوژی دوغاب

پس از آماده سازی دوغاب، بررسی ویژگی های آن نظیر چگالی و گرانروی دارای اهمیت بسیار زیادی است که تعیین کننده خواص نهایی یک بدنه سرامیکی است. تعیین چگالی به شیوه های مختلف صورت می گیرد که در میان آنها روش ارشمیدس و پیکنومتری برای سرامیک ها کاربرد بیشتری دارد. رئولوژی دوغاب سرامیکی شامل گرانروی و تیکسوتروپی است که بر جریانیابی دوغاب تأثیرگذار هستند.

چگالی

چگالی نشانگر این است که جرم ماده در واحد حجم تا چه حد متراکم شده است.

مکعبی که تعداد بیشتری اجزای سازنده در آن قرار گرفته است، چگالی بیشتری دارد دیگر و به عبارت جرم بر واحد حجم آن بیشتر است.



در اندازه گیری چگالی مواد، جرم را توان می برحسب گرم (g) یا کیلوگرم (kg) و حجم را برحسب سانتیمتر مکعب (cm^3)، متر مکعب (m^3) یا لیتر (L) بیان کرد.

یکای جرم	یکای حجم	یکای چگالی
g	cm^3	g/cm^3
kg	m^3	kg/m^3
kg	L	kg/L
lb	ft^3	lb/ft^3

چگالی نسبی

نسبت چگالی مواد به چگالی یک ماده مرجع را که معمولاً آب در نظر گرفته میشود، « چگالی نسبی » میگویند و طبق فرمول زیر محاسبه میشود:

$$\text{چگالی نسبی} = \frac{\text{چگالی مادهٔ مورد نظر}}{\text{چگالی آب}}$$

نکته: چگالی نسبی بدون واحد است.

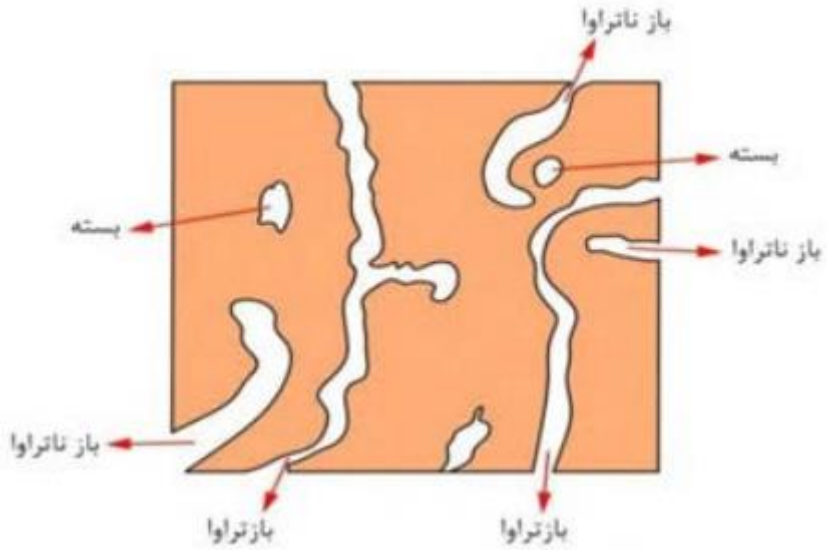
برای تعیین جرم و حجم در محاسبه چگالی، اندازه گیری جرم به راحتی توسط ترازو انجام میشود. همچنین حجم اَشکالی مانند مکعب، کره، استوانه و سایر اَشکال هندسی ساده به راحتی محاسبه خواهد شد ولی محاسبه حجم برای اَشکال هندسی پیچیده دشوار است.

انواع تخلخل ها در قطعات سرامیکی

به طورکلی تخلخل ها در قطعات سرامیکی به دو گروه باز و بسته تقسیم می شوند.

تخلخل های باز به سطح قطعه راه دارند. به تخلخل های بازی که به هم متصل باشند تخلخل تراوا و به تخلخل های بازی که به هم متصل نباشند و از یک طرف بسته باشند تخلخل گفته میشود.

از نام تخلخل های بسته می توان فهمید، این نوع تخلخل ها به سطح قطعه راه ندارند.



تعیین حجم کلی

حجم کلی را به سه روش می توان اندازه گیری نمود:

۱ـ **اندازه گیری ابعاد قطعه** : در این روش حجم قطعات با شکل هندسی منظم مانند استوانه یا مکعب وسیله به اندازه گیری ابعاد نمونه محاسبه می شود.

۲ـ **غوطه وری نمونه در جیوه** : جیوه نمی های تخلخل باز قطعه نفوذ کند بنابراین با استفاده از جا به جابی جیوه می توان حجم قطعه را محاسبه نمود.

۳ـ **غوطه نمونه در آب** : با توجه به اینکه آب می های قطعه نفوذ کند، بنابراین قطعه در آب در حال جوشیدن قرار داده می شود تا آب تمام تخلخل های باز را پر کرده و قطعه از آب اشباع شود. در این صورت برای محاسبه حجم کلی یا توده ای، قطعه اشباع شده از آب (S) را در هوا و در حالت غوطه وری (I) وزن می کنیم در نتیجه حجم کلی برابر است با اختلاف وزن قطعه در این دو حالت:

$$\text{حجم کلی } V_b = \frac{S-I}{\rho_L}$$

حجم ظاهری

به مجموع حجم ماده جامد و حجم تخلخلهای بسته حجم ظاهری گویند. برای محاسبه حجم ظاهری میتوان نمونه خشک را در هوا توزین کرده (D) و مقدار آن را از وزن نمونه در حالت غوطه وری (I) کم کرد که رابطه آن به صورت زیر به دست می آید:

$$\text{(حجم ظاهری) } V_a = \frac{D-I}{\rho_L}$$

حجم حقیقی

به حجم جزء ماده جامد بدون تخلخل حجم حقیقی گفته میشود. از آنجایی که حجم حقیقی فقط در برگیرنده جزء جامد است و از طرفی نمونه های سرامیکی معمولاً دارای تخلخل های باز و بسته هستند بنابراین باید این تخلخلها از بین بروند بدین منظور نمونه به صورت پودری درآمده و سپس حجم حقیقی توسط روش پیکنومتری اندازه گیری میشود .

پیکنومتر، ظرفی با حجم مشخص است که برای اندازه گیری چگالی مایعات و جامدات پودر به صورت به کار می رود.

در روند تولید یک قطعه سرامیکی دانستن مقدار چگالی پودر، دوغاب و قطعه نهایی امری مهم محسوب می شود. بنابراین در سرامیک ها، چگالی های مختلفی تعریف میشود.

نمودار ۳

برای تهیه یک آمیز بدنه، لعاب، رنگ یا مواردی از این قبیل، ابتدا مواد پ فرایند س از های شکن خردایش توسط سنگ مختلف باید توسط آسیاب به صورت پودر درآیند.

چگالی کلی یا توده ای

چگالی کلی از تقسیم کردن وزن قطعه بر حجم کلی و ضرب کردن آن در چگالی مایع به دست آید.:

$$\text{چگالی کلی } (\rho_b) = \frac{\text{وزن قطعه}}{\text{حجم کلی}} = \frac{D}{S-I} \times \rho_L$$

نکته: برای محاسبهٔ حجم کلی و در نهایت چگالی کلی قطعاتی که نمیتوان در آب جوشاند و غوظهور ساخت، مانند قطعات پرس شده که استحکام کافی ندارند یا قطعاتی که با آب واکنش میدهند، آنها را باید در سیال دیگری به غیر از آب مانند جیوه، الکل و نفت غوظهور ساخت و سپس چگالی را تعیین کرد.

چگالی ظاهری

چگالی ظاهری از تقسیم کردن وزن قطعه بر روی حجم ظاهری و ضرب کردن در چگالی مایع به دست می آید.

$$\text{چگالی ظاهری } (\rho_a) = \frac{\text{وزن قطعه}}{\text{حجم ظاهری}} = \frac{D}{D-I} \times \rho_L$$

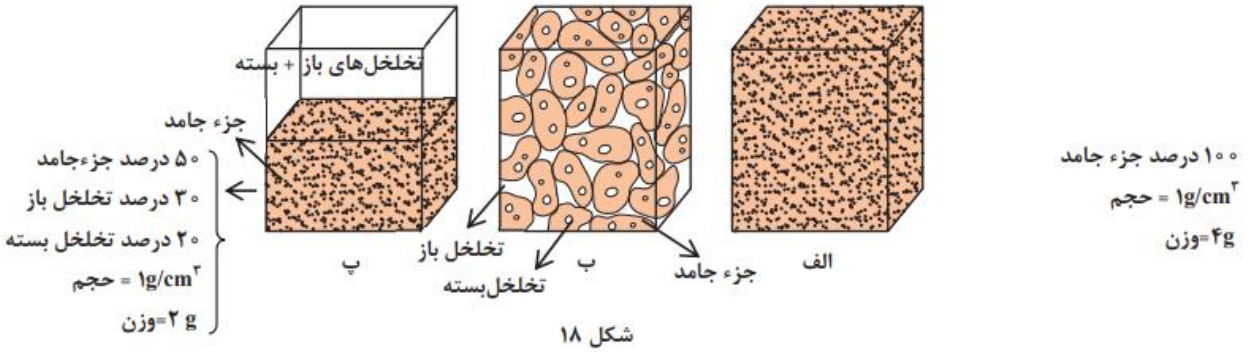
چگالی حقیقی

چگالی حقیقی از تقسیم کردن وزن قطعه بر حجم حقیقی به دست می آید. چگالی حقیقی را می توان تقریبا معادل

چگالی پودر در نظر گرفت. برای محاسبه حجم حقیقی ابتدا قطعه باید به صورت پودری درآمده تا تمام تخلخل های موجود در آن از بین رود. سپس با روش پیکنومتری حجم و چگالی حقیقی قطعه پودر شده محاسبه می شود.

$$\text{چگالی حقیقی } (\rho_t) = \frac{\text{وزن قطعه}}{\text{حجم حقیقی}} = \frac{D}{V_t}$$

در شکل ۱۸ مفهوم چگالی کلی، ظاهری و حقیقی با شکل نشان داده شده است. هر سه مکعب دارای حجم یکسان بوده ولی در شکل ۱۸ (الف) فرض بر این است که لک حجم مکعب توسط جز جامد پر شده است، در شکل ۱۸ (ب) ۵۰ درصد حجم مکعب توسط جزء جامد و ۳۰ درصد تخلخل های باز و ۲۰ درصد تخلخل های بسته است .



شکل ۱۸

با توجه به تعریف چگالی کلی، که از تقسیم وزن قطعه بر حجم کلی به دست میآید، برای شکل (الف) به دلیل اینکه کل حجم مکعب توسط جزء جامد پر شده است، چگالی کلی برابر با چگالی حقیقی قطعه $4g/cm^2$ است.

در شکل ۱۸ (ب) و (پ) ۵۰ درصد از حجم مکعب توسط جزء جامد و ۳۰ درصد از حجم را تخلخل های باز و ۲۰ درصد باقیمانده را تخلخل های بسته اشغال کرده است.

چگالی کلی برابر با g/cm^3 ۲، چگالی ظاهری برابر با g/cm^3 ۲/۸۶ و چگالی حقیقی برابر با g/cm^3 ۴ است.

چگالی محصولات سرامیکی

به محصولاتی که دارای درصد تخلخل باز و بسته پایین باشند، محصولات چگال یا متراکم گفته می شود. بدیهی است، اگر در قطعه ای مقدار چگالی کلی بسیار نزدیک به چگالی حقیقی باشد، آن قطعه، متراکم است. داشتن چگالی بالا یا تخلخل پایین در قطعاتی مانند گلوله های بال میل، آجرهای نسوز داخل کوره و اکثر سرامیک های مهندسی باعث بهبود عملکرد آنها می شود. برعکس در محصولاتی مانند فیلترهای سرامیکی، جاذب ها، عایق ها افزایش درصد تخلخل باعث بهبود خواص مورد انتظار از این قطعات می شود.

حجم و درصد تخلخل های قطعه

تخلخل های باز به سطح قطعه راه دارند، بنابراین با جوشاندن قطعه درون مایع، تمام تخلخلهای باز از مایع پر شده و حجم تخلخلها با حجم مایع جذب شده توسط قطعه برابر خواهد بود. حجم تخلخلهای باز از رابطه زیر محاسبه میشود.

$$\text{حجم تخلخل های باز یا ظاهری} = \frac{S - D}{\rho_L}$$

و به همین صورت درصد تخلخل ظاهری با رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\text{درصد تخلخل‌های باز} = \frac{\text{حجم تخلخل‌های باز}}{\text{حجم کل}} \times ۱۰۰ = \frac{S-D}{S-I} \times ۱۰۰$$

می توان از رابطه زیر برای محاسبه درصد تخلخلهای بسته استفاده نمود:

$$\text{درصد تخلخل‌های بسته} = \rho_b\left(\frac{'}{\rho_a} - \frac{'}{\rho_t}\right) \times ۱۰۰$$

ρ_b = چگالی کلی

ρ_a = چگالی ظاهری

ρ_t = چگالی حقیقی

برای محاسبه درصد کل تخلخل ها (از رابطه توان باز و بسته) می توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$\text{درصد تخلخل‌های کلی} = \left(۱ - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right) \times ۱۰۰$$

درصد جذب آب

درصد جذب آب در سرامیک ها بسیار دارای اهمیت است. برای مثال در کاشی دیوار اگر درصد جذب آب از حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد کمتر باشد هنگام نصب اتصال خوبی با ملات سیمان و دیوار نخواهد داشت در صنعت درصد آب جذب شده (W) با رابطه زیر تعیین میشود که نشان دهنده تخلخل های باز قطعه است.

$$\text{درصد جذب آب} = \frac{\text{وزن آب جذب شده}}{\text{وزن خشک قطعه}} = \left(\frac{S-D}{D}\right) \times ۱۰۰$$

چگالی دوغاب

روش ریخته گری دوغابی برای شکل دهی و تولید انواع محصولات سرامیکی مانند پر سالن های ها، دیرگدازها و سرامیک استفاده مهندسی شود می ریخته دومین مرحل گری دوغابی، تهیه و سازی آماده دهی دوغاب است. همچنین برای شکل قطعات و محصولات سرامیکی مانند کاشی و سرامیک به روش پرس پودر یکی از مراحل سازی آماده فرایند دوغاب است.

برای محاسبه چگالی دوغاب می توان مانند محاسبه چگالی مایعات عمل کرد. بدین صورت که دوغاب را در یک ظرف با حجم مشخص مانند استوانه مدرج یا پیکنومتر فلزی تا حجم مشخص ریخته، سپس با کم کردن وزن ظرف مورد نظر از وزن دوغاب و ظرف، وزن دوغاب به دست میآید. حال با تقسیم کردن وزن دوغاب بر حجم دوغاب چگالی دوغاب به دست خواهد آمد.

نکته: در صنعت به پیکنومتر فلزی، دانسیتی متر هم گفته میشود.

برای محاسبه چگالی دوغابی که از قبل تهیه و آماده شده است، از روش پیکنومتری استفاده میشود. در زمانی که بخواهیم از آب و چند خاک با چگالی مختلف، دوغابی با چگالی مشخص تهیه شود از رابطه زیر استفاده میشود.

$$\text{چگالی دوغاب} = \frac{\text{مجموع وزن اجزای دوغاب}}{\text{مجموع حجم اجزای دوغاب}}$$

با مشخص بودن چگالی و وزن خاکهای مورد نظر، حجم خاک تعیین میشود. برای چگالی سیال نیز به همین صورت عمل میشود.

$$\text{چگالی خاک (۱)} = \frac{\text{وزن خاک (۱)}}{\text{حجم خاک (۱)}}$$

چگالی انباشتگی

چگالی انباشتگی معمولا برای پودر گرانول یا گلوله های بال میل استفاده میشود بدین ترتیب که ماده مورد نظر را در ظرفی با حجم مشخص ریخته، سپس برای مشخص شدن وزن مادهٔ مورد نظر، وزن ظرف خالی کم می شود. چگالی انباشتگی برابر خواهد بود با وزن ماده تقسیم بر حجم پرشده ظرف.

نکته: میتوان از پیکنومتر برای تعیین چگالی انباشتگی پودر و گرانول استفاده کرد .

واحد یادگیری ۳: شایستگی تعیین خواص رئولوژی دوغاب

اصطکاک در زندگی روزمره به وضوح قابل مشاهده است. به عنوان مثال اصطکاک بین کفش و زمین عامل حرکت و مانع سرخوردن است در هنگام ترمز کردن، اصطکاک باعث توقف وسیله نقلیه می شود این موارد، اصطکاک میان دو جسم جامد را نشان می دهد.

در مایعات نیز اصطکاک وجود دارد، جریان یابی مایعات به اصطکاک داخلی بین اجزای سازنده آن بستگی دارد. قابلیت جریان یابی مایعات را «سیالیت» و مقاومت درونی مایعات در برابر جاری شدن، «گرانروی» نامیده می شود.

قابلیت جریان یابی مایعات را سیالیت و مقاومت در برابر جاری شدن را گرانروی میگویند.

برای ایجاد شرایط ثابت در دوغاب ریختهگری باید خواص رئولوژی ثابت باشد. به این دلیل ثبات خواص رئولوژی به کاهش عیوب در مرحله شکلدهی در طی روزهای مختلف کمک کرده و بر روی برنامهریزی دقیقتر و شکل دادن محصولاتی با کیفیت بالا و ثابت اثرگذار است.

گرانروی (ویسکوزیته)

به مقاومت درونی سیال در برابر جاری شدن «گرانروی» یا ویسکوزیته گفته میشود و واحد اندازه گیری آن «پواز » است.

(P= ۰/۱Pa.s یا P=g/cm.s)

تیکسوتروپی

عبارت است از تمایل دوغاب به سفت شدن هنگام راکد ماندن

روش های اندازه گیری گرانروی و محاسبه تیکسوتروپی دوغاب

شکل ۷– روش‌های اندازه‌گیری گرانروی دوغاب

۱ـ روش ریزشی

یکی از روش های ساده سنجش گرانروی، استفاده از ویسکوزیمتر ریزشی است که در آن، زمان عبور ۱۰۰ میلی لیتر دوغاب از دهانه خروجی با قطر مشخص اندازه گیری می شود.

نکته: دهانه خروجی متداول در ویسکوزیمتر ریزشی، ٤ میلیمتر است.

در ویسکوزیمتر ریزشی مقدار گرانروی تعیین نمی شود بلکه زمان عبور دوغاب از دهانه تعیین می شود و با داشتن

زمانهای عبور دوغاب به صورت مقایس های، میزان گرانروی مشخص می شود برای سهولت کار در بسیاری از صنایع از این روش استفاده می شود.

محاسبه تیکسوتروپی به روش ریزشی

برای تعیین میزان تیکسوتروپی دوغاب، به صورت زیر باید عمل کرد:

الف) در مرحله اول ۱۰۰ میلیلیتر دوغاب را در ویسکوزیمتر ریخته و پس از یک دقیقه راکد ماندن، زمان عبور دوغاب اندازه گیری میشود (t_1).

ب) در مرحله بعد، پس از سی دقیقه راکد ماندن دوغاب در ویسکوزیمتر، زمان عبور آن اندازه گیری میشود (t_2)، سپس به کمک رابطه زیر درصد تیکسوتروپی (T%) دوغاب محاسبه میشود:

$$T\% = \frac{t_۲ - t_۱}{t_۲} \times ۱۰۰$$

اگر چنانچه پس از ۳۰ دقیقه راکد گذاشتن، دوغاب از دهانه دستگاه خارج نشود دلیل بر تیکسوتروپی بسیار بالای دوغاب است. در این صورت میتوان برای انجام آزمایش مرحله دوم زمانهای کمتر را در نظر گرفت.

۲ـ روش پیچشی

دستگاه ویسکوزیمتر پیچشی دارای یک سیم است که از بالا محکم بسته شده و از طرف دیگر به یک استوانه فلزی (اسپیندل) متصل است.

چرخ طیار و استوانه ۳٦۰ درجه از حالت تعادل خود (در جهت عقربه های ساعت) چرخانده شده و با ضامن دستگاه در این حالت متوقف می شود.

پس از قرار دادن اسپیندل دستگاه درون دوغاب، ضامن دستگاه آزاد می شود تا اسپیندل در داخل دوغاب به چرخش درآید. هرچه گرانروی دوغاب کمتر باشد استوانه با سرعت بیشتری می چرخد و در نتیجه از حالت تعادل بیشتر عبور می کند. اگر

گرانروی دوغاب بالا باشد مقدار کمتری می چرخد. بنابراین میزان بازگشت چرخ طیار معیاری برای میزان گرانروی است. میتوان با توجه به میزان بازگشت چرخ طیار و مراجعه به جداول استاندارد، گرانروی دوغاب را بر حسب پواز تعیین نمود (V_0).

نکته: در حالتی دستگاه تنظیم است که بدون دوغاب با خارج کردن ضامن، استوانه دو دور بچرخد و عقربه به مقابل عدد صفر برگردد.

تعیین تیکسوتروپی دوغاب با دستگاه ویسکوزیمتر پیچشی

در این روش گرانروی دوغاب پس از ۱ دقیقه راکد ماندن (V_1) و ۵ دقیقه راکد ماندن (V_2) اندازه گیری شده سپس تیکسوتروپی T یک دقیقه و پنج دقیقه با توجه به معادلات زیر محاسبه می شود.

۳ـ روش چرخشی

در این روش از دستگاه ویسکوزیمتر چرخشی که می تواند دیجیتالی نیز باشد استفاده می شود. این دستگاه دارای محور چرخش و استوانه (اسپیندل) است. این دستگاه چرخ طیار و قسمت مدرج ندارد و نیازی به چرخاندن استوانه قبل از اندازه گیری گرانروی دوغاب نیست. کاپ دوغاب زیر دستگاه به گونه ای که استوانه در داخل دوغاب کاملا شناور است قرار می گیرد کلید دستگاه را زده و استوانه (اسپیندل) در دوغاب می چرخد سرعت چرخش استوانه در دوغاب متناسب با سیالیت دوغاب است که دستگاه عدد گرانروی دوغاب را بر حسب پواز مشخص می کند.

نکته: با استفاده از منحنی تعیین گرانروی و تیکسوتروپی دوغاب در زمانهای ماندگاری مختلف، بهترین زمان ماندگاری برای رسیدن به بهترین خاصیت رئولوژی دوغاب مشخص میشود.

با کاهش میزان آب دوغاب، اغلب مشکلات مطرح شده برطرف می شود از طرف دیگر، کاهش میزان آب موجود در دوغاب باید به اندازه ای باشد که جریان یابی راحت دوغاب به نقاط مختلف قالب را کاهش ندهد. برای حل این مشکل از روان سازها استفاده می شود روانسازها موادی هستند که کمک می کنند با استفاده از میزان آب کمتر و ذرات جامد بیشتر، دوغاب، سیال و روان باشد و مشکلات بالا نیز برطرف شود.

نقش روانسازها در دوغاب

موادی که مناسب سیالیت در دوغاب ایجاد میکنند و نیاز آن را به آب به حداقل میرساندن «روانساز» نامیده میشوند.

روانساز ها کمک می کنند تا :

۱ـ زمان آسیاب کردن کاهش یابد.

۲ـ درصد مصرف آب به میزان قابل ملاحظه ای کم شود.

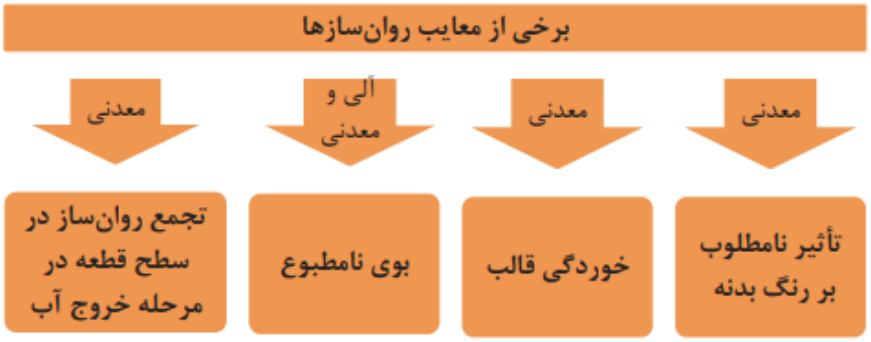
۳_ انرژی مصرفی برای آسیاب کردن کاهش یابد.

۴_ چگالی دوغاب افزایش یابد.

انواع روانسازها

نوع روان‌ساز	نام روان‌ساز	ویژگی‌های روان‌ساز
معدنی	سدیم کربنات، سدیم سیلیکات، سدیم آلومینات، هگزا متا فسفات سدیم (کالگن)، سدیم هیدروکسید، سدیم آکسالات، فسفات‌های سدیم، لیتیم کربنات، لیتیم هیدروکسید، لیتیم آلومینات، لیتیم سیترات.	۱- بعضی از روان‌سازهای معدنی باعث خوردگی قالب‌های گچی می‌شوند. ۲- بعضی از این روان‌سازها تأثیر نامطلوبی بر روی رنگ محصول دارند. ۳- استفاده بیش از حد از این روان‌سازها، به جای ایجاد روانی دوغاب باعث انعقاد و تیکس شدن آن می‌شود.
آلی	دی اتیل آمین، دی پروپیل‌آمین، مونو اتیل آمین، مونوایزو بوتیل آمین، پلی وینیل آمین، پیریدین، پاپیریدین، تترامتیل آمونیوم هیدروکسید	۱- به قالب‌های گچی آسیب نمی‌رسانند. ۲- در مرحله پخت می‌سوزند ولی باعث خرابی رنگ محصول نمی‌شوند. ۳- اثر کمتری بر انعقاد و تیکس شدن دوغاب دارند. ۴- روان‌سازهای آلی بر روان‌سازی دوغاب‌های ریخته‌گری بسیار تأثیرگذار هستند.

استفاده از روانسازها می تواند باعث بروز برخی از عیوب در قطعه شود.



مراحل دوغاب سازی

ـ پیش روانسازی

ـ تعیین نوع روانساز

ـ تعیین درصد روانساز

ـ تنظیم دوغاب

پیش روانسازی

برای تهیه دوغاب روان از یک خاک یا آمیزی از چند خاک می توان از درصدهای مختلفی از آب و خاک استفاده کرد.

سپس با دستگاه ویسکوزیمتر گرانروی دوغاب ها اندازه گیری می شود دوغابی که دارای گرانروی بالاتری بوده برای مرحله بعد انتخاب می شود

تعیین نوع روانساز

برای انتخاب روانسازی که تأثیر بیشتری بر روانی دوغاب دارد مطابق زیر عمل می شود ابتدا به تعداد روانسازهای موجود، دوغاب هایی با گرانروی بالا (درصدهای خاک و آب مرحله پیش روانسازی) آماده می شود سپس به هر دوغاب، مقدار ثابتی از روانساز ۰/۲% اضافه می شود پس از گذشت حداقل ۲٤ ساعت، گرانروی یا زمان عبور هر یک از دوغاب ها اندازه گیری می شود.

هر روانسازی که باعث روانی بیشتر دوغاب شود به عنوان روانساز مصرفی برای دوغاب استفاده می شود.

نکته: در بعضی از دوغابها یک روانساز به تنهایی نمیتواند باعث روانی دوغاب شود. در چنین مواردی لازم است از دو یا سه روانساز به صورت همزمان استفاده کرد.

نکته:

۱- به منظور افزایش دقت در تعیین روانساز مطلوب بهتر است از هر روانساز دو نمونه آزمایشگاهی تهیه کرد.

۲- مقدار روانساز مصرفی بر مبنای وزن خاک محاسبه میشود

تعیین مقدار روانساز

پس از انتخاب نوع روانساز، باید درصد آن نیز تعیین شود. برای تعیین مقدار روانساز، چند دوغاب (با درصدهای آب و خاک مشخص که در مرحله پیش روانسازی به دست آمده است) تهیه کرده، سپس به هر کدام روانساز با درصدهای متفاوت اضافه شود، پس از گذشت حداقل ۲۴ ساعت گرانروی یا زمان عبور دوغاب ها اندازه گیری شود. مقدار روانسازی که باعث روانی بیشتر دوغاب شود، به عنوان درصد روانساز مصرفی متناسب برای این دوغاب بیان می شود.

زمان مناسب افزودن روانساز به دوغاب

۱- در ابتدای آسیاب کردن برای سهولت در آسیاب کردن و افزایش چگالی دوغاب؛

۲- به هنگام باز کردن و متفرق ساختن مواد رسی در آب

تنظیم دوغاب

در این مرحله نوع و درصد روانساز، ثابت در نظر گرفته میشود و با تغییر دادن درصدهای خاک و آب، دوغاب به گرانروی و چگالی معین میرسد.

پودمان ۳

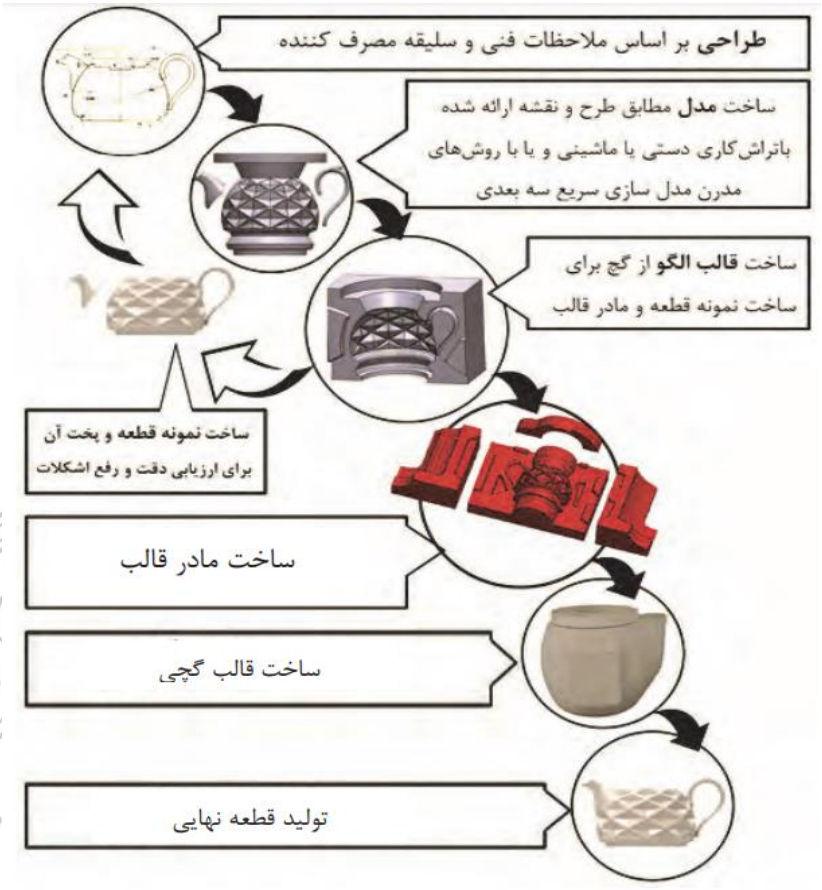
مدل سازی و ساخت مادر قالب

در طراحی محصول، علاوه بر زیبایی و کارایی، نکات فنی بسیاری در نظر گرفته می شود. طرح محصول ابتدا به صورت نقشه فنی ترسیم شده و سپس مدل واقعی آن ساخته می شود دقت و صحت نقشه در مدل بررسی شده و سپس قالب گیری و ساخت مادر قالب انجام می شود. امروزه روش های متنوعی برای مدل سازی و ساخت مادر قالب توسعه یافته است.

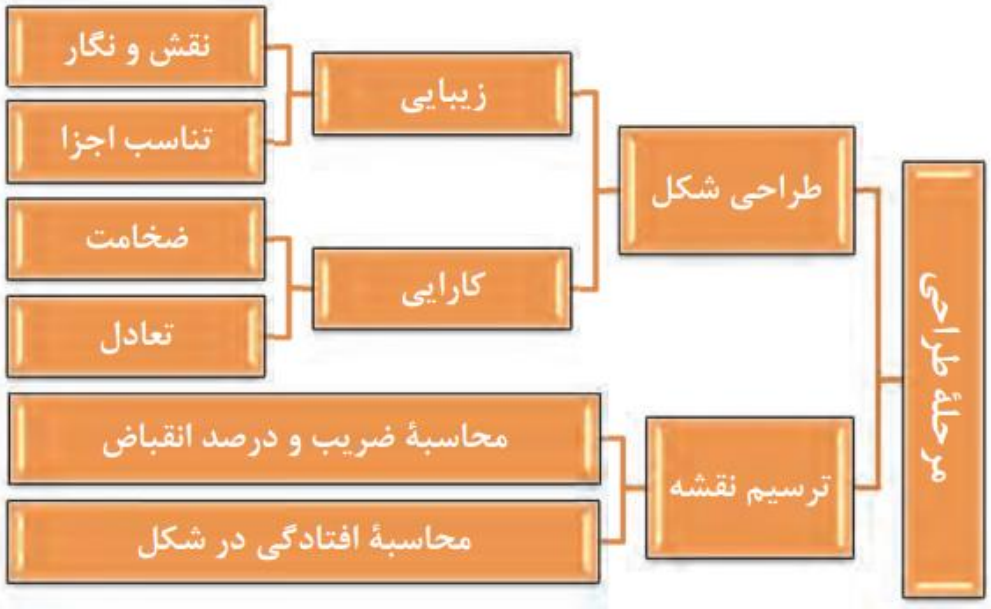
هر محصولی فرایند مشخصی را از طراحی تا تولید طی میکند تا در انتها مطابق با نیاز و سلیقه مصرف کننده عرضه شود. باید دقت داشت که محصولی با طراحی نامناسب حتی با کیفیت و مواد مناسب، نمیتواند رضایت مصرف کننده را جلب کند.

در شکل دهی محصولات سرامیکی، پس از طراحی شکل و محاسبات ابعادی نقشه آن، ساخت مدل و مادر قالب از مهمترین و اساسی ترین مراحل است.

مراحل ساخت قطعه سرامیکی از طراحی تا تولید محصول به صورت زیر است :



در طراحی و ارائه نقشه محصول سرامیکی، به عنوان اولین قدم باید به نکات متعددی توجه شود. طراح باید با در نظر گرفتن موانع فرایندهای تولید در مدل و جنبه های زیبایی و کاربردی در محصول، نظر مساعد مصرف کننده را جلب نماید همچنین موارد دیگری مانند نکات ایمنی، بهداشتی، زیست محیطی، فنی، فرهنگی، مذهبی و عرف جامعه در طراحی دارای اهمیت هستند.



باید اجزای محصول، در طراحی با یکدیگر تناسب داشته باشند. برای مثال در طراحی دسته یک سوپ خوری باید حجم بدنه آن نیز در نظر گرفته شود.

در طراحی یک قطعه ممکن است از طرح های معمولی استفاده نشود؛ اما تناسب و زیبایی در قطعه دیده شود. همچنین در طراحی قطعه علاوه بر زیبایی باید به موارد دیگری نیز توجه کرد که در کاربرد آن مشکل ساز نشود. به عنوان مثال قطعاتی که پس از پخت متراکم نمب شوند، استحکام کمتری دارند و باید ضخیم تر باشند. درحالیکه قطعات متراکم تر را می توان ظریف تر و نازک تر طراحی کرد تعادل قطعه در تولید و کاربرد امری بسیار مهم است.

محاسبات انقباض در طراحی مدل

انقباض کل در قطعات خام متراکم کمتر از قطعات خام متخلخل است، چون کاهش تخلخل عامل اصلی در میزان انقباض است. هرچه دمای پخت افزایش یابد، تخلخل کمتر و انقباض نیز بیشتر می شود.

طراح باید با توجه به میزان انقباض کل، ابعاد مدل را محاسبه کند و در نقشه اعمال نماید تا قطعه نهایی پخت شده با ابعاد مورد نظر و مطلوب به دست آید. میزان انقباض آمیزها به دو صورت ضریب انقباض و درصد انقباض گزارش می شود تا در محاسبات نقشه مورد استفاده قرار گیرد.

$$\text{ضریب انقباض کل}\ (SC) = \frac{\text{طول تر}}{\text{طول پخت}} = \frac{L_w}{L_f}$$

$$\text{درصد انقباض کل}\ S_t\% = \frac{\text{طول پخت ـ طول تر}}{\text{طول تر}} \times ۱۰۰ = \frac{L_w - L_f}{L_w} \times ۱۰۰$$

ارتباط بین درصد انقباض کل و ضریب انقباض کل

$$\text{درصد انقباض کل } S_t\% = (1 - \frac{1}{\text{ضریب انقباض کل}}) \times 100$$

نکته: ظرف شکل داده شده به روش ریخته گری مانند ارتن ور که در ۹۰۰ درجه سلسیوس پخت میشود، متخلخل بوده و انقباض کلی آن حدود ۱-۳ درصد است. درحالیکه اگر این قطعه در ۱۱۰۰ درجه سلسیوس پخت شود متراکمتر شده و انقباض کل آن حدود ۶-۸ درصد میشود

افتادگی در شکل قطعات حین پخت

در بدنه های متراکم، هنگام پخت در جهت گرانش زمین مقداری افتادگی مشاهده می شود که می تواند روی شکل و اندازه قطعه مؤثر باشد بنابراین در طراحی بشقاب های بزرگ، با توجه به وزن و شکل هندسی باید لبه بشقاب را ۳ تا ٤ میلی متر بالاتر از مقدار مورد نظر طراحی کرد.

پس از طراحی محصول، مدل بر اساس نقشه ارائه شده ساخته می شود. مدل، قطعه ای است که شکلی مشابه با محصول نهایی دارد ولی ابعاد و جنس آن متفاوت است. در ساخت مدل می توان از مواد مختلفی مانند گچ، رزین و پلیمر استفاده کرد. ویژگی اصلی این مواد، تراشکاری یا شکل دهی راحت آنها است.

برای سهولت در تراشکاری و شکل دهی مدلهای پیچیده میتوان آن را به اجزای سازنده مانند در، دسته و لوله تقسیم نموده و هر یک را جداگانه و با روشهای مختلفی ساخت.

گاهی در مدل سازی، قسمتهایی از قالب مانند سرقالب، توپی یا عدسی نیز با خود مدل ساخته می شود پس از ساخت مدل، قالبی از آن تهیه میشود که از هر نظر شبیه قالبی است که قرار است در خط تولید به کار رود. این قالب را قالب اولیه یا قالب الگو مینامند. با استفاده از این قالب میتوان قطعه نمونه را نیز ریخته گری کرد و با پخت آن دقت و صحت طرح و نقشه ارائه شده را ارزیابی نمود.

از قالب الگو، مادر قالب ساخته میشود که برای ساخت قالبهای گچی به تعداد زیاد به کار میرود. تمام ویژگیهای قالب گچی از جمله ضخامت قالب و شکل و اندازه قفلها در این مرحله طراحی و ساخته میشود. مادر قالب می تواند رزینی، گچی یا فلزی باشد.

مواد مورد استفاده در ساخت مادر قالب در صنعت سرامیک به سه دسته فلزی، معدنی و آلی تقسیم میشوند.

مواد فلزی

- آلومینیوم
- چدن

مواد معدنی

- گچ
- سیمان

مواد آلی

- رزین‌های الاستیک (سیلیکون رابر)
- رزین‌های سخت (اپوکسی)
- تفلون و انواع پلیمرها
- رزین آرالدیت

گچ معمولا با مقدار مشخصی آب مخلوط میشود تا گیرش حاصل شود و ساختار محکمتری به خود گیرد. به طور مشابه رزینهای مصرفی عمدتاً از دو جز تشکیل میشوند که یکی از آنها سخت کننده نام دارد. اضافه کردن سخت کننده به رزین اولیه باعث میشود رزین پس از مدتی سخت شده و ساختار محکمی پیدا کند. از جمله ویژگیهای مشترک این مواد قالبسازی میتوان به سخت شدن آنها با گذشت زمان اشاره کرد.

نکته: نکته مهم در انتخاب مواد قالب سازی این است که مواد قالب سازی در هنگام گیرش دچار تغییرات ابعادی میشوند بنابراین باید موادی را انتخاب کرد که حداقل تغییرات را داشته باشند.

نکته: در ساخت مادر قالب با مواد رزینی باید دقت داشت که نسبت رزین به سخت کننده که معمولاً توسط شرکت تولیدکننده مشخص میشود، با دقت بیشتری کنترل شود.

از رزینهای پلاستیک در ساخت قالبهایی استفاده میشود که ممکن است شیب منفی داشته و یا انبساط گچ موجب شود که قطعه از قالب به سختی خارج شود.

ابزار و تجهیزات مدلسازی

کولیس	قطرسنج خارجی	قطرسنج داخلی
اره دستی برای برش دادن گچ	انواع مغار	گونیا

گیره	سوهان چوب ساب	چرخ مدل‌سازی
سطل	ترازو با دقت مناسب	همزن

پس از ساخت مدل برای تخمین مقدار گچ لازم برای ساخت قالب الگو میتوان از روش زیر استفاده کرد:

- ابتدا حجم مورد نظر را محاسبه کرده یا تخمین زده میشود. (حجم به واحد سانتیمتر مکعب محاسبه شود.)

- به ازای هر سانتیمتر مکعب یک گرم گچ در نظر گرفته شود.

نکته: این روش فقط برای تخمین حدودی مقدار گچ قابل استفاده است.

در ساخت دوغاب گچی دقت کنید:

۱- ظرف تمیز باشد. ۲- گچ الک شده و به آرامی در آب پاشیده شود. ۳- دوغاب گچی را آرام مخلوط کنید تا هوا وارد آن نشود. ٤- به دوغاب گچی پیش از ریختن در قالب به مدت ۱ تا ۲ دقیقه فرصت داده شود. ۵- پس از پر کردن قالب با دوغاب گچی

با زدن ضربات آرام به قالب به پخش بهتر و هواگیری دوغاب کمک کنید. ٦- زمان مناسب برای باز کردن قالب هنگامی است که با فشردن انگشت دست، دور انگشتان آب جمع نشود.

نکته: هدف از به حال خود گذاشتن گچ به مدت ۱ تا ۲ دقیقه، افزایش گرانروی گچ است تا از درزهای قالب خارج نشود.

بهتر است قالب پیش از گرم شدن گچ باز شود.

جداکننده ها انواع مختلفی دارند که وظیفه اصلی آنها جدا کردن قالب الگو از مدل یا قالب گچی از مادر قالب است.

برای هر نوع ماده قالب گیری، باید از جداکننده مخصوص آن استفاده کرد؛ به طور مثال، برای ساخت قالب گچی از آب صابون یا آب صابون تراشکاری استفاده میشود. برای تکثیر قالب های گچی از مادر قالبهای رزینی، از جداکننده هایی مانند انواع واکسها یا روغن استفاده میشود تا رزین را در خود حل نکند.

مشخصات یک قالب مطلوب

۱_ تعداد تکه های قالب کم باشد.

۲_ در صورت امکان، سطوح جدایش طوری انتخاب شود که در قطعه نهایی مشاهده نشود.

۳_ از حداقل مقدار گچ استفاده شود تا قالب سبک باشد.

۴_ وضعیت قالب روی میز ریخته گری و تعادل قالب ها هنگام روی هم چیده شدن در نظر گرفته شود.

۵_ تخلیه دوغاب از قالب ریخته گری به راحتی صورت گیرد.

۶_ درز بندی و جفت بودن تکه های قالب به صورتی که دوغاب به سطح جدایش نفوذ نکند، رعایت شود.

۷_ یکنواخت بودن ضخامت قالب برای خشک شدن و جذب آب برابر، در نظر گرفته شود.

- قالب بدنه‌ی یک قوری

- قالب قوری درزبندی شده

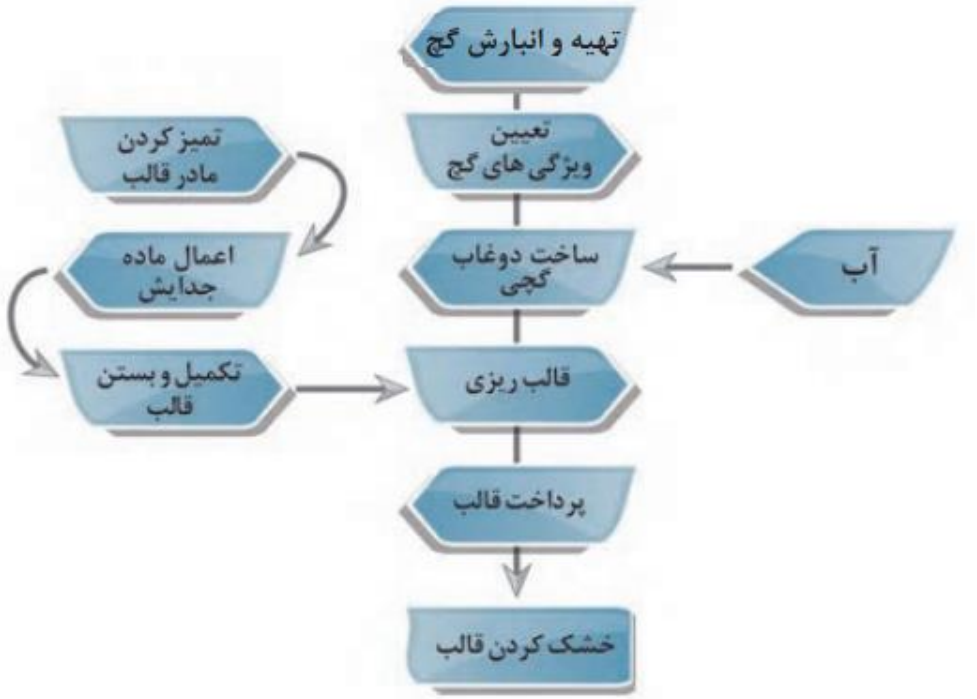
پودمان ۴

قالب سازی

برای تولید انبوه و مشابه بدنه های سرامیکی در خط تولید باید از مادر قالب، قالب های کار تهیه شود.

قالب هایی که در صنعت برای شکل دهی استفاده می شوند انواع گوناگونی دارند که با توجه به قطعه نهایی و ویژگی های مورد نظر انتخاب می شوند. در صنعت سرامیک قالب های گچی برای شکل دهی بدنه ها کاربرد بیشتری دارند.

در نمودار ۱ فرایند تولید قالب از مادر قالب نشان داده شده است.



نمودار ۱

برای ساخت قالب، به دوغاب گچی با خواص مطلوب نیاز است بنابراین برای آماده ساختن قالبی با کیفیت مناسب، باید عوامل مؤثر بر کیفیت قالب را شناخت و آنها را مورد آزمایش و بررسی قرار داد.

تعیین ویژگی های گچ

نسبت گچ به آب

در قالب سازی، نسبت گچ به آب عامل بسیار مهمی به شمار می رود.

برای ساختن قالب، دوغاب گچ باید سیالیت مناسبی داشته باشد. سیالیت کم باعث ایجاد مشکل در ساخت قالب می شود و سیالیت زیاد (ناشی از آب بیش از حد دوغاب گچی) باعث کاهش کیفیت قالب می شود. انتخاب نسبت مناسب گچ به آب، سیالیت مناسب دوغاب را فراهم می کند. برای به دست آوردن این نسبت، ابتدا نیاز به تعیین بیشینه نسبت گچ به آب است.

$$\text{نسبت گچ به آب} = \frac{\text{وزن گچ}}{\text{وزن آب}}$$

اثر افزایش نسبت گچ به آب بر ویژگی گیرش گچ و قالب حاصل از آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱

	سیالیت دوغاب گچی	سرعت گیرش	انبساط گیرش	تخلخل	استحکام
افزایش نسبت گچ به آب	↓	↑	↑	↓	↑

محاسبه بیشینه نسبت گچ به آب

برای تعیین بیشینه نسبت گچ به آب از رابطه زیر استفاده میشود.

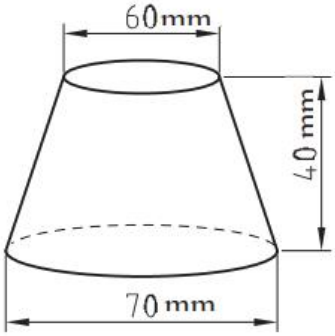
$$\text{بیشینهٔ نسبت گچ به آب} = \frac{\text{وزن گچ مصرف شده}}{\text{وزن آب}}$$

پس از تعیین بیشینه نسبت گچ به آب که معمولا برای گچ قالب سازی حدود ۱/٦ – ۱/۵ است میتوان به نسبت گچ به آب کاربردی دست یافت. نسبت گچ به آب کاربردی برای گچ قالب سازی معمولاً در محدوده ۱/٤ – ۱/۲ قرار دارد.

نکته: برای افزایش استحکام قالب گچی، برای مثال برای قالبهای دستگاه جیگر و جولی از نسبت گچ به آب بیشتر(حدود ۱/۳ و بالاتر) استفاده میشود. برای افزایش تخلخل در قالب گچی به خصوص در ریخته گری دوغابی که تخلخل قالب نقش مهمی دارد، نسبت گچ به آب متوسط (۱/۳ – ۱/۲) استفاده میشود. به صورت تجربی میتوان نتیجه گیری کرد که نسبت گچ به آب کاربردی تقریباً ۰/۱ الی ۰/۲ کمتر از بیشینه نسبت گچ به آب انتخاب میشود. با رعایت این قانون تجربی، دوغاب گچی از سیالیت مناسبی برای ریختن داخل مادر قالب و ساخت قالب گچی برخوردار است.

سیالیت

به میزان روانی دوغاب گچی سیالیت گفته می شود. سیالیت دوغاب گچی، در تولید قالب ها بسیار اهمیت دارد. در صورت کم بودن سیالیت دوغاب گچی، پر کردن زوایای قالب و انتقال نقش به خوبی انجام نشده و حباب های بسیار زیادی در قالب گچی ایجاد می شود. در صورتی که سیالیت بسیار زیاد باشد دوغاب گچی از زوایای مادر قالب به بیرون نفوذ می کند.



نکته:

سیالیت مناسب برای یک دوغاب گچی، سیالیتی است که تمام حجم مادر قالب را پر کرده و به راحتی هواگیری شود. در صنعت متناسب با کاربرد قالب، قطر مطلوب آزمایش سیالیت برای دوغاب گچی در محدوده ۱۸ تا ۲۲ سانتی متر است. به عنوان مثال در چینی ظروف این عدد ۲۱ و در چینی بهداشتی ۲۲ است.

استحکام خمشی گچ

قالب های گچی به دلیل حمل و نقل و اعمال نیرو در اثر فشار باید از استحکام خوبی برخوردار باشند. آگاهی از استحکام و عوامل مؤثر بر آن برای تولید قالب اهمیت دارد. ویژگی های دیگر قالب گچی از جمله تشکیل جداره که ناشی از حضور تخلخل (لوله های موئین) در قالب است، نباید تحت تأثیر استحکام بیش از حد مورد نیاز برای قالب گیرد.

محاسبه استحکام خمشی با توجه به رابطه زیر انجام میشود:

$$\sigma = \frac{۳ \times p \times l}{۲b \times h^{۲}}$$

زمان گیرش

یکی از نکات مهم در تکثیر قالب، زمان مناسب ریختن دوغاب گچی در مادر قالب و خارج کردن قالب از آن است. اطلاع از سرعت گیرش گچ، به تعیین زمان مناسب باز کردن مادر قالب کمک خواهد کرد.

ضریب نفوذ پذیری

یکی از عوامل مؤثر در ریخته گری دوغابی سرعت تشکیل جداره است که با نفوذ پذیری قالب گچی مرتبط است. نفوذ پذیری قالب گچی به ساختار تخلخل شامل درصد، شکل و اندازه تخلخل بستگی دارد.

آماده سازی دوغاب گچی

منظور از آماده سازی دوغاب گچی، رعایت مجموعه نکاتی است که منجر به تهیه دوغابی همگن با شرایط مطلوب از نظر نسبت گچ به آب، سیالیت و زمان گیرش برای تولید قالب می شود.

برای تهیه دوغاب گچ، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

۱_ از گچ تازه استفاده شود؛

۲_ در صورت نیاز قبل از تهیه دوغاب، گچ با الک بنایی مش ۱۰ الک شده و سپس وزن شود؛

۳_ همیشه گچ به آرامی به آب اضافه شود؛

۴_ از آب قابل شرب استفاده شود؛

۵_ دمای آب بر زمان گیرش تأثیر مستقیم دارد همواره از آب با دمای ثابت استفاده شود؛

۶_ بعد از افزودن گچ به آب باید مدتی منتظر ماند تا گچ به طور کامل خیس بخورد؛

۷_ بعد از خیس خوردن گچ، با همزن برقی با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه و به مدت ۲-۳ دقیقه مخلوط همزده شود توجه کنید همزدن زیاد باعث کشته شدن گچ خواهد شد. می توان با استفاده از سیستم خلا دوغاب گچی را همزمان هواگیری نمود؛

۸_ در صورت نبودن سیستم خلا بعد از همزدن به مدت زمان ۲-۳ دقیقه دوغاب گچی به منظور خروج حباب و افزایش سیالیت به حال خود گذاشته شود؛

۹_ ملات گچ بعد از گیرش نهایی حدود یک درصد انبساط حجمی دارد، بنابراین قبل از گیرش نهایی باید مادر قالب باز شود؛

۱۰_ تمیزی ظرف و پره همزن بسیار مهم است. در صورت آغشته بودن به گچ خشک شده، زمان گیرش دوغاب گچی کوتاه می شود.

انبارش گچ

با توجه به حساسیت بالای گچ نسبت به شرایط محیطی لازم است در نگهداری آن به نکات زیر توجه شود:

شرایط	راهکار
از باران و برف محافظت شود.	سرپوشیده بودن انبار
از نفوذ رطوبت و هدر رفتن گچ جلوگیری شود.	بسته‌بندی سالم
چگونگی چیدمان بسته‌های گچ	با فاصله از کف و دیوار و با ارتفاع کم چیده شوند.
ترتیب استفاده از بسته‌های گچ	ابتدا بسته‌های قدیمی‌تر مصرف شود.
شرایط محیطی انبار	خشک و به دور از نور آفتاب باشد.
از ترکیب گچ با سایر مواد اولیه جلوگیری شود.	جدا بودن انبار گچ از سایر مواد

نکته:

۱- خواص سنگ گچ در قسمتهای مختلف معدن متغیر است.

۲- شرایط تولید گچ از نظر دما و فشار در کارخانه کاملاً ثابت نیست .

۳- گچ تولیدی در فاصله های زمانی مختلف، ممکن است از نظر دانه بندی و سایر ویژگیها تغییراتی داشته باشد. بنابراین، هر بار که محموله جدید گچ وارد انبار میشود، لازم است آزمایشهای گچ برای آن محموله نیز انجام شود.

تکثیر قالب گچی از روی مادر قالب

برای تولید قطعات سرامیکی به روش ریخته گری دوغابی از قالب های گچی استفاده می شود. ساخت این قالب ها با استفاده از مادر قالب امکان پذیر است.

تکثیر قالب گچی از روی مادر قالب

۱- تمیز کردن مادرقالب

۲- آغشته کردن مادر قالب به ماده جداکننده

۳- پینگذاری مادر قالب (در صورت نیاز)

٤- بستن و کلاف کردن مادر قالب

۵- تهیه دوغاب گچی (وزن کردن گچ و آب، افزودن گچ به آب و) همزدن

٦- ریختن دوغاب گچی داخل مادر قالب (هواگیری دوغاب گچی و کنترل زمان گیرش قالب گچی)

۷- باز کردن مادر قالب

۸- خارج کردن قالب گچی

۹- پرداخت قالب گچی

۱۰ - کلاف کردن قالب گچی

۱۱ - چیدن قالبهای گچی در خشککن ٤۵ درجه سلسیوس

نکته: یک قالب گچی ممکن است برای ریخته گری بیش از یک قطعه طراحی شده باشد.

خشک کردن قالب گچی

خشک کردن یک قالب گچی نیاز به دقت و کنترل زیادی دارد. در خشک کردن یک قالب گچی، دمای خشک کن، رطوبت محیط و سرعت دمیدن هوا عوامل بسیار مهمی هستند که باید به دقت کنترل شوند. در این قسمت برخی از این عوامل بیان شده است:

دما و رطوبت خشک کن

- خشک شدن قالب گچی معمولا در دمای ٤۵ درجه سلسیوس انجام می شود و دمای بالاتر می تواند با خارج کردن آب ساختاری آن باعث پوک شدن گچ شود.

- افزایش رطوبت محیط خشککن، سرعت خشک شدن را کند می کند.

سرعت دمیدن هوا

مهمترین عامل برای خشک شدن سریع و یکنواخت قالب، کنترل سرعت دمش هواست. بهترین حالت در دمش هوا، سرعت بالا و دمای زیر ٤٥ درجه سلسیوس است.

نکته: همه قالبها باید حتماً از سطح بیرونی خشک شوند و در قالبهای چند تکه لازم است که حتماً تمام تکه های قالب سر جای خود قرار گرفته و خشک شوند.

خشک کردن قالبهای گچی ممکن است به طور طبیعی و در هوای آزاد یا با کمک خشک کن انجام شود.

انواع عیوب قالب گچی

در قالبهای گچی ممکن است عیوب مختلفی ایجاد شود. این عیوب در ادامه به اختصار معرفی میشوند.

جدول ۸- عیوب قالب گچی

عیب	دلیل
عدم یکنواختی قالب گچی	اختلاط نامناسب مخلوط گچ و آب
وجود فاصله بین قطعات قالب	درزدار بودن اجزای قالب
پریدگی قالب	شیب منفی مادر قالب یا ماده جدا کنندهٔ ناکافی
جا ماندن رد جداکننده	استفادهٔ زیاد از جداکننده و برجسته بودن آن
پوک شدن یا استحکام کم	خشک شدن در دمای بالاتر از ۴۵ درجهٔ سلسیوس
تاب برداشتن قالب گچی	بزرگ بودن قالب گچی (در چینی‌های بهداشتی رایج است) و یا خشک کردن تکه‌های قالب به صورت جداگانه
وجود حباب هوا در سطح قالب	عدم هواگیری دوغاب گچی
تفاوت در نفوذپذیری اجزای مختلف قالب گچی	استفاده از دوغاب‌های گچی با نسبت‌های مختلف گچ به آب

رفع عیوب قالب

برای ساخت قالب مناسب و بدون عیب، رعایت زمان های مناسب و نکات لازم برای خشک کردن قالب الزامی است. در برخی موارد اگر عیوب سطحی کوچکی مانند پریدگی ها وجود داشته باشد، می توان عیب را اصلاح کرد اما در اکثر مواقع قالب باید به درستی تولید شود.

نکات مهم در کارگاه قالب سازی

۱. کارگاه تمیز نگه داشته شود.

۲. دمای آب مورد استفاده در تابستان و زمستان کنترل شود تا یکسان باشد.

۳. توزین آب و گچ دقیق باشد تا در روزهای مختلف دوغاب گچی با ویژگی های یکسان به دست آید.

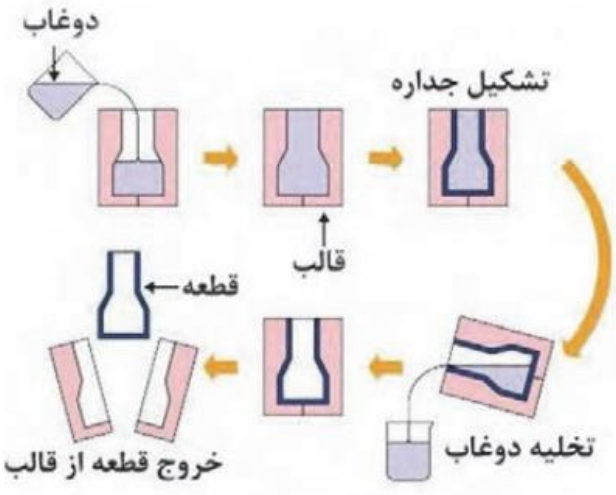
۴. هنگام پر کردن مادر قالب با دوغاب گچ برای تکثیر قالب گچی در دوغاب تلاطم ایجاد نشود.

۵. در صورت امکان از گچ تازه پخته شده استفاده نشود، چون در این صورت زمان گیرش کم می‌شود بهتر است گچ چند روز در محیط بماند.

پودمان ۵

ریخته گری دوغابی

یکی از روش های متداول در تولید سرامیک ها، روش ریخته گری دوغابی است. با این روش می توان بدنه هایی در ابعاد و اشکال گوناگون شکل دهی کرد در روش ریخته گری دوغابی بدنه های سرامیکی از طریق ریختن دوغاب در یک قالب جاذب آب، تولید می شود.



شکل ۱- مراحل ریخته‌گری دوغابی (توخالی)

بررسی قالب قبل از ریخته گری

لوله های مویین موجود در قالب گچی، مکشی را ایجاد می کنند که آب موجود در دوغاب را جذب کرده و باعث تشکیل جداره می شود. با چندین بار استفاده از قالب ها، این لوله ها اشباع می شوند که باعث کاهش سرعت ریخته گری شده و ضخامت جداره تشکیل شده کاهش می یابد.

قرار دادن قالب ها در هوای آزاد به مدت ۳ الی ۴ روز یا قرار دادن آنها درون خشک کن با دمای ۵۵-۴۵ درجه سلسیوس به مدت زمان مناسب، سبب خشک شدن قالب و تخلیه لوله های مویین می شود قبل از ریختن دوغاب درون قالب، گرد و غبار آن با اسفنج یا پمپ هوا زدوده می شود تا از بروز برخی از عیوب جلوگیری شود.

همچنین جدا کردن لایه های دوغاب خشک شده بر روی قالب یا زوائد قالب گچی نیز اهمیت دارد.

بررسی محل اتصال اجزای قالب (پین ها)، قبل از ریختن دوغاب درون قالب، اهمیت دارد تا اطمینان حاصل شود که دوغاب از درون قالب به بیرون نمی ریزد.

روی قسمتهایی از قالب که پیچیدگی زیادی دارند، مقداری پودر تالک پاشیده میشود تا بدنه پس از ریخته گری راحتتر از قالب جدا شود. برای قالبهایی که پیچیدگی ندارند نباید تالک استفاده شود، زیرا تالک باعث عدم جذب آب میشود

سرعت ریخته گری

با ریختن دوغاب درون قالب، بعد از مدت زمان مشخصی، آن قسمت از دوغاب که در تماس با قالب گچی است به دلیل جذب آب به وسیله قالب، به شکل خمیر درمی آید و شکل قالب را به خود می گیرد.

- قالب نمونه برای تعیین سرعت ریخته‌گری

به ضخامت دیواره ایجاد شده در واحد زمان، سرعت ریخته گری گفته میشود که با رابطه زیر به دست می آید.

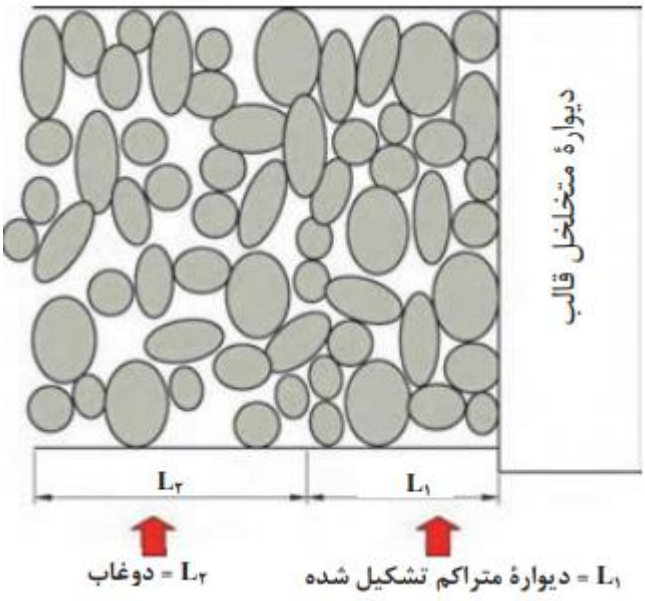
$$D = Kt^{\frac{1}{2}}$$

در این رابطه، D ضخامت دیواره تشکیل شده (به) میلیمتر ، t مدت زمان قرارگیری دوغاب در قالب (به دقیقه) و K ضریب ثابت است.

برای تعیین زمان ریخته گری، دوغاب به درون چند قالب یکسان ریخته می شود و هر کدام از قالب ها پس از مدت زمان معین (و به اختلاف زمانی ۵ دقیقه) تخلیه می شود. پس از جدا شدن و بیرون آوردن قطعه از قالب، ضخامت جداره تشکیل شده در هر قالب با کولیس اندازه گیری می شود.

سرعت ریخته گری دوغاب عامل مهمی در تعیین ضخامت بدنه خام و سرعت تولید است. به همین دلیل یکی از مهمترین خواص دوغاب سرعت ریخته گری آن است.

از مهمترین عوامل مؤثر در سرعت ریخته گری، مقاومت دیواره ایجاد شده در برابر عبور آب است. با قرارگیری دوغاب در قالب، در ابتدا سرعت تشکیل دیواره زیاد است و سپس دیواره تشکیل شده به عنوان سدی در برابر نفوذ آب به قالب گچی عمل می کند که باعث می شود سرعت ریخته گری به مرور کاهش و سپس ثابت شود.



چگالی دوغاب نیز بر سرعت ریخته گری تأثیر زیادی دارد. چگالی دوغاب نسبت بین مواد جامد و آب است که تا حد امکان باید بالا باشد. برای ایجاد دوغاب با چگالی بالا و گرانروی مناسب، استفاده از روان سازها ضرورت دارد. افزایش مقدار آب، علاوه بر کاهش چگالی دوغاب، باعث اشباع شدن سریعتر قالب می شود که سرعت ریخته گری را کاهش می دهد.

قالب گچی نیز یکی از عوامل تعیین کننده در ضخامت لایه ریخته گری شده به حساب می آید. میزان تخلخل قالب گچی، توزیع تخلخل ها، قطر تخلخل های موجود و میزان رطوبت قالب گچی بر روی جذب آب و ضخامت لایه ریخته گری شده تاثیر دارند.

مراحل ریخته گری دوغابی دستی عبارت اند از:

۱ـ **بستن قالب**: قالب های ریخته گری معمولا چند جزئی هستند. بنابراین قبل از ریخته گری اجزای قالب مورد نظر اتصال (چفت و بست) داده می شوند، سپس نوارهای لاستیکی به دور قالب قرار می گیرند تا دوغاب از محل اتصال قالب ها خارج نشود.

۲ـ **بررسی دوغاب**: لازم است ویژگی های دوغاب مورد نظر مانند گرانروی و چگالی مورد بررسی قرار گیرد. سپس دوغاب برای ایجاد یکنواختی و جلوگیری از ته نشین شدن با استفاده از همزن حداقل به مدت ۱۰ دقیقه هم زده می شود.

۳ـ **ریختن دوغاب درون قالب**: در این مرحله، دوغاب به آرامی در داخل قالب (کاملاً تا سر آن) ریخته می شود. پس از ریختن، دوغ قالب درون قالب چرخانده می شود و ضربه های آرامی به قالب زده می شود تا حباب های هوا خارج شوند و دوغاب در کل قالب به طور یکنواخت قرار گیرد.

در هنگام تشکیل جداره، حجم دوغاب درون قالب به مرور کم می شود. بنابراین نیاز به افزودن دوباره دوغاب است تا قالب پر شود. به همین منظور در دهانه قالب گچی، یک حلقه (دوغاب خور) در نظر گرفته می شود برای افزودن دوغاب اضافی

درون قالب می توان قیفی بالای آن در نظر گرفت که باعث ایجاد ستونی از دوغاب بالای قالب می شود. میزان افزودن دوغاب به قالب ریخته گری با توجه به شکل قالب و ضخامت بدنه مورد نظر تغییر می کند.

۴ـ **تخلیه دوغاب اضافی**: به دوغاب درون قالب با توجه به سرعت ریخته گری فرصت داده می شود تا جداره تشکیل شود سپس میزان انقباض و تشکیل جداره بررسی می شود.

در بدنه های توخالی پس از تشکیل جداره به ضخامت مورد نظر، دوغاب اضافی تحت زاویه مشخص تخلیه می شود سپس قالب به پشت قرار داده می شود تا کل دوغاب اضافی به طور کامل خارج شود.

نکته: در قالبهای بزرگ که در کارخانه ها مورد استفاده قرار میگیرند تخلیه دوغاب از مجرای زیر قالب انجام میشود.

۵ـ **باز کردن قالب**: پس از تخلیه دوغاب، به بدنه شکل دهی شده، زمان داده می شود تا با کاهش رطوبت، استحکام ابتدایی را یافته و انقباض یابد سپس از قالب جدا شود.

کش های اطراف قالب را باز کرده و قالب با دست یا به کمک ابزار به آرامی از محل درزها باز می شود.

۶ـ **خروج بدنه از قالب**: پس از باز کردن قالب، بدنه شکل دهی شده به آرامی و با توجه به میزان استحکام از قالب خارج می شود. دقت و مهارت در این مرحله اهمیت زیادی دارد.

در روش ریخته گری توپر ممکن است خروج قطعه به سهولت انجام نشود، بنابراین می توان از فشار هوا نیز استفاده کرد.

۷ـ **پرداخت بدنه ریخته گری شده**: در این مرحله بدنه بررسی می شود تا در صورت نیاز پرداخت شود. برای این کار لبه ها و پلیسه های اضافی با ابزار مناسب مانند تیغک جدا می شود.

سپس با استفاده از اسفنج مرطوب، لبه ها و ناصافی ها پرداخت می شود.

در سطح داخلی حلقه (دوغاب خور) لایه ای اضافه ایجاد میشود که این قسمت را میتوان قبل از خروج قطعه از قالب با ابزار مناسب بریده و جدا کرد.

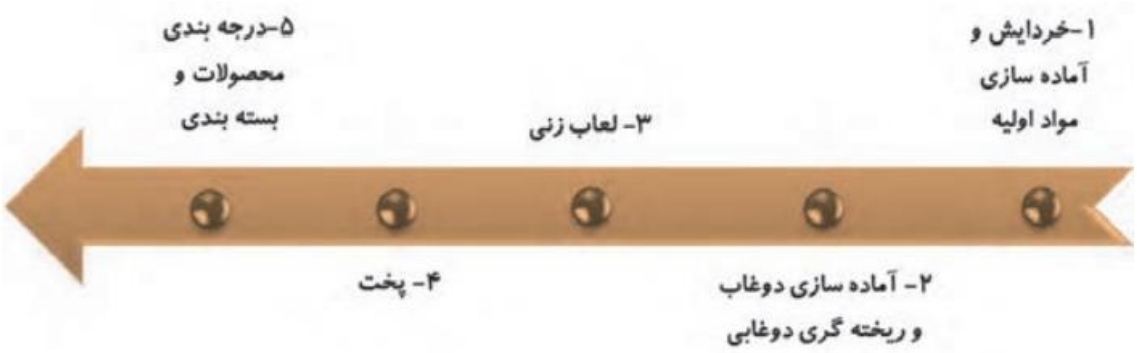
میتوان این قسمت اضافی (دوغاب خور) را پس از خروج بدنه از قالب جدا کرد و برید.

نکته: ضایعات ریخته گری دوغابی و اضافه های حلقه جمع آوری شده برای ساخت دوغاب، دوباره مورد استفاده قرار میگیرند.

۸ـ مرحله خشک کردن: در این مرحله بدنه شکل دهی شده به خشک کن منتقل شده و با سرعت مشخص کاملا خشک می شود. مدت زمان قرارگیری بدنه در خشک کن و نحوه خشک شدن بدنه ها با توجه به نوع قطعه (توپر یا توخالی) و ضخامت آن تعیین می شود.

ریخته گری دوغابی به روش ماشینی

ریخته گری دوغابی به روش ماشینی برای تولیدات انبوه به کار می رود که خود به دو صورت، نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک انجام می شود. این روش برای تولید محصولاتی نظیر چینی ظروف و چینی بهداشتی کاربرد دارد.



مراحل ریخته گری دوغابی در کارخانه چینی بهداشتی شامل مراحل زیر میباشد:

۱- تزریق دوغاب به قالب گچی؛ ۲- تشکیل جداره و تخلیه دوغاب؛ ۳- زمان توقف (جهت ایجاد استحکام اولیه و جدا شدن بدنه از قالب)؛ ٤- بیرون آوردن بدنه از قالب؛ ۵- پرداخت (آماده کردن نمونه برای) لعاب زنی .

ریخته گری چینی های بهداشتی با سه روش دستی، نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک انجام میشود.

در روش دستی کلیه مراحل شامل بستن قالبها، ریختن دوغاب، تخلیه دوغاب اضافی، بازکردن قالب و خارج کردن بدنه شکل یافته به صورت دستی صورت میگیرد.

در روش نیمه اتوماتیک قالب ها به صورت سری بر روی یک ریل قرار گرفته و عمل ریخته گری و تخلیه توسط لوله های متصل به قالب ها صورت می گیرد سپس مراحل انتقال قطعه به وسیله دست انجام می شود. از این روش در تولید قطعات ساده مثل پایه و روشویی استفاده می شود در روش اتوماتیک تمام مراحل شکل دهی به وسیله دستگاه ها انجام می شود.

مونتاژ در ریخته گری دوغابی

اغلب بدنه های سرامیکی معمولا شکلی پیچیده دارند. قطعات پیچیده مانند برخی از چینی ظروف را نمی توان به صورت یک پارچه تولید کرد. از این رو برخی از اجزای بدنه به طور جداگانه شکل دهی می شوند و سپس به هم چسبانده می شوند.

به چسباندن قطعات کوچکتر به بدنه اصلی برای تولید یک قطعه پیچیده بزرگتر، مونتاژ کاری گفته می شود؛ مثلا دسته فنجان یا لوله قوری به صورت جداگانه شکل دهی شده و سپس به بدنه اصلی اتصال داده می شود. مونتاژ در بسیاری از صنایع نظیر فلزات و پلاستیک نیز کاربرد دارد.

مونتاژ کاری یکی از بخش های مهم در هر کارخانه تولید بدنه های سرامیک است. در مونتاژ باید به نکات زیر توجه کرد:

ـ زمان مناسب برای انجام مونتاژ، پس از فرایند شکل دهی و کم شدن رطوبت بدنه است.

ـ کلیه قطعات چند تکه برای اتصال به یکدیگر باید ابتدا تا نقطه چرمینگی خشک شوند. چرمینگی مرحله ای از خشک کردن قطعات سرامیکی است که در آن، قطعه تمام انقباض های خشک را انجام داده است و تغییر حجم نخواهد داشت.

ـ در بخش مونتاژ کاری، قطعات مونتاژ شده باید رطوبت یکسانی داشته باشند.

ـ وجود هوای محبوس شده در بخش های مختلف مونتاژ شده موجب ایجاد ترک در قطعه می شود.

بررسی و کنترل عیوب ریخته گری

عیوب ریختهگری از عوامل متعددی مانند حبس حباب های هوا در دوغاب، گرانروی نامناسب دوغاب و سرعت نامساوی ریخته گری در قالب ایجاد می شود. در جدول ۱ انواع عیوب متداول در ریختهگری دوغابی مطرح شده است.

عیب	دلیل ایجاد عیب	راه برطرف کردن عیب
شکننده بودن بدنهٔ ریختهگری شده[۱]	تیکسوتروپی بسیار کم دوغاب	کاهش میزان دفلوکولانت
سستی بدنهٔ ریختهگری شده[۲]	تیکسوتروپی بسیار بالای دوغاب	افزایش میزان دفلوکولانت
چین و شکن[۳]	تیکسوتروپی بسیار کم دوغاب	تنظیم درصد آب دوغاب کاهش میزان دفلوکولانت
سوراخهای سنجاقی[۴]	حبس حبابهای هوا در زیر سطح بدنه	کنترل گرانروی دغاب
لکهٔ ریختهگری[۵]	تیکسوتروپی بسیار کم دوغاب	افزایش آب یا کاهش دفلوکولانت
ترک[۶]	تیکسوتروپی بسیار کم دوغاب سرعت خشک شدن نابرابر در بدنه	کاهش میزان آب یا کاهش میزان دفلوکولانت
خط و رگه در بدنه[۷]	مکث در حین پر کردن قالب	تنظیم سرعت پر کردن قالب
خط درز	نفوذ دوغاب به داخل درزهای قالب	اعمال ضربه به محل درزها در حین ریختهگری

در ادامه به برخی از عیوب ریخته گری دوغابی اشاره خواهد شد.

۱- سوراخهای سنجاقی

همانطور که از نام این عیب مشخص است، ابعاد سوراخها به طور معمول بسیار کوچک بوده و در سطح بدنه مشاهده میشود. علت اصلی ایجاد این عیب، وجود و حبس حبابهای ریز هوا در دوغاب است. عواملی مانند هم زدن سریع دوغاب در حوضچه و پر کردن بسیار سریع قالب باعث ورود حبابهای هوا به داخل دوغاب میشود.

وجود زاویه های تند در قالب نیز باعث حبس حبابهای هوا می شود.

همچنین گرانروی بالای دوغابهای ریخته گری از عوامل ایجادکننده سوراخ های سنجاقی است زیرا باعث حبس حبابهای هوا می شود.

برخی از راههای پیشنهادی برای برطرف نمودن عیب سوراخهای سنجاقی

۲- چین و شکن

در دوغابهایی که گرانروی بیشتر از حد معمول دارند، ناصافی و ناهمواریهایی به شکل هلال در سطح داخلی فراورده (سطحی که در تماس با قالب نیست) ظاهر میشود. هنگام تخلیه دوغاب نیز موجهایی بر روی سطح درونی بدنه ظاهر میگردد.

۳- عیب لکه ریخته گری

به دلیل تخلیه نامناسب دوغاب و ماندن قطره هایی از دوغاب در کف قالب، یک لکه یا برآمدگی در ته قطعه ایجاد میشود. همچنین در بدنه های ریخته گری شده به ویژه در بدنه هایی که رنگ پس از پخت آنها سفید است، ممکن است لکه های تیره رنگ مشاهده شود، زیرا هنگامی که گرانروی دوغاب بالا است، ذرات رسی سریعتر جذب قالب شده و مواد کمک ذوب، در نقاط خاصی از بدنه متراکم میشوند که در هنگام پخت، لکه های ریخته گری را ایجاد میکنند.

❖ فصل دوم خلاصه و نکات مهم تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۸

۱- پس از مکش آب و خروج قطعه از قالب رزینی با اعمال فشار منفی، آب مکش شده از قالب خارج و سپس برای ریخته گری مجدد آماده می شود.

۲- مرحله وزن کردن مواد اولیه دارای اهمیت زیادی است، زیرا تاثیر خطاهای این بخش معمولا پس از پخت نهایی قطعه آشکار می شود.

۳- وزن کردن مواد اولیه به دو روش خشک و تر انجام می شود.

٤- عمل سایش و آسیاب کردن مواد اولیه در بال میل انجام می شود.

۵- ثابت بودن عدد زبره دوغاب، به این دلیل اهمیت فراوان دارد که اندازه ذرات خروجی از آسیاب تأثیرات زیادی بر خواص بدنه ساخته شده میگذارد.

٦- آماده سازی مواد اولیه چه به صورت تر و چه به صورت خشک، نیاز به الک کردن دارد. ابعاد ذرات دوغاب بدنه نباید از یک اندازه ای بزرگتر باشد. تعیین ابعاد ذرات موجود در دوغاب بدنه در پایان عمل آسیاب کردن و پیش از تخلیه دوغاب در حوضچه انجام می شود.

۷- آهن گیری: در فرایند تولید دوغاب برای حذف ذرات آهن، از آهن ربا استفاده می شود. آهن ربا ها در دو نوع دائمی و موقت موجود هستند. آهن ربا های دائمی، آهن ربا هایی هستند که خاصیت مغناطیسی آنها دائمی و همیشگی است. آهنرباهای موقت معمولا به وسیله جریان الکتریسیته، خاصیت مغناطیسی پیدا کرده و پس از قطع جریان برق، این خاصیت نیز از بین می رود.

۸- بلانجر: بلانجرها، همزن هایی با دور تند هستند که باعث باز شدن کلوخه های مواد اولیه شده و می توانند از کیک فیلتر پرس یا ماده رسی، دوغاب همگن تهیه کنند.

۹- برای کهنه شدن، جلوگیری از رسوب و ذخیره سازی دوغاب از همزن دور آرام استفاده می شود. حجم این گونه مخازن به حجم دوغاب تولیدی بستگی دارد.

۱۰- نسبت چگالی مواد به چگالی یک ماده مرجع را که معمولاً آب در نظر گرفته میشود، « چگالی نسبی » میگویند.

۱۱- به طورکلی تخلخل ها در قطعات سرامیکی به دو گروه باز و بسته تقسیم می شمونند.

تخلخل های باز به سطح قطعه راه دارند. به تخلخل های بازی که به هم متصل باشند تخلخل تراوا و به تخلخل های بازی که به هم متصل نباشند و از یک طرف بسته باشند تخلخل گفته میشود.

۱۲- حجم ظاهری: به مجموع حجم ماده جامد و حجم تخلخلهای بسته حجم ظاهری گویند.

حجم حقیقی: به حجم جزء ماده جامد بدون تخلخل حجم حقیقی گفته میشود.

۱۳- پیکنومتر، ظرفی با حجم مشخص است که برای اندازه گیری چگالی مایعات و جامدات پودر به صورت به کار می رود. در روند تولید یک قطعه سرامیکی دانستن مقدار چگالی پودر، دوغاب و قطعه نهایی امری مهم محسوب می شود.

۱۴- چگالی کلی از تقسیم کردن وزن قطعه بر حجم کلی و ضرب کردن آن در چگالی مایع به دست آید.

چگالی ظاهری از تقسیم کردن وزن قطعه بر روی حجم ظاهری و ضرب کردن در چگالی مایع به دست می آید.

چگالی حقیقی از تقسیم کردن وزن قطعه بر حجم حقیقی به دست می آید. چگالی حقیقی را می توان تقریبا معادل

چگالی پودر در نظر گرفت.

۱۵- چگالی انباشتگی معمولا برای پودر گرانول یا گلوله های بال میل استفاده میشود بدین ترتیب که ماده مورد نظر را در ظرفی با حجم مشخص ریخته، سپس برای مشخص شدن وزن ماده مورد نظر، وزن ظرف خالی کم می شود. چگالی انباشتگی برابر خواهد بود با وزن ماده تقسیم بر حجم پرشده ظرف.

۱۶- قابلیت جریان یابی مایعات را «سیالیت» و مقاومت درونی مایعات در برابر جاری شدن، «گرانروی» نامیده می شود. و واحد اندازه گیری آن «پواز » است.

۱۷- تیکسوتروپی: عبارت است از تمایل دوغاب به سفت شدن هنگام راکد ماندن.

۱۸- روش های اندازه گیری گرانروی و محاسبه تیکسوتروپی دوغاب

۱- روش ریزشی

۲- روش پیچشی

۳- روش چرخشی

۱۹- با استفاده از منحنی تعیین گرانروی و تیکسوتروپی دوغاب در زمانهای ماندگاری مختلف، بهترین زمان ماندگاری برای رسیدن به به بهترین خاصیت رئولوژی دوغاب مشخص میشود.

۲۰- مراحل دوغاب سازی

ـ پیش روانسازی

ـ تعیین نوع روانساز

ـ تعیین درصد روانساز

ـ تنظیم دوغاب

۲۱- انقباض کل در قطعات خام متراکم کمتر از قطعات خام متخلخل است، چون کاهش تخلخل عامل اصلی در میزان انقباض است. هرچه دمای پخت افزایش یابد، تخلخل کمتر و انقباض نیز بیشتر می شود.

۲۲- برای سهولت در تراشکاری و شکل دهی مدلهای پیچیده میتوان آن را به اجزای سازنده مانند در، دسته و لوله تقسیم نموده و هر یک را جداگانه و با روشهای مختلفی ساخت.

۲۳- برای تولید انبوه و مشابه بدنه های سرامیکی در خط تولید باید از مادر قالب، قالب های کار تهیه شود.

قالب هایی که در صنعت برای شکل دهی استفاده می شوند انواع گوناگونی دارند که با توجه به قطعه نهایی و ویژگی های مورد نظر انتخاب می شوند. در صنعت سرامیک قالب های گچی برای شکل دهی بدنه ها کاربرد بیشتری دارند.

۲٤- به میزان روانی دوغاب گچی سیالیت گفته می شود. سیالیت دوغاب گچی، در تولید قالب ها بسیار اهمیت دارد. در صورت کم بودن سیالیت دوغاب گچی، پر کردن زوایای قالب و انتقال نقش به خوبی انجام نشده و حباب های بسیار زیادی در قالب گچی ایجاد می شود. در صورتی که سیالیت بسیار زیاد باشد دوغاب گچی از زوایای مادر قالب به بیرون نفوذ می کند.

۲۵- قالب های گچی به دلیل حمل و نقل و اعمال نیرو در اثر فشار باید از استحکام خوبی برخوردار باشند. آگاهی از استحکام و عوامل مؤثر بر آن برای تولید قالب اهمیت دارد.

۲۶- زمان گیرش: یکی از نکات مهم در تکثیر قالب، زمان مناسب ریختن دوغاب گچی در مادر قالب و خارج کردن قالب از آن است. اطلاع از سرعت گیرش گچ، به تعیین زمان مناسب باز کردن مادر قالب کمک خواهد کرد.

۲۷- خشک کردن یک قالب گچی نیاز به دقت و کنترل زیادی دارد. در خشک کردن یک قالب گچی، دمای خشک کن، رطوبت محیط و سرعت دمیدن هوا عوامل بسیار مهمی هستند که باید به دقت کنترل شوند.

۲۸- مهمترین عامل برای خشک شدن سریع و یکنواخت قالب، کنترل سرعت دمش هواست. بهترین حالت در دمش هوا، سرعت بالا و دمای زیر ٤٥ درجه سلسیوس است.

۲۹- یکی از روش های متداول در تولید سرامیک ها، روش ریخته گری دوغابی است. با این روش می توان بدنه هایی در ابعاد و اشکال گوناگون شکل دهی کرد در روش ریخته گری دوغابی بدنه های سرامیکی از طریق ریختن دوغاب در یک قالب جاذب آب، تولید می شود.

۳۰- به ضخامت دیواره ایجاد شده در واحد زمان، سرعت ریخته گری گفته میشود .

۳۱- سرعت ریخته گری دوغاب عامل مهمی در تعیین ضخامت بدنه خام و سرعت تولید است. به همین دلیل یکی از مهمترین خواص دوغاب سرعت ریخته گری آن است.

۳۲- ریخته گری دوغابی به روش ماشینی برای تولیدات انبوه به کار می رود که خود به دو صورت، نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک انجام می شود. این روش برای تولید محصولاتی نظیر چینی ظروف و چینی بهداشتی کاربرد دارد.

۳۳- به چسباندن قطعات کوچکتر به بدنه اصلی برای تولید یک قطعه پیچیده بزرگتر، مونتاژ کاری گفته می شود. مونتاژ کاری یکی از بخش های مهم در هر کارخانه تولید بدنه های سرامیک است.

ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR