به نام خدا

فرآیند ساخت سرامیک‌ها (2)

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

ceramic.blog.ir

انواع محصولات قابل حصول از طريق فرايند پودر

1) **الكترونيك:** پايه ها، package ها، خازن ها، عايق ها، مقاومت ها، الكترودها، مغناطيس موتور، عايق شمع اتومبيل و...

2) **مواد پيشرفته سازه اي:** ابزار آلات برشي ، اجزاي موتور، پوششهاي مقاوم، پروتزهاي دندان و اورتوپدي

3) **اجزاي مورداستفاده در فرايندهاي شيميايي:** واسط هاي تبادل كاتيوني، پايه كاتاليستي، فيلتر گاز و مايع

4) **دير گدازها:** آستر كوره ها، عايقهاي حرارتي، ابزار آلات كوره در ركوپراتور، بوته ها، المنتها و...

5) **مواد ساختماني:** كاشي، سيمان،بتن و محصولات سفالينه رسي

6)**محصولات خانگي:** پخت و پز، انواع چيني ها و..

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

خواص سراميكها تابع عواملي است

1- تركيب شيميايي (بسيار متنوع)

اكسيدي غيراكسيدي

2) نوع پيوند و ساختار اتمي

اين عامل تابع ريز ساختار ، اندازه ها و توزيع آنها ، مرزدانه ، نوع تخلخلها كه اگر بدقت كنترل شوند

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

خواص موادكنترل و تكرار پذير مي شود

ceramic.blog.ir

اين ويژگي ها در سراميكها تابع كنترل مواد و فرايند ساخت است كه منجر به حداقل عيوب مي شود.

تاريخچه تكنولوژي ساخت سراميكها

مخلوط سازي با دست ، ساخت با دست ، ريخته گري و تراشكاري با 5000BC بر مي گردد.

اولين روش ماشيني چرخ كوزه گري بود كه به 3500Bc بر مي گردد. و بتدريج روشهاي پيشرفته تر شدند همانند پرس و

پخت در كوره فردي آلماني به نام Fredrich Bottger در 1708 اولين پرسلان را ساخت پيشرفتهاي قرن 18

عبارت بود از ريخته گري در قالبهاي متخلخل و به دنبال آن اكستروژن اضافه شد.

در قرن 19 فرايند مخلوط سازي ماشيني شده و فيلتر پرس و پرس خشك ابداع شدند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

سرانجام در نيمه قرن 20 پيشرفتهاي اساسي در سنتز ، روش هاي شناخت و فرايندهاي شكل دهي محصولات سراميكي

ceramic.blog.ir

انجام گرفت.

روش‌هاي شكل‌دهي

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic-blog.ir

روش‌هاي شكل‌دهي- ادامه

روشهاي خاص Sol -jel , pvd, cvd , coating , -Pressure casting - Tapcasting

همه قطعات سراميكي نياز به شكل دارند به غير از:

كلينكر و سيمان و گچ ، جرمهاي نسوز

سنتي : تهيه آجر ككي از قالب چوبي

روش هاي شكل دادن بر اساس نوع سراميكها

متداول: دوغابي – اكسترود – پرس

پيشرفته: PVD, CDV, Tap casting, Hp-HIP ، انفجاري و...

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

Slip Casting شكل دادن دوغابي يا ريخته گري دوغابي

خط توليد روش دوغابي:

ماده اوليه را يك بدنه سه جزئي thriaxial bodies فرض مي كنيم.

مهمترين عنصر مزاحم آب است. در مرحله خشك كن حذف مي شود.

دلايل استفاده از آّب

1) در دسترس بودن 2) وفور 3) ارزاني نسبي

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

شکل دادن دوغابي يا ريخته گري دوغابي Slip Casting- ادامه

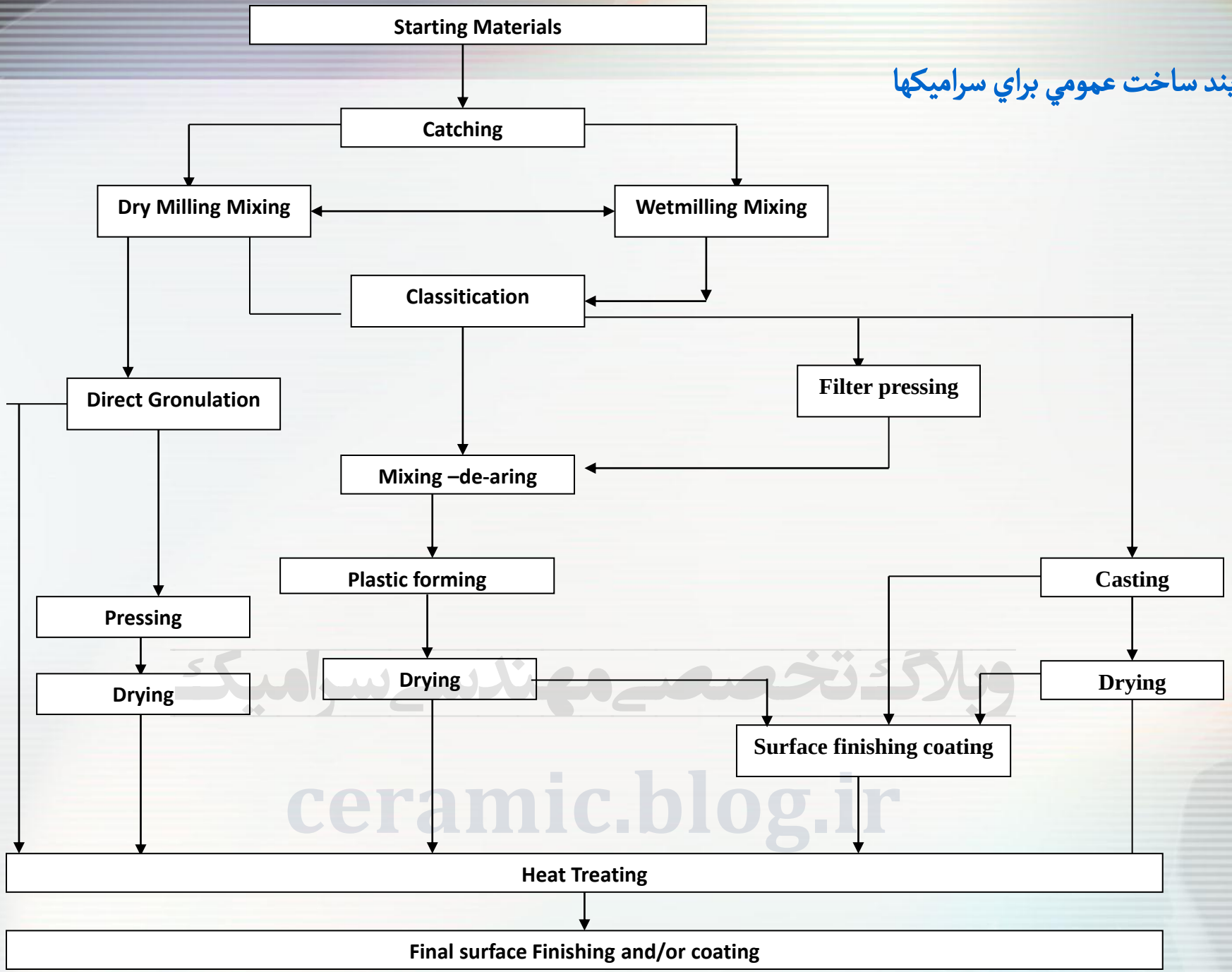
شکل دادن دوغابی یا ریخته گری دوغابی Slip casting

خط تولید روش دوغابی:

ماده اولیه را یک بدنه سه جزئی thriaxial bodies فرض می کنیم.

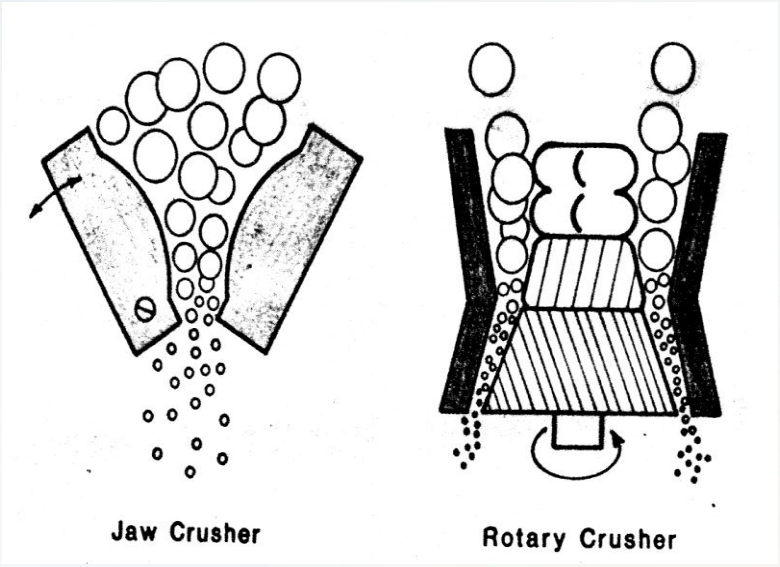
وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

فرآيند ساخت عمومي براي سراميكها



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

معرفي برخي از دستگاههاي مورد استفاده در يك كارخانه سراميك



خرد کن یا سنگ شکن

- فکی jow crusher
- ویبراتوری

آسیاب Mill –grinder

- بالمیل ball mill
- جارمیل jar mill

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic-blog.ir

بالميل :

بالميل با نيروي موتور مي چرخد و جنس آن فلزي است

آستر	سنگهای سیلیس طبیعی چینی سخت آلومینا لاستیک فشرده	گلوله	چینی سخت آلومینا سنگ سیلیسی از جنس فلینت صنعت سیمان : فولادی

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

جارميل:

جارميل با نيروي غلتك مي چرخد و جنس آن سراميكي است.

ceramic.blog.ir

فيلتر پرس Filter press

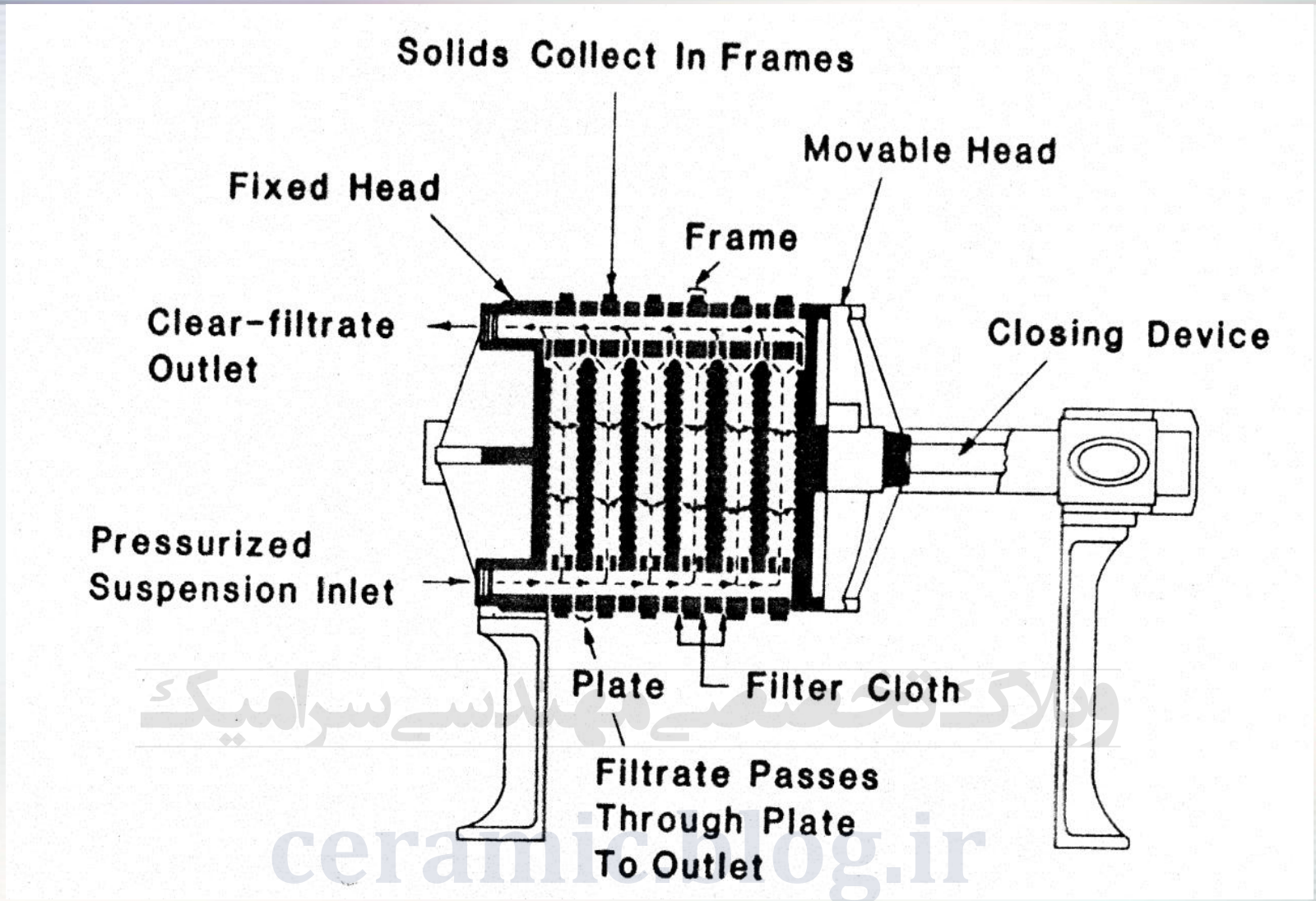
عمدتاً صفحات آلومينيومي كه بين صفحات آلومينيومي اكسيد برزنتي قرار دارد. مجموعه از ابتدا تا انتها وسط صفحه ها با كانالهايي به هم مربوطند. تمام صفحات به صورت مكانيكي يا دستي حركت مي كنند. دوغاب توسط يك پمپ با فشار 1bar =1.2atm وارد مجموعه مي شود. و در كيسه ها نفوذ مي كند روزنه هاي برزنت طوري است كه ذرات گل گير كرده و فقط آب خارج مي‌شود. با گذشت زمان ما بين جداره ها و صفحه ها پر از گل مي شود.

- بعضها در دوغابها افزودني (بايندرها) بعنوان سيمان هيدروليك عمل مي كنند كه يك باند فعال واكنشي ايجاد مي كند يا بايندري كه بشكل ژل ممكن است در قالب ريخته شود و در آستر كوره يا قالبهاي دندان پزشكي به كار مي رود

- در فرايندهاي gunning براي جرم هاي ريخته گري يك بايندر چسبيده با آب مخلوط شده و از طريق يك لوله يا كانال بر روي ماده مورد نظر بصورت پوشش يا آستر دير گداز استفاده مي شود.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

معرفي برخي از دستگاههاي مورد استفاده در يك كارخانه سراميك-ادامه



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramicblog.ir

پارامترهايي كه بايد كنترل كرد.

1) رفتار رئولوژي دوغاب در حين پر كردن قالب

2) سرعت ريخته گري

3) دانسيته دوغاب

4) تنش تسليم

5) رئولوژي دوغاب پس ماند

6) انقباض قطعه و جداسازي از قالب

7) استحكام و پلاستيسيته قطعه در حين نصف ملحقات و تميز كاري سطح

عموماً رفتار پرودوپلاستيك (با افزايش سرعت برشي، ويسكوزيته ظاهري كم مي شود) و δ_y كم براي پمپ كردن راحت و پر كردن مناسب قالب و حباب زدايي موردنظر می باشد.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

$$\begin{cases} \eta < 2000 mpa.s \\ \dfrac{\partial r}{\partial r} = 1 - 101 / \sec \end{cases}$$

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- ادامه

White ware		دوغاب دير گداز	
ماده	Vol پودر	ماده	Vol
غير پلاستيك	25-30	Al_2O_3	40-50
رس	15-25	Ballclay	0-10
آب	45-60	آب	50-60
	Wt% افزودني	NH_4 Polyacrylate	5/0-2
Na lignosulfonate	<0.5	Mg So_4	0-1/0
$Caco_3$	<0.1	$\begin{cases} NH_4 a\lg inate \\ carboxy\ methyl\ cellulose \\ methyl \\ hedroxyethyl\ cellulose \end{cases}$ 0 – 0.5	
$Baco_3$	<0.1		
clay	<1Mm		

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- ادامه

- دوغاب به داخل قالب نفوذپذير با شكل مشخص ريخته يا پمپ مي شود. دراثر مكش لوله هاي مويين و فيلتراسيون توده جامدي ايجاد مي شود. (تشكيل جداره) و قطعه خام حاصل مي شود. پس از تشكيل جداره اگر مواد دوغاب اضافي بيرون ريخته شود و ريخته گري تو خالي نام دارد و اگر دوغاب اضافي بيرون ريخته شود ريخته گري توپر نام دارد.

- **انواع ريخته گري:**

  - ريخته گري توخالي Slip casting :

    چيني بهداشتي ، قوري ، قندان ، پارچ ، نمكدان ، بوته و...

  - ريخته گري توپر solid Casting :

    در قوري ، در قندان ، مجسمه هاي چيني ،

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

- **حالات مختلف فرايند:**

  - بدون فشار (صرفاً ريختن)
  - با فشار pressure casting
  - خلاء vaccum assisted casting
  - سانتري فيوژ Centi fugal pressure

ceramic.blog.ir

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- ادامه

■***موارد کاربرد ريخته گري*** :

در قوري ، در قندان ، مجسمه هاي چيني ،

شكلهاي پيچيده در محصولات پرسلاني ، مظروف يا آزمايشگاهي

محصولات قابل حصول ديرگدازها متراكم با شكل پيچيده يا وزن زياد

چيني هاي ظريف سنتي و به طور كلي dinner ware

•**مزايا:**

1. در اين روش افزودني ها و آلگومره هاي پودري زير ميكرون به راحتي در دوغاب كنترل مي شود
2. شكلهاي پيچيده – سراميكها مدرن اكسيدي و غير اكسيدي – چيني ها و دير گدازها از اين روش بدست مي آيند
3. قيمت نسبي پايين

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

•**معايب:**

1) استحكام كم 2) تراكم پايين 3) مصرف آب زياد 4) مصرف انرژي حرارتي بالا

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- ادامه

ويژگي هاي دوغاب خوب:

1) ويسكوزيته مناسب

2) خيلي تيكسوتروپ نباشد

3) اگر با ميله همزده شود بعد از همزدن بلافاصله شيارهاي پر شود

و ريزش دوغاب پيوسته باشد

چرا جداره تشكيل مي گردد؟

دلايل تشكيل جداره:

1- مكش لوله هاي مويين موجود در قالب گچي

2- يون Ca^{2+} كه از حل گچ قالب در آب موارد دوغاب شده و چون فلوكولانت يا منعقد كننده است سبب تشكيل جداره ميشود

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- ادامه

عوامل موثر در ضخامت جداره تشكيل شده (سرعت ريخته گري)

1) شعاع لوله هاي مويين (سرعت عبور آب از لايه تشكيل شده)

كشش سطحي

قدرت مكش

r: شعاع لوله هاي مويين

2) نوع دي فلوكولانت

3) نسبت گچ به آب كه بر ميزان تخلخل و ميزان انحلال بيشتر ca^{2+} موثر است .

4) نوع تر كننده ها

ذرات براي كمتر كردن سطح انرژي خود تغيير شكل مي دهند اگر سطح راتر نكنند كروي مي شود

5) نوع آب ، سختي ، املاح در انحلال نمكها و يا تر كردن موثر است.

- آب تصفيه شده هدايت ويژه آن 5 است كه با افزايش خلوص به 1 مي رسد.

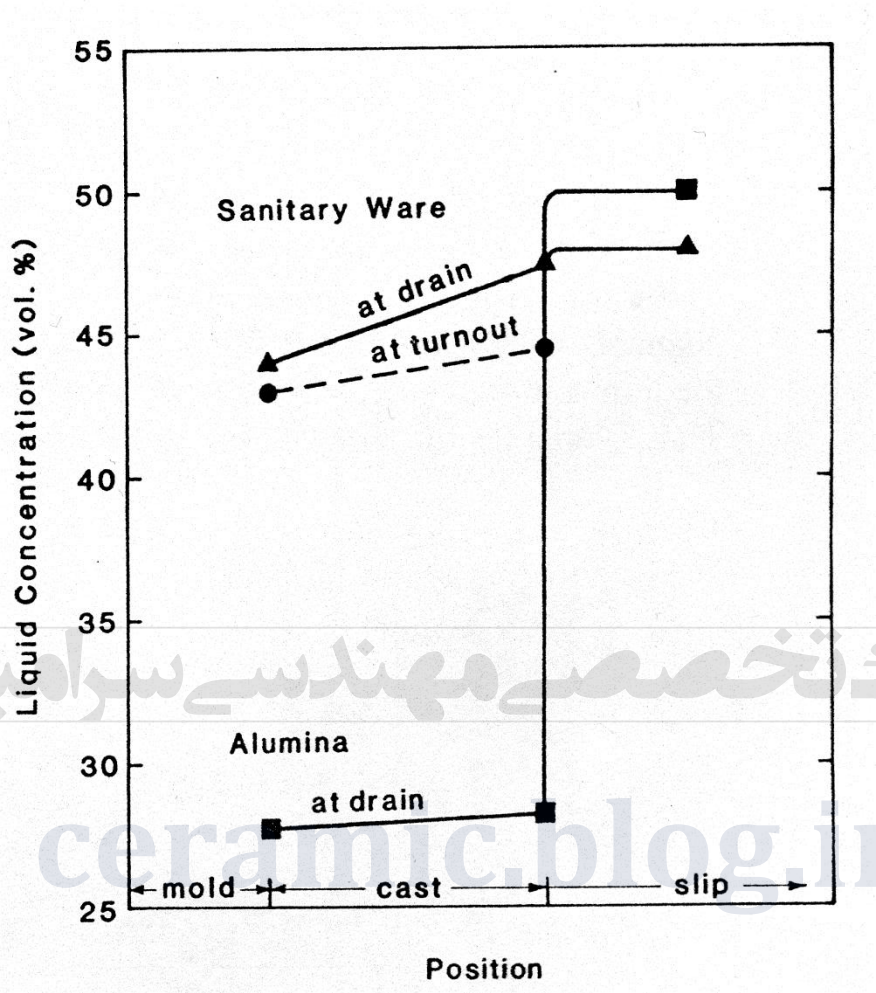
- افزايش دما $(20\text{-}20^{o}c)$ در ويسكوزيته تغييرات شديدي ايجاد مي كند.

6) نسبت رسا به آب

7) اندازه ذرات

8)افزايش دما 20-50 تغيير كديد در ويسكوزيته

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- مكانيك و رفتار ريخته گري دوغابي- ادامه

- سرعت ريخته گري دوغابي كه دوجزئي دوفلوكوله شده ، بالاست.

- اختلاف رطوبت cast و Slip ناچيز است.

- براي آلومينيايي كه خوب دفلوكوله شده سرعت ريخته گري پايين است و ميزان مايع دوغاب و ريخته گري شده زياد است.

رفتار .. پزودوپلاستيك و تيكسوتروپ است

در مراحل اوليه ريخته گري پس از حذف جزئي آب ، ژلاسيون بيشتر شده و افزايش مي يابد

اگلمره هاي دوغابهايي كه بطور جزئي پايدار شده بايد از لحاظ درصد جامد و اندازه ذره كنترل شود.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

تشكيل بدنه تابع	خواص مواد اوليه مصرفی
	ميزان كلوئيدی
	فلوكولاسيون ناشی از افزودنی های شيميائی

زمان ريخته گري

- بايدبالانسي ميان شكل پذيري ، دانسيته و پلاستيسيته براي قطعات حين جابجايي ، خشك و پرداخت كاري وجود داشته باشد.

- انتخاب توزيع دانه بندي مناسب و مايع مصرفي ميزان تنش و اعوجاج را در خشك و پخت كم مي كند .

- دوغابهايي كه خيلي كم روانسازي شده اند مجهز به الگومره هاي درست تر و متخلخل تر در دوغاب شده و قطعه ريخته گري شده متخلخل و همراه با تخلخل هاي بزرگ تر مي شود.

<u>دي فلوكولانت ها ,كواگولانتها</u>

دي فلوكولانت:

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

پخش ذرات توسط يك افزودني كه روي ذرات جذب شده و نيروي دافعه را افزايش داده يا از نظر جايگزيني اتمي باعث جلوگيري از تجمع ذرات شود. دي فلوكولاسيون است و افزودني مذكور فلوكولانت است.

ceramic.blog.ir

كواگولانت:

حالت ضعيفتر ، الكتروليت ساده كه الگومره شدن را تشويق مي كند و در <25ml ممانعت فضايي strick hindering نداريم.

رئولوژي

دارند و هر چه آب كمتر باشد اين بر همكنش شديدتر و پيچيده تر است. دانستن علم interactionعلم تغيير فرم و جريان است. آب ذرات

رئولوژي در مورد طراحي پمپ ، انتخاب پمپ ، انتقال مايع يا سيال ، سايش و ترسابي يا خشكسابي (فلوكوله يا دفلكوله كدام بهتر است و...) مخلوط

كردن ، اسپت درايرو... اهميت دارد

بررسی رئولوژی	ویسکوزیمتر ریزشی
	ویسکوزیمتر پیچشی
	ویسکوزیمتر چرخشی

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

افزودنيها

1 - دي فلوكولانت ها و دلمه كننده ها

2 - پسابها (binder): استحكام خام را افزايش مي دهند

3 - تر كننده ها wetting agent كه را كاهش مي دهد.

4 - پلاستي سايزر : Tg بايندر يا دماي نرم شوندگي آن را كاهش ميدهد

5 - حباب زاها و حباب زداها: كف صابون حبا زا است

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

6 - مواد ضد فساد شيميای (ضد باكتري)

ceramic.blog.ir

7 - كمك آسيابها (milling acid) كه زمان آسيب را كاهش مي دهند مثل آب

سرعت ريخته گري Slip casting Rate

سرعت ريخته گري يعني ميزان يا وزن جداره تشكيل شده در واحد زمان

در زمانهاي مختلف وزن قطعه يا ضخامت جداره تشكيل شده اندازه گرفته مي شود. ارتباط بين اين دو پارامتر و زمان بيانگر سرعت ريخته گري مي باشد

1- سرعت اوليه

لايه نازك با سرعت با تشكيل مي شود و مانعي موجود نيست:

2- سرعت ثانويه

با تشكيل جداره اوليه ، براي تشكيل جداره اي ديگر آب بايد از جداره اوليه عبور كند و توسط لوله هاي مويين قالب مكيده شود و تبخير شود.

سرعت ثانويه تابع ضخامت است. و طبق قانون اول فيك شاريان flox شيب بستگي دارد.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

ceramic.blog.ir

زمان تشكيل جداره	بدنه با ضخامت كم (4-5)min
	براي ضخامت 2cm ممكن است ۱ساعت باشد
	براي ضخامت 30cm نيز براي توپرها امكان پذير است

شيب $j = -D\left(\frac{dc}{dx}\right)$: فلو يا شار = ميزان جداره تشكيل شده ÷ زمان × سطح

با توجه به اينكه مي دانيم فرمول فيك براي حركت و نفوذ اتمي است. مطابق قانون فيك فرمولي براي انتقال آب مي نويسيم.

با توجه به اينكه مي دانيم فرمول فيك براي حركت و نفوذ اتمي است. مطابق قانون فيك فرمولي براي انتقال آب مي نويسيم.

$$j = -k\frac{dp}{dx}$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

$$\Delta p = \frac{-2\gamma}{r} \rightarrow j = -k\frac{\Delta p}{\Delta x} = +k\frac{2\gamma / r}{x=0} = \frac{k2\gamma}{rx}(1)$$

j:فلوي انتقال آب از قالب گچي

K: ضريب ثابت

Dp/dx: شيب فشار در لوله مويين

r: شعاع لوله مويين

γ : كشش سطحي آب

Δp: اختلاف فشار يا قدرت مكش لوله مويين

از طرف ديگر

ρ: چگالي

m: وزن جداره

v: هم

$$j = k'm = k'\rho v$$

$$\rho = d\frac{m}{v}$$

$$v = \frac{Adx}{A.dt} = \frac{dx}{dt}, \frac{dx}{dt} = v \rightarrow j = k'\rho.\frac{dx}{dt}(2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \frac{k2\gamma}{rx} = k'\rho\frac{dx}{dt} \rightarrow \int_0^t \frac{k2\gamma}{k'\rho r}dt = \int_0^x xdx$$

$$\rightarrow \frac{k2\gamma t}{k'\rho r} = \frac{1}{2}x^2 \rightarrow x^2 = \left(\frac{k.4\gamma}{k'\rho r}\right)t$$

$$x^2 = k^2 t \rightarrow X = K\sqrt{t}$$

ضخامت جداره تشكيل شده با جذر زمان متناسب است

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

تمرين

ضخامت تشكيل شده براي دوغابي در مدت يك دقيقه , 2mm است. چنانچه زمان دو برابر گردد ضخامت چقدر خواهد شد ؟

$$X_1 = k\sqrt{t_1}$$

$$\rightarrow \frac{x_2}{x_1} = \sqrt{2} - \frac{x_2}{2} = \sqrt{2} - x_2 = 2\sqrt{2} = 2.8mm$$

$$X_2 = k\sqrt{2t_1}$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

گچ:

گچ يا سنگ گچ $Caso_4.2H_2o$ مي باشد كه براي تبديل آن به گچ مورد نياز در صنعت سراميك بايد پخته شود

$$Caso4.2H2o \xrightarrow[\text{اتوكلاو گچ } \alpha \text{ ميدهد}]{\text{كوره مخصوص گچ } \alpha \text{ يا } \beta \text{ مي دهد}} Caso_4.1/2\,H_2O + \frac{3}{2}H_2O$$

$$Caso_4.1/2\,H_2O \longrightarrow \gamma\ Caso_4 + 1/2\,H_2O$$

Gypsume

Plaster of paris

Molding plaster

Pottery plaster

Semi hydrated

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

كارخانه هاي پارس سرام در "قرچك ورامين" و مولايي "كيلومتر 10 جاده ساوه" در ايران توليد كننده گچ هستند

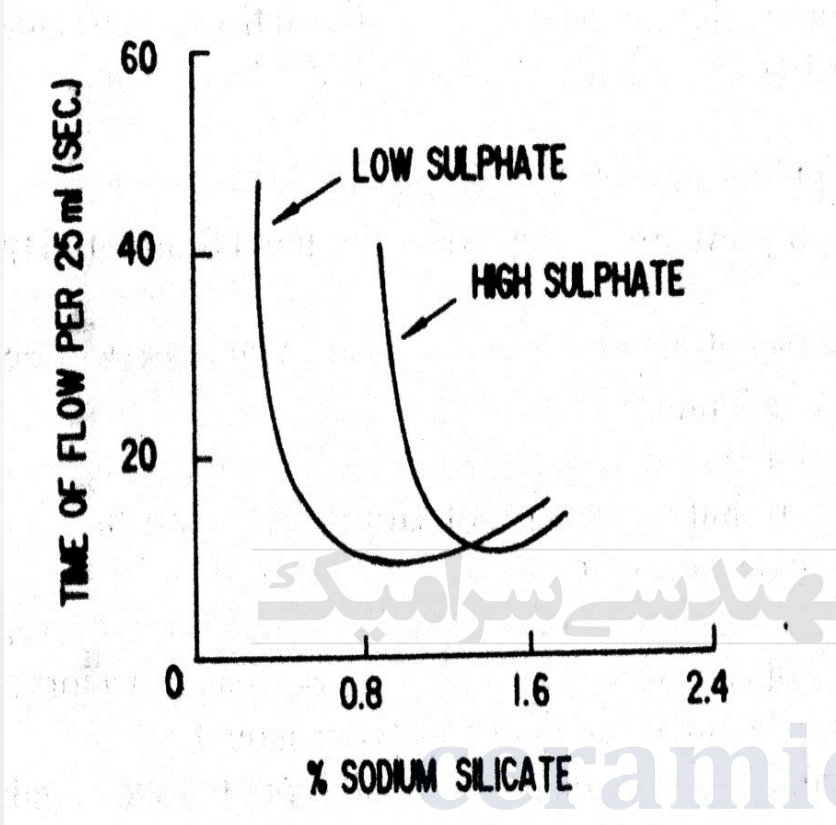
گچ نيمه هيدراته 2 نوع است
- گچ A كريستالهاي سوزني شكل
- گچB كريستالهاي گرد و پفكي شكل

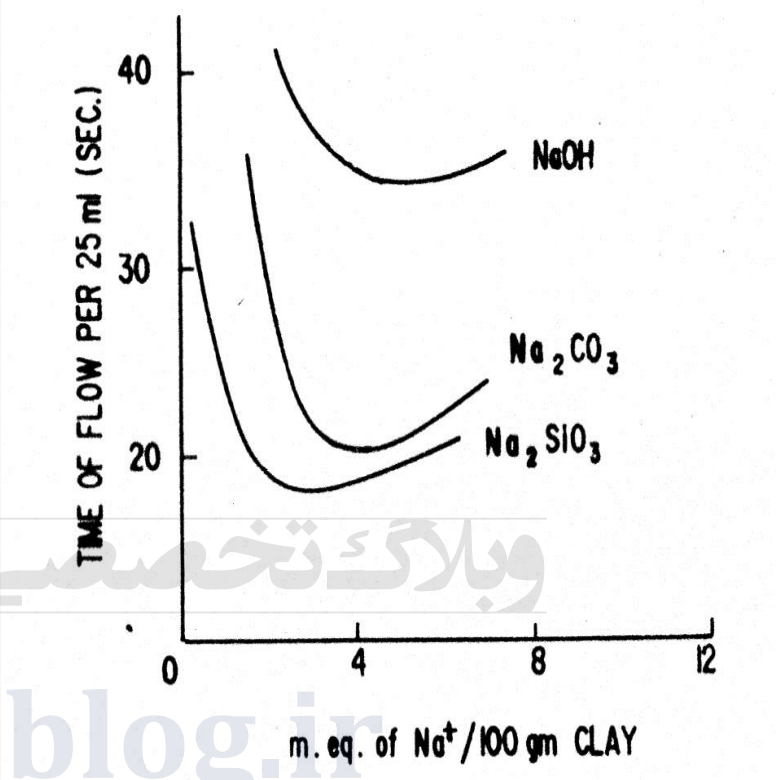
به دليل اينكه سنگ گچ پس از آسياب شدن با آب مخلوط نمي شود آن را ژيپس تبديل مي كنند.

- گچ ساختماني فاز B,X كمي دارد و عمدتاً $CaSO_4$ دارد.

اگربه گچ قالب ($CaSo_4 \rightarrow 1/2H_2O$) مواد افزودني نزنيم زمان گيرش 2-3min مي باشد لذا دركارخانه هاي مصرف كننده مواد اضافه مي شود تا زمان گيرش افزايش پيدا كند. به اين مواد كند كننده مي گويند [**retarder**] در نتيجه زمان گيرش به 10-**20min** افزايش پيدا مي كند از مواد كند كننده مي‌توان به سريش ، سريشم ، تركيبات آلي اشاره كرد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir





وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

چه چيزهايي از گچ "plaster of paris" ساخته مي شود؟

1. مدل
2. قالب اصلي يا قالب مادر
3. قالب خط توليد يا مادر قالب كه توليد كننده قالبهاي خط توليد مي باشد

مدل: همان شكل اصلي قطعه است كه مي توان خود فنجان يا بوته آزمايشگاهي و يا ... هر قطعه ديگر آزمايشي و ساخته شده را مدل فرض كرد كه در اين صورت داخل فنجان يا بوته آزمايشگاهي را با گل پر مي كنند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

دليل نياز به مدل اين است كه فنان ساخته شده از روي مدل فوق كوچكتر از مدل خواهد بود. زيرا مدل را بايد با در نظر گرفتن انقباض خشك و انقباض پخت ساخت. بنابراين براي ساخت مدل به صورت زير عمل مي كنند

روي چرخ كوزه گري "چرخ مدل" مقداري گچ كه به صورت گل مي باشد قرار مي دهند و سپس با چرخش چرخ كوزه گري ، بوسيله ابزار تراشي گچ را طبق مدل تراش مي دهند به طوريكه تمام زوايا و شكل قطعه با زوايا و شكل مدل يكي باشد.

پس از تراشيدن مدل به آن آب و صابون مي زنند در اين صورت سطح مدل عاجي مي گردد.

سپس از روي مدل قالب آن را كه قالبي است چند تكه درست مي كنند

لازم به تذكر است كه پس از زدن آب صابون در صابون 500g+ آب 1000cc بايد آن را گرم كرد ولي مي توان از روغن بزرگ نيز استفاده كرد. اين كار براي جلوگيري از چسبيدن قالب به مدل است

نحوه ساخت قالب مدل كه به آن قالب اصلي يا قالب مارد مي گويند در شكل زير نشان داده شده است

پس از ساخت قالب اصلي يا قالب مادر هر تكه اين قالب را يك مدل فرض مي كنيم و از روي آن مجدداً قالب مي گيريم تا مادر قالب بدست آيد. مادر قالب توليد كننده قالبهاي خط توليد يا قالب مادر است. مادر قالب را مي توان در رزين ساخت

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

موضوع سمينار: قالبهاي رزيني ، نوع هاردنرها و...

- رزين نوعي چسب آلي است و داراي انواع مختلف است مثلاً مايع رزين اپوكسي كه به آن **hardner** "سخت كننده" و **accelerator** "شتاب دهنده" مي زنند تا پليمريزاسيون صورت گيرد و رزين سفت شود

آزمايش هاي كنترل كيفي بر روي قالب گچي

آزمايشهاي كنترل كيفيت بر روي قالب گچي صورت مي گيرد تا از خرابي و صاف بودن آن اطمينان حاصل گردد. اين آزمايشها

شامل مراحل مختلف مي باشد

1) زمان گيرش اوليه و نهايي

t_1 زمان گيرش اوليه بدين صورت بدست مي آيد. كه دوغاب گچ را به

صورت صفحه گردي در آورده و بر روي شيشه پهن مي كنند و باتيغه‌اي

در وسط آن خط مي اندازند تا زمانيكه اين خط توسط گچ پر نشده زمان

گيرش اوليه بدست مي اِد

$t`_2$ زمان گيرش نهايي نيز با فشار انگشت روي گل كه آب از اطراف انگشت بيرون نزد مشخص مي گردد.

t پريدن ، سفت شدن و t كل بستن گچ نيز اندازه گيري مي شود.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

(2) استحكام خمشي

ساخت دوغاب گچي و ريختن در قالب چوبي براى ساخت چند نمونه يا خط كش ,

قرار دادن روي دو تكيه گاه و وارد كردن نيرو تا زمانيكه خط كش شكند

$$\text{modulus of Rapture=MOR} = \frac{3 * \text{نیرو} * \text{فاصله تکیه گاه}}{2 * \text{عرض} * (\text{ضخامت})^2}$$

نسبت آب به گچ مورد نياز براي هيدراته شدن ژيپس آب 6/18

گچ 100

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

براي قالبي با حداكثر قطر تخلخل 5Mm

ceramic.blog.ir

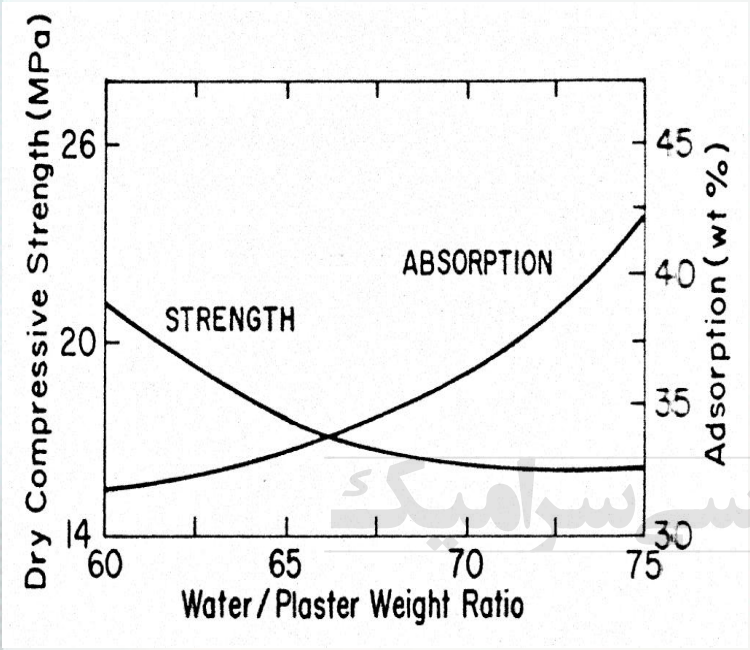
ميزان تخلخل ظاهري 40-50 است

$$CaSo_{۴}.۵H_{۲}o + ۱.۵H_{۲}o \rightarrow Caso_{۴}.۲H_{۲}O$$

دلايل استفاده از آب زياد در ساخت قالب:

1) براي دوغاب سازي به آب بيشتري نياز داريم (افزايش زمان ريختن گچ)

2) براي اينكه لوله هاي مويين بيشتر شوند و در نتيجه جذب آب بهتري توسط قالب صورت گيرد. بايد درصد تخلخل بيشتر باشد و با توجه به نمودار زير نتيجه مي شود كه بايد آب بيشتري استفاده شود .



هنگام استفاده از آب زياد ، آب به داخل حفره هاي مابين اجزاي سوزني شكل گچ مي رود و اگر در اين حالت پس از ساخت قالب ، آن را در خشك كن زير 50^{oc} (بالاتر از 50^{oc} دوباره سوزنها تجزيه مي شوند) قرار دهيم در نتيجه اين عمل اين آبها تبخير شده و درصد تخلخل افزايش مي يابد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

α $(^oc)^{-1}$	$155*10^{-7}$
استحكام فشاري (mpa) خشك تر استحكام كششي خشك	 14 7 3 2.6
حلاليت در آب 25oc (g/lit)	2.6

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

- خشك كردن 40oc

ceramic.blog.ir

طول عمر آنها در واسط هاي الكلي يا اسيدي كمتر مي شود.

- براي جدايش قطعات از تالك ، آلژينات و خمير كاغذسازي استفاده مي شود.

ريخته گري در قالب نفوذ پذير -ارتباط قطر كاپيلار با سرعت ريخته گري

قاعدتاً هر چه شعاع كاپيلارها كوچك تر باشد قدرت مكش بالاتر است اما در سرعت ريخته گري بايد توجه كرد . هر چه كمتر باشد مقاومت در برابر جريان پذيري دو غاب و انتقال آب يا مشكل مواجه مي شود يعني بايد حالت بهينه اي بين جريان دوغاب و قدرت مكش وجود داشته باشد تا بتوان سرعت ريخته گري را افزايش داد.

αr : جريان كل

- r^4 : جريان ويسكوز فلو يا سيلان ناروا از طريق يك لوله
- $\frac{1}{r}$:قدرت مكش در يك لوله
- r^3 :سرعت جريان از يك لوله
- $\frac{1}{r^2}$:تعداد لوله‌ها در واحد سطح

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

يعني هر چه اندازه تخلفلهاي قالب بيشتر باشد بهتر است اما معمولاً استحكام خام بدنه كمتر مي شود.

اگر كشش سطحي آب باشد فشار مكش در لوله هاي مختلف برابر مقادير زير مي‌گردد: $73\frac{dyn}{cm}$

$$r = 1\mu\mu \rightarrow p = 0.15mpa$$

$$r = 0.1\mu. \rightarrow p = 1.5mpa$$

$$r = 10\mu m \rightarrow p = 0.015mpa$$

توزيع تخلخلها در قالبهاي گچي بين 0.1 تا 10m است بنابراين فشار هيدرواستاتيك نسبت به فشار اتمسفر 10.1mpa كمتر يا بيشتر است.

با افزايش نسبت گچ به آب سرعت براي قالب افزايش مي يابد اما براي بدنه ريخته گري شده كاهش يافته تا اينكه در min منحني هاحداكثر سرعت ريخته گري را خواهيم داشت.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

در ريخته گري بدنه هاي ارتن در بدنه هاي متراكم ايجاد شده كه نفوذ پذيري آنها نسبت به قالب گچي 100 يا 1000بار كمتر است .

ceramic.blog.ir

نسبت گچ به آب بهينه براي بدنه هاي مختاف :

بدنه چيني خالص : آب / گچ= 100/75 = 1033

بدنه چيني بهداشتي با تراكم بالا : آب / گچ =100/45=2022

ريخته گري در قالب نفوذ پذير -اثر دما و فشار

چون ويژگيهاي آب با دما متغير است سرعت ريخته گري تابع دما است از جمله كشش سطحي كه با افزايش دما كاهش يافته نيرو محركه اين فرايند مكش است اما مقاومت گرا بيروني كاهش مي يابد

T (oc)	γ(N/M)	η(kg.s)
10	10×73.5	10×1.1369
20	72-75	1.0019
30	71.2	0.7982
40	69.6	0.6540
50	67.9	0.5477

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

مشاهده مي شود از 15تا 40^{0c}تغييرات نسبتا به شديد η است بطوريكه , 5.3% η كاهش و 42%, γ كاهش مي يابد, پس سرعت ريخته گري با افزايش دما افزايش مي يابد.

ceramic.blog.ir

بطور كلي محدوده 40^{0c} به بالاتر را كار داريم زيرا دو غابها ژل مي شود . به ازاي هر 1^{0} افزايش دماي دوغاب 2تا4 در صد سرعت ريخته گري را افزايش مي دهد.

$$\text{انقباض خشك شدن} = \frac{\text{طول خام} - \text{طول خشك}}{\text{طول خام}} \times 100 < 0$$

$$\text{انقباض پخت} = \frac{\text{طول خشك} - \text{طول پخت}}{\text{طول خشك}} \times 100 < 0$$

$$-14 = \frac{L_f - L_d}{L_d} \times 100 \rightarrow \frac{10 - L_d}{L_d} \times 100 = -14 \quad \text{خشك} L \text{قطر}_d = \frac{10}{0.86} = 11.63_{cm}$$

$$-3 = \frac{L_d - L_g}{L_g} \times 100 \rightarrow \frac{11.63 - L_g}{L_g} \times 100 = -3 \rightarrow L_g 11.89_{cm}$$

توجه شود كه گچ به هنگام گيرش به ميزان 2/0 درصد انبساط دارد پس داريم:

$$11.98 \times \frac{0.2}{100} = 0.00238_{cm} \longrightarrow 11.98 \times 0.00238 = 11.97_{cm}$$

ceramic.blog.ir

اثر فشار

فشار تا20 اتمسفر به كار گرفته مي شود و از قالبهاي پلاستيك متخلخل نيز استفاده مي شود. زمان ريخته گري تا

75درصدكاهش مي يابد.

روش محاسبه قطر مدل

فرض مي كنيم فرمولاسيون بدنه قطعه مورد نظر ما به صورت زير باشد ما مي خواهيم قطر مدل را كه به صورت زير است محاسبه كنيم انقباض خشك 3% انقباض پخت 14% و نتيجتاً انقباض خشك و پخت 17% مي باشد

كائولن زدليتر	30%
كائولن زنوز	10%
بال كلي ترالید	10%
فلدسپد چغائي	25%
سيليس زمان آباد	25%
آب	30%
روان ساز	0.1%

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic blog.ir

ابتدا دوغابي از مواد فوق درست مي كنيم سپس از دوغاب قطعه انقباض مي سازيم و سپس داخل خشك كن قرار مي دهيم و پس از خشك شدن آن را در كوره گذاسته در هر 3 حالت يعتي خام خشك و پخته شده طول خط كش را اندازه مي گيريم و داريم .

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- ويژگيهاي دوغاب مناسب

1)ويسكوزيته دوغاب بايستي براي ريختن دوغاب در قالب مناسب باشدتا گوشه هاي قالب كاملاً پر شود.

2) ذرات دو غاب بايستي در مدت زمان معقولي رسوب كند چون در اين حالت تركيب بدنه در نقاط مختلف فرق مي كند.

3) سرعت ريخته گري بايستي مناسب و قابل كنترل باشد.

4) بايستي بين ماده بسته شده و مابقي دوغاب يك مرز مشخص وجود داشته باشددر غير اين صورت ماده استحكام لازم را نخواهد داشت. اين مسئله با فوت كردن كنترل مي شود. در دو غابهاي شديداً تيكسوتروپ و لجني اين كار امكان پذير نيست.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

ريخته گري در قالب نفوذ پذير- ويژگيهاي دوغاب مناسب- ادامه

5) انقباض خشك ناگهاني نباشد

الف) در اول كار دوغابي از تالك + آب را در قالب گچي مي ريزيم سپس آنرا در خشك كن $50\text{-}40^{0c}$ قرار داده پس از خشك شدن ان ، شروع به ريخته گري قطعه اصلي در قالبي كه تالك خشك شده وارد شده است,مي كنيم .تالك خاصيت صابوني و همچنين درصد جزئي انقباض دارد و پس از ريخته گري مي توان تالك را با سمباده از روي جداره پاك كرد.

ب) مي توان از مواد آلي رها كننده release agent مانند آلجينات سديم دوغابي درست كرده در قالب گچي مي ريزيم تا جداره اي از انها در قالب تشكيل شود . حسن اين مواد اين است كه اين مواد آلي به هنگام پخت مي سوزند و از بين مي روندو هيچگونه نا خالصي ايجاد نمي كنند (آلجينات سديم در دندانپزشكي كاربرد دارد.)

6) بدنه ريخته شده بايد استحكام خام مناسب براي كارهاي بعدي مانند حمل و نقل و نصب ملحقات را داشته باشد.

نصب ملحقات در نقطه لو هارد (l.H) انجام مي شود در اين حالت رنگشان سفيد به نظر مي رسد.

براي اين كار از دوغاب خط توليد +لعاب استفاده مي شود.

و يا به دوغاب خط توليد,سركه كه عامل اسيدي مي باشد و دوغاب را فولكوله مي كند و يا مي توان از چسب اسيليكات سديم +pvA يا سولفات منيزيم استفاده كرد.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

نكته مهم اين است كه دسته يا لوله چسبانده شده نبايد از محل نصب بشكند براي پي بردن به استحكام بدنه از دوغاب خط توليد در آزمايشگاه خط كش در

ست مي كنيم.

پس براي اندازه گيري استحكام خام دو روش داريم:

1- درست كردن گل و سپس ساخت خط كش

2- درست كردن خط كش با ريخته گري دوغابي

chinaclay استحكام خام بدنه = 10—15 (Kg/cm2)

استحكام خام بدنه بال كلي > 1 (Kg/cm2)

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

7)دو غاب بايد عاري از حباب باشد چون در اين صورت عيوبي مثل pinhole و ته سنجاقي در حين ريخته گري ودر حين آماده سازي دوغاب ايجاد مي

ceramic.blog.ir

شود . در حين ريخته گري حبابهاي خود قالب و در حين آماه سازي دو غاب در همزنهای باسرعت هاي بالا ,باعث حباب مي گردد.

8)حداقل مقدارآب مصرفي: كه اين مقدار در slip casting 27- 35% مرسوم مي‌باشد

❑اگر ميزان مصرف آب زياد باشد :

- ذرات بسيار ريز باعث گرفتگی لوله هاي مؤئين قالب گچي مي شود .
- انقباض زياد ودر نتيجه تلورانس ابعادي .
- چگالی و استحكام كم .
- رسوب دوغاب .
- يونهاي Na ,...وارد لوله هاي مؤئين شده و در سطح قالب ايجاد شوره مي كند .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑راه حل:

- اگر بخواهيم به تناسب خواص با مصرف حداقل آب برسيم بايد از روانسازها استفاده بكنيم .

ریخته گری در قالب نفوذ پذیر- ویژگیهای دوغاب مناسب- ادامه

▪**نظریه kingery برای داشتن یک دوغاب مناسب:**

۱ - تعیین اندازه ذرات دوغاب

۲ - تعیین PH دوغاب (موثر در فلوکولا سیون ودفکولاسیون)

۳ - تعیین سرعت ریخته گری دوغاب .

▪حصول به ویژگیهای دوغاب مناسب تابع عوامل زیر است :

۱-کنترل ترکیب مواد اولیه.

۲- کنترل دانه بندی و آسیاب که در پروسه آسیاب به حجم ونوع و سایزگلوله برمی‌گردد (ذرات درشت سرعت ریخته‌گری کم و ته نشین شدن سریع)

۳-کنترل رئولوژی از دیدگاه فلوکولاسیون ودفلوکولاسیون

۴- کنترل غلظت ماده جامد دوغاب .

۵- کنترل افزودنیها وبهینه سازی مناسب آنها.

ویژگیهای دوغاب نامناسب :

- گوشه های غالب پر نمی شود.
- حبس هوا شدید است .
- بدنه تشکیل شده شل و ناصاف است وتغییر فرم دارد.
- سرعت ریخته گری بالا است

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

مروري بر مفاهيم و روانسازي :

همان طوري كه مي دانيم مينرالها داراي سطح منفي می باشند.

اگر رس در آب ريخته شود به دلايل اختلاف ثابت دي الكتريک ذرات واسط ايجاد بارهاي الكتريكي (پتانسيل الكتريكي) مي كند اين ذرات جدا از هم نشده وارد آب مي شوند و طبق سري هوفيستر خود را در فاصله مناسبي آرايش مي دهندآب موجب حركت شده در اثر اين حركت ذرات به هم رسيده و ضربه ميزنند بنابراين دراثر نيروهاي بهم مي چسبند كه در اين حالت دو ساختار به وجود مي آيد.

- سطح يک ذره به لبه نزديک مي شودكه به اين ساختار خانه مقوائي (carden house) مي گويند و ذرات فلكوله مي‌شود
- سطح يک ذره به سطح ذره ديگر نزديک مي شود در فاصله زير A 10 قرار مي گيرد در اين حالت گويند سطوح زنجيره اي كه همان نيروي واندرداسي است كنار هم قرار مي گيرند و ذرات فلكوله مي شوند .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

ceramic.blog.ir

❑ **روشهاي جلوگيري از فلوكولاسيون :**

- غلظت ذرات را كم كنيم به عبارتي حجم آب مصرفي را افزايش دهيم.
- از عوامل تک ظرفيتي هوفيستر استفاده كنيماين عوامل فلوكوله هستند.
- از روانسازهاي آلي استفاده كنيم اين افزودنيها با ممانعت فضايي مانع نزديک شدن ذرات رس مي‌گردد.

روان سازي :

افزايش غلظت نسبي ذرات پودر در واسط بدون اينكه پايداري نشان دهند را روانسازي گويند .

سوسپانسيون متشكل از , افزايش استحكام خام ، افزايش انقباض پخت و كاهش انقباض خام از مزاياي استفاده از روان سازها مي با شد

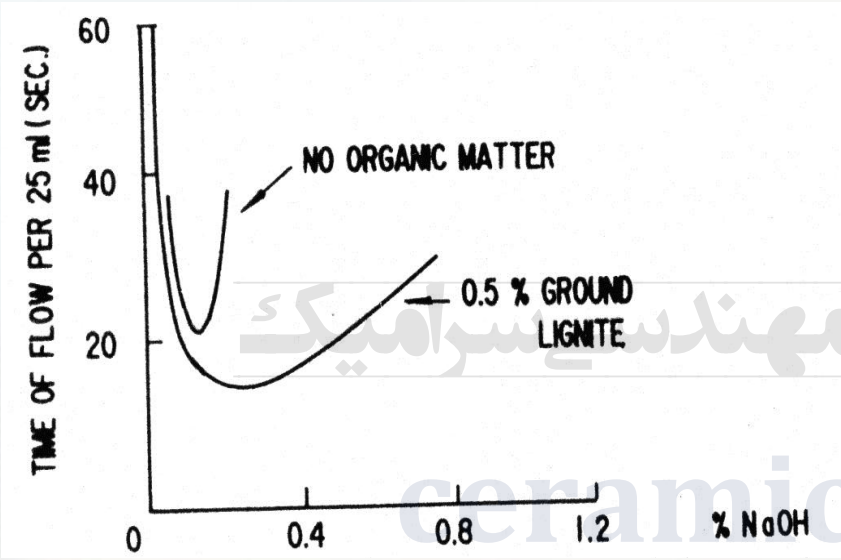
ذرات پودري و واسط است ذرات در تماس با آب باردار مي شوند.

- منشأ باردار شدن ذرات عبارتند از :

  - حركت براوني از طريق ايجاد الكتريسته هاي ساكن
  - عدم اشباع شوندگي پيوندهاي سطحي
  - جايگزيني ايزو مورفي (سايز و ساختار و ... مهم است)

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

روانسازهاي معدني يك نقطه **optimum** دارند كه بعد از آن دوغاب مناسب نخواهد بود ولي دوغابها با روانساز آلي هيچگاه سفت نمي شوند.



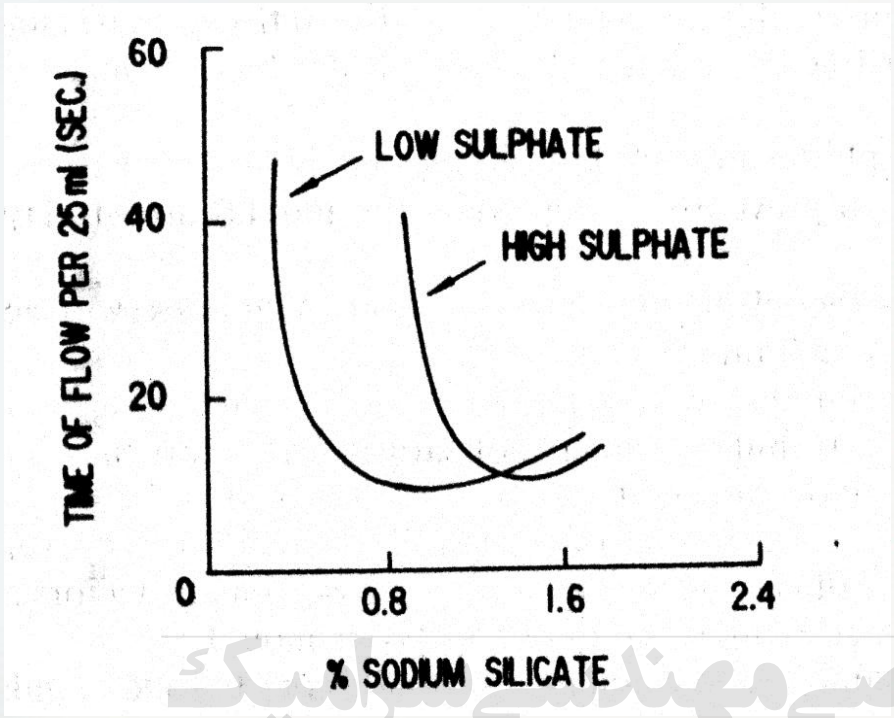
❑ دلايل مهم انتخاب نطقه **min**:

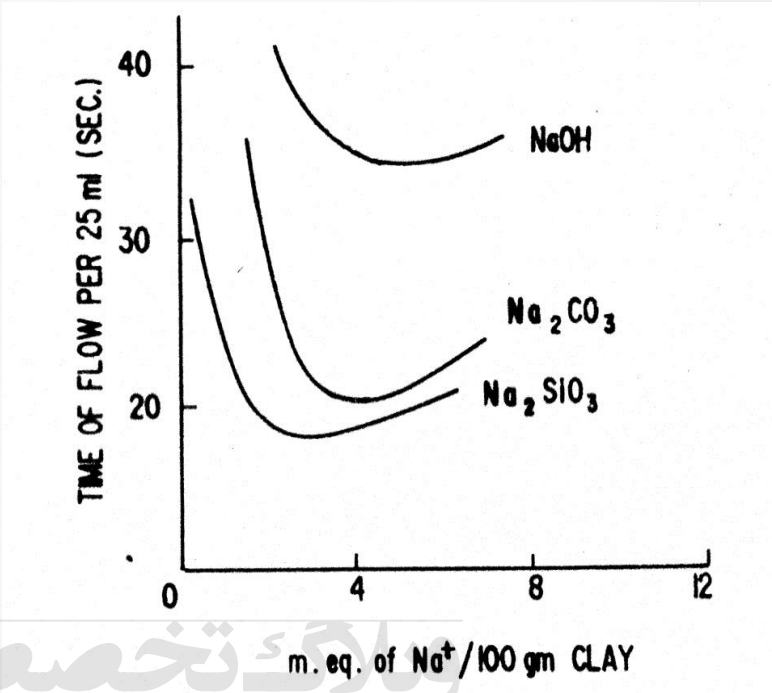
- جداره تشكيل شده ضخامت يكساني ندارد.
- زمان تشكيل جداره طولاني مي شود.
- حساسيت رفتار.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

A: فاقد ماده آلي.

B: .5% ليگنيت كه در اين مورد محدوده رفتار جريان وسيع است(غير حساس)





وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

A: رس با سولفات زياد

B: رس با سولفات كم

روانساز: سديم هگزا متا فسفات (**calgon**)

❑ **مشكلات روان سازهاي آلي:**

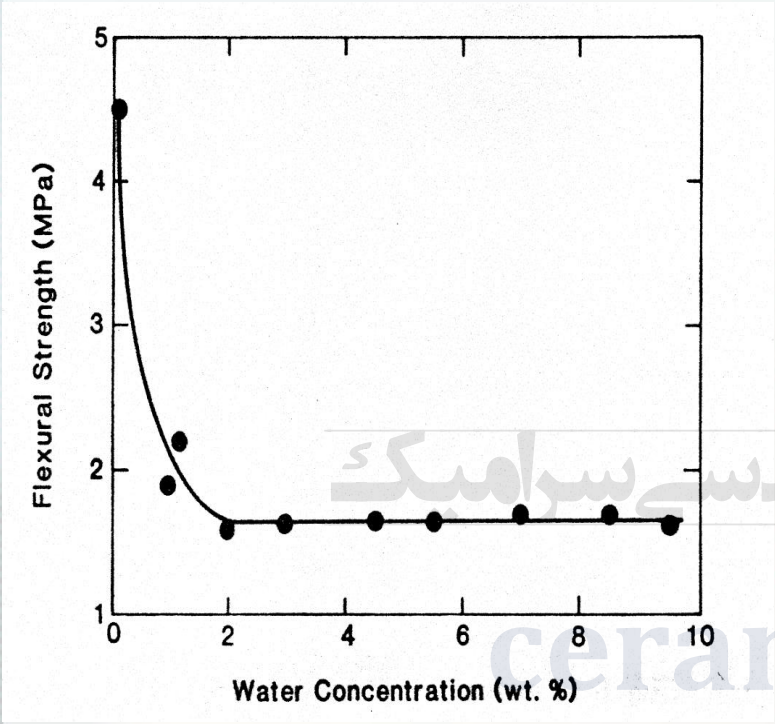
- به لحاظ اقتصادي مقرون به صرفه نيست
- در حين سوختن (زنيترنيگ) مشكل ساز است چون روانساز سوخته و تخلف ايجاد مي شود در نتيجه روان زينترنيگ افزايش مي يابد .
- سمي بودن و آلايندگي محيط و بد بو بودن

❑ **مشكلات روان سازهاي معدني :**

- به طور كلي مشكلات مربوط به روان سازهاي آلي را ندارند ولي قالبها را خراب مي كنند
- مقدار مصرف زياد اين روان ساز موجب مي شود قطعه به راحتي از قالب جدا نشود زيرا روان ساز به صورت چسب عمل مي كند.
- در حين **drying** در سطح مهارت اتفاقي مي افتد كه منجر به فاز شيشه اي زينترنينگ بيشتر ودر نتيجه عدم لعاب گرفتگي را داريم (آلي بودن بدليل سنگين بودن نمي توانند به سطح مهارت كنند)
- با افزايش اين روان سازها احتمال رسيدن ذرات به فاصله كمتر از A 10 بيشتر شده در اين حالت يونها در سطح ذره تمركز كرده (مثلاءاز طريق افايش غلظت ذرات) در اثر حركت به هم مي رسند . (روان ساز آلي چنين خاصيتي ندارند)

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

بنابراين با استفاده روانسازها دوغابها يي با رفتارهاي مختلف مي توانيم بدست آوريم يا اينكه برخي از تركيبات مختلف خود رفتارهايي دارند كه ميتوان با انتخاب روان ساز و مقدار آن رفتار مربوطه را تغيير دارد مثلاً دوغاب تيكسوتروپ



Thixotropy → Thixis (Touching)

+ Trope (changing)

❑رفتار تيكسوتروپي :

- وقتي تنش برشي كاهش مي‌يابد ، ويسكوزيته افزايش و به عبارتي دوغاب دلمه مي‌شود.

■ دلايل تيكسوتروپي:

- روانساز مناسب نمي باشد.
- حضور ذرات بسيار ريز كلوئيدي كه در اثر حركت براوني بهم مي چسبند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

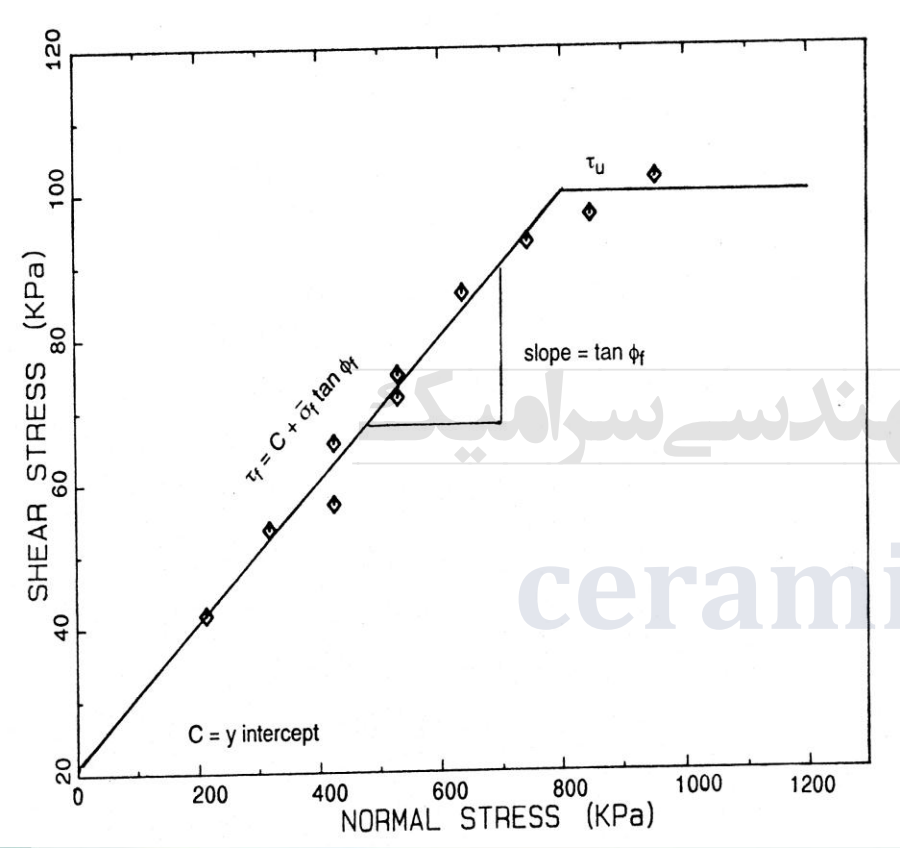
براي پي بردن به تيكسوتروپي به صورت زير عمل مي كنيم:

- آزمايش عبور 100CC دوغاب را از ويسكوزيته در زمانهاي مختلف انجام مي دهيم

اگر تغييرات ويسكوزيته زياد بود در اين صورت تيكسوتروپي ثابت مي شود.

روش ديگر بررسي تيكسوتروپي :

- تغييرات ويسكوزيته نسبت به تغييرات زمان اندازه گيري مي شود.



$$\eta = \frac{-\iota}{\frac{dv}{dr}} = -\frac{\iota}{\gamma} \rightarrow \iota = \eta\gamma^{n}$$

براي اندازه گيري سرعت و تنش برش از ويسكوزيمتر برش استفاده مي كنيم و به

روش مدل استوک قابل اندازه گيري است

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ **كنترل ريخته گري :**

- با روشهاي تجربي از دوغابي استفاده كرد كه كه كاملاءدفلوكوله نشده و با تلورانسهاي مواد اوليه ،كارگر معدن ، دما ،شرجي شدن آب وهوا فرمول را حفظ كند (تغييرات وهمچنين بازيابي دوغاب را نيز داشته باشيم)
- تغييرات جزئي در آماده سازي مواد اوليه
- دقت در انتخاب (فلوكوله) استفاده از تراشه ها و دقت در افزودن به دوغاب خط توليد
- دقت در كهنگي وتازگي دوغاب
- كنترل دوغاب (وزن ليتر) 1700 - 1750 gr/1000 cc

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

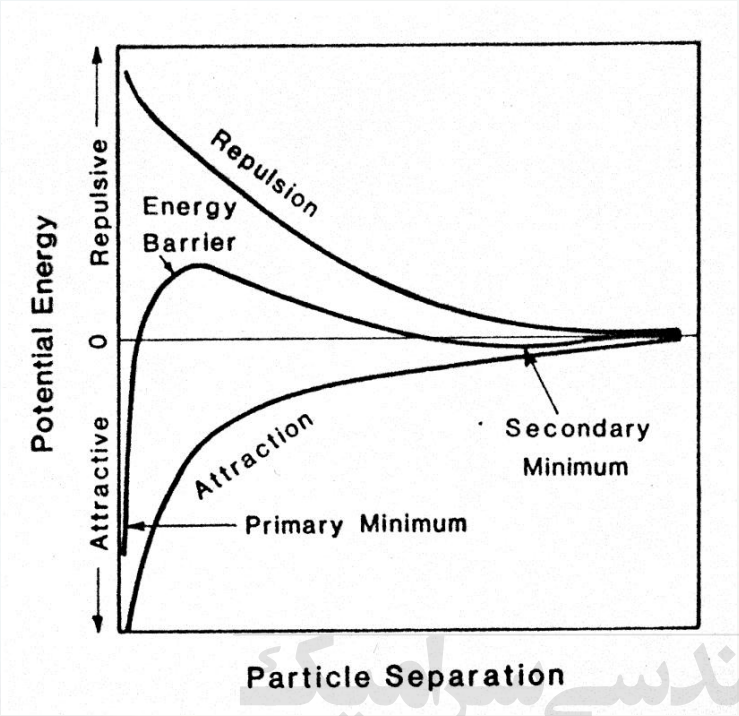
بحث روانسازي :

هر مينرال رس به دليل جايگزيني ايزومورفي AL به جاي Si در ساختمانهاي تتراهدرالها و يا جايگزيني Fe يا Mg به جاي AL در ساختمان اكتا هدرالها داراي سطح منفي به دليل شكست پيوند در لبه ، داراي لبه مثبت و منفي (لبه ها مثبت در نظر گرفته مي شوند) مي گردند

يونهاي نظير Na ، Mg يونهاي مقابله كننده يا قابل تعويض ، در ميزالهاي رسي هستند كه با cec = ظرفيت تعادلي كاتيوني cation exchange capacity نشان داده ميشوند وقتي دوغابي آماده مي كنيم و به آن روان ساز مي زنيم ذرات دوغاب اولاءتحت تأثير حركت و ضربات برواني آب به همديگر نزديک مي شوند.

به رس كند ولي تعادل كاتيوني بالايي Na در اين صورت ظرفيت دوغاب بايد سفت گردد ولي افزودن روان ساز باعث مي شود تا سري هوفيستر ميل جذب دارد در نتيجه در فاصله دورتري قرار مي گيرد و باعث مي شود ذره رس نتوانند به هم نزديک شوند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



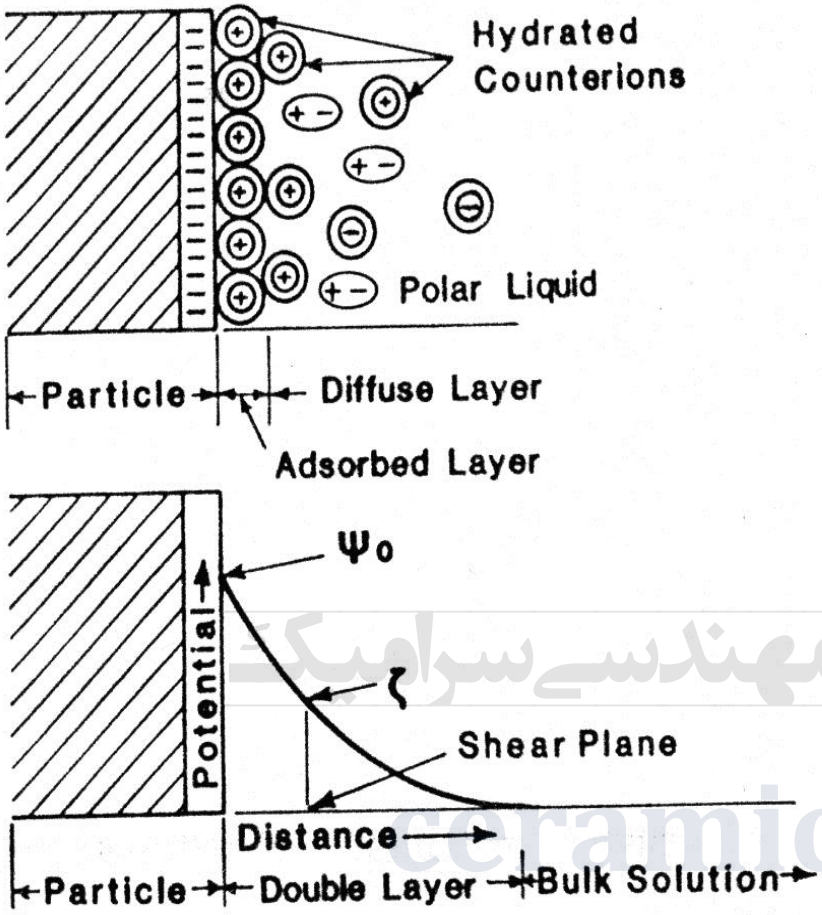
- فلوکوله شدن یا دلمه شدن
- دفلوکوله یا روان شدن

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

اگر غلظت + Na بيش از حد شود كاتيئونهاي مازاد به خط قبلي Na فشار وارد كرده لايه ديفيوز به ذره نزديكتر شده (دراثر حركت براوني ضربه توسط Na

+ احتمالاً از Na لايه مي كاهد) ذره هاي رسي مجدداً به هم مي رسند و فلو كو لاسيون مجدد رخ مي دهد .

ceramic.blog.ir



پتانسيل زتا:

پتانسيل زتا ، اختلاف پتانسيل در لايه نفوذ كه ناشي از حركت

الكتروفورتيک ذره است.

الكتروفورتيک حركت ذره همراه با بار مجاورشان تحت اثر يک ميدان گويند

و سرعت ذره باردار كه تحت اثر ميدان حركت مي كند را سرعت الكتروفورتيک

مي‌گويند .

در لايه نفوذ اختلاف پتانسيل بارهاي هم نام حداكثر مي شود بنابراين ما

ملزم به دانستن پتانسيل زتا هستيم.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

در سال 1934 دو شخص به نامهاي Abramson , Muller اثبات كردند كه:

$$\rho = \frac{4\pi ed}{D}$$

D = ضريب دي الكتريک واسط

e = مقدار بار الكتريكي در واحد سطح

d = ضخامت لايه نفوذ

$$\rho = \frac{Fh\eta V_e}{\varepsilon_r \varepsilon_0 E}$$

Ve: سرعت الكتروفورتيک

Fh : ثابت هنري

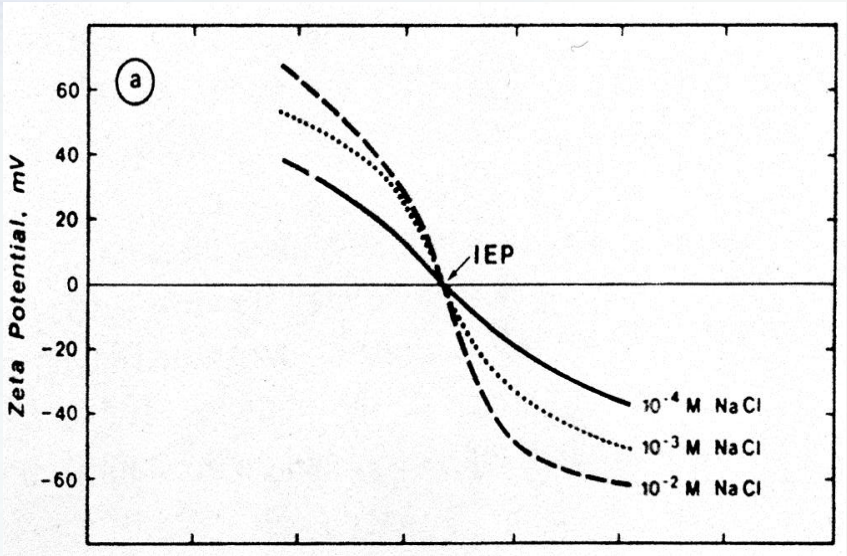
وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

Z : ويسكوزيته

: ثابت دي الكتريک ذره

ceramic.blog.ir

E : شدت ميدان الكتريكي



مقدار پتانسيل زتا هميشه بزرگتر از mv 20 حائز اهميت است و

دوغابي يا پتاسيل 3040 به خوبي حباب مي دهد براي مثال

ژئوتيت goethite Fe2 u3. H2o

نقطه ايزو الكتريک (IEP)

محلول ، غلظت كاتيونها تغيير مي كند كه اين تغيير **PH**با تغيير

هايي كه درآن **PH**بر پتانسيل وخنثي نمودن آن موثر است :

پتانسيل تا صفر است نقطه ايزوالكتريک گويند كه روانسازي در اين

روانسازي انجام گيرد .**IEP**محدوده ممنوع است بايد دورتر از

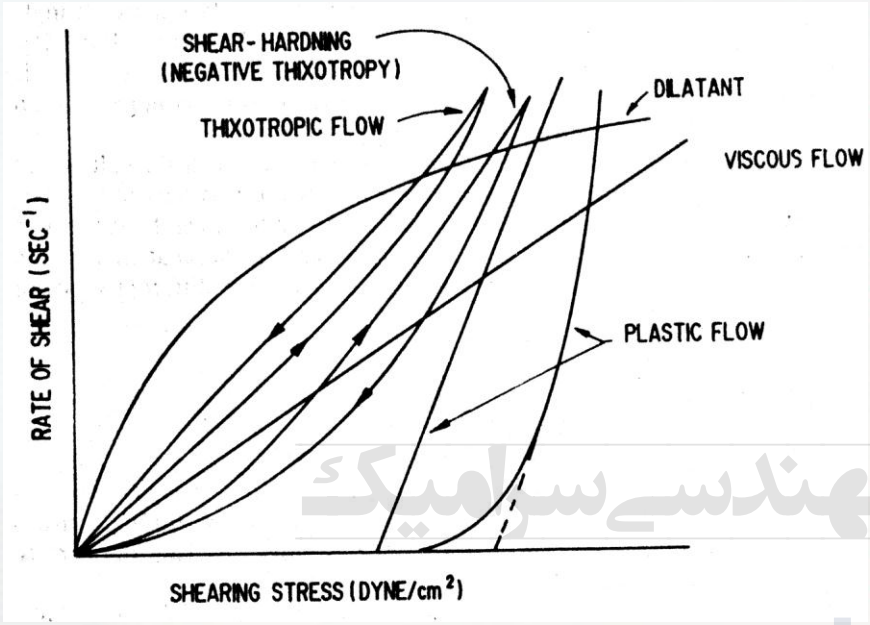
نام ماده	**IEP**
كائولينيت	5-7
آلومينا	8-9
سيليس	2
فلوسپار	3-5

disorder, order

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ رئولوژي دوغابها

منحنيهايي به نام منحني غلظت **consitency curve** و يا رفتار رئولوژيک **Rheology** دوغاب يا گل وجود دارد كه مي



توانيم به رفتار دوغاب پي ببريم.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

مايع نيوتن: قوانين نيوتن در آن صادق و وضعيت ثابت دارد جهت ايجاد و ابقاي جريان لايه‌اي در يک مايع ساده تنش برش مورد نياز است

$$\iota = \eta(-\frac{dv}{dr}) \rightarrow \iota = k\gamma^{n}$$

وقتي از مركز دور مي شويم جريان لايه‌اي ضعيف است.

- **رفتار نيوتني:**

با افزايش تنش برش ، سرعت برش نيز به صورت خطي افزايش مي يابد يا به عبارتي القاي جريان لايه اي به ازاي تنش برشي اعمالي به صورت خطي تغييرمي كند اين رفتار در مايعاتي كه ذرات كلوئيدي آنها كم باشد مشاهده می شود.

$$\iota = k\gamma^{n} \rightarrow \frac{\iota}{\gamma} k\gamma^{n-1} \rightarrow \eta = k\gamma^{n-1} \quad n=1 \quad \eta = k$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- **رفتار پلاستيک بينگهام:**

به اعضاي اعمال تنش اوليه هيچ جابه جائي و حركت لايه اي نداريم تا زماني كه تنش به آستانه yield برسد بعد از آن با افزايش تنش برشي ، سرعت برشي نيز افزايش مي يابد اين رفتار در دوغابهاي حاوي ذرات جانب مشاهده مي شود (ويژگي پلاستيک دارند)

$$\iota - \iota y = k\gamma^{n} \rightarrow \iota = \iota y + k\gamma^{n} \rightarrow \eta_{a} = \eta_{p} + k\gamma^{n-1}$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- رفتار شبه پلاستيک: **pseudo plastic**

اين رفتار در مايعات و محلولهاي داراي ملوکولهاي بزرگ ، سوسپانسيون پامل ذرات غيرهم اندازه و غير جانب مشاهده مي شود جريان لايه اي ممکن است بطور جزئي ملکول و ذرات را منحرف کند زماني که انحراف مقاومت در برابر برش را کاهش دهد به ويسکوزيت ظاهري افت مي‌کند.

$$\iota = k\gamma^{n} \rightarrow N < 1$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- **رفتار ديلاتانت:**

با افزايش سرعت برش ممكن است دخالت ذرات افزايش يافته و ويسكوزيته ظاهري زيادتر شود اين رفتار در دوغابهايي كه

ذرات سيلبي خيلي ريز دارند مشاهده مي شود

$$\eta = k\gamma^{n-1}$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

تعريف تيكسوتروپي:

كاهش ويسكوزيته ظاهري در يک سرعت برش ثابت با تغيير زمان تيكسوتروپي است با افزايش غلظت مواد پلاستيک اين پديده شديدتر مي شود يا در غلظتهاي سوسپانسيون رخ مي‌دهد.

تعريف رئوپكسي Reopexy:

وقتي دوغابي ساكن است سفت مي باشد با هم زدن كند سفت تر خواهد شد در مقابل اگر سريع هم زده شود دوغاب شل مي گردد

اگر دوغاب خيلي غليظ باشد به تنهايي امكان چرخش نسبت به هم را ندارند تا ساختار carden house ايجاد شود ولي با سرعتهاي برشي كم اين امكان را پيدا مي كنند كه به آن رئوپكسي گويند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

ماده پلاستيک بينگهام تيكسوتروپ:

يک ماده پلاستيک بينگهام كه zy دارد و رفتار تيكسوتروپي هم دارد

Zg تنش تسليم به اندازه zg افزايش يافته كه همان استحكام است ← افزايش تنش تسليم ظاهري بعد از يک پريود سكون است در يک ماده پلاستيک بينگهام

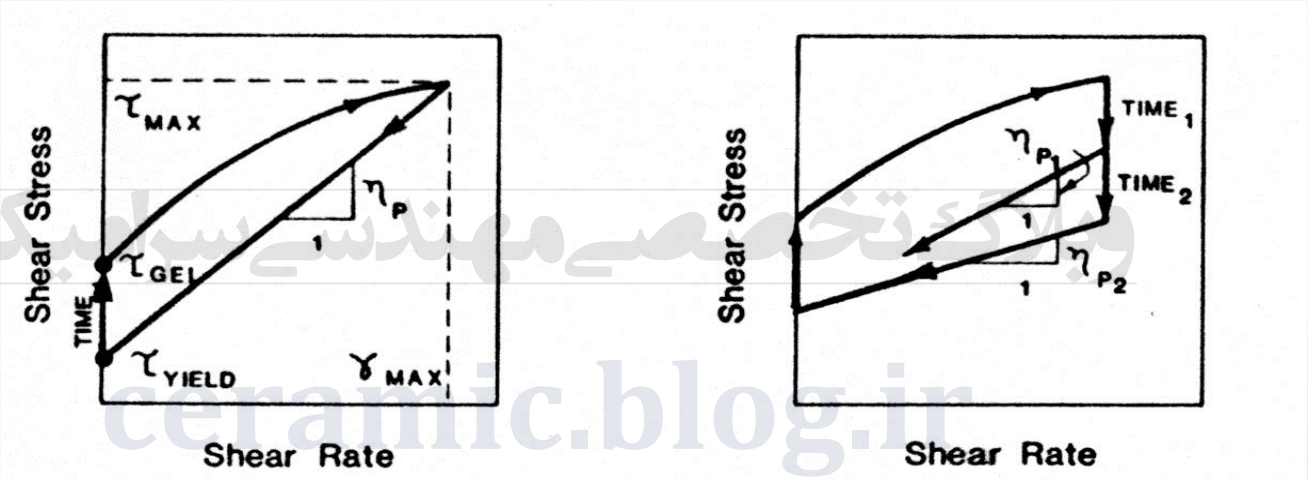
ceramic.blog.ir

$$\iota = \iota_y + \iota_g + k\gamma^n$$

❑ **بررسي رفتار رئولوژي:**

- پس ازهمزدن دوغاب بلافاصله ويسكوزيمتر ريزشي مي گيريم سپس بعد از2-5- min 10 نيز همين كار را تكرار مي كنيم چنان كه تغييرات ويسكوزيته خيلي زياد باشد در اين صورت دوغاب تيكسوتروپ است
- استفاده از دستگاهي كه بتواند رفتار رئولوژي را مطالعه كند.

Brookfield=حلقه هيسترزيس **hysteresis loop**=استوانه چرخشي



هر چقدر پهناي حلقه هيسترزيس بيشتر باشد دوغاب تيكسوتروپتر است در مورد دوغابهائي كه ذرات كلوئيدي آنها زياد است (دوغابهاي چيني)

مسير رفت و برگشت يكي نيست .

ceramic.blog.ir

❑ **ريخته‌گري دوغابي غير رسي‌ها :**

قابليت ديسپرز شدن در آب را با حلالهايي مانند الكل ،كتونها و ... دارند .

Mgo در الكل جواب مي دهد . اولاءذرات را بسيار ريز كنيم تا سرعت رسوب گذاري كم شود PH بايد تنظيم شود . غير رسي ها باعث كاهش استحكام خشك و انقباض مي شود .

❑ **عيوب ريخته گري :**

- عيب خال يا لكه ريخته گري
- عيب افزايش چگالی در يک نقطه
- عيب خط مرز Seam
- حلقه‌اي شدن Wreathing
- حباب هوا

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- عيب خال يا لكه ريخته گري :

پخت لعاب ⟶ لعاب ⟶ لوره بيسكويت ⟶ خشک کن ⟶ ريخته گري

در مرحله پخت بيسكويت نقاطي بر روي بدنه تشكيل مي شود كه حالت شيشه اي دارند كه به آنها Flashing spot رنگ يا لكه يا نقطه يا شيشه اي گويند اين نقاط بيش از حد زينتر شده اند و لعاب به خود نمي گيرند يا اينكه لايه اي نازک از لعاب را به خود مي گيرند .

دلايل اين عيب:

الف بعضي از رسها و فلدسپارها (فلدسپارمشهد)ميكا دارند (به صورت ناخالص) رسها در اثر شستشو ميكا را از دست مي دهدولي فلدسپارها اينگونه نيستند پس ميكا در سطح دوغاب جمع شده و هنگام ريخته گري روي سطح خارجي قطعه قرار مي گيرد كه در هنگام پخت ميكا زينتر و شيشه اي مي شوند (كه بطور كلي ناشي از نمكهاي محلول است) نمكهاي محلول در آب در سطح جذب بدنه مي شوند در حين خشک شدن به سطح مي آيند و زينتر مي‌شوند.

راه حل:

استفاده نكردن از فلدسپار يا از فلدسپاري استفاده كرد كه ميزان ميكاي آن كم باشد .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic-blog.ir

- عيب افزايش چگالی در يک نقطه

همچنين اينکه در اثر سقوط و شتاب ثقل تراکم در اولين نقطه برخورد زياد مي شود زيرا زمان طولاني توي دوغاب در تماس با غالب بوده در نتيجه اين نقطه داراي فشردگي زيادي نسبت به ساير نقاط مي شود و استحکام خام اين نقطه بالا ميرود لذا هنگام پخت شيشه اي مي گردد.

راه حل:

با کشيدن يک ابر خيس به قالب مشکل حل مي شود

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- عيب خط مرز Seam:

در قالبهاي چند تكه در صورت خوب چفت نشدن تكه هاي قالب به همديگر پيليسه هاييدر سطح قطعه ريخته گري شده ايجاد مي شود ولي خط مرزي كه در بيسكويت قطعه همراه ايجاد مي شود با پرداخت كردن يا كشيدن ابر خيس و حتي پس از زدن لعاب نيز از بين نمي رود زيرا دوغاب از دو طرف مكيده شده آرايش ذرات علاوه بر آرايش ذرات خود درز بمانند لوله معين عمل كرده و آب بيشتري را جذب مي كند طبيعتا ءغلظت ذرات تشكيل دهنده خام افزايش مي يابد و زنيترينگ در اين ناحيه افزايش مي يابد لازم به توضيح است كه فقط ذرات كلوئيدي مي توانند آرايش توجيهي داشته باشند (ذراتي كه اندازه آنها بين 5- 2 است اين حالت را ندارند)حتي ممكن است آرايش توجيهي ذرات كلوئيدي درون قطعه نيز نفوذ كرده باشند لذا نمي توان اين آرايش را با كندن خط مرز از بين برد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- حلقه‌اي شدن Wreathing

عيب حلقه اي شدن عبارتست از خطوط ظريف افقي بر روي سطح قطعه و زماني ايجاد مي شود كه دوغاب به

صورت مقطعي و با مكث در قالب ريخته مي شود در اين صورت اين حلقه ها ايجاد مي‌شود .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- حباب هوا:

دلايل ايجاد:

H.1 دوغاب بالا باشد

1. γ دوغاب بالا باشد : مايع ذرات را تر نمي كند و هوا راحتتر به ذرات مي چسبد
2. از هم زدن بهينه استفاده نشده باشد
3. Aging مناسب صورت نگرفته باشد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- **دلايل افزودن كربنات باريم به دوغاب:**

$$BaCo_3 \begin{cases} CaSo4 \\ Fa\ So4 \end{cases} \rightarrow Ba\ So4 \downarrow + Ca\ Co3$$

برخي از رسها سولفات كلسيم – آهن و ... دارند سولفاتها از عوامل مزاحم روانسازي هستند بنابراين اين سولفات بايد به صورت رسوب درآيدميزان مصرف

ماده فوق 02%-01 مي‌باشد

Baco3	24 gr/100cc
Baso2	0.23 gr
Caco3	1.3gr

نوع رسي	درصد سولفات
بال كلي	0.01-0.28
كائولن	0.002-0.015
بنتونيت	0.1-0.2
سيليس و فلدسپات	0.007–0

ceramic blog.ir

❑ عيب ريخته گري در مورد بدنه هاي erthen ware

➢ Erthen ware لايه هاي لعاب دار يا بدون لعاب با تخلخل بالا

- Natural تک جزئي (خاک رس تصفيه نشده)
- Fine جزئي و غير پلاستيک
- Talc
- Semi vitreous

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

بدنه‌هاي ارتن ور بدنه‌هايي هستند که پس از پخت تخلخل دارند مانند کاشي ديواري (روش شکل دهي پرس پلاستيک و ريخته گري دوغابي) و

بدل چيني ها (روش ريخته گري دوغابي)

ceramic.blog.ir

■مشخصات دوغاب رقيق:

- آب زياد از حد
- بسيار سيال
- روانسازي بيش ازز حد انجام شده است

■عيوب ريخته گري حاصله:

- سرعت انتقال آب به قالب زياد (مانند اين است آب را روي گچ بريزيم)
- سرعت ريخته گري كم
- دانسيته و استحكام خام كم
- جدايش ذرات ريز و درشت رخ مي دهد (درشت ها ته نشين مي شود)
- مصرف روانساز زياد
- ترك برداشتن زياد در حين خشك شدن

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■ **مشخصات دوغاب غليظ:**

- ويسكوزيته بالا
- جريان پذيري كم

■ **عيوب ريخته گري حاصله:**

- پر شدن قالب مشكل است
- حبس هوا
- دانسيته قطعه بالا
- دوغاب دلمه شده و خود را مي بندد
- تخليه دوغاب مشكل

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ **دوغاب تيكسوتروپ:**

- تخليه دوغاب نامناسب
- خشک شدن دوغاب کند صورت مي گيرد
- جداره تشکيل شده شل است
- هنگام ريختن دوغاب اضافي که سفت شده است وقتي هم مي زنيم قسمتي از جداره نيز با دوغاب مخلوط شده و بيرون مي ريزد
- دوغاب درست در نقطه min روان شده است
- سرعت ريخته گري کم است
- در حين خشک شدن ترک برمي دارد
- قالب زود شوره مي زند وخراب مي شود (روانساز معدني)

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- **مشخصات بايندر:**

1. تشكيل يک توده يا فيلم محكم و قابل انعطاف زماني كه در غلظت هاي كم باشد و خشک شود
2. فرار باشد در حين سوختن كربن يا خاكستر بر جا نگذارد .
3. مشكلات زيست محيطي
4. قابل انحلال در حلالهاي ارزان و غير قابل اشتعال
5. ارزان

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ **چند نكته راجع به دوغاب مناسب :**

دوغاب مناسب را اينگونه تشخيص مي دهند كه پس ازهم زدن با ميله شيشه اي و خط كشيدن ، شيار در دوغاب ايجاد مي كنند كه اگر اين شيار پر شود و يا اينكه با يک ميله شيشه اي يا قاشقک و يا تيغه مقداري از دوغاب را برداريم و مجددا ٍآنرا بريزيم بايد پيوسته ريخته شود و قطرات ريخته شده بايد محو شوند در اين صورت دوغاب مناسب است .

❖ 1800 گرم از دوغابي با شرايط زير مي‌خواهيم: وزن ليتر $1.8gr/cm^3$,اگر ماده خشک 400 گرم و دانسيته آن 2.5 گرم بر سانتيمتر مكعب باشد چقدر آب لازم داريم ؟

$$\text{دانسيته دوغاب} = \frac{\text{وزن ماده خشك + وزن آب}}{\text{حجم ماده خشك + حجم آب}}$$

$$d = \frac{m}{v} \quad 2.5 = \frac{400}{v} = v = 160\ cc$$

$$1.8 = \frac{x + 400}{x + 1600} \rightarrow x = 140cc$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

آب شهر و آب چاه تفاوت زيرا باهم دارند

آب مقطر		آب شهر	آب چاه	اجزا
Trace		78	300	Ca
Trace		72	172	
Trace		360	8	
Trace		125	100	
	5.5	7.9	7.8	
	4-10	260	268	

TDS = Total Dissolved Solid

$$TDS = \frac{C - 0.055}{2.5c}$$

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

ريخته گري در قالب نفوذ پذير-چند نكته راجع به دوغاب مناسب-ادامه

هدايت ويژه جامدات يونيزه شده در آب

بين آب و الكل تفاوتهاي زير موجود است :

اشتعال	جوش	تنش	ويسكوزيته	فرمول	مايع
NON	100	1mpa.s= 0.1	73	H2O	آب
18	65	0.8	23	CH3OH	الكل

برخي از فلزات مثل تنگستن – مولیبون – فولاد را نز ريخته گري دوغابي مي كنند

فولاد + آلجينات يا PVA← دوغاب PH = 10

آلومينا + Hcl← دوغاب PH = 2.5-4

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

هميشه روش دوغابي مقرون به صرفه نيست

هميشه مرز مشخصي بين ريخته‌گري و روش پلاستيك موجود نيست مانند mud casting

انواع ريخته گري

❑ **انواع ريخته گري :**

- ريخته گري خلاء
- ريخته گري انجمادي Freeze Casting
- ريخته‌گري فشاري Pressure Casting
- روش افزايش فشار
- ريخته گري لوله موئيني Capillary Casting
- ريخته گري سانتري فيوژ Centrifugal casting
- ريخته گري مافوق صوت Ultra Sonic Casting
- ريخته گري نواري Tap Casting

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

•ريخته گري خلاء:

در اين ريخته گري قالب قابل نفوذ به خلاء وصل شده پس در دوغاب فرو برده مي شود Pre Form انجام مي گيرد پس از

اينكه جداره بسته شد خشک مي گردد سطح خارجي قالب گچي ممكن است در معرض خلاء قرار بگيرد Δpt افزايش يابد و

شرعت ريخته گري نيز زياد مي شود

✓عايقهايي كه متخلخل ديرگداز با شكلهاي پيچيده را به اين روش ريخته گري مي كنند

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

•ريخته گري انجمادي Freeze Casting:

ceramic.blog.ir

در اين نوع ريخته گري دوغاب خيلي سفت درون قالب غير متخلخل (لاستيک) ريخته شده سپس يخ مي بندد با اعمال فشار و

تغيير دما به يخ بستن دوغاب كمک مي شود (يخ تبخير مي شود)

- ريخته‌گري فشاري Pressure Casting:

براي پر سلانها و دير گدازها از اين روش استفاده مي شود قالب به عنوان فيلتر و زمان ريخته گري با تنظيم فشار خارجي

تنظيم مي شود در اينجا نيازي به خشک شدن قالب و پائين بودن رطوبت آن نيست

$$\frac{L^2}{t} = \frac{2PgE^3}{5s^2\eta(y-1)(1-E)^2}$$

E ميزان تخلخل جداره بسته شده y حجم دوغاب t زمان ريخته گري s سطح مخصوص پودر(يک گرم پودر چند m مساحت دارد). L ضخامت ريخته گري شده , g شتاب, p فشار بيروني + فشار لوله موئين

بطورکلي روش موجب افزايش دانسيته ، کاهش انقباض(از3-3.s به 1-1.s تقليل مي‌يابد)

کاهش آب دوغاب: t براي ضخامت براي تشکيل 1 cm از 1-2hr به 20 min کاهش مي يابد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- **روش افزايش فشار :**

در اين نوع ريخته گري 2 نوع است:

الف) يكي اينكه در بالاي قالب يک ظرف قرار مي دهيم كه جاذب رطوبت نيست (غير قابل نفوذ) لذا به دوغاب وزن ظرف فشار وارد مي كند.

ب) با اعمال فشار گاز به دوغاب در اين صورت افزايش فشار موجب افزايش دانسيته كاهش تخلخل و در نتيجه موجب كاهش انقباض خشک و پخت مي گردد .

در اين ريخته گري از فشار هوا براي جدا كردن بدنه از قالب نياز است

سرعت ريخته گري آلومينا (mm /min)	سرعت ريخته گري پرسلان	فشار (Mpa)
2.4	2	0.14
4.9	3.1	0.28
10	5.2	0.56
25	1.4	
50	2.8	

ceramic.blog.ir

- **ريخته گري لوله موئيني Capillary Casting:**

يک سري لوله موئين اضافي در قالب قرار مي دهند .

- **ريخته گري سانتري فيوژ Centrifugal casting:**

در اين نوع ريخته گري شتاب را افزايش مي دهيم نحوه کار بدين صورت است که : يک قالب استوانه اي در حال چرخش بوده و دوغاب از انتهاي قالب وارد آن مي شود اين روش به شکلهاي ساده محدود مي شود و چون قالب گچي مي چرخد بايد داراي استحکام بالايي باشد.

- **ريخته گري مافوق صوت Ultra Sonic Casting:**

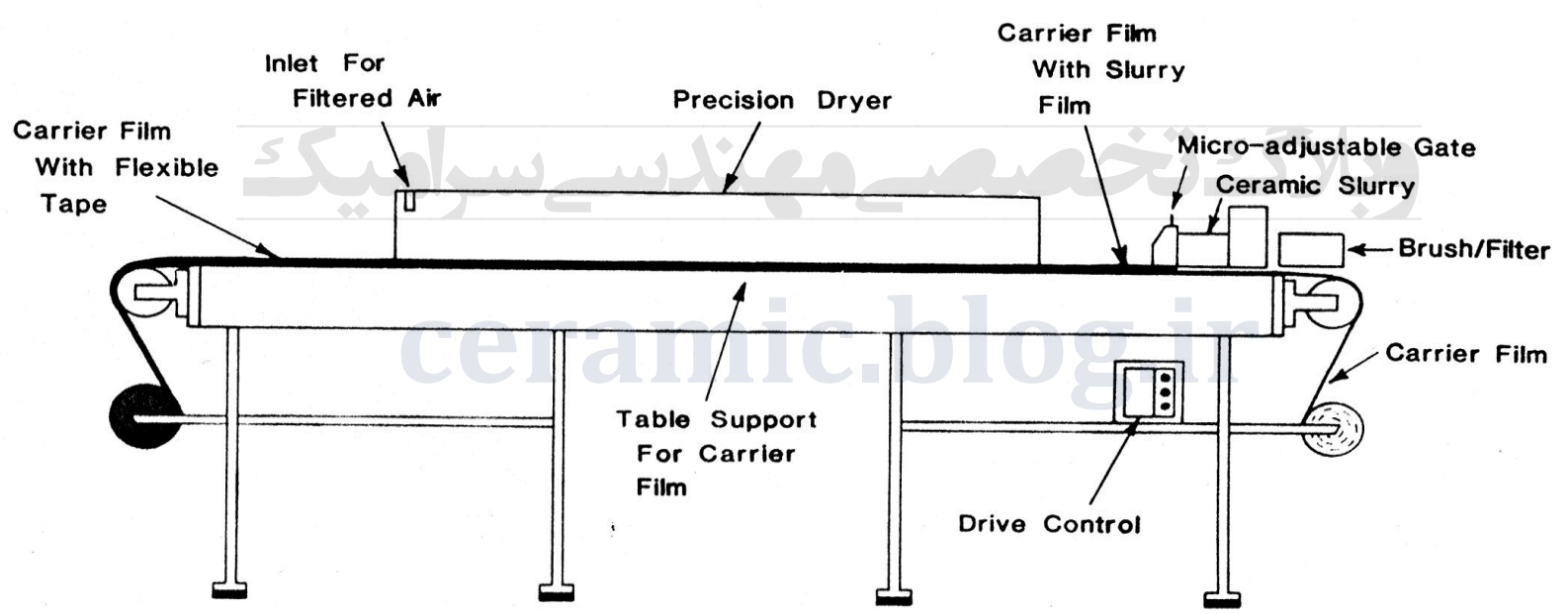
دراين روش به قالب گچي درحين ريخته گري ارتعاش وارد مي شود با فرکانس 15- 20KH و در نتيجه استحکام افزايش مي يابد .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- **ريخته گري نواري Tape Casting**

اين روش به نامهاي sheet Casting، blade casting ، knife casting نيز معروف است اين روش قبلاً در صنايع رنگسازي ، كاغذ سازي و پلاستيک استفاده مي شد اما 47 سال پيش از آغاز جنگ جهاني دوم براي پيشرفت dielectric، مواد جايگزين ميكا و ... به كار برده شد.

ريخته گري نواري عبارت است از ريختن دوغاب شامل پودر خيلي ريز و مايع / مائي وغير مائي) و چسبها و پلاستي سايزرها و ... بر روي يک نوار متحرک غير جاذب



ceramic.blog.ir

■مواد مورد نياز براي دوغاب Tape Casting:

In 0.1

3 poly vinyl butyral

35 toluene

5.6 polethylene glycol

پودر آلومينا		300gr
اسپنيل	اكسيد منيزيم	7.5gr
دفلوكولانت	روغن ماهي	55gr
حلال	ترو كلرواتيلين	1170gr
حلال	الكل اتيل	450gr
رزين	پلي ونيل بويترل	120gr
پلاستي سايزر	پلي اتيلين	128gr

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

اسپنيل ها به كمک زينتر به منظور ريز كردن ساختار به كار مي روند .

❑شكل دادن پلاستيك

در اين روش مخلوط مواد اوليه به صورت گل مي‌باشد.

انواع مختلف	دستي	با دست تهيه فتيله‌هاي گل و چسباندن به هم با دست و قالب: پرتاب در جهار چوب چوبي چرخ كوزه‌گري
	دستگاهي	جيگر جولي رولر تراش پرس گل
	اكسترود	Preforming Forming

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■ **روش شكل دادن با دست:**

گل با دست ورز داده مي‌شود سپس گل را به صورت فتيله درآورده و فتيله‌ها را به صورت كاسه‌اي تهيه و به هم چسبانده مي‌شود.

• روش شكل دادن با دست و قالب:

در اين روش از قالب چوبي ، فلزي ، حصيري استفاده مي‌شود. امروزه در توليد آجر ساختماني ، روش خشت‌زني كاربرد دارد. همچنين در توليد آجر عايق نيز بدين صورت عمل مي‌شود:

ماده سوختني + مخلوط مواد اوليه → **گل** → **با دست و قالب**

پرس → **اكسترود**

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- در آجر عايق:
  - گل شل ——— قالبگيري مي شود
  - اين آجرها نسبت به مواد سوختني درتوليد آجرهاي عايق برتري دارند
  - قالبگيري دستي مي‌شود
- گل شاموتي : سفارشات خاص در مورد آجرهاي شاموتي
- جرمهاي ريختني نيز كه گل نيستند قالب گيري دستي مي شوند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- **روش شكل دادن با چرخ كوزه‌گري (مخصوص اشكال مدور):**

شيار براي اين است كه گل از روي head نلغزد

فرد مشغول به كار با پاي خود به چرخ طيار ضربه مي‌زند و چون اين صفحه بزرگ است. نيروي وارده را به يك نيروي منظم بدون لغزش تبديل مي‌كند.

نحوه كار

لقمه گل را روي head چرخ قرار مي‌دهند و سپس آن را با محور دستگاه ، هم مركز مي‌كنند تا گل لنگ نزند. سپس گل را روي چرخ ورز مي‌دهند تا براي شكل دادن آماده شود. بعد از اين مرحله استوانه گل را توخالي مي كنند (دو انگشت را داخل استوانه برده و يك دست را پهلوي استوانه قرار مي دهند ، در اثر چرخش استوانه توخالي مي‌شود) سپس شكل نهايي را به آن مي‌دهند و بعد با سيم برش آن را از دستگاه جدا مي‌كنند و بعد آن را پرداخت مي‌كنند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

شكل دادن با چرخ كوزه‌گري داراي مشكلاتي است و اين امر موجب شده تا ماشينهايي نظير جيگر و جولي و رولر ساخته

شود

- مشكلات روش چرخ كوزه‌گري

1. نياز به مهارت بالا
2. تلورانس وسيع
3. تيراژ توليد پايين

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ **اكسترود**

اين دستگاه موارد كاربردي متعددي دارد

1.به عنوان پيش شكل‌دهي preshaping or preforming

2.به عنوان شكل دادن اصلي shaoing or forming

1.به عنوان پيش شكل‌دهي preshaping or prefcrming

شمش گلهايي كه درموارد متعدد به كار مي‌رود توسط اين دستگاه شكل مي‌گيرد

- جيگر ، جولي و رولر
- خراطي
- سفالگري و چرخكاري

با استفاده از ويژگي پلاستيك گل استوانه‌اي تهيه مي‌شود

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

مقره‌هاي دو شياره كه سر تيرهاي چراغ برق ديده مي شود پس از درست كردن شمش توسط الكترود به وسيله دستگاه تراش شكل مي‌گيرند.

مقره‌هاي بزرگ كه در ايستگاههاي تبديل فشار قوي به كار مي‌روند نيز با اكسترود و تراش ساخته مي‌شوند.

2 .به عنوان شكل دادن اصلي shaping or forming

قطعه نهايي را با اين روش مي‌سازيم و قطعه مستقيماً خشك يا زينتر مي‌شود.

- آجر ساختماني: هم با اكسترود ، هم با قالبگيري دستي ، هم با پرس (آجر فشاري) ساخته مي‌شود.
- آجر نسوز: هم با اكسترود ، هم با پرس ساخته مي‌شود.
- آجر عايق: هم با اكسترود ، هم با قالبگيري دستي ، هم با پرس ساخته مي‌شود.
- لوله: رولرهاي كوره‌هاي رولري كه به صورت لوله هستند توسط الكترود ساخته مي‌شوند.
- فيلتر: فيلتر نيز به وسيله الكسترود ساخته مي‌شود. اين فيلترها هنگام ريخته‌گري فلز كاربرد دارند و جلوي ورود ناخالصيهاي درشت مذاب فلزي را به قالب مي‌گيرند تا عيب آخال كمتر شود

به عنوان كاتاليست‌ها به مصرف مي‌رسند :

1. كاتاليست ساده در اگزوز ماشينها براي جلوگيري از خروج آلاينده‌ها
2. به عنوان كاتاليست درد پتروشيمي
3. تهيه مواد اوليه

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

➢خاكهايي چون بال كلي و كائولن دانه‌ريزند و هنگام جابجايي با ايجاد گرد و خاك ضايعات زيادي توليد مي كنند با توليد گل اكسترودي مسائل جابجايي انتقال ، نگهداري و آلودگي حل مي‌شود.

➢صنعت كاشي بدون خالص سازي به بازار عرضه مي‌شود

باسيلكون بادي

باسيلكون آبي(هيدروسيلكون)

در هيدروسيلكون معمولاً دانه‌هاي درشت (ناخالصيها) در پايين و دانه‌ريز رسها در بالا قرار گرفته و سرريز مي‌شوند سپس:

⟵ دوغاب رس فروش ⟵خشك كن كالسين گل اكسترود خاص مجهز به چاقو و تيغه برش فيلتر پرس ⟵

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

انواع اكسترودهاي خط توليد

به طور كلي دو گروهند:

- **اكسترود پيستوني**
- **اكسترود افقي**

اكسترود پيستوني

گل فيلتر پرس را به اندازه مشخصي در استوانه قرار ميدهند سپس با اعمال نيرو توسط پيستون گل پايين آمده و در قالب شكل مي‌گيرد.

سپس با سيم برش بريده مي‌شود. با به كارگيري يك شافت ميله مي‌توان گل خروجي را سوراخ كرد. و سطح مقطع توخالي بدست آورد.

با اين اكسترود لوله و اشكالي با طول زياد كه تو خالي هستند و شمشهاي بزرگ توليد مي شوند.

ceramic.blog.ir

اكسترود افقي

اكسترود افقي نسبت به نوع ستوني پيچيده‌تر است.

زاويه پره ها 25-20 است و در پرسلانها سرعت خروج است.

گل با برخورد به پره‌هاي فلزي درحلزون اول بريده شده و سطح مخصوص افزايش مي‌يابد.

شمش بزرگ را با اكسترود افقي نمي‌توان توليد كرد. زيرا شمش بزرگ گل با ميز اصطكاك ايجاد مي‌كند و اين امر سبب مي شود تا گل تاب بردارد.

در ايران اگردستگاه اكسترود مجهز به محفظه خلاء باشد به آن پاگميل مي‌گويند ولي در انگليس چه اكسترود يك محفظه‌اي و چه دو محفظه‌اي باشد به آن اكسترود مي‌گويند.

- اگر گل از سيستم خلاء رد نشود جباب هوا خواهد داشت و پلاستيسته كاهش مي‌يابد. درحين تغيير فرم پلاستيك اين امكان وجود دارد كه حبابهاي هوا به هم متصل شده و ايجاد ترك كنند و استحكام خام را كاهش دهند. اما خلاء زياد بالا نيست حدود 0.9 bar كفايت مي كند.

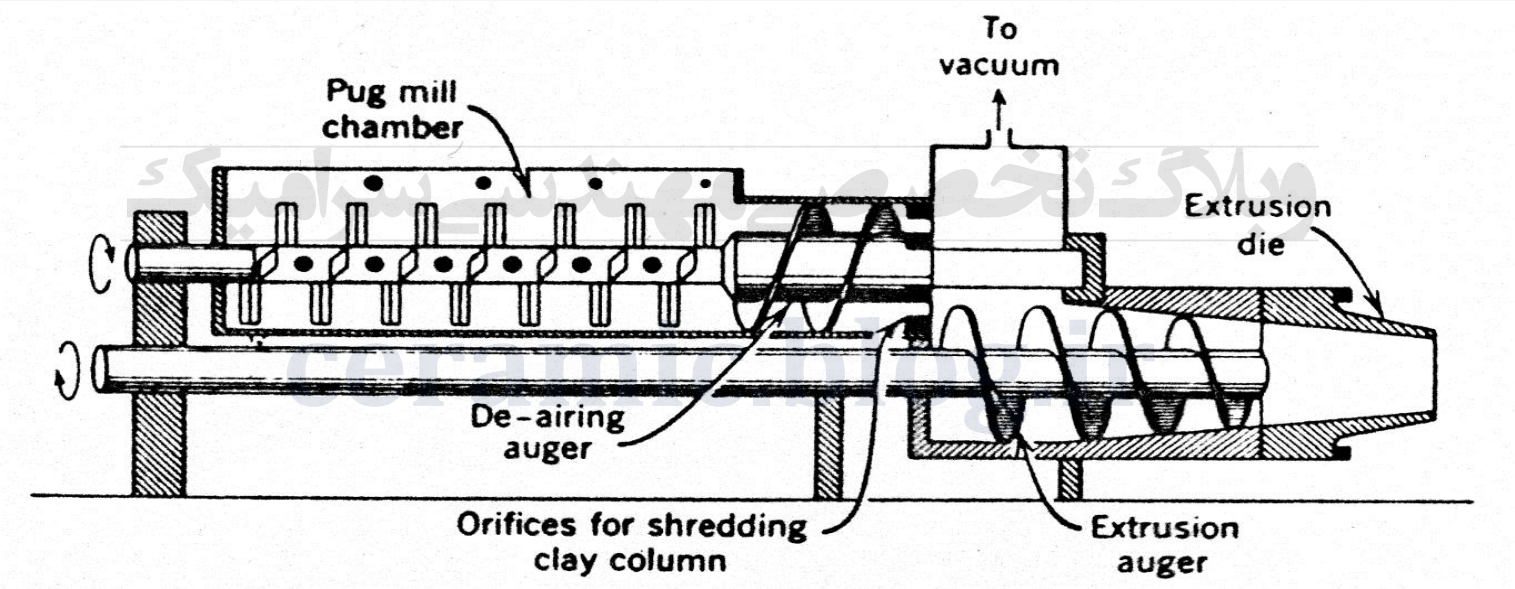
خلاء در انتهاي حلزون دوم امكان پذير است. گل كل مجرا را گرفته و در گل پلاستيك سرعت حركت حلزون كاهش مي‌يابد و سرعت خروج هم كاهش مي‌يابد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

خلاء را به دو صورت کنترل مي کنند:

1. با فشارسنج

2. پس از برش ، کالباس گل را آرام خم مي‌کنند اگر از وسط ترك خورد ، نشانه وجود حباب و عدم کارکرد مناسب سیستم خلاء است.



❑**مكانيك يا نحوه كار اكستروژن**

پس از ورود گل در اثر انتقال نيرو به سطوح جديد گل ايجاد شده و فشار اعمالي بر روي گل منجر به ايجاد جريان لايه‌اي laminate در گل مي شود.

- نيروي محركه دستگاه بايد به عوامل زير غلبه كند تا گل از محفظه خارج شود:

1. *مقاومت مواد* : مقاومت بين اجزاي تشكيل دهنده مواد اوليه كه بستگي به مشخصات فيزيكي دارد مثل پلاستيسيته ، رطوبت ، توزيع اندازه ذرات و افزودني‌ها

2. *اصطكاك ديواره*: گل در حين حركت همواره درتماس با محفظه اكسترود يا ديواره قالب است. و قبل از جريان لايه‌اي اغلب لغزش رخ مي دهد. هر چه نيرو بيشتر شود حركت و بيرون آمدن گل سريعتر است.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

اهميت وجود جريان لايه‌اي:

جريان لايه‌اي به ورز دادن و هم زدن گل كمك مي‌كند. اگر نتوانيم مسائل پلاستيسيته ، رطوبت ، تركيب و رفتار رئولوژي و ... را كنترل كنيم آن ستوني كه قرار است شكل داده شود ، خوب نمي‌تواند هم زده شود و صرفاً لغزش مي‌يابد .

دو نوع تنش را دراين رابطه مي‌توان تعريف كرد:

1. تنش برشي مورد نياز براي لغزش ميان گل و ديواره τ_{wall}

2. تنش موری نياز براي ايجاد جريان لايه‌اي در خود گل τ_{yield}

اگر $\tau_{yield} < \tau_{wall}$ باشد يعني هنگام اعمال نيرو و در گل جريان لايه‌اي وجود نداشته باشد و گل خارج شود در اين مورد با وجود اينكه اكستروژن به راحتي انجام شده ظاهراً كامل است و گل به راحتي بيرون مي‌آيد ولي ستون گلي خروجي مناسب نخواهد بود. هر چه فشار دستگاه افزايش يابد سرعت حركت و انتقال گل بيشتر مي‌شود بدون اينكه جريان لايه‌اي در گل وجود ايجاد شود.

اگر $>$ باشد تنش تسليم براي حركت لايه‌اي بين ذرات كمتر از تنش مورد نياز براي غلبه بر اصطكاك بوده و جريان لايه‌اي مناسبي ايجاد مي‌شود. τ_{yield} τ_{wall}

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

اگر سطح مقطع گل خارج شده را در نظر بگيريم معمولاً از مركز به سمت ديواره گراديان جريان لايه‌اي وجود دارد جريان لايه‌اي در كناره بيشتر است يا به

عبارتي با افزايش شعاع جريان لايه‌اي سخت تر مي شود.

اختلاف فشار محوري نسبي براي: در $\frac{\Delta P}{L}$ حداكثر است R

نمونه‌اي به طول L : $\tau_{wall} = \frac{R\Delta P}{2L}$

به طور كلي بايد تنش تسليم بدنه كمتر از استحكام چسبندگي بدنه روي سطح قالب باشد.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

اگر گل با رنگهاي مختلف موجود باشد. مشاهده شده است اختلاف سرعت درخروج گل ميدان و مركز و ديواره وجود دارد. و لازمه براي تغيير فرم گل در مركز

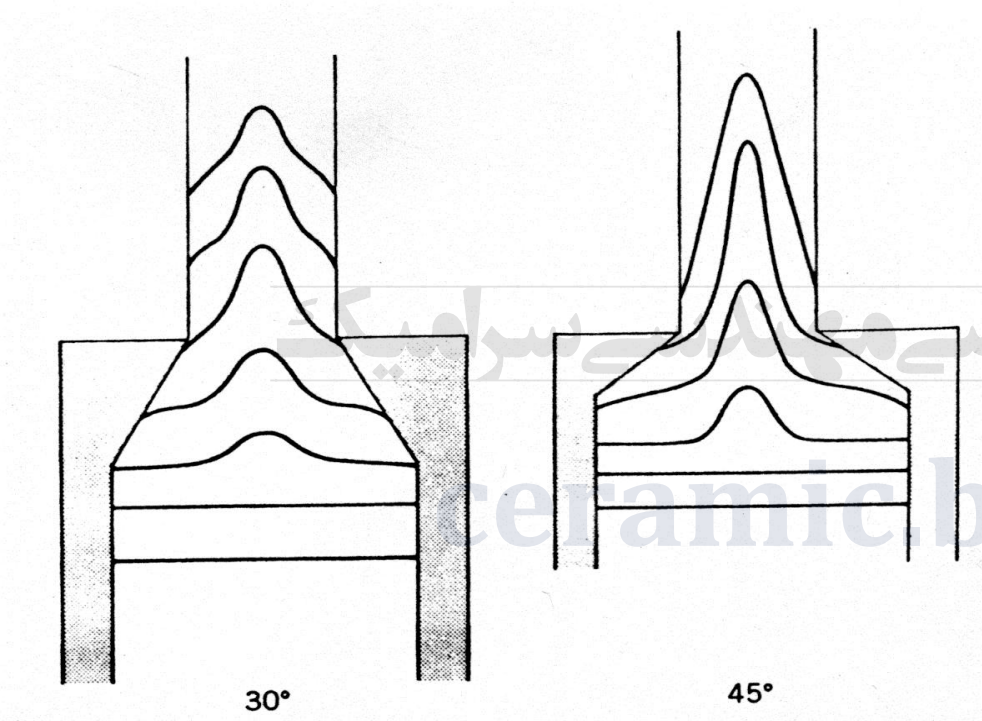
كمتر است.

ceramic.blog.ir

اگر دهانه خروجي اكسترود باريكتر شود اختلاف و سرعت حركت بين مركز و حاشيه‌ها افزايش مي‌يابد

به ازاي يك تنش مساوي اگر سطح مقطع را كوچكتر كنيم فشار بيشتر مي شود. $P = \sigma = \frac{F}{A}$

و در يك اكسترود دو محوره اختلاف در جريان لايه‌اي و حركت بين گل در سطح و گل در مركز بيشتر مي شود و به هم مي‌ريزد.



- **اختلاف سرعت حركت تابع:**

1. دهانه خروجي اكسترود
2. اصطكاك ديواره و مواد
3. فشار دستگاه

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

توجه:

مواد غير پلاستيك را نيز اكسترود مي‌كنند البته سايزر و ... كه قالب گرم مي شود همچنين اكسترود در صنايع غذايي ، مفتول‌سازي ، پلاستيك سازي و ... استفاده مي‌شود.

توجه:

در حالت (2) با كم كردن زاويه قالب (افزايش طول قالب) ، استفاده از روانسازهاي مختلف كه لغزش را تسهيل مي‌كنند و استفاده از هيتر مي‌توان اصطكاك ميان ديواره و مواد را كاهش داد.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

- در طول فرايند اكسترود هميشه در ابتدا جريان لايه‌اي داريم و لغزش نمي‌افتد
- $\tau_{yield} > \tau_{wall}$ ، با گذشت زمان اگر آب بتواند به سطوح خارجي مهاجرت كند با افزايش رطوبت در سطح ، اصطكاك مواد با ديواره كاهش مي‌يابد و لغزش آسان‌تر مي شود. اما در اغلب موارد مغز رطوبت بيشتري دارد زيرا چون سطح گرم مي‌شود دراثر جريان اسمز حرارتي آب سطح به مغز مهاجرت مي‌كند.

ceramic.blog.ir

■**روشهاي بالا بردن و افزايش كارايي اكستروژن:**

1. با افزايش طول قالب ، اصطكاك كاهش يافته و نيروي لازم براي اكسترود كاهش مي‌يابد
2. استفاده از روغن كاري سطح قالب يا داخل مواد
3. با گرم كردن دهانه اكسترود ، بخار ايجاد شده و سرعت خروج گل افزايش مي يابد.

توجه:

اگر لغزش زياد باشد ، گل به هم نخورده و تنها سطح استوانه گلي صيقلي مي‌شود.

➢پديده spring back داريم كه تابع تركيب مواد ، جهت گيري ترجيحي ذرات رس و فاكتورهاي دستگاهي است.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■**ويژگي‌هاي گل اكسترود شده:**

1. استحكام كافي گل جهت انجام عمليات بعدي بر روي گل
2. عدم تخلخل ، ترك و حالت لايه لايه‌اي و عدم همگن
3. عدم جوش و تركهاي سطحي و مغزي

❑عيوب اكسترود:

1. ترك هاي S شكل
2. ترك‌هاي شمعداني يا شقه شدن ستون گل cdume splitting
3. عيب لايه لايه‌اي شدن
4. عيب حفره و جوش سطحي
5. عيب مغز و پل
6. جهت‌گيري ترجيحي ذرات
7. جدايش ميان آب و ذرات

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

1. ترك هاي S شكل:

هنگام اكسترود گل ، در آن جريان لايه‌اي ايجاد مي شود. وقتي گل از قسمت حلزوني عبور مي‌كند در قسمت انتهايي پس از خروج يك سري از خروج يك سري ترك S شكل ديده مي شود و علت اين امر ناشي از تراكم پذيري نامناسب در وسط گل است. همچنين ترك‌هايي در راستاي محور مركزي مشاهده مي‌شود. اين عوامل سبب مي شود تا در هنگام پخت انبساط و انقباض داشته باشيم.

براي رفع اين مشكل:

1. بايد پلاستيسيته بهبود داده شود.
2. فاصله بين مارپيچ و قالب بيشتر شود . با افزايش فاصله به گل فرصت تراكم دده مي شود.
3. زاويه قالب بايد تغيير داده شود.
4. سرعت خشك شدن مناسب باشد.

- اگر سرعت خشك شدن زياد باشد انقباض قسمت مغز بيشتر خود را نشان مي‌دهد و موجب تنش و ايجاد ترك مي‌شود.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

2. ترك‌هاي شمعداني يا شقه شدن ستون گل cdume splitting:

اگر در گل اكسترود ذرات غير پلاستيك درشت زياد باشد (ذرات شاموتي ، سيليس و فلدسپار) ذرات پلاستيكي كه اين ذرات را فرا گرفته‌اند حين خشك شدن منقبض مي شوند اما ذرات پلاستيك انقباض نداشتند و تنش ايجاد شده و ترك لايه‌هاي خارجي اتفاق مي‌افتد و ذرات پلاستيك ترك مي‌خورند.

3. عيب لايه لايه‌اي شدن:

اصطكاك ميان گل و ديواره قالب ناشي مي‌شود يعني اگر در اثر اعمال نيرو به راحتي جلو نرفته و آثار گير كردن به صورت اعوجاج در سطح مشاهده مي شود به گسيختگي و شكاف در لبه يا ستون گل را كه به صورت لايه لايه است دندان سگي يا دندان اژدهايي گفته مي‌شود.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

دانه‌هاي درشت غير پلاستيك اين عيب را تشديد مي‌كند. طراحي قالب ، پلاستيسيته كم گل و .... نيز مؤثر است.

ceramic.blog.ir

➢براي جلوگيري از اين عيب روانساز استفاده مي‌شود ، رطوبت گل افزايش داده مي‌شود و ديواره قالب چرب مي‌شود.

4. عيب حفره و جوش سطحي:

اين عيب ناشي از هواگيري نامناسب گل است اگر وكيوم دستگاه خوب انجام وظيفه نكند ، حباب‌ها در گل مانده و با حركت به سوي سطح ايجاد جوش مي‌كنند. براي جلوگيري از اين عيب بايد اكسترود را به سيستم خطاء مناسبتري مجهز كرد.

5. عيب مغز و پل:

جاي پلها روي قطعات مشخص مي‌گردد كه بدليل نامناسب بودن محل پلها است يا اينكه ضخامت آنها زياد است.

6. جهت‌گيري ترجيحي ذرات:

انقباض در جهت‌هاي مختلف متفاوت است. در ارتفاع انقباض بيشتر است.

7. جدايش ميان آب و ذرات:

گردايان رطوبتي ميان مركز و خارج سبب مي‌شود كه ذرات به طور ترجيحي جدايش يابند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑**عوامل تعيين كننده قابليت اكسترود شدن:**

1. خواص مواد اوليه:

چسبندگي بين ذرات ، چسبندگي ميان ذرات و ديواره كه خود تابع پرداخت كاري فلز ، آب دادن فلز (آب كروم جهت ايجاد سطح يكنواخت) ،

گرم كردن فلز ، ميزان آب گل ، روانساز ، ذرات و ريزي آنها ، شكل ذرات و توزيع اندازه ذرات مي‌باشد

2. اصطكاك داخلي:

مسائل مربوط به انتخاب نسبت مناسب قطر اكسترود به قطر خروجي و يا پره‌هاي حلزون مي‌باشد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑فاکتورهاي دستگاهي مؤثر بر اکستروژن:

- حلزون یا Auger:

طول ، زاویه کاهش قطر ، تعداد پره ها و فاصله آنها ، ضخامت و زاویه هر پره

- سرعت چرخش حلزون:

نیروي مقاوم تغییر فرم گل به سرعت چرخش حلزون بستگي دارد

- نسبت Turn down ratio:

نسبت قطر قالب به قطر حلزون که باید با مشخصات مواد اکسترودي متناسب باشد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

- جنس قالب (Die):

سطح ، طراحي ، زاویه و طول آن مهم است.

ceramic.blog.ir

- میزان خطاء دستگاه

- بالانس قالب :

هم محور بودن محور اکستروژن و مرکز قالب

❑شكل دهي آجرها

دو بعد آجر توسط قالب و بعد سوم با سيم (wire cut bricks) شكل داده مي‌شود.

انواع آجرهاي سوراخ‌دار ، لوله‌هاي فاضلاب و غلافهاي ترمركوپل را مي‌توان با اين روش شكل داد.

➢توجه:

پشت اجزاي قالب بايد محكم و حالت آيروديناميك داشته باشد كه به اين قالب بعضاً شابلون هم گفته مي‌شود.

در حالت (2) شيب استوانه اي فلزي كمتر و تغييرات و اعوجاج كمتري در گل داريم اگر عيبي مسير باشد مي تواند ترميم شود

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

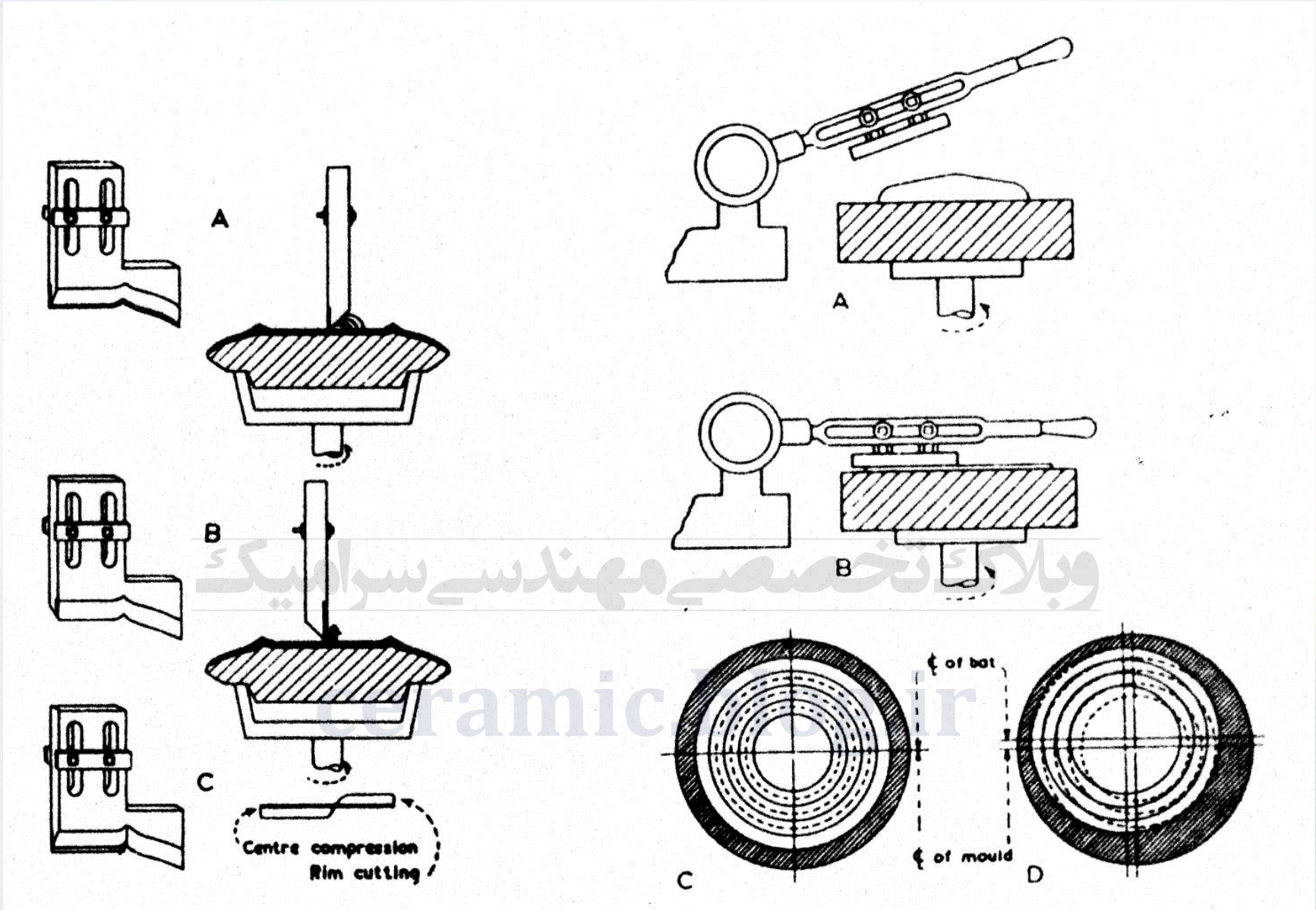
❑جيگر Jigger

شمش گل بيرون آمده از اكسترود را برش داده و تكه تكه مي‌كنند كه به آنها برش ، كالباس ، لقمه مي‌گويند ويژگي اين شمشها قطر كم و ضخامت بيشتر آنها است.

كالباس را در دستگاه گل پهن كن ، پهن يا batting مي‌كنند و آن را روي قالب گچي قرار داده و درروي head دستگاه جيگر قرار مي‌دهند سر دستگاه يا head توسط نيروي موتور و چرخش محور متصل به آن مي‌چرخد دور دستگاه 500 تا 1200 rpmاست. درهمين حين شابلون پايين آمده و stopper آن را در حد معيني نگاه مي‌دارد آب نيز ضمن كار بر روي گل اسپري مي‌شود تيغه برش گل اضافي را بريده و گل اضافي به خارج پرت مي شود

بنابراين همان‌طور كه مشاهده مي‌شود قالب گچي داخل قطعه و شابلون خارج از قطعه را شكل مي‌دهد. پس از اتمام كار در خشك كن قرار داده مي‌شود تا قطعه از قالب گچي سوا شود بعد از اين مرحله در دستگاه خشك كن اصلي, سپس در كوره پخت بيسكوبيت قرار داده مي شود. قالب گچي نيز پس از خشك كن و خشك شدن كامل به دستگاه گل پهن كن بر مي‌گردد تا مجدداً از آن استفاده شود

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic-blog.ir

وسايلي نظير بشقاب ، نعلبكي توسط جيگر ساخته مي‌شود. براي ايجاد كنگره روي بشقاب برجستگي‌هايي روي قالب ايجاد مي‌كنند.

■**انواع جيگر:**

- جيگر دستي — ميزان توليد جيگر دستي =100 (بشقاب / hr)
- جيگر نيمه اتوماتيك — ميزان توليد جيگر نيمه اتوماتيك =150 (بشقاب / hr)
- جيگر تمام اتوماتيك — جيگر تمام اتوماتيك =250-300 (بشقاب / hr)

نكته:

در زمان شكل‌دهي ميزان رطوبت بسيار مهم است و حتماً يك سري افشانك‌هايي هستند كه دائماً گل را مرطوب مي‌كنند تا ترك نخورد. درصد رطوبت حول 25% - 20 است و يك سري دستگاههاي جيگر جديد المنت مي گذارند و گرمايش موجب مي‌شود تا رطوبت به سطح قطعه مهاجرت كند و ترك‌هاي سطحي را ترميم كند.

انواع رطوبت دهنده‌ها : افشانه‌اي ، المتني ، ساده

ceramic.blog.ir

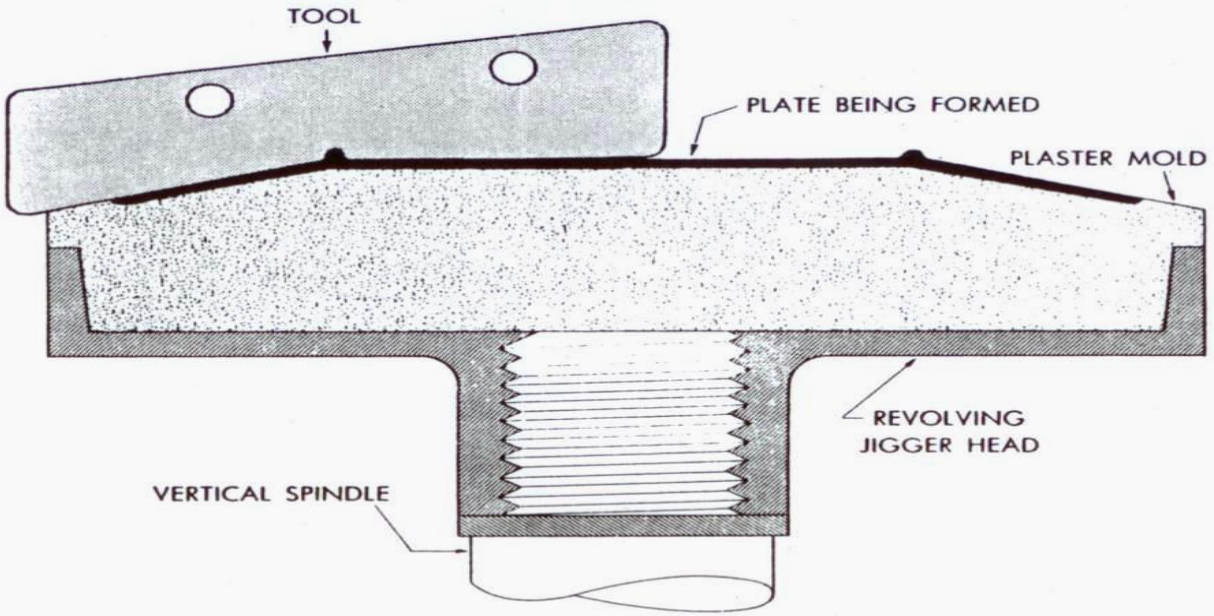
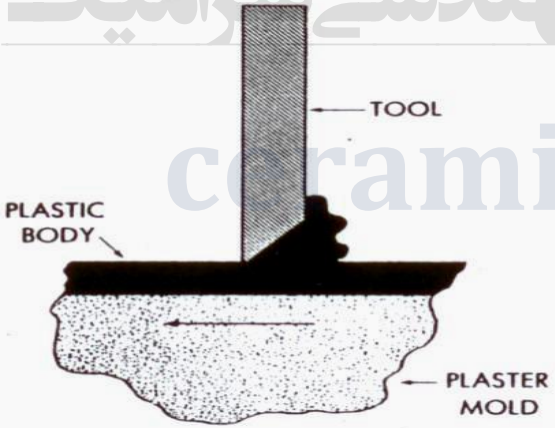


Fig. 8.7 Cross section of a jigger head as plate is being formed.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



❑جولي Jolley

دستگاه جولي شباهت زيادي به دستگاه جيگر دارد متنها در جيگر ، قالب گچي داخل قطعه را شكل مي‌دهد ولي شابلون و قالب جولي داراي طرح متفاوتي هستند. شابلون داخل قطعه و قالب بيرون قطعه را مي سازد. وسايلي نظير كاسه ، فنجان ، پياله توسط اين دستگاه ساخته مي‌شود.

در گلدانهاي بزرگ تيغه‌اي آويزان شده و ميله مي‌چرخد.

➢ جنس شابلون درهر دو مورد (جيگر و جولي) فولاد سخت ، WC يا آلوميناي زينتر شده است.

➢ قالبهاي گچي در جيگر و جولي با قالب‌هاي ريخته‌گري دوغابي متفاوتند چون در جيگر و جولي با وجود تيغچه اصطكاك گل و قالب گچي دائمي است نسبت گچ به آب اين قالبها بايد از قالب‌هاي ريخته‌گري دوغابي بالاتر و جذب آنها كمتر باشد به عبارتي به استحكام بالاتري نياز دارند. هر قالب گچي در روشهاي جيگر و جولي چيزي حدود 120-80 به لحاظ عملكرد و طول عمر متفاوت است.

ceramic.blog.ir

❑رولر roller

اين دستگاه تكامل يافته جيگر و جولي است.

■تفاوت رولر با جيگر و جولي:

1. شابلون توسط يك حجم دوار فلزي بنام bomb جايگزين شده است. شكل bomb بستگي به نوع قطعه‌اي دارد كه قرار است كل داده شود.
2. در رولر هم bomb مي‌تواند بچرخد هم head وهم اينكه دوتايي مي توانند در خلاف جهت هم با سرعت‌هاي متفاوت بچرخند
3. هم bomb و هم head دستگاه قابليت بالا و پايين شدن دارند.
4. پشت قالب گچي يك پمپ مكش هوا وجود دارد قالب خوب به دستگاه مي‌چسبد و گل به خوبي نگهداري مي شود.
5. موتور توسط بادامكها به محور bomb پا پايه دستگاه وصل است.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■انواع مكانيزم هاي رولر:

a) پس از برش گل و قرار دادن در مركز قالب گچي فقط پايه دستگاه (head يا قالب گچي) مي‌چرخد ، bomb پايين آمده و به گل مي‌چسبد سپس در اثر اصكاك ميان bomb و گل ، bomb نيز مي‌چرخد ولي سرعت چرخش bomb از head كمتر است.

b) پس از برش گل و قرار دادن در مركز قالب گچي فقط bomb در حال چرخش است اما پس از پايين آمدن آن و تماس با گل head نيز مي‌چرخد.

c) هم bomb و هم head موتور دارند و مي‌چرخند.

➢ Bomb دستگاه رولر به يك المان حرارتي وصل است و دماي آن ( ) است تا گل به آن نچسبد و آب نيز اسپري مي شود

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■**مزاياي رولر نسبت به جيگر و جولي:**

1. مراحل پهن كردن گل و شكل دادن آن به طور همزمان توسط bomb انجام مي شود.
2. سطوح قطعات ساخته شده به اين روش صاف و صيقلي است زيرا bomb هيچگونه تراشي انجام نمي‌دهد اما در جيگر و جولي شابلون گل را مي‌تراشد
3. نياز به نيروي انساني كمتر
4. در رولر چون فشار اعمالي بالاتر است رطوبت گل كمتر است در نتيجه انقباض خشك و پخت كمتر است و استحكام بيشتر است.
5. سرعت توليد در رولر بيشتر است.
6. تراشه گل كمتري توليد مي‌شود.
7. با يك رولر خاص مي‌توان ديسكهاي بيضوي ساخت در اين حالت bomb دو نوع حركت دارد:
   a) چرخش به دور خود
   b) چرخش انتقالي به صورت بيضي

➢ ديسكهاي بيضوي به روش دوغابي نيز بدست مي‌آيند ولي عيوب ريخته‌گري در آنها زياد است

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑خراطي (تراش)

كاربرد: مقره‌هاي الكتريكي (پرسلان‌هاي سخت)

❑پرس گل پلاستيك Ram Process

دو قالب به صورت نر و ماده روي هم قرار گرفته و توده گل ميان اين دو پرس مي‌شود گل در اين روش بايد از روش خراطي شل‌تر باشد.

كاربرد: سفالهاي پشت بام ، آجرهاي ساختماني ، آجر عايق ، كاشي (زرين)

❑قالب‌گيري تزريقي Injection moulding

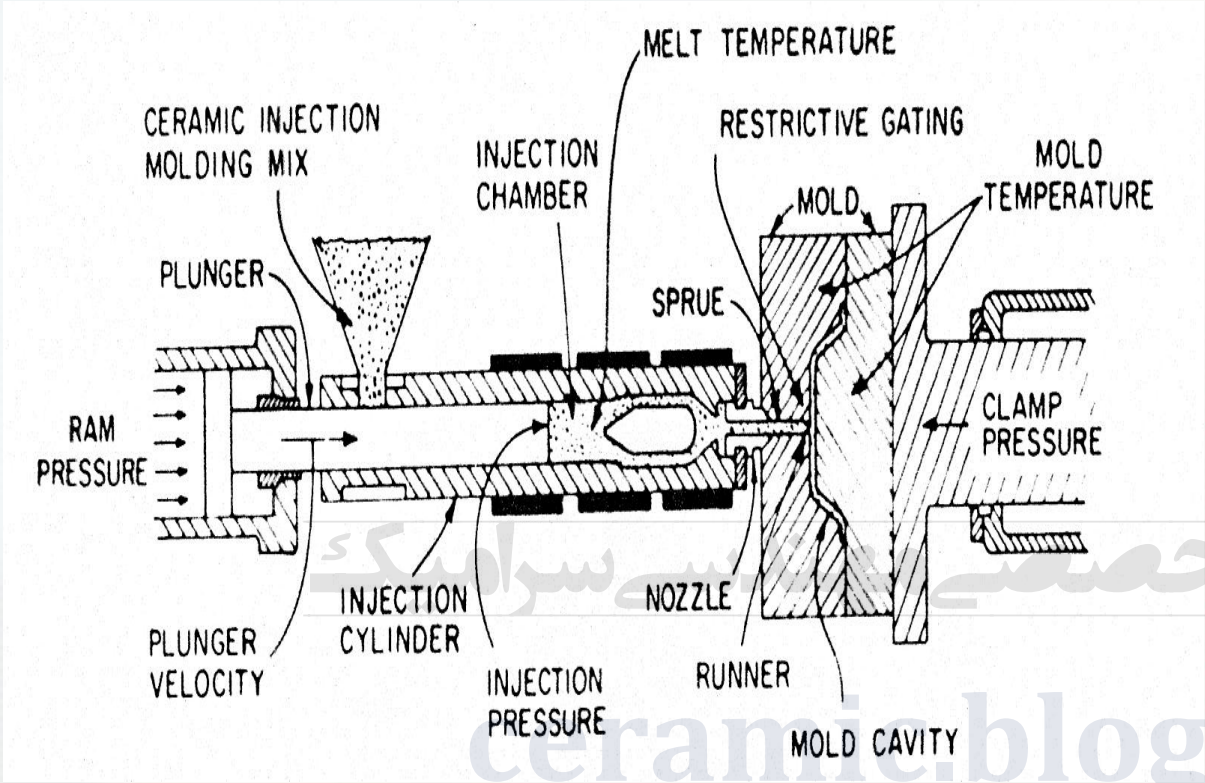
مخلوط گرم شده شامل پودر و افزودني‌ها (چسبها ، لوبريكنتها ، پلاستي سايزر و ...) را به داخل قالب تزريق مي‌كنند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

چسب و روغن ← پودر سراميكي ← مخلوط كن ← دستگاه مشابه اكسترود ← تزريق در قالب ← Drying ← sintering ← پيش پخت ← $Al_2o_3 - sic$

ceramic.blog.ir

قالب‌گيري تزريقي اولين بار در 1937 جهت ساخت شمع اتومبيل سپس براي ماهيچه هاي مختلف ، پره‌هاي توربين و ... به كار گرفته شد.



مشابه دستگاه تزريق پلاستيك است.

كاربرد: توپ ، عروسك پلاستيكي و ..

■چسب

يكي از انواع چسبها رزينها هستند.

انواع رزينها:

1-ترموست thermost :

در دماي محيط مايع است و با گرما سخت مي‌شود

مثل رزين سيليكون و فنوليك

2-ترموپلاستيك thermoplastic : در دماي محيط پودر با گرم شدن شل مي‌شود.

وبلاگ تخصصی سرامیک
ceramic.blog.ir

■**فاكتورهاي مهم در كنترل روش**:

•دماي ذوب:

براساس دفرمه شدن قطعه و جريان يابي بخش شكل داده شده تنظيم ميشود.

•فشار تزريق

•سرعت جريان يابي:

با سرعت جريان,فشار تزريق و طراحي قالب تغيير مي كند.

•سرعت سرمايش

■**عيوب روش:**

•حبس هوا

•حباب زدن:

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

با طراحي مناسب قالب و كنترل جريان مواد قابل حل است.

•ترك:

ceramic.blog.ir

فرمولاسيون مناسب بايندرها و كنترل سرعت حرارت دهي براي انقباض در حين سوختن مواد از اين عيوب مي كاهد.

•اعوجاج پس از خروج بايندر:

انيزوتروپي در توزيع بايندر يا ترك حين سوختن بايندر

❑شكل‌دهي به روش پرس

■آماده سازي پودر

گرانول سازي:

گرانول مجموعه‌اي از ذرات تشكيل دهنده بدنه است كه توسط مشتري يكسري نيروهاي ثانويه بهم متصل شده‌اند گرانول‌ها شبه كروي و متخلخل هستند.

گرانول حاوي پودر ، آب و بايندر است.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

انواع گرانول سازي:

ceramic.blog.ir

1. روش خشك
2. روش تر

1) **روش خشك:**

اين روش به نسبت ساده‌تر است اصطلاح خشك نسبي است زيرا رطوبت استفاده مي‌شود اما نه به صورت دو غاب ، پودر همراه با مقداري رطوبت وارد گرانول‌ساز مي‌شود كه نوعي مخلوط كن است و آماج ساز ناميده مي‌شود . آماج ساز ذرات تقريباً كروي و گرانول تهيه مي‌كند اين روش در كاشي‌هاي سنتي استفاده مي شود.

<u>مزاياي روش:</u>

I. ارزان بودن

II. وقت‌گير نبودن

III. انقباض كمتري

IV. دقت ابعاد نهايي بالاتر

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

2) **روش تر:**

در اين روش مجموعه به صورت دو غاب آماده مي‌شود و رطوبت بالاتر است و يكنواختي گرانول ايجاد شده

بيشتر است

رد شدن از الك در شاموت سازي بخاطر كنترل انقباض و حذف واكنش هاي اضافي است.

- پودرهاي غيرگرانوله كه حاوي بايندر ، مايع و پودر هستند اگلومره هاي غيراندازه و غيرهم شكل با گراديان دانسيته هستند كه جريان پذيري ندارند و

خوب دنس مي شوند و ساختار يوني فرم دادن نمي شود.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

- گرانول سازي فرآيندی است كه براي جبران مشكلات تغذيه مواد به قالب انجام مي گيرد و گرانولها آگلومره هاي كنترل شده هستند.

ceramic.blog.ir

❑ **روش هاي مختلف گرانول سازي :**

1. الك
2. آسياب خشك
3. آسياب تر
4. اسپری درایر در كاشي و مواد آلومينا بالا
5. اكسترود spaghetti-Saphe از صفحه orifice خارج شده بعد از برش خشك و سپس خرد مي شوند
6. پرس با فشار 10 Mpa گرانول سخت متراكم و محكم ايجاد مي شود
7. مخلوط كن هاي تاوه اي Pan
8. ribbon
9. سياره اي double planlary

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

شكل‌دهي به روش پرس- آماده سازي پودر- ادامه

■*انواع مواد اوليه كه قابليت گرانول شدن دارند عبارتند از :*

آلومينا – فريتها – رسها – بدنه هاي كاشي – پرسلان – ديرگداز – پايه كاتاليستها ، تغذيه مواد اوليه شيشه و ...

➢يكي از افزودني هاي مهم بايندرهاي پلي مري يا كلوئيدي هستند كه استحكام را افزايش مي دهند.

➢با افزايش دماي پودر گرانول ها تمايل به كوچك شدن دارند.

➢در اسپري درايرِ گرانول ها تمايل به كروی شدن دارند.

■*محاسن بالميل تر:*

1. مواد اوليه به صورت همگن تري مخلوط مي شوند.
2. بازدهي آسياب بيشتر است.

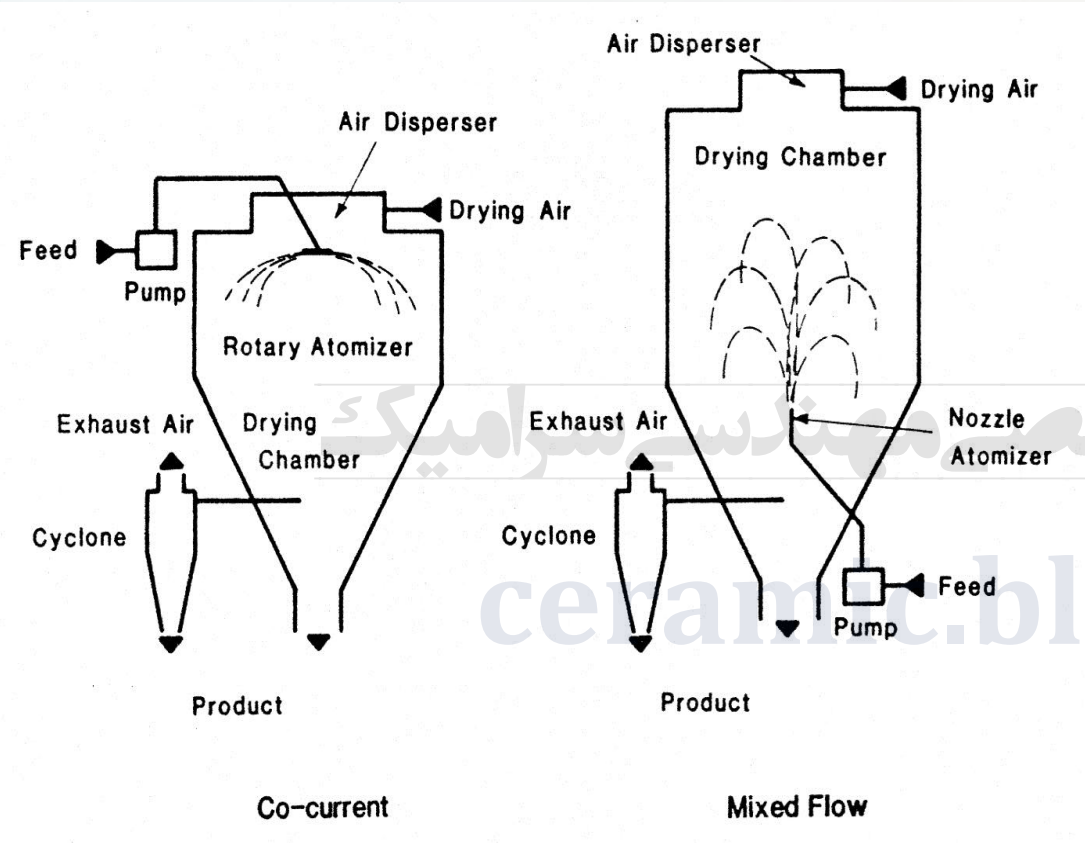
در *بالميل خشك* كه مواد ريز و درشت باهم هستند ممكن است خيلي از مواد درشت خرد نشوند ولي در بالمييل تر چون دوغاب وارد بالميل درشت مي شود لذا دوغاب بالا آمده و ذرات ريز را نيز در خود حل مي كند و باعث مي شود ساير مواد در اثر نيروي اعمالي خرد شوند.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑اسپري درايز:

در اسپري درايز دوغاب پمپ مي شود و در اثر برخورد با هواي گرم ، گرانولهاي كروي همگن با سطح ويژه بالا ابعاد حدود 20 ميكرومتر توليد مي شوند.

رطوبت گرانول دربدنه هاي كاشي وآلومينابالا (20-26 % vol)و(8-14%wt) است.



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

هدف كلي, تهيه گرانولهاي فريتها ، فرويتناناتها ، سراميكهاي الكتريكي ، آلومينا ، كاربيدها ، نيتريدها ، پرسلانها و كاشي ها است.

- وزن ليتر دوغاب دفلوكوله شده بايد بالا بوده و عاري از هوا باشد. كاهش دانسيته دوغاب منجر به كاهش دانسيته گرانولها مي شود.
- رفتار دوغاب بايد غيرديلاتانت بوده و سرعت برشي آن $10^4 s^{-1}$ باشد.

ويژگي هاي گرانولهاي آلومينايي اسپري درايرشده Two-fluid nozzle:

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

جامد (vol%)	بايندر (%wt)	90%<	50% <	10%<
35	1.0	172	92	40
35	0.5	144	74	27
50	0.5	202	118	54
52	0.5	218	113	41

ceramic.blog.ir

■مزايای گرانول سازي :

- Flowbility:

گرانول چون كروي و يا شبه كرومي است. لذا در قالب براحتي جريان پيدا مي كند و قالب خوب پر مي شود. و ذرات در اثر اعمال نيرو توسط سمبه راحت تر جابجا مي شوند.

- Packing:

چون گرانولها مش درشت ، متوسط و ريز دارند لذا فشردگي قطعه بهتر خواهد شد. در اين صورت دانسيته بهتر خواهد شد و در نتيجه زينتر بهتر صورت مي گيرد و انقباض خشك و پخت نيز كمتر مي گردد.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

- Separation:

جدايش ذرات كمتر است. مواد به صورت پودر دانسيته يكسان ندارند و داراي اندازه ها و شكلهاي متفاوتي هستند لذا به هنگام انتقال پودر توسط نقاله ها در كارخانجات جدايش صورت مي گيرد ولي اين جدايش در گرانولها كمتر است.

ceramic.blog.ir

❑ پرس:

اسامي پرس

Dust pressing

Uniaxial compaction

Die pressing

فشار پرس : 20-300 mpa

پودرسراميكي بعدازانتقال به قالب توسط فشار محوري شكل مي گيرد. به عبارتي در اثر اعمال نيرو و سمبه باعث فشردگي ذرات پودر شده و قطعه پرسي تهيه مي شود .

اعمال نيرو توسط سمبه مي تواند تدريجي يا ضربه اي (F.T) باشد. نيرو توسط بازوهايي از طريق مكانيزم مكانيكي يا هيدروليكي اعمال مي شود .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■انواع پرس:

1. تك محوري uniaxial
2. دو محوري two direction
3. ايزواستاتيك سرد cool Isostatic press
4. پرس گرم Hot press
5. ايزواستاتيك گرم HP
6. پرس پلاستيك HIP
7. كوبيدن
8. انفجاري explosive forming

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

- سرعت توليد :
  - (1-15) عدد در دقيقه براي قطعات بزرگ
  - چند صد عدد در دقيقه براي قطعات كوچك
  - چند هزار در دقيقه براي پايه هاي الكترونيكي
- انواع قطعات قابل توليد به روش پرس :

پرسلانهاي الكتريكي- ابزار برش- دير گدازها- ساينده ها- تجهيزات الكترونيكي- كاشيها- حلقه ها و رينگها- واشرها- نازلها- غلافهاي ترموكوپل- مدلهاي كمپكشن

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

- پيشبيني دانسيته خام بدنه در اثر فشار اعمالي:

ceramic.blog.ir

1.مدل تجربي Empirical based models

2.مدل نيمه كمي semi quantititve based models

1) مدل تجربي **Empirical based models**

a) $\phi_2 / \phi_1 = \exp [-(p_a / R)]$

Pa : فشار اعمالي

ϕ_2 : تخلخل نهايي

ϕ_1 : تخلخل اوليه

b) $D_g - D_0 = s^2 . p_a$

Dg : دانسيته خام در فشار

D : دانسيته اوليه

c) $D_g - D_0 = T . p_a^{1/3}$

T , S , R ثوابت تجربي هستند كه تابع سختي ، پلاستيسته شكل هندسي ذرات . و روش آزمايش است .

رابطه اساسي و مشخصي بين ويژگي هاي پودر و رفتار كمپكش آنها برقرار نيست .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

2) مدل نيمه كمي semi quantititve based models

مدل هاي Ivkasiewicz , Niesz , kawakita جالب توجه ترند .

p_y : فشار مورد نياز براي شكست گرانولها

P_a : فشار اعمالي

d) $D_g = D_f + m \ln (p_a / p_y)$

D_f : fill density

D_y : دانسيته خام در فشار اعمالي

M : ثابت كمپكش كه تابع فشردگي و توانايي دفرمه شدن پودر است .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑**اساس كار پرس :**

نيروي مكانيكي(موتور ، چرخ دنده ، گيربكس ،چرخ طيار.....) يا هيدروليكي از طريق سمبه به پودر درون ماتريس اعمال و در اثر سر نزديك شدن ذرات بدنه شكل مي گيرد.

در ديرگدازها: پودر+آب+ additive ← انتقال به قالب ، مورد مصرف

در كاشي ، مغناطيسي ، الكتريكي ، ساختماني : پودر+ آب+ additive ← تهيه گرانول← انتقال به قالب

■**مراحل انجام كار عبارت است از:**

1. تغذيه
2. فشار
3. حذف فشار
4. تخليه قطعه

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک

➢ ميزان رطوبت: در نيمه خشك 5% – 4 و در مرطوب 8-9%

ceramic.blog.ir

➢توجه شود كه غيرپلاستيكها به رطوبت بالاتري نيازدارندوفشار بيشتري مي خواهند.

■**عوامل تعيين كننده فشار پرس:**

1. فرم پذيري يا ميزان مواد پلاستيك
2. رطوبت
3. توزيع اندازه ذرات
4. شكل ذرات
5. ابعاد قطعه
6. نوع افزودني ها

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

افزودني هاي مورد استفاده در فرايند پرس:

نوع محصول	بايندر	پلاستي سايزر	لوبريكنت
Al2O3	PVA	پلي اتيلن گليكول(PEG)	استئارات الومينيم
MnZn ferrite	PVA	پلي اتيلن گليكول(PEG)	استئارات روي
Barium titanate	PVA	پلي اتيلن گليكول (PEG)	اسيد استئاريك
Spark plug	Wax emulsion	اسيد اتانيك	تالك,كلي
Steatite insulator	Wax emulsion	اب	تالك كلوييدي و واكس
Refractories	Ca/Na ligno Sulfonate	اب	اسيد استئاريك
Tile	Clay	اب	تالك كلوييدي و واكس
Hotel China	Clay and Polysacharides	اب	كلي كلوييدي

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■ **فاكتورهاي مهم در فرآيند پرس:**

1) اندازه ذرات و دانه بندي گرانول:

محدوده دامنه نسبتاً وسيعي از اندازه ذرات مطلوب است در اين صورت packing مناسب و بالا خواهد بود.

2) شكل و نوع ذرات:

الف) packing : شكلهاي گوشه دار در حين پرس اصطكاك بيشتر ولي كروي ها بر عكس

ب) free flowing : جريان پذيري در قالب تابع شكل است كه اين منجر به Tab density بالاتر يا Filing density

3) رطوبت: هر چه رطوبت بالاتر رود اصطكاك كمتر و فشردگي به ازاي ميزان فشار يكسان بيشتر مي شود.

4) افزودني:

I. *لوبريكنت:* باعث كم كردن اصطكاك مي شوند.

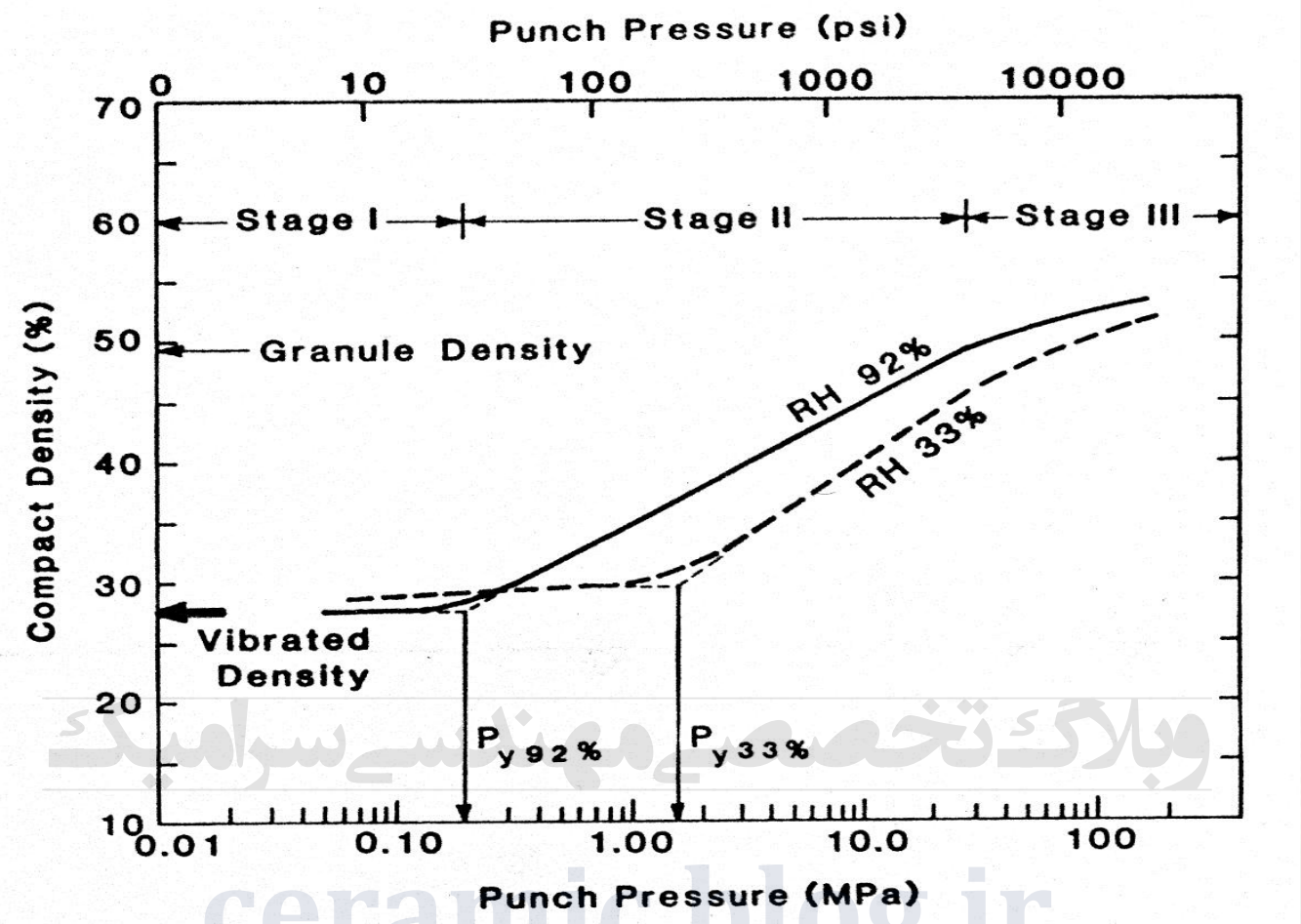
II. *بايندر:* در رطوبت بالا ويژگي پلاستيسيته بهتري نشان مي دهد

III. *پلاستي سايزر*

5) فشار اعمالي

6) نوع پرس

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

I) دانسیته در حدود Fill density است. که ممکن است در نتیجه نظم و آرایش مجدد ذرات حاصل شده باشد در این حالت تخلخلهاي بین گرانول

ها از تخلخلهاي درون گرانول ها بیشتر است.

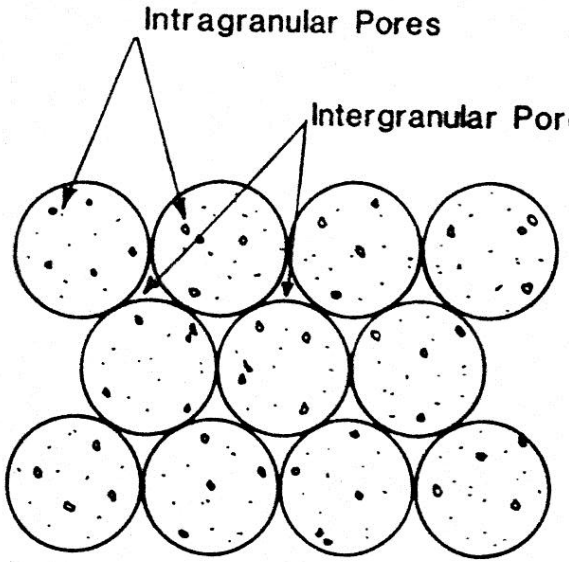
II) گرانول ها دفرمه شده يا شكسته مي شوند و فضاهاي خالي بزرگ ميان گرانول ها كاسته مي شود. زماني بايندر مورد استفاده در اثر رطوبت موجود نرم و تغيير پذير باشد P_{γ} گرانول ها كمتر از يك مگاپاسگال است. در غير اينصورت در مورد گرانول هايي با بايندر زياد (كه متراكم تر نيز مي باشند) و بايندري كه پلاستي سايزر با آن استفاده نشده است. اين گرانول ها مقاومت بالايي در برابر تغيير فرم نشان مي دهند و در فشار بالاتري مي شكنند. در مرحله دوم رابطه lukasiewicz برقرار است.

- فصل مشترك ميان گرانول هاي كوچكتر و نرم تر شروع به حذف شدن مي كند و گرده هاي كوچك به صورت توده يكپارچه تري درمي آيند.

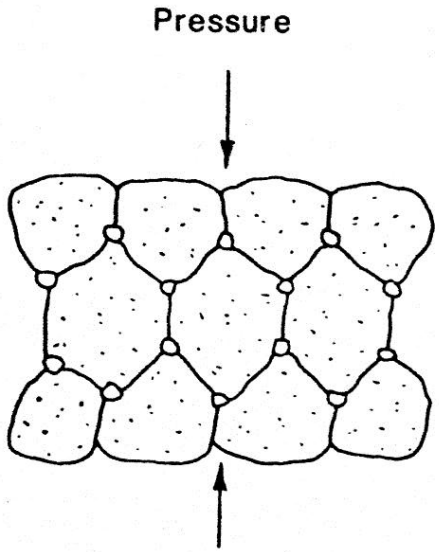
III) زماني است كه اغلب تخلخلهاي بزرگ بين گرانول هاي دفرمه شده پراكنده شده اند و افزايش فشار منجر به سايش و آرايش مجدد ذرات يا شكست اجزاي بسيار ريز درون گرانول ها شده تا منجر به ايجاد فشردگي بيشتر شود.

تركهاي بسيار ريز بين گرانول هاي بزرگ يا سخت و درون گرانول هاي بزرگ در مرحله سوم ايجاد مي شود.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

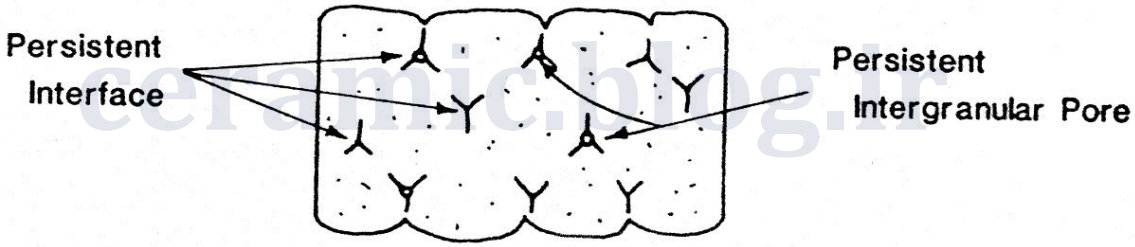


Packed Spherical Granules



Deformed, Packed Granules

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



Pressed Piece

❑ **گراف تغييرات حركت سمبه و قالب در پرس محوري:**

- سيستم پرس تك ضرب و تك محور مي باشد.
- در زمان صفر سمبه در حالت B و قالب در سطح افقي A است با گذشت زمان قالب ثابت است ولي سمبه بالايي پايين مي آيد.
- با گذشت زمان در t_1 و نقطه C سمبه و قالب لب به لب مي شود
- در t_2 و نقطه C قالب ثابت است اما سمبه به اندازه AD جابجا شده و ايجاد فشردگي مي كند.
- از t_2 تا t_3 سمبه و قالب با هم حركت مي كنند.
- در t_4 بعد از t_3 سمبه به سمت بالا ولي قالب پايين مي آيد تا چنگك قطعه را بردارد (مرگ پاييني قالب)
- در t_4 مرگ قالب تمام شده و در t_5 قالب به جاي اوليه (سطح افق) برمي گردد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic-blog.ir

■انواع پرس:

- تك ضرب
- دو ضرب
- قالب معلق يا آويزان

تخليه قطعه	Lower punch	Upper punch	قالب	نوع پرس
Lower punch	ثابت	متحرك	ثابت	تك ضربه اي (تك جهت)
Punch	متحرك	متحرك	ثابت	دو ضربه اي (دو جهت)
Die	ثابت	متحرك	متحرك	قالب متحرك

ceramic.blog.ir

❑**مزاياي پرس تک محور نسبت به ريخته گري دوغابي و شکل دادن پلاستيک :**

1 ـ ميزان کم مصرف اب:

در پرس پودر حداکثر 15% آب به کار مي بريم (معمولاً 4-7% رطوبت)

پرس خشک 4 – 5% پرس نيمه خشک 8-9%

در حاليکه در ريخته گري دوغابي 27- 50% و در شکل دادن پلاستيک نيز 20-25% رطوبت داريم اگر گل 15-20% رطوبت داشته باشد

بايد با پرس شکل دادکه به آن پرس گل گويند .

■چون درصد رطوبت روش پرسي کمتر است لذا :

•ا نقباض خشک کم است در نتيجه احتمال عيوبي مانند ترک کم است و دقت ابعادي بالا مي رود .

•تلورانس ابعادي کمتر است 0.1mm ± 10

•مرحله خشک شدن در زمان کمتري صورت مي گيرد

•انرژي لازم براي خشک شدن کم مي شود

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

2- سرعت توليد بالا:

زيرا :

- شكل دادن به اين روش آسانتر است (پودر ياگرانول وارد ماتريس شده و در اثرضربات سمبه قطعه شكل داده شده حاصل مي شود وهمه اين اعمال در زمان كمتر از 1 min صورت مي گيرد)
- مرحله خشک شدن کوتاه است .
- سيستم قابل اتوماتيک کردن است .

3 – توانائي شكل دهي راحت تر بدنه هاي غير رسي (غير پلاستيک)

4- مشكلات مربوط به انبار گچ ، قالب ، كارگاه قالب سازي ، خشک كردن قالب و ... وجود ندارد

5 – اتوماسيون بيشتر

6- در ريخته گري دوغابي و شكل دادن پلاستيک ، آرايش توجيهي ذرات وجود دارد ولي در پرس ذرات تقريبا هيچ گونه آرايش ترجيهي ندارند

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ محدوديتهاي روش پرس:

- محدويت در نسبت طول به قطر
- در ديواره ها چون اصطكاك داريم بالاترين فشردگي را مشاهده مي كنيم

انواع اصطكاك: شامل ذره و ديواره و ذره به ذره مي باشد.

- اصطكاك بين ذرات زياد مي باشد (چون حجم ذرات زياد شده است)درنتيجه فشار به انتقال زيرين را ندارد

راه حل: بااستفاده از لوبريكنت كاهش مي يابد كه نتايج كاهش عبارت است از :

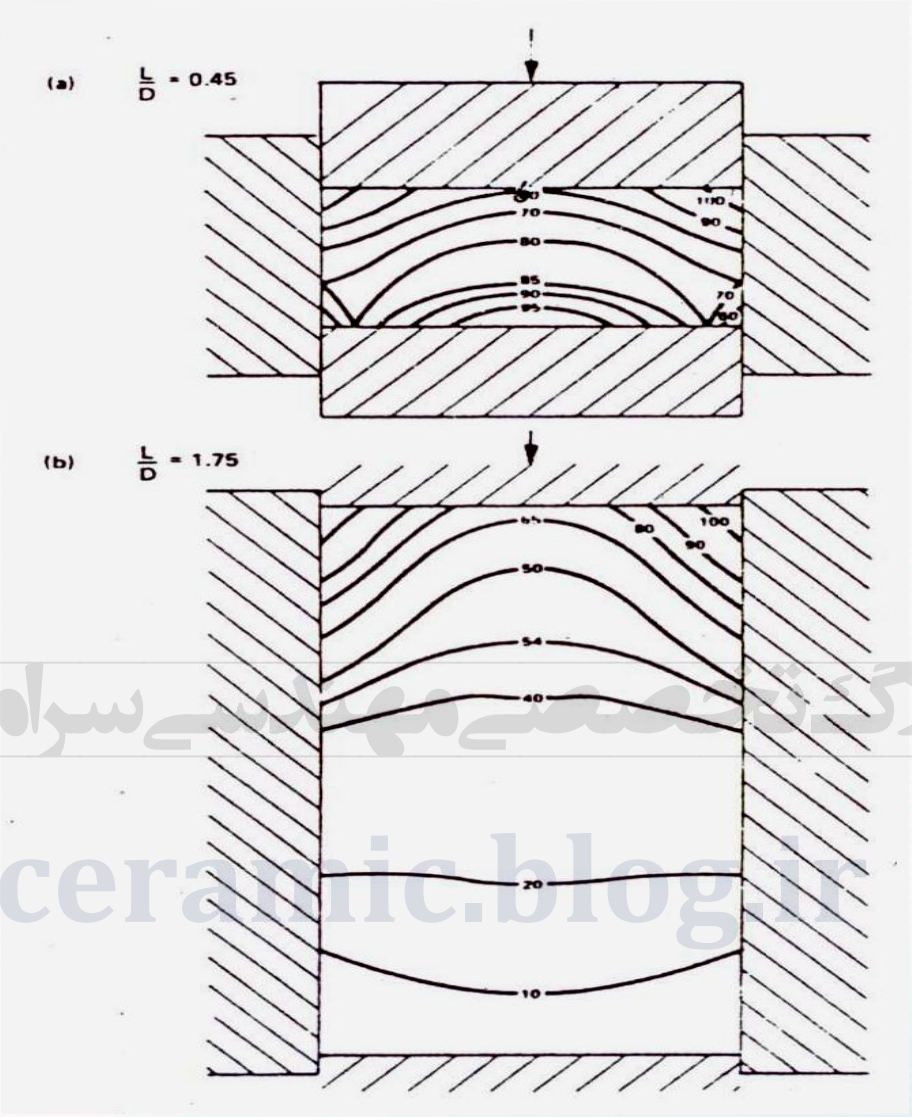
  - صافي سطح كه تابع صافي پانچ و قالب است كاهش مي يابد
  - عدم چسبندگي ذرات به سطح پانچ و قالب
  - اندازه و فرماسيون گرانولها
- محدويت در شكل دهي قطعات نسبتاً پيچيده را در پرس داريم

مثلاً ايجاد كانالها سوراخها به ويژه در گوشه هاي قالب

- حساسيت ميزان فشار به دانه بندی
- ذرات خيلي ريز منجر به حبس هوا مي شوند

شكل ذرات (ورقه اي و ...) نيز در ساختار پرس پذيري موثر است . مسائل مربوطه را بايد در نظر گرفت

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ **چند نكته عملي در مورد پرس:**

■ روش انتخاب گرانول با دانه بندي مناسب كه به صورت زير مي باشد :

پركردن را در مورد گرانول به اين صورت مي سنجيم كه گرانولها را درون ظرفي تا حد معين ريخته و چند ضربه آرام به ظرف مي زنيم تا گرانولها ظرف را پر كنند سپس با اندازه گيري وزن پودر داخل ظرف (همچنين اندازه گيري حجمي كه پودر آن را پر كرده است) بدست مي آوريم هر كدام كه پركردن مربوط به آن بيشتر بود بهترين انتخاب در مورد گرانول مي باشد .

■ اصولي كه در مورد پرس تک محوري وجود دارد و حتي الامكان بايد رعايت كرد :

• سمبه بالا و پايين نبايد همديگر را در طول سيكل پرس لمس كنند .

• تعبيه سوراخ در قطعه بايد دور از لبه قطعه باشد

• ايجاد سوراخ توسط پين از بالا و پايين و بغل امكان دارد

• امكان شيار زني از بغل وجود ندارد اين عمل پس از پرس توسط شابلون يا تراش صورت مي گيرد

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■عوامل اختلاف در پرس تک محوري در نقاط مختلف :

- نوع پرس
- ميزان اصطکاک
- نسبت L / o
- اختلاف در نوع مقطع
- تنشهاي ناشي از differential springback on → end Gaping and lamination

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■دلايل به وجود آمدن اين عيوب عبارتند از : (عيوب d ، c)

•فشار انتقال در توده به دليل ديواره ها در انرژي الاستيک ذخيره شده که باعث مي شود گرانولها غير هم شکل و پر شدن نامناسب قالب و هوا فشرده مي شود .

•باقيمانده اصطکاک ناشي از فشارهاي شعاعي بالا در توده ، تنش الاستيک قابل توجه قالب و روانسازي کم ديواره ها

•بخش egect شده در تماس با بدنه اسپرنيگ بک بالاتري نسبت به داخل قالب از خود نشان مي دهد .

■راه حل:

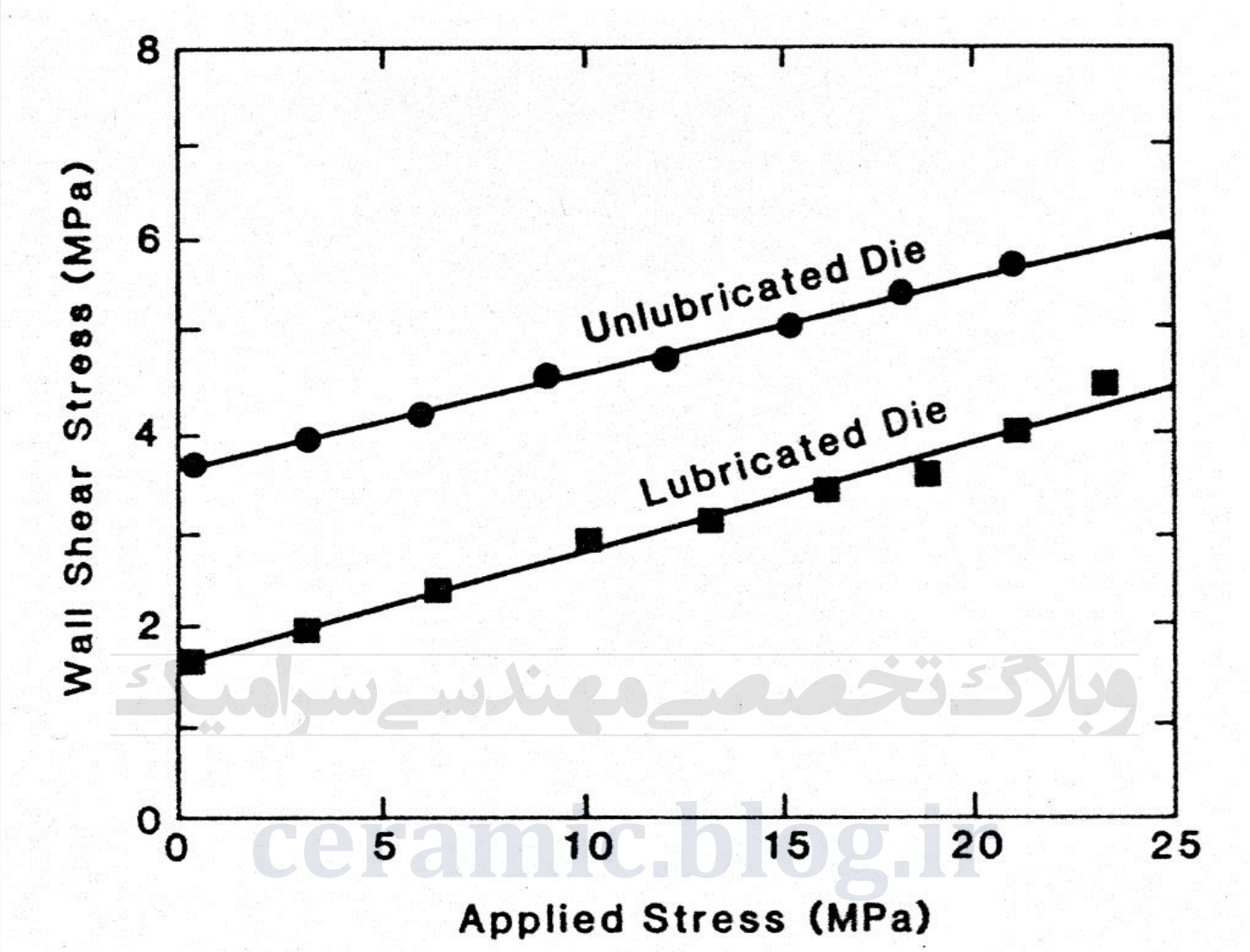
•افزايش Fill density

•استفاده از سيکلهاي طولاني تر پرس

•از بايندرهايي استفاده شود که براحتي سايزرها نرم شوند .

•کاهش lamination کاهش pring back ، تغيير ترکيب پودر به منظور افزايش تنش فشاري ، کاهش فشار پرس ، استفاده از روانسازي قالب جهت کاهش فشار ، استفاده از قالبهايي با stiffness کم و صافي سطح .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

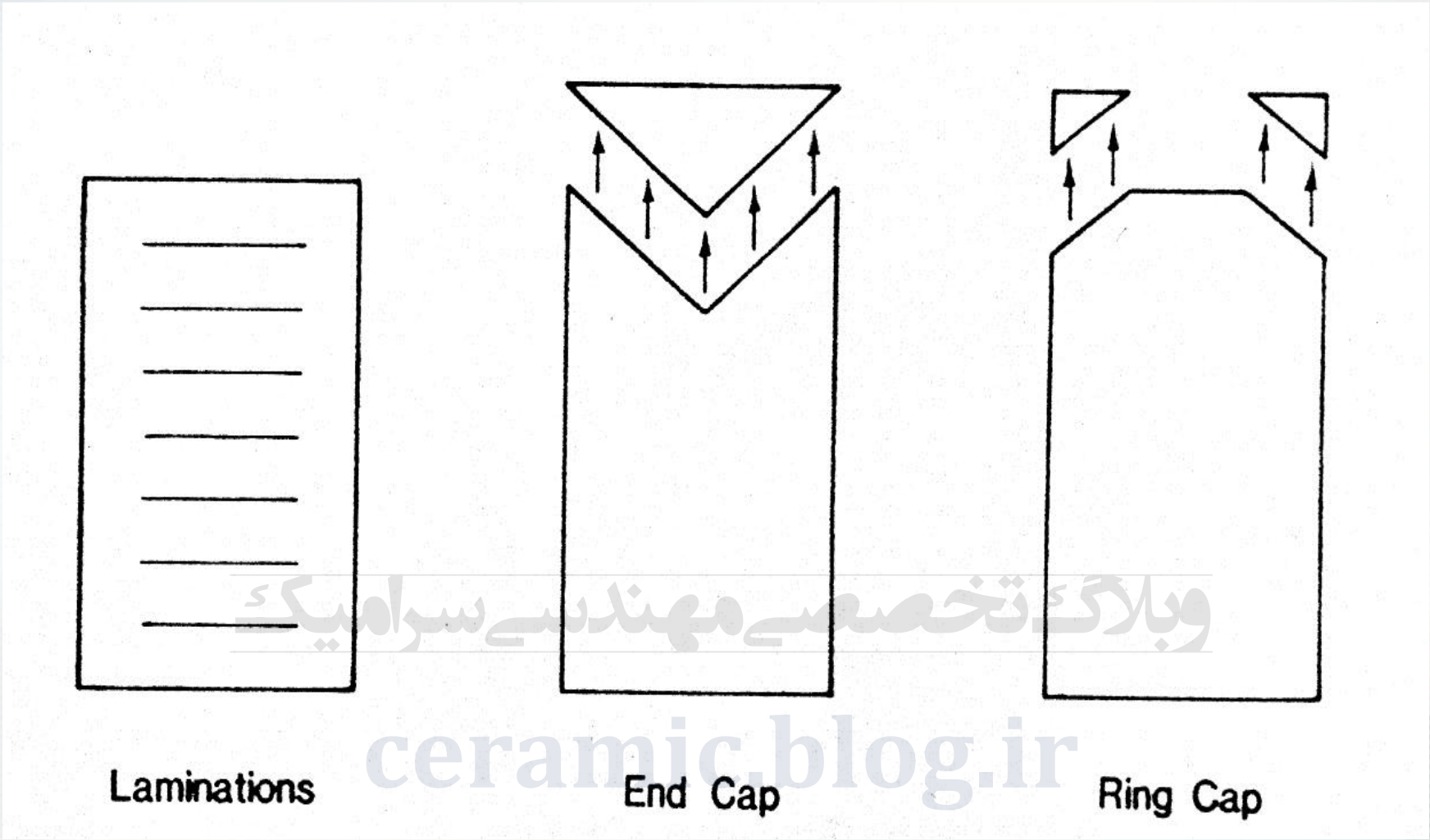
- عيب spring back :

1. lamination لبه ها ← گير افتادن پودربين die wall ، punch زماني كه فاصله gap بين سمبه و ديوار قالب بزرگتر از اندازه ريزترين گرانولها باشد . اگر اسپرينگ بک در گوشه ها نسبتاً بالا باشد عيب (C) رخ مي دهد .
2. بنابراين spring baek شديد در نمونه فشرده شده و اصطكاک زياد ديواره ها تمايل end gap را افزايش مي دهد تركهاي ناشي از فشردگي و سرعت بالا باشد و در جاهايي كه ضخامت قطعه زياد ، نفوذ پذيري قطعه كم و تنش پايیني باشد .

- راه حل spring back:

1. تغيير در آماده سازي پودر
2. افزايش Fill density و نفوذ پذيري
3. استفاده از سيلكهاي طولاني پرس
4. بايندرهايي كه براحتي توسط پلاستي سايزرها نرم شوند تا رفرماسيون گرانولها راحت شود و اسپرينگ بک نداشته باشند

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir



وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ **توضيحات بيشتر در مورد برخي از فاكتورهاي مهم در روش پرس كردن :**

1. **ميزان رزين:** كمتر از پودر باشد ولي مقداري اپيتمم دارد اگر كمتر از اين مقدار باشد حركت و چسبندگي و استحكام خام مشكل دار مي شود
2. **انتخاب توزيع دانه بندي**
3. **در صد حجمي:** معمولاً 75% و درصد ساير مواد 25% است (حداكثر تخلخل 25% است)
4. **انتخاب نوع پرس (دستگاه)**
5. **ساخت گرانول ودانه بندي گرانول**
6. **دانه بندي** :براي رسيدن به تراكم بهتر نياز به دانه بندي داريم . به عنوان مثال در يک نوع دانه بندي 45-25% ميزان فشردگي در دونوع دانه بندي 55% دو سه نوع دانه بندي 74-80% و در بيشتر از سه نوع دانه بندي 90% فشردگي حاصل مي شود .

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■ **يک پيشنهاد**

در مبحث مدل‌هاي پرس و تئوري پر سينگ به فرمولها اشاره شده است.

فرمول تجربي در ارتباط فشار با رطوبت و نوع جنس گرانول $\rho = \rho_i + A \log P$

ρ : دانسيته بعد از پرس

ρ_i : دانسيته پر کردن

A : ثابتي است متناسب با رطوبت و جنس گرانول

P : فشار

A آزمايش تعيين ثابت

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

4 فشار مختلف برگرانولها اعمال کرده و دانسيته بعد از پرس را حساب مي‌کنند و سپس با رسم نمودار دانيسته بعد از پرس بر حسب فشار و اندازه‌گيري ضريب

زاويه آن ، را بدست مي‌آورند.

7. اثر جنس گرانولها:

چون سخت تر از ساير مواد است لذا اولاً جابجايي آن مشكل صورت مي‌گيرد و ثانياً بدليل سختي بالاي آن نمي‌توان آن را شكست.

8. انتخاب افزودني مناسب (لوبريكنت و بايندرها)

مبناي انتخاب ايجاد اتصال موقت بين گرانولها و تشكيل آگلومره هاي ضعيف ، بالا بردن استحكام ذرات ، جريان‌يابي خوب در قالب ، حداقل اصطكاك بين ذرات و ديواره است كه اين گرانولها همراه با تخلخل نيز مي باشند و در اثر استحكام خام ، نوع و مقدار لوبريكنت را تغيير مي دهند.

- لوبريكنتها:
  - باعث كاهش اصكاك ، افزايش استحكام و تراكم پذيري و تسهيل در جهت‌گيري مناسب ذرات مي شوند

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

■**انواع بايندر:**

●*بايندرهاي نرم:*

كه شامل صمغها ، واكسها مانند PVA و MC مي باشند ويژگيهاي اين مواد اين است كه نسبت به تغييرات دما بسيار حساس مي‌باشد و با افزايش دما شديداً افت مي‌يابد همچنين براي تر كردن ذرات به آب زياد نيازي نيست. و اما ضعف بايندرهاي نرم اين است كه در نقل و انتقالات بايد دقت كرد چون استحكام خام نسبت به بايندر سخت كم است و ممكن است به سطح قالب بچسبد.

●*بايندرهاي سخت:*

كه شامل دكسترين ، ليگنين ،آكريليت مي باشند از ويژگيهاي اين مواد اين است كه گرانولهاي متراكم شده بسيار سخت ايجاد مي‌شود جريان يابي بالا ، اصطكاك كم ، دانسيته گرانول بالا اثبات ابعادي بالا ، انقباض پخت پس از خروج آنها از قطعه كم ، استحكام قطعه بالا و چسبيدن به قالب كم مي‌باشد.

➢پس بطور كلي انتخاب بايندر بايد به گونه‌اي باشد كه:

قبل از زينتر و ايجاد فاز مذاب از قطعه خارج شود تا ايجاد بادكردگي و ترك قطعه نشود.

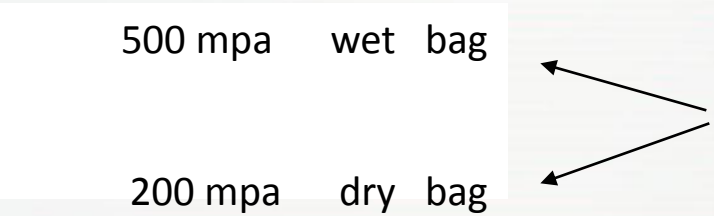
➢اگر Rate گرمايش سريع باشد بايندر فرصت سوختن نمي‌يابد.

➢همچنين نوع اتمسفر بسيار حائز اهميت است.

➢برخي از بايندها نياز دارند كه در حين استفاده مقداري گرم شوند مانند استئاراتها (تركيبات شمع)

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir

❑ پرس ايزواستاتيك

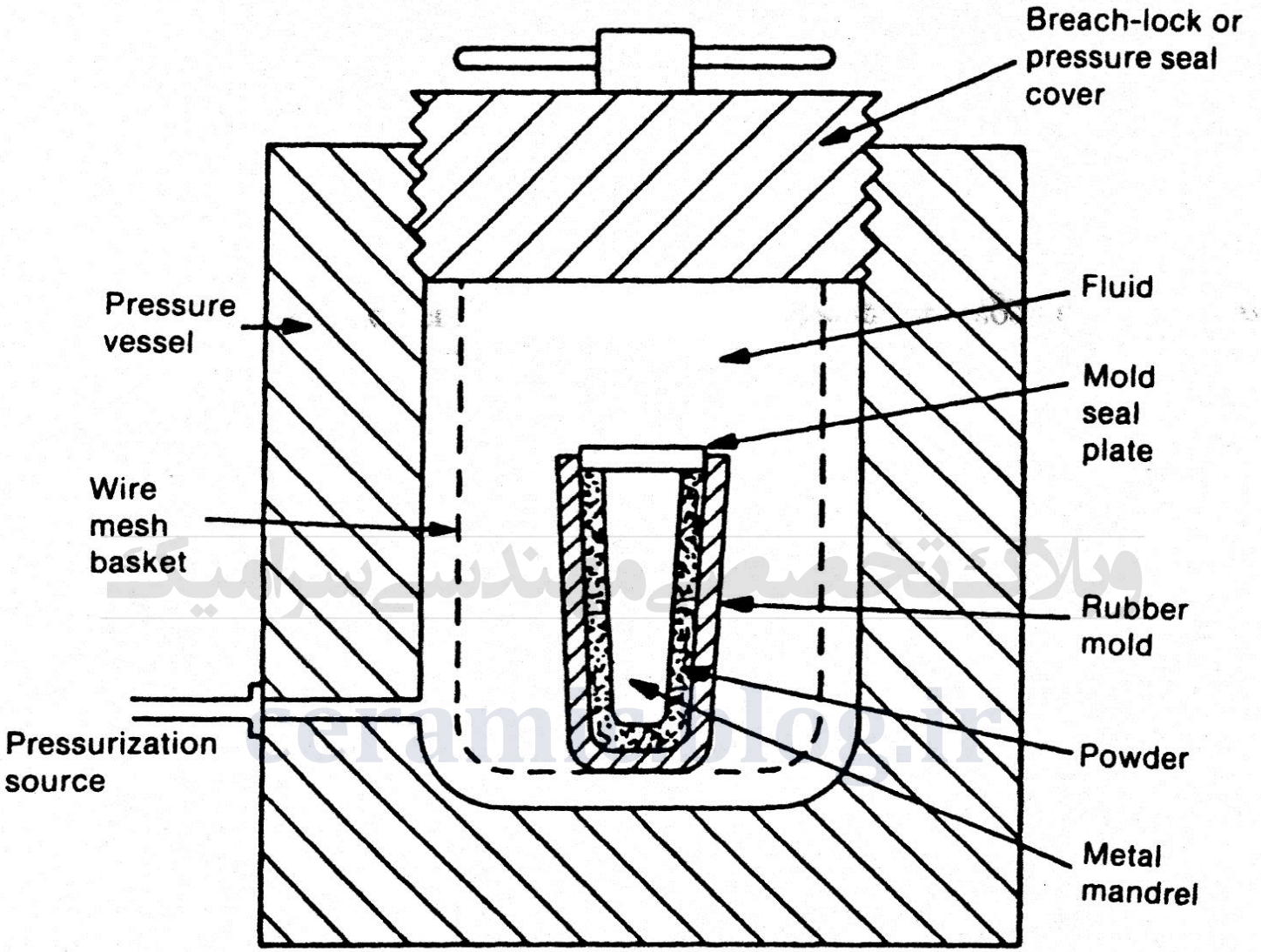


که قابليت انتقال فشار به صورت همه جانبه را در حالت سرد داريم.

ضخامت جداره دستگاه زياد است تا منفجر نشود.

پس از ايجاد فشار توسط پمپ هوا ، انتقال فشار از طريق روغن هيدروليك انجام شده و سپس فشرده شدن rubber و در نهايت فشرده شدن ذرات پودر بين مندرل فلزي و rubber

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir


Breach-lock or
pressure seal
cover
Pressure
vessel
Fluid
Mold
seal
plate
Wire
mesh
basket
Rubber
mold
Pressurization
source
Powder
Metal
mandrel

■ويژگيهاي اين روش:

1. فشار يكنواخت همه جانبه
2. توزيع تنش و نهايتاً دانستيه خام تقريباً يكسان
3. دقت ابعادي بالا و تلورانس كم
4. توانايي شكل دادن قطعات با نسبت طول زياد و يا شكلهاي پيچيده كه توانائي شكل دادن آنها با روشهاي پرسي محوريي نداريم و يا پلاستيسيته كمي دارند.
5. به دليل فشار بالا به افزودني كمي نياز دارند. (به 98% دانستيه تئوري مي‌توان رسيد)
6. دماي زينتر كاهش مي‌يابد.
7. سرعت توليد كم است برخي وقتها قطعه پرس ساده اوليه مي شود.
8. بدليل ويژگي عايق بودن جذب و عدم جذب آب براي اولين بار در ساخت شمع اتومبيل (چيني ، آلومنياني) به كار رفت.

وبلاگ تخصصی مهندسی سرامیک
ceramic.blog.ir