

به نام خدا

درس: ریخته گری

عنوان بحث

مواد قالب گیری

مباحث آینده تا پایان ترم

▶ مواد مصرفی در ریخته گری

□ ماسه

□ چسب

□ چپلت

▶ فرایندهای قالبگیری

▶ فرایندهای ریخته گری

▶ تهیه ذوب

مواد مصرفی در قالب گیری

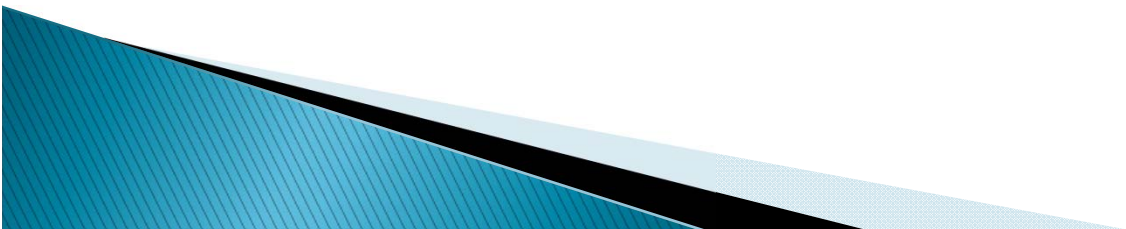
۱- ماسه

۲- چسب

۳- چپلت

ماسه ریخته گری

Casting Sand



مقدمه

▶ ریخته گری در ماسه از روشهای قدیمی ریخته گری است که هنوز

معمولترین روش قالب گیری و ریخته گری است.

▶ ماسه به عنوان ماده اولیه ساخت قالب، فاکتور اصلی در بدست آوردن قطعه

سالم است.

▶ منشا بسیاری از عیوب ریخته گری ناشی از عدم کیفیت ماسه و مواد افزودنی

است.

▶ این ریخته گری در مخلوطی از ماسه تر و ماسه بازگشتی صورت می

گیرد. (۲۵ درصد ماسه نو + ۷۵ درصد بازگشتی)

▶ به ماسه آب و مواد افزودنی مثل خاک رس اضافه میشود تا بتواند شکل

خود را حین ریخته گری حفظ کند.

▶ برای قالبگیری، ماسه تر را دور مدل فلزی یا چوبی میکوبند.

جنس ماسه

- ▶ انواع و اقسام ماسه می تواند در قالب گیری استفاده شود. ولی فراوان ترین نوع ماسه، ماسه های سیلیسی هستند که شامل کوارتز است که کریستال زود ذوبی (حدود ۱۶۰۰ درجه سیلیسیوس) می باشد.
- ▶ در صنعت دو نوع ماسه استفاده می شود. **طبیعی و مصنوعی** که در نوع مصنوعی سنگ های را خرد می کنند و بعد از غربالگری با چسب مخلوط میکنند.
- ▶ طبیعی معمولا در واحد کوچک و مصنوعی در واحد بزرگ صنعتی استفاده میشود.

خواص ماسه مصنوعی

- ۱- موقع فشرده شدن استحکام پایین تری می دهد چون سطوح تماس کم می شود.
- ۲- آب و چسب بیشتری مصرف می شود.
- ۳- مقدار نفوذ گاز خیلی کم می شود.
- ۴- چون سطح تماس کم است، انبساط حرارتی کمتری دارد.
- ۵- نقطه دیرگدازی بالا--- برای فلزات آهنی هم قابل استفاده است.
- ۶- امکان کنترل بهتر خواص فیزیکی و مکانیکی

خواص ماسه طبیعی

- ۱- چون از غلتیدن سنگ ها و به هم ساییده شدن دانه ها به هم ایجاد می شوند، شکل کروی دارند.
- ۲- به آب و چسب کمتری نیاز دارد.
- ۳- موقع فشرده شدن استحکام بالاتری میدهد چون سطوح تماس زیاد می شود.
- ۴- چون سطح تماس زیاد است، انبساط حرارتی بیشتری دارد.
- ۵- قبل استفاده فقط افزودن آب لازم است چون چسب طبیعی (۵ تا ۲۰ درصد خاک رس) دارند .
- ۶- همواره نمک و املاح در آن است که نقطه ذوب را پایین می آورند. پس نقطه دیرگدازی پایین دارند و فقط برای ریخته گری فلزات غیر آهنی قابل استفاده هستند.

مشخصات چند نمونه از ماسه‌های طبیعی ایران

نقطه زینتر	معدن ماسه
۱۱۳° C	گرمسار
۱۱۳° C	صوفیان
۱۱۵° C	لاکان رشت
۱۱۳° C	حسن آباد قم

مشخصات چند نمونه از ماسه‌های مصنوعی ایران

نقطه‌ی زینتر °C	معدن ماسه
۱۳۵°	مبارک آباد (جاده ابعلی)
بالاتر از ۱۵۰۰	سرنزا (فیروزکوه)

شمایی از مشخصات ماسه تر مناسب جهت ریخته گری چدن

درصد رطوبت ۰.۵٪

استحکام فشاری تر ۱۸.۵psi

سختی قالب در قسمت بالایی ۸۸ و در پایین ۹۰.

نفوذ گاز ۴۸

نقطه سینتر شدن ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد

دانسیته ۱.۲gr/cm

AFS = ۷۰-۸۰

نکته : به مخلوط، **پودر زغال یا گرافیت** هم اضافه میشود چون محیطی که ماسه تر ایجاد می کند به علت مرطوب بودن، اکسیدی است. وقتی مذاب با دیواره اکسیدی تماس می یابد عیوب مختلفی مثل اکسیده شدن سطح مذاب ایجاد شود. معمولاً مقداری پودر زغال اضافه می کنند تا محیط اکسیدی را احیایی کند.

ماسه های غیر سیلیسی

ماسه سیلیسی به علت ارزانی زیاد استفاده میشود و برای مصارف عادی خوب است اما همیشه اینطور نیست.

۳ دسته مهم دیگر عبارتند از:

- ✓ ماسه زیر کنی
- ✓ ماسه کرومیتی
- ✓ ماسه اولیوینی

اطلاعات کامل فصل ۵ کتاب فتحی

ماسه زیرکنی ($ZrO_2 \cdot SiO_2$)

یکی از ماسه های مورد استفاده در ساخت قطعات حساس، ماسه زیرکنی است و بیشترین مصرف را در بین ماسه های غیر سیلیسی دارد؛ چون

- ✓ قابلیت تطابق خوبی با انواع چسبها
- ✓ انبساط حرارتی خیلی پایین است و تغییر ابعاد کم
- ✓ دیرگدازی خوبی (برای فولادریزی خوب است)
- ✓ خواص خنک کنندگی یعنی ضریب هدایت حرارتی بالا دارد و حتی گاهاً به جای مبرد، قسمتهایی از قالب را زیرکنی میسازند.
- ✓ سطح ظاهری خوبی ایجاد میکند.
- ✓ چگال ۴.۷ گرم بر سانتی متر مکعب

منبع اصلی این ماسه در آمریکا و استرالیاست.

ماسه کرومیتی: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$

✓ این ماسه انبساط حرارتی و قدرت خنک کنندگی شبیه ماسه زیرکونی است.

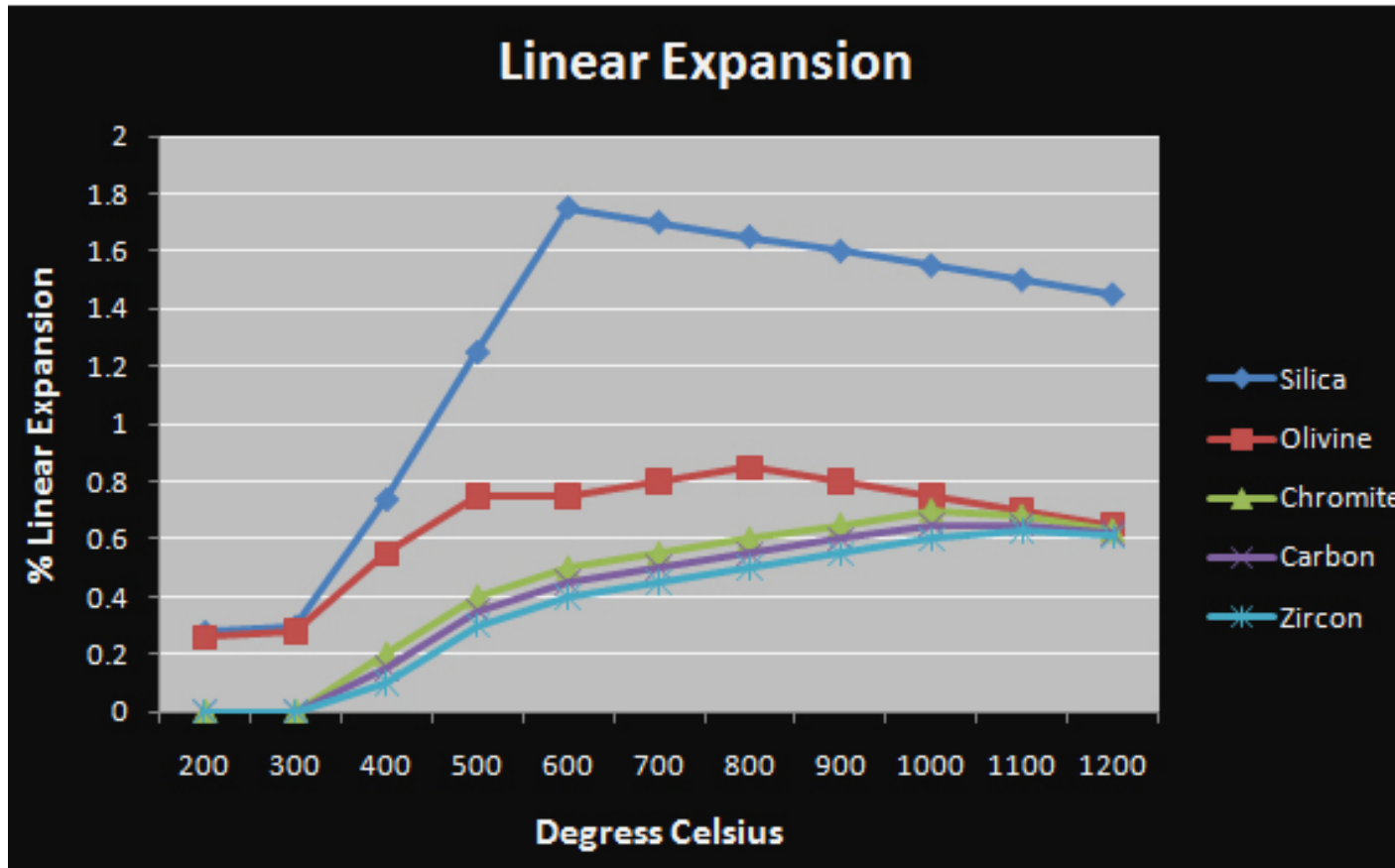
✓ برای استفاده همراه چسبهای آلی خیلی خوب نیست ولی برای معدنی قابل استفاده است.

✓ چگال ۴.۷ گرم بر سانتی متر مکعب

ماسه اولیوینی $(\text{Mg.Fe}_2)\text{SiO}_4$

✓ برای ریخته‌گری فولادهای منگزی آستیتی (هادفیلد) از ماسه اولیوینی استفاده میشود چون این ماسه توسط اکسید منگنز مورد هجوم قرار نمی‌گیرد.

✓ چگالی این ماسه ۳.۳ گرم بر سانتی متر مکعب



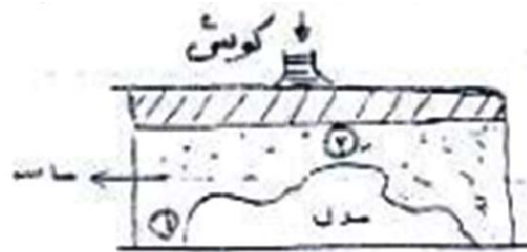
ماسه زیرکنی دقت بالا دارد؛ چون انبساط حرارتی آن کم است و برای جایی که دقت ابعادی بالا نیاز است خوب است.

ماسه اولیوینی به طور یکنواخت منبسط شده و عیوب انبساطی آن نسب به سیلیسی کمتر است. عیب ماسه سیلیسی اینست که یک دفعه منبسط میشود.

سوال:

برای ریخته گری در ماسه تر،
ماسه چه خواصی باید داشته باشد؟

1. **استحکام:** مثلا در شکل، نقطه ۲ بیشتر پرس می شود تا نقطه ۱ پس استحکام ۱ کمتر از استحکام ۲ خواهد بود. که این استحکام پایین می تواند منجر به ماسه شویی و دفرمه شدن قالب شود.



2. **سیالیت:** سیالیت ماسه خیلی مهم است. پر کردن ذرات ماسه در نقاط گوشه قالب خیلی سخت است و باید ماسه سیالیت بالایی داشته باشد.

3. **مقاومت به نفوذ ذوب:** اگر مذاب بتواند به داخل سطوح بین ذرات

ماسه نفوذ کند سطوح قطعه حاصل بسیار زبر و خشن خواهد بود و

عیب نفوذ در ماسه را خواهیم داشت. این عیب نفوذ مذاب در ماسه

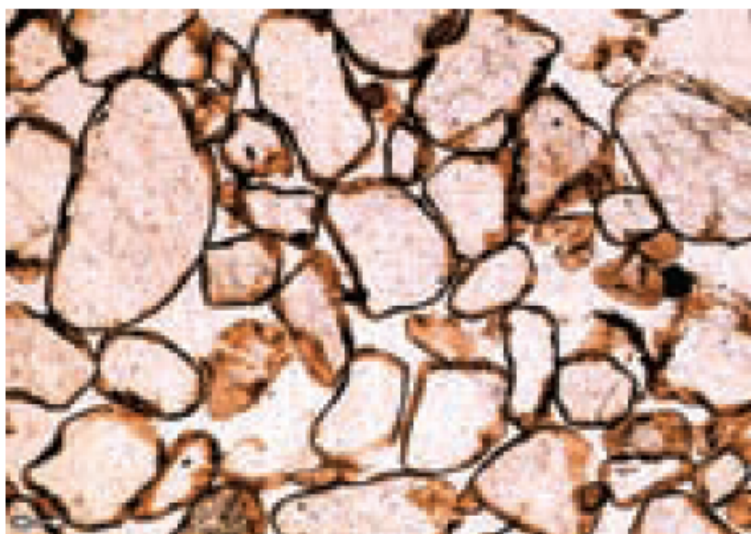
قابلیت ماشین کاری را خیلی کم می کند.

4. **دیرگدازی:** ماسه در مقابل هر ذوبی مقاوم نیست و به راحتی در دمای

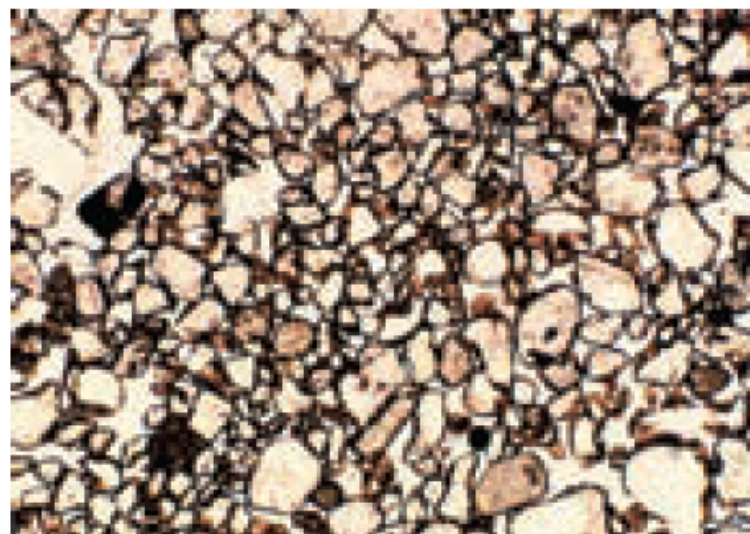
بالا ممکن است دچار ماسه سوزی شود.

5. شکل دانه های ماسه: گرد (طبیعی) و گوشه دار (مصنوعی)

6. رطوبت



ب) دانه های گوشه دار



الف) دانه های گرد

آزمایش ماسه

آزمایشهای زیادی در صنعت انجام می شود تا به این سوال پاسخ دهیم که آیا ماسه مورد نظر قابلیت ریخته گری دارد یا نه؟ مثل رطوبت، دانه بندی، استحکام و ... اما همه این آزمایشات را انجام نمی دهند چون اولاً وقت کافی نیست ثانياً دستگاه های استاندارد توسط چند کارخانه مشهور ساخته می شوند که بسیار گران قیمت هستند پس هر سیستم تولید فقط آزمونهای مورد نیاز خود را انجام می دهد.

آزمایشهای ماسه

نمونه برداری

نمونه برداری باید با دقت خاصی صورت بگیرد. منبع اصلی ماسه، معدنی است و ماده معدنی هم این خاصیت را دارد که لایه لایه است و خواص از یک لایه به لایه دیگر فرق میکند. ولی نمونه تا حد امکان باید معرف کل سیستم باشد.

آزمایش روی مخلوط قالبگیری انجام میشود

▶ تنها با آزمایش ماسه به تنهایی، قابلیت ریخته گری معین نمی شود. باید روی مخلوط ماسه + آب + چسب (کلا = ماسه + مواد افزودنی) آزمایشها صورت گیرد که باید دقیقا خصوصیات مخلوط مورد استفاده در خط تولید را داشته باشد.

▶ در مخلوط کردن ماسه و مواد افزودنی بهترین حالت اختلاط با دست است که در عمل برای خط تولید ممکن نیست و از مخلوط کن مکانیکی استفاده میشود.

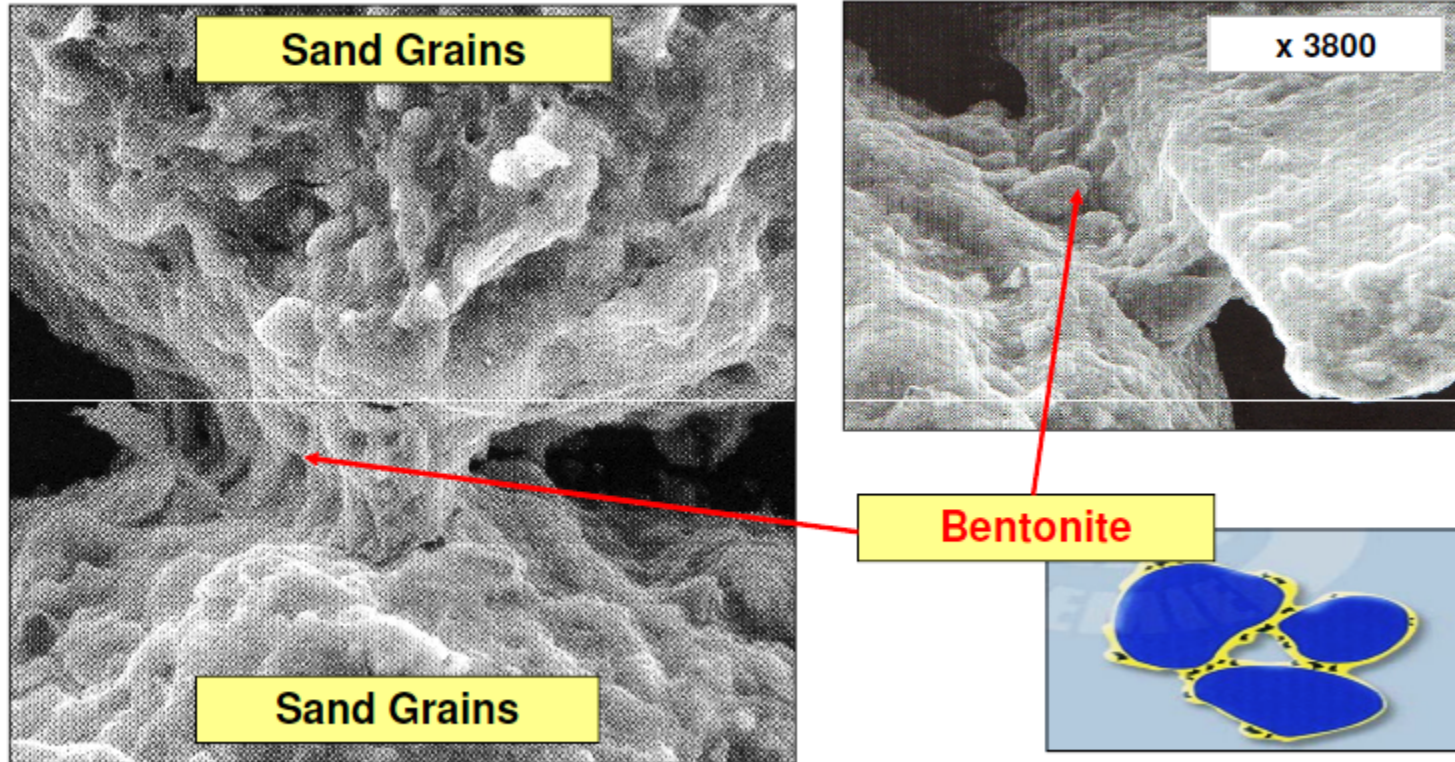
نحوه آماده سازی

- ▶ آب(استحکام ماسه خیلی بستگی به رطوبت دارد) و چسب باید به خوبی با ماسه مخلوط شوند.
- ▶ چسب در سیستم ماسه تر معمولاً **بنتونیت** است وقتی به آن آب اضافه شود پف میکند و یک مخلوط ژلاتینی ایجاد میشود.
- ▶ بنتونیت: نوعی **رس** ریزدانه است که حداقل ۸۵ درصد رس **مونت موری لونیت** داشته باشد.



- ▶ عمده ترین عامل موثر روی بنتونیت، آب است. اگر خیلی زیاد باشد مخلوط حالت گل مانند پیدا می کند و عیوبی مثل جوشیدن مذاب و ورود گاز به مذاب را بدنبال دارد و اگر کم باشد استحکام لازم بدست نمی آید.

RULE OF BENTONITE = THE SAND BINDER

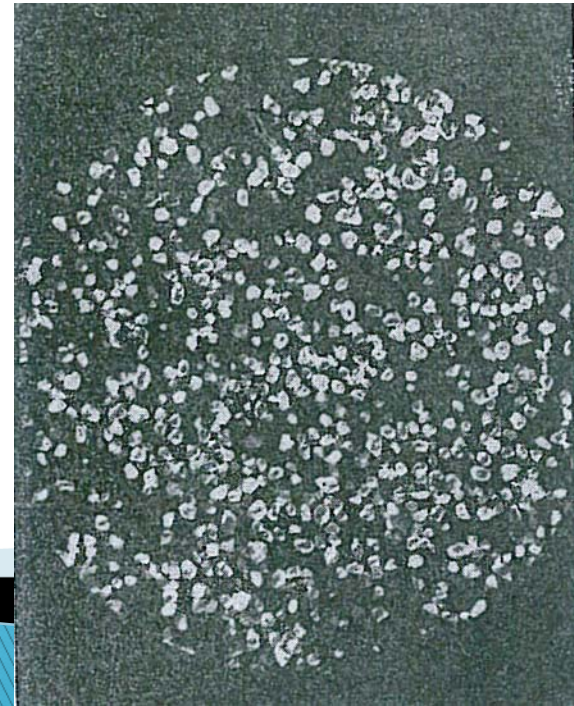
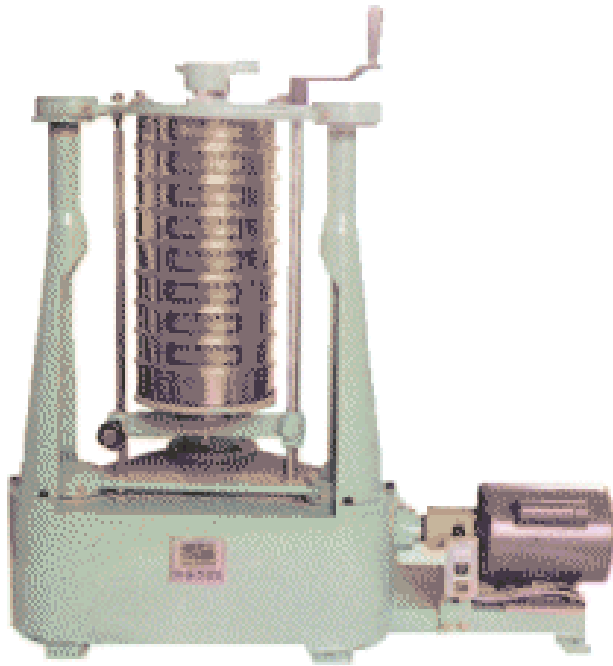


(bridge between sand grains)

چند نکته

- ▶ **روش مخلوط کردن** باید شبیه سازی از فرایند اصلی تولید باشد یا نمونه تست از میکسر خط تولید برداشته شود و به آزمایشگاه منتقل شود.
- ▶ اگر هدف تعیین **کیفیت چسب** باشد اختلاط باید در آزمایشگاه انجام شود.
- ▶ بسته به راندمان و شکل دستگاه **زمان اختلاط** بین ۶ تا ۱۰ دقیقه است.
- ▶ چسبندگی مخلوط بستگی به **رطوبت** آن دارد. مثلاً نتیجه آزمایش در تابستان و زمستان خیلی فرق دارد. پس وقتی مخلوط آماده شد باید در یک کیسه پلاستیکی گذاشته و نگه داری شود.

آزمایشهای ماسه های قالب گیری



اسامی آزمایشها

1. تعیین رطوبت ماسه
2. تعیین استحکام ماسه تر (فشاری، برش، عرضی، کششی)
3. نفوذپذیری
4. سختی قالب
5. دانه بندی
6. دیرگذاری

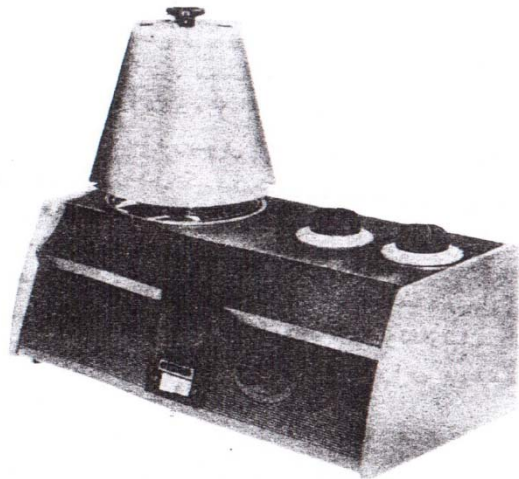
۱- اندازه گیری رطوبت ماسه

مخلوط را در یک کاسه می ریزند و با یک لامپ مادون قرمز روی آن نور می تابانند.

دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد و زمان ۱۰ دقیقه.

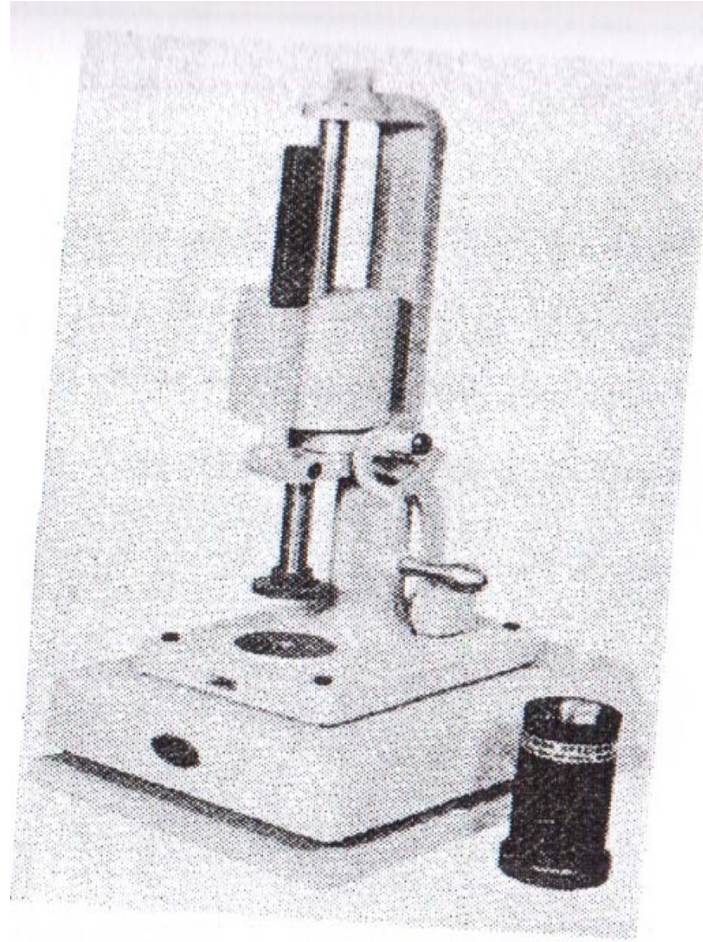
وزن قبل و بعد را اندازه می گیرند و مقدار رطوبت که به خط قالب گیری و ماسه وارد

می شود را معین می کنند.

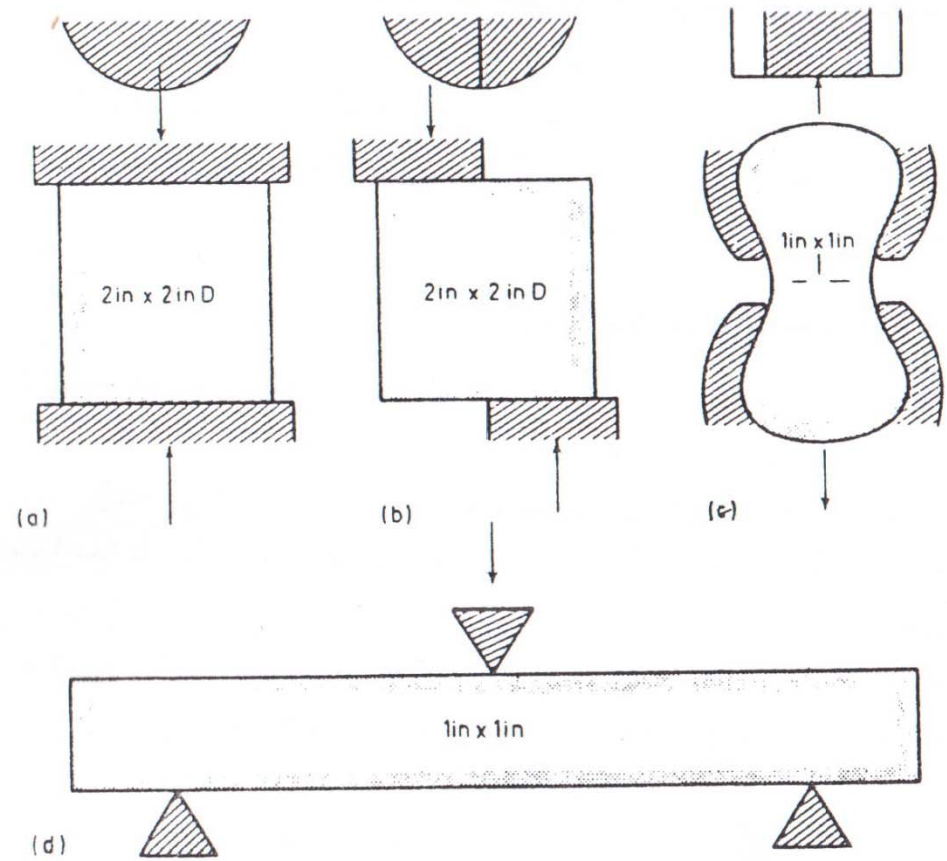
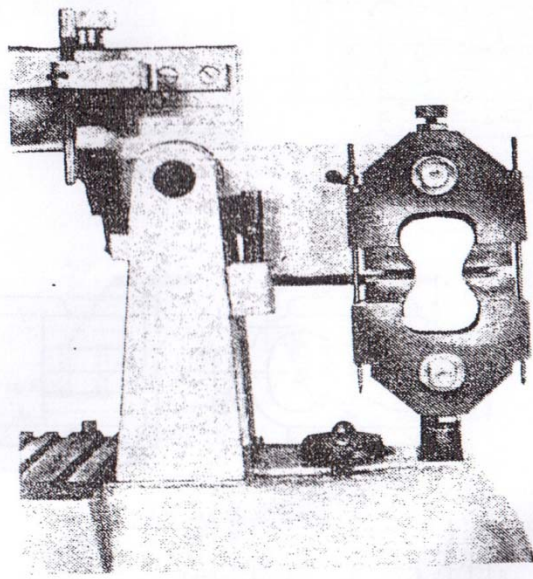


۲- آزمایشهای معمول برای استحکام ماسه تر

- ▶ مقدار نمونه ماسه ۱۴۵ تا ۱۷۵ گرم است.
- ▶ معمولا عمل فشردن را با سه بار کوبش انجام می دهند.
- ▶ بعد از سه بار کوبش درجه استاندارد دستگاه با علامت وزنه یکی باید شود و اگر نشود یا ماسه رطوبت زیادی دارد یا خشک است.



دستگاه آماده سازی نمونه



شکل ۱۶-۴:

ابعاد نمونه‌های استاندارد برای آزمایش تعیین خواص فشاری
برشی و کششی ماسه .

تست در حالت خشک

اهمیت: موقعی که مذاب با مخلوط ماسه و چسب برخورد میکند بلافاصله چسب و رطوبت تبخیر میشوند و استحکام میتواند به شدت افت کند. اگر استحکام، کم باشد، دیواره قالب تخریب میشود و اگر زیاد باشد، هزینه تخریب قالب، خیلی زیاد میشود.

روش تست: ماسه باید حدود دو ساعت در دمای ۱۱۰ تا ۱۲۰ درجه لازم است حرارت داده شود بعد آزمایش شود. استحکام خشک باید بیشتر از حالت تر و

حدود ۲۰-۲۵۰ psi باشد.

۳- آزمایش قابلیت نفوذ پذیری

وقتی مذاب وارد قالب میشود باید **هوای قالب**، بیرون برود و ماسه وقتی حرارت میبیند باید **رطوبت** آن خارج شود؛ وگرنه در قطعه میماند. این کار معمولاً توسط **هواکشهای قالب** صورت میگیرد ولی چون این هواکشها موضعی عمل میکنند، **نفوذپذیری ماسه**، اهمیت خاصی پیدا میکند.

تعریف:

میزان جاری شدن گازها از میان فضای متخلخل ماسه قالبگیری

روش تست: دستگاه مخصوصی وجود دارد که قابلیت نفوذ گاز در مخلوط ماسه را اندازه میگیرد. هنگام آزمون، مقداری هوا را از مخلوط عبور میدهد. **نفوذپذیری استاندارد:** بوسیله اندازه گیری زمان لازم جهت عبور ۲۰۰۰ سانتیمتر مکعب هوا از نمونه استاندارد تعیین میگردد که سرعت عبور گاز بر حسب میلی لیتر بر دقیقه محاسبه میشود.



standard specimen size is 50.8 mm in diameter and a length of 50.8 mm. Then, the permeability number P is obtained by

$$P = \frac{V \cdot H}{p \cdot A \cdot T}$$

where V = volume of air = 2000 cm³,

H = height of the sand specimen = 5.08 cm,

p = air pressure, g/cm²,

A = cross-sectional area of sand specimen = 20.268 cm², and

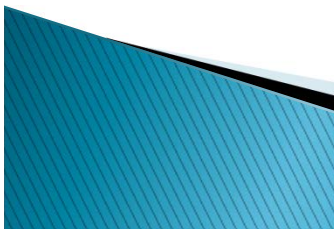
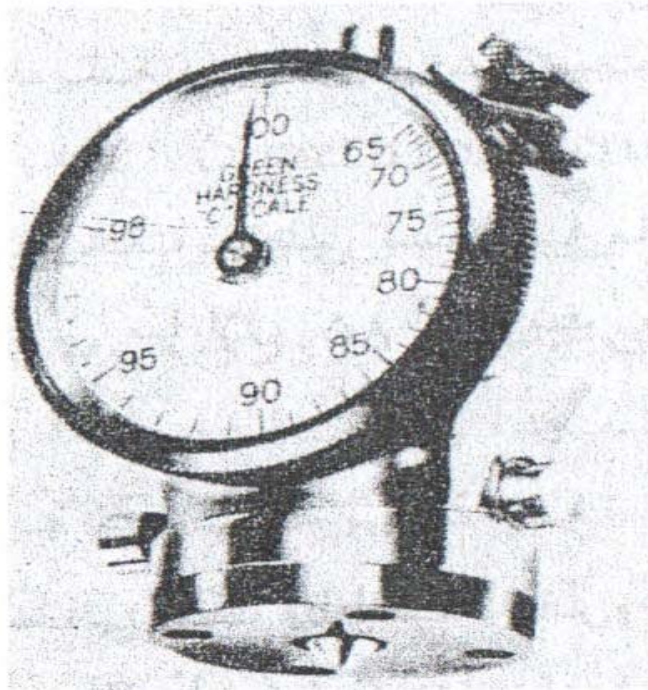
T = time in minutes for the complete air to pass through.

Inserting the above standard values into the expression, we get

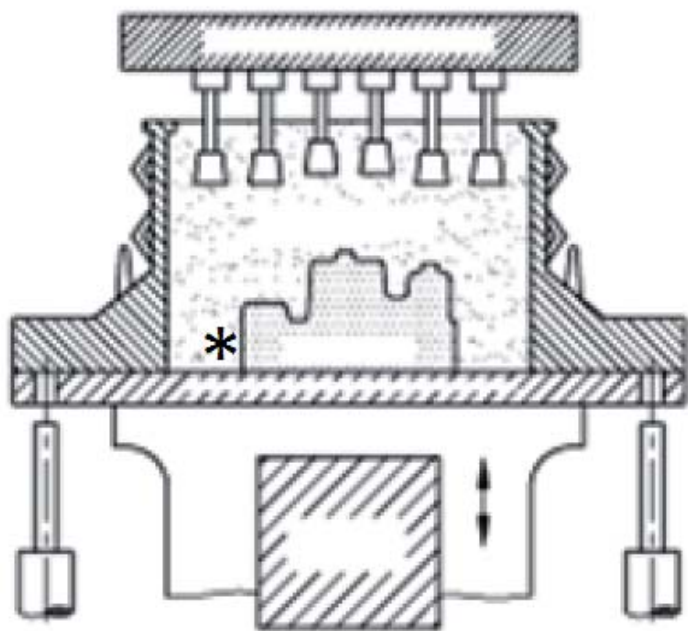
$$P = \frac{501.28}{p \cdot T}$$

۴- آزمایش میزان سختی قالب

اگر شکل قطعه پیچیده باشد، توزیع استحکام یکنواخت نخواهد بود. اما هر نقطه باید حداقلی از استحکام داشته باشد. روش تست: اگر سختی سنج را روی محفظه قالب بگذاریم، ساچمه فنری حرکت میکند و عقربه میچرخد. اگر کاملاً سخت باشد ۱۰۰ و اگر کاملاً نرم باشد ۰ را نشان میدهد.



- ماشین قالب‌گیری: در این ماشین‌ها، عمل قالب‌گیری با ماسه، با مکانیزم‌های کوبشی، لرزشی، فشاری و... انجام می‌گیرد. شکل، یک نوع ماشین کوبشی را نشان می‌دهد.



اشکال پر نشدن نقاطی مثل * را میشود با تقسیم کوبه به قسمت‌های کوچکتر حل نمود که هر یک از اینها بطور مستقل عمل کنند.

۵- مهمترین آزمایش ماسه: دانه بندی

دانه بندی ماسه، خواص ریخته گری و مکانیکی قطعه را تعیین میکند.

اگر **خیلی ریز** باشد، **چسب بیشتری** به کار میرود چون سطح آن زیاد است، در

نتیجه رطوبت بالا رفته و مقدار گاز بالا میرود و نفوذ گاز کم میشود.

اگر **درشت** باشد، **چسب کم** به کار میرود، اما **استحکام پایین** می آید و انبساط

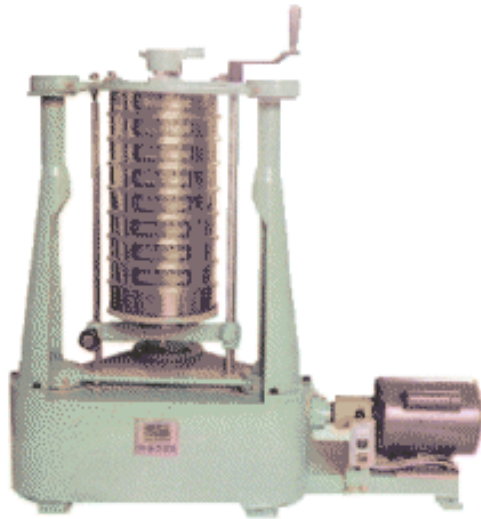
حرارتی و نفوذ مذاب در ماسه زیاد بیشتر و سطوح قطعه خشن خواهد شد.

دانه ها نباید گوشه دار باشند و تقریباً هم اندازه باشند.

در آزمایشگاه، ماسه ریخته گری را بوسیله الکهای استاندارد آلمانی یا آمریکایی، از نظر دانه بندی چک میکنند و معمولاً بر حسب نیاز الکها را میخرند و از الکها را از درشت (بالا) به ریز (پایین) می چینند.

اندازه الک استاندارد US	مش (تعداد سوراخ در یک اینچ خطی)	قطر سیم الک	اندازه حفره در هر مش بر حسب μ
۴	۴	۰/۰۶۵	۴۷۶۰
۶	۶	۰/۰۳۶	۳۳۲۷
۸	۸	۰/۰۳۲	۲۳۶۲

در محاسبات، درصد ماسه باقیمانده در هر الک در اندازه الک قبلی (یعنی مقدار ماسه ای که توانسته از الک بزرگتر قبلی عبور کند) ضرب میشود. استاندارد آزمایش ۵۰ گرم ماسه است. ماسه را روی دستگاه میریزند و ۲ تا ۵ دقیقه میلرزانند.



$$\text{مجموع حاصل ضرب درصد باقیمانده بر روی هر الک در ضریب آن الک} = \frac{\text{عدد ریزی دانه}}{\text{مجموع درصد باقیمانده بر روی کلیه الک ها و کفه}}$$

شماره الك US	باقى مانده روى الك بر حسب gr	باقى مانده روى الك بر حسب درصد	عدد ضرب شونده	جواب
٦	-	-	-	-
١٢	-	-	-	-
٢٠	-	-	-	-
٣٠	-	-	-	-
٤٠	٠/٧	١/٤	٣٠	٤٢
٥٠	٧/٧	١٥/٤	٤٠	٦١٦
٧٠	١٧/٨٥	٣٥/٧	٥٠	١٧٨٥
١٠٠	١٤/٢	٢٨/٤	٧٠	١٩٨٨
١٤٠	٧/٤	١٤/٨	١٠٠	١٤٨٠
٢٠٠	١/٦٥	٣/٣	١٤٥	٤٦٢
٢٧٠	-	-	٢٠٠	-
سپينى	٠/٥	١	٢٧٠	٢٧٠٠
			مجموع	٦٦٤٣

$$AFS_{No} = \frac{6643}{100} = 66.43$$

ریخته گرها به این عدد حدودی ۶۰ میگویند. این عدد هر چه کمتر باشد، ماسه درشتتر است. ۹۰ به بالا ماسه، ریز است. معمولاً کارخانجات مصرف کننده، ماسه های طبیعی را انتخاب میکنند که اکثریت در ۳ الک متفاوت است. مثلاً این ماسه که در مثال آورده شده زیاد مرغوب نیست چون اکثریت در ۴ الک است. البته برای ماسه مصنوعی تا ۴ الک مجاز است.

۶- دیرگدازی ماسه

دیرگدازی: توانایی تحمل درجه حرارت بالا

● بدیهی است که نقطه گداز ماسه های ریخته گری باید بالاتر از نقطه ذوب فلزات باشد.

● کافی نبودن دیرگدازی سبب زیتتر شدن (ذوب سطحی ذرات ماسه و در نتیجه چسبیدن ذرات به یکدیگر)، ماسه سوزی، نفوذ مذاب به داخل قطعه میشود.

● دیرگدازی یک ماسه ممکن است برای چدن مناسب باشد ولی برای فولادریزی مناسب نباشد.

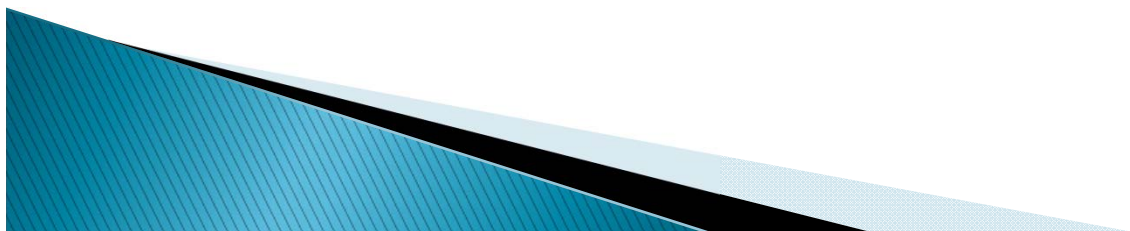
نکات قابل توجه در مورد ماسه ریخته گری

۱- ماسه ای که برای ریخته گری حمل میشود معمولاً به رنگ سفید و شفاف است. **Recycle** شدن باعث سیاه شدن رنگ ماسه میشود.

۲- ماسه هایی که رنگ کدر است را تحویل نگیرید چون مقادیر زیادی آهن و عناصر قلیایی دارد که مهمترین عوامل پایین آورنده دیرگدازی ماسه هستند.

۳- حضور دانه های ریز به شدت دیرگدازی را پایین میآورد، چون سطح تماس مذاب و ماسه را بالا میبرد و دانه زودتر گرم میشود. در اولین لحظه برخورد مذاب، قالب بدترین درجه حرارت را دارد. ماسه ریز تمام حرارت را جذب میکند و شروع به سینتر شدن میکند.

۴- در هر بار **recycle** شدن ۲۵ درصد ماسه نو به ماسه قبلی اضافه میکنند.

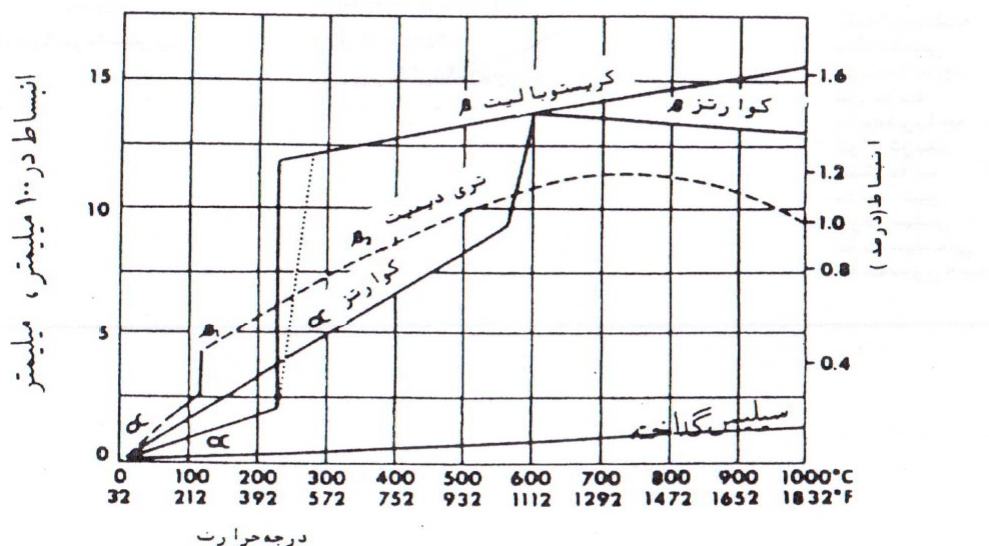


نحوه انجام آزمایش تعیین میزان دیرگذاری

1. ماسه در ظرف کوچک نسوز ریخته می شود.
 2. ظرف داخل کوره قرار می گیرد.
 3. ظرف خارج شده و در دسیکاتور خنک میشود.
 4. بررسی ذرات از نظر ذوب سطحی توسط میکروسکوپ با بزرگنمایی ۲۰ تا ۵۰
 5. در صورت انجام نگرفتن زینتر شدن، آزمایش در دمای بالاتر تکرار می گردد.
- بعنوان مثال دیرگذاری ماسه سیلیسی سفید، **AFS**، ۳۰ تا ۴۵ حدود
۱۶۵۰ درجه سانتیگراد است.

عیب انبساط حرارت در ماسه ها

این عیب بیشتر برای ماسه های سیلیسی مطرح است و به علت تغییر آلوتروپی است که در کوارتز وجود دارد. در اثر افزایش حجم، دانه های ماسه به هم فشار وارد میکنند و ماسه شروع به تپه کردن میکند و دقت محفظه قالب را بهم میزند.



شکل ۵-۳: نمودارهای انبساط حرارتی برای چهار نوع سیلیس.

راه حل

استفاده از سلولز و نشاسته است که به ماسه اضافه میکنند تا عيوب انبساطی ماسه را دفع کند چراکه این مواد در موقع ذوب ریزی خاکستر میشوند و عيب انبساطی رفع میگردد، البته اگر بیش از حد استفاده شود، ماسه پوک میشود(استحکام کافی ندارد).