@metallurgha

موضوع:

- بررسی اجمالی دیرگداز اسیدی کوره القایی

تهیه و تنظیم:

مهندس احسان زرنگه - مهندس سعید رضایی

بازبینی شده توسط:

مهندس محمد لعل عوض پور

تابستان ۱۳۹۶

کوره القایی:

این کوره نوع برقی کوره میباشد.
انرژی برق به وسیله عبور از کویل باعث ایجاد میدان مغناطیسی شده که این باعث ذوب فلز میشود.

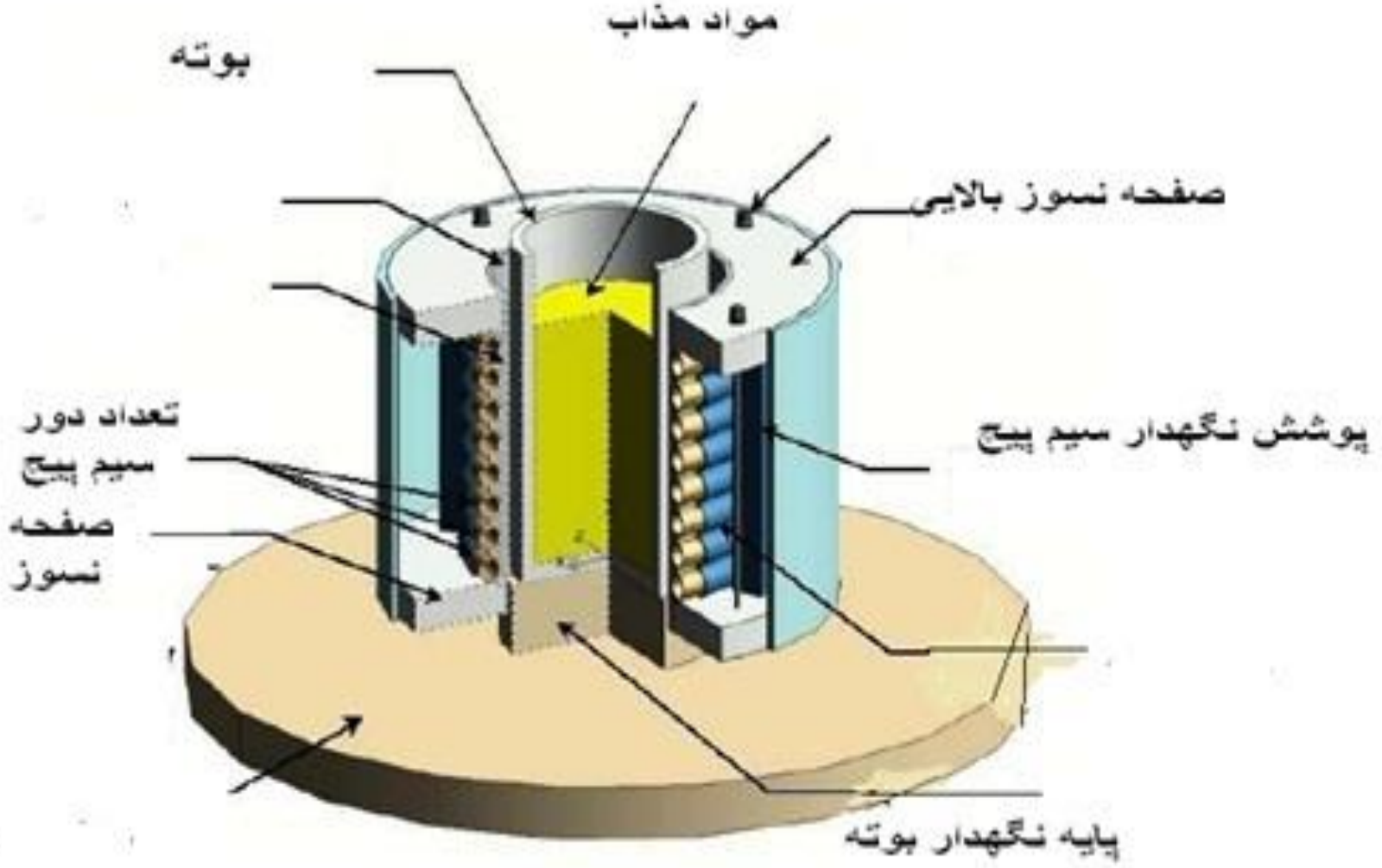
انواع کوره القایی:

۱-با هسته*

۲-بدون هسته

* دراین تحقیق هدف بررسی کوره بدون هسته میباشد.

اجزا کوره القایی بدون هسته:



دیر گداز:

موادی که دارای نقطه خمیری شدن بالاتر 1520°C ازباشد را دیرگدازگویند.

خواص دیرگدازها:

- ✓ مقاومت در برابر سرباره
- ✓ پایداری شوک حرارتی
- ✓ پایداری دربرابر فشار در در جه حرارت بالا
- ✓ پایداری حجمی
- ✓ مقاومت به ضربه....

انواع تقسیم بندی دیرگداز:

- براساس تحمل درجه حرارت
- براساس نوع تولید
- براساس ترکیب شیمیایی

خواص دیر گداز SIO_2 :

- اسیدی
- نقطه خمیری شدن1732°C
- مقرون به صرفه بودن
- تحمل فشاربالا (50PSI) تا نزدیکی نقطه ذوب
- مقاومت در برابر اسید ها(اکسید ها مثل آهن)

چرا دیرگداز اسیدی برای کوره القایی:

اگر بخواهیم بازده کوره القایی را بالا ببریم باید جداره بوته را ، حتی الامکان با ضخامت کم تهیه کنیم

برای تولید جداره نازک در کوره القایی:

اسیدی:اشکالات کمی دارد

بازی :اشکالات زیادی را به وجود می آورد.

(یعنی که تحمل جداره اسیدی در مقابل نوسانات حرارتی نسبت به کوره القایی جداره بازی بیشتر است)

- اقتصادی بودن

نوع جرم دیر گداز:

از جرم های منولیتیک(بی شکل) در کوره القایی از نوع کوبیدنی استفاده میشود بدلیل:

- هزینه تولید کمتر
- ضخامت کمتر(راندمان حرارتی بالا)
- عدم وجود درز بدلیل یکپارچگی
- تخریب راحتر نسبت به آجر....

استحاله های دیرگداز های SIO_2 :

دیر گدازها همانند اکثر جامدات دارای ساختمان و فازهای گوناگون میباشد.

۱-جابه جا ساز

۲-باز ساز

استحاله جابجا ساز:

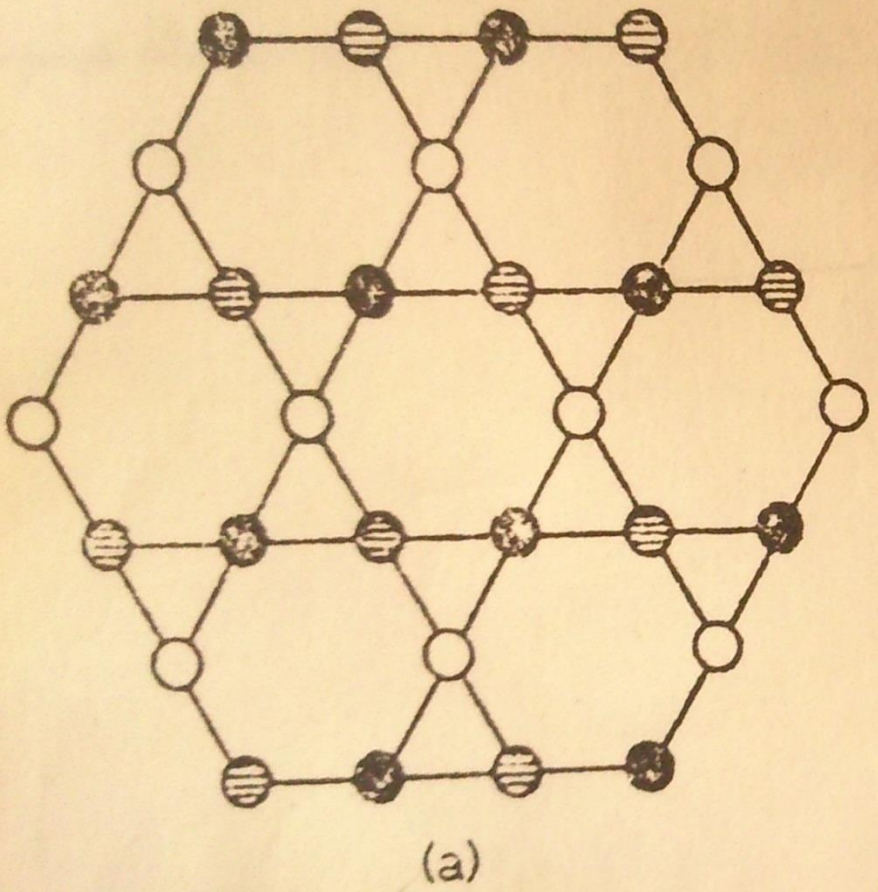
در این نوع ساختمان کلی جامد تغییر پیدا نمیکند.

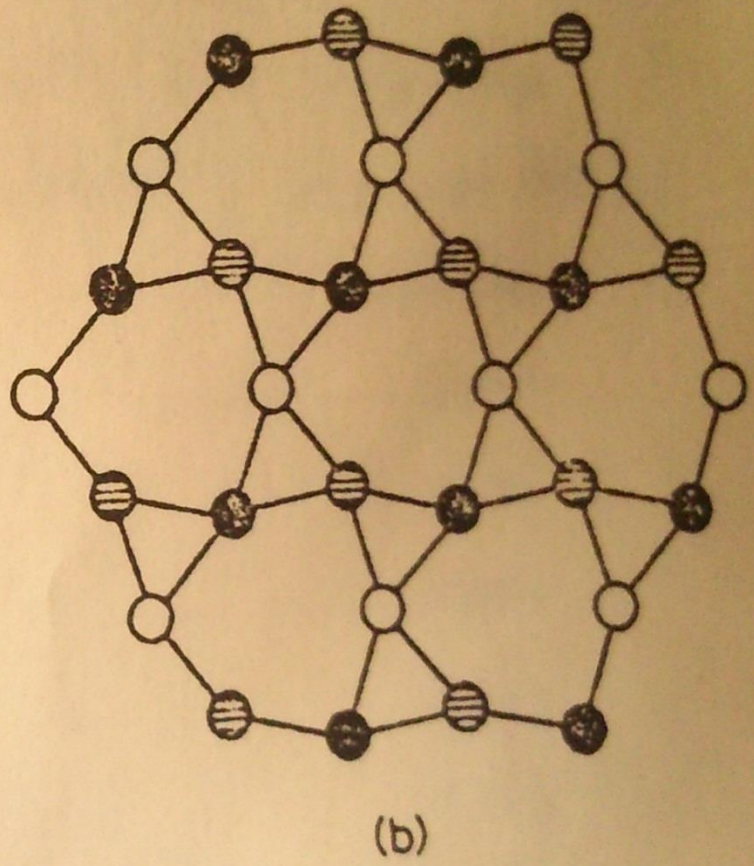
در واقع فقط در اثر جابجایی مختصر اتم ها و تغییرات جزئی در طول اتصالات یا زوایا آنها بوجود می آید.

در تغییرات جابه جاساز تغییرات حجمي كم بوده و در نتيجه انبساط حجمي نيز كم مي باشد . كه باعث پايداري قطعه مي شود و يك پارامتر مثبت محسوب مي شود .

این نوع استحاله برگشت پذیر میباشد.

استحاله های جابجا ساز:





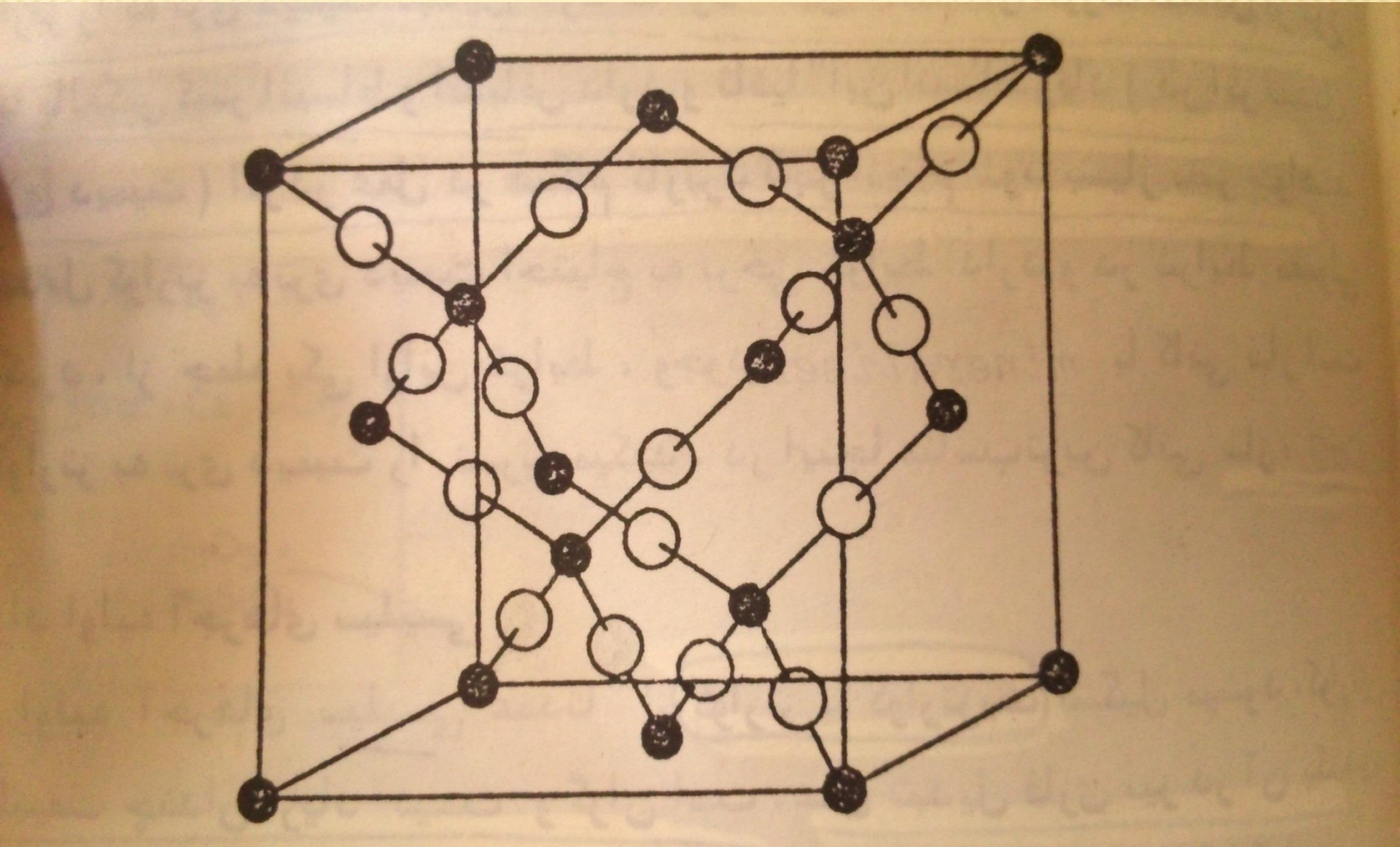
استحاله باز ساز:

این استحاله برگشت پذیر نمیباشد ومنجر به تولید ساختمان جدید میشود.

در دگر گوني بازساز تغييرات حجمي قابل ملاحظه بوده و قطعه داراي تغييرات حجمي زياد مي باشد . واضح است دگر گوني فوق همراه با تنش هاي حرارتي در ديرگداز مي باشد زيرا ضرايب انبساط حرارتي آلوتروپي هاي ياد شده با يكديگر متفاوت است .

به عنوان مثال در تبديل كوارتز بتا به تريديميت بتا (تريديميت و كريستوباليت نيز مانند كوارتز داراي دو استحاله جابه جاساز مي باشند) توام با تغيير انبساط حرارتي خيلي زياد است بنابراين اين استحاله بايد قبل از كاربرد و در حين پخت صورت گيرد و چون در حين پخت استحاله از نوع بتا به آلفا مي باشد با انبساط كمتري همراه خواهد بود از طرفي چون تبديل كوارتز بتا به تريديميت بتا در شرايط معمولي انجام نمي شود مي توان در حين پخت آجر هاي سيليسي براي تصريح در اين عمل از كاني ساز آهك يا اكسيد كلسيم (CaO) استفاده كرد

استحاله بازساز:



تغییرات آلوتوپیک SIO_2 :

کوارتزα- 537°C ← کوارتزβ

کوارتزβ- 867°C ← تری دیمیتβ*

تری دیمیتβ- 1470°C ← کریستوبالیتβ *

کریستوبالیتβ - 1723°C ← مذاب

* رنگ قرمز استحاله باز ساز میباشند.

بررسی تغییرات آلوتروپیک بر اساس چگالی:

کوارتزα-537°C(2.65) ← (2.6)کوارتزβ

کوارتزβ-867°C (2.6) ← (2.27)تری دیمیتβ

تری دیمیتβ-1470°C (2.27) ← (2.33)کریستوبالیتβ

کریستوبالیتβ -1723°C ← مذاب

تغییرات α و β:

تری دیمیت α- 117°C ⇌ تری دیمیت β

کریستوبالیت 250°C ⇌ کریستوبالیت β

این تبدیلات نیز دارای انبساط میباشند*

این تغییرات در محدوده استحاله جابجا ساز میباشد.

*تفاوت انبساط:در جابجا ساز مدت زمان طولانی لازم است برای انجام استحاله لازم است.

تبدیلات ساختاری		دمای تبدیل	تغییر حجمی
برگشت ناپذیر	برگشت پذیر		
β	α-quartz	573	0.8-1.3
α-quartz	α-cristobalite	1250	17.4
β	α-tridymite	260	2-2.8
α-quartz	α-tridymite	870	14.4
α	δ—tridymite	117-163	0.5
α-tridymite	α-cristobalite	1470	0
α-cristobalite	melt	1713	-
α-tridymite	melt	1670	-
Fuse sillica	α-cristobalite	Above 1150	0

چگونه از این انبساط ها جلوگیری کنیم؟

تبدیل کوارتز به تری دیمیت

چرا که از تغییرات استحاله های کوارتز جلوگیری کرد

چگونه تبدیل کنیم کوارتز را به تریدیمیت آیا امکان پذیر است؟

با استفاده از کانی ساز هایی همچون CaO

ترکیب شیمیایی درنسوز اسیدی:

معمولا بالای 98%حاوی اکسید سیلیسیم میباشد.

یک نمونه ترکیب شیمیایی

Sio_2	Al_2o_3	Fe_2o	Mgo	تحمل حرارت
99.4	0.05	0.15	0.05	1650

تاثیر ترکیبات بر دیرگداز اسیدی:

Al_2O_3:

این اکسید بسیار مضر بوده و باید میزان آن زیر 0.6% وزنی باشد.

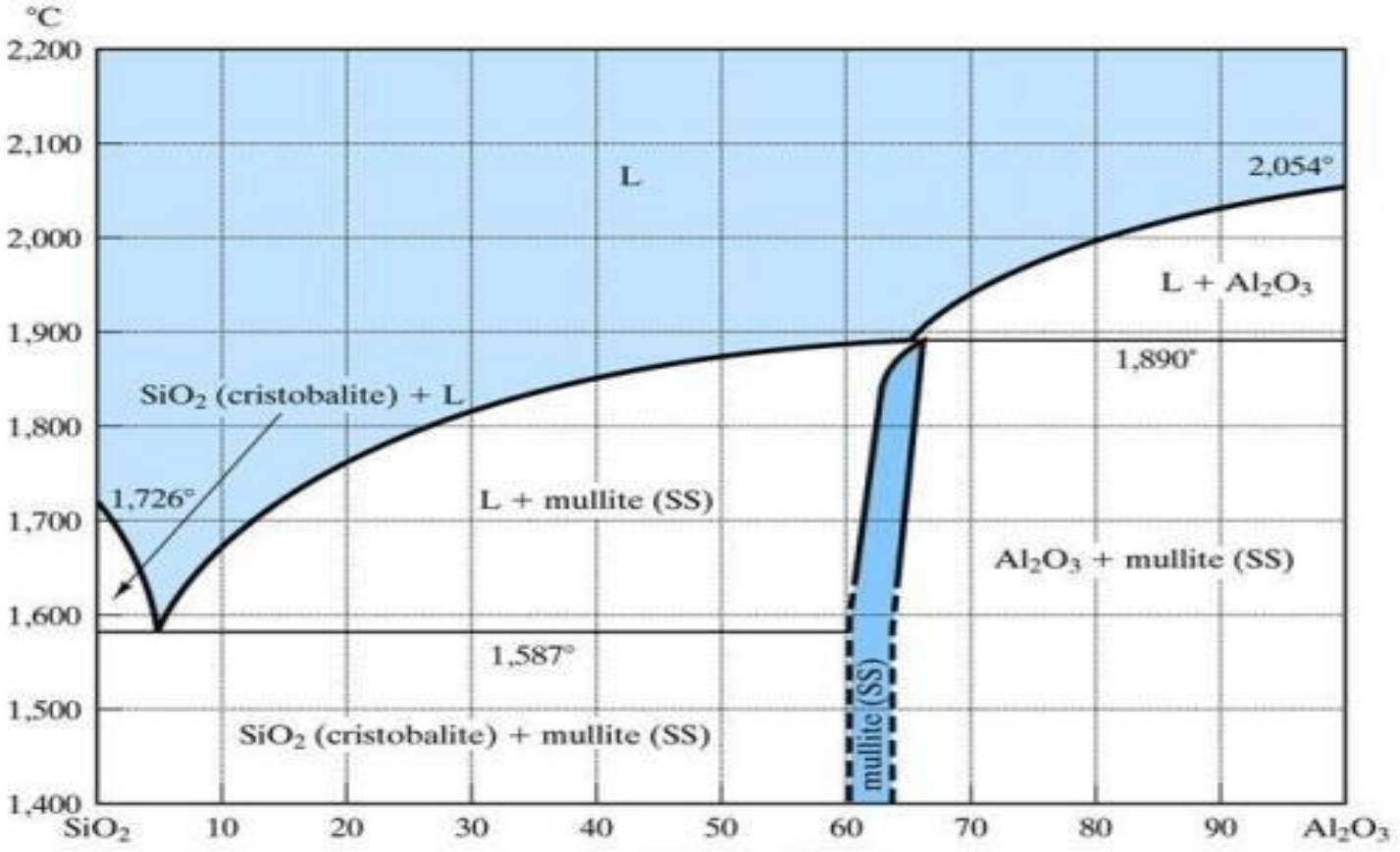
ترکیبات قلیایی:

میزان ترکیبات قلیایی باید زیر 1% وزنی باشد.

Cr_2O_3:

با افزودن این ترکیب میتوان مقاومت در برابر سرباره بازی را تا حدودی افزایش داد.

تاثیر AL_2O_3 :

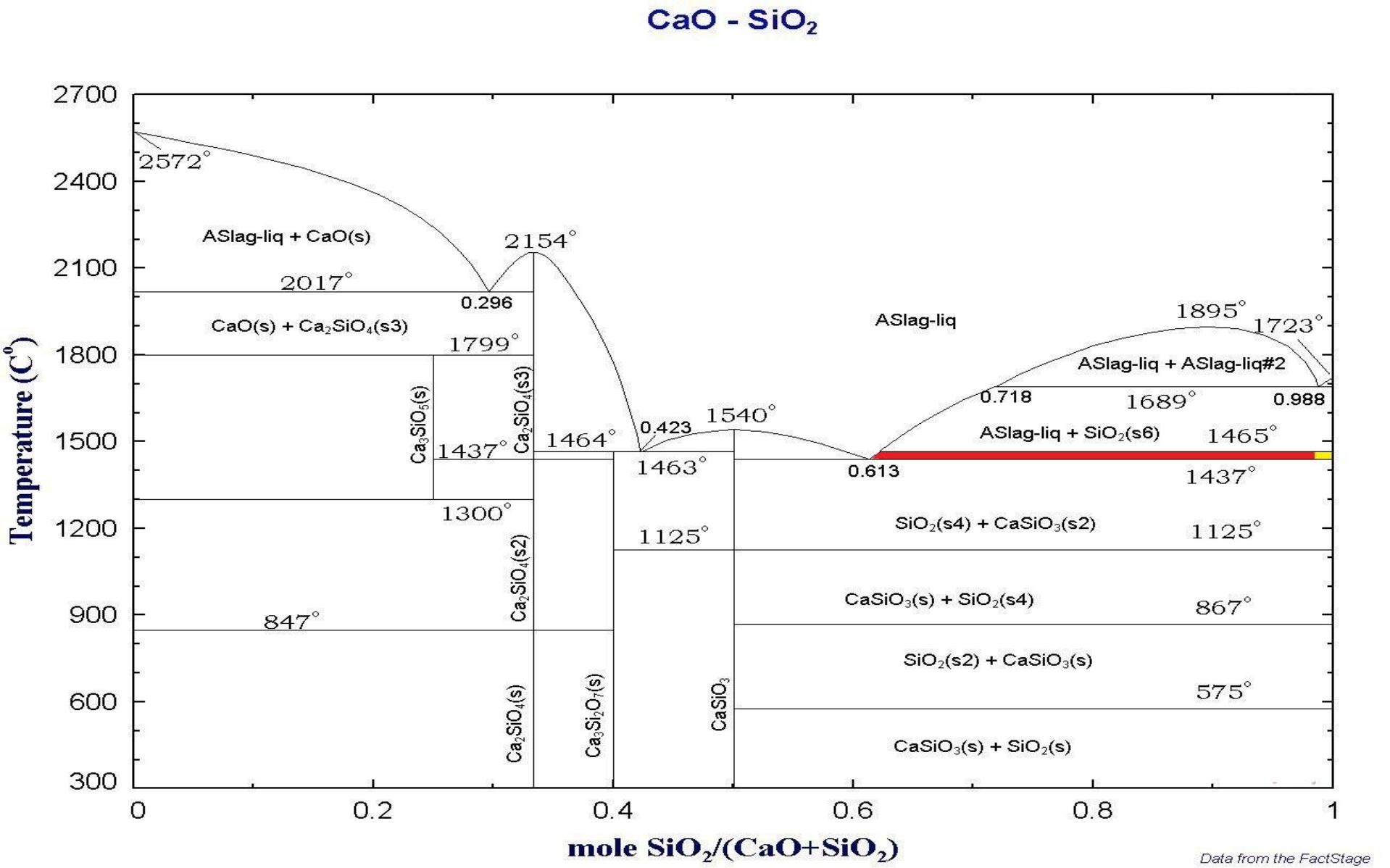

°C
2,200
2,100
2,000
1,900
1,800
1,700
1,600
1,500
1,400
L
2,054°
L + Al2O3
1,890°
SiO2 (cristobalite) + L
1,726°
L + mullite (SS)
Al2O3 + mullite (SS)
1,587°
mullite (SS)
SiO2 (cristobalite) + mullite (SS)
SiO2
10
20
30
40
50
60
70
80
90
Al2O3

تاثیر CaO:

تاثیر آهک دردمای بالا نمایان میشود بدین شکل که ایجاد منطقه جدایش فازی مایع میکند خود این امر باعث میشود آهک در دمای بالا (1708) با ایجاد فاز مایع بعنوان چسب عمل کرده که پس از سرد شدن باعث چسباندن ذرات به همدیگر میشود.

- تشکیل فاز شیشه ای(چسبندگی)
- تسهیل تبدیل کوارتز به تری دیمیت(کانی ساز)

دیاگرام SIO_2- CaO



تاثیر اکسید بور B_2O_3 :

به منظورپایین آمدن نقطه ذوب سطحی دانه های سیلیس واتصال آنها به یکدیگر جهت بدست آوردن جداره یکپارچه از مواد کمک ذوب نظیر اکسید بر(B_2O_3) از 0.4% تا 1% استفاده میشود.

در واقع بعنوان گداز آور در مخلوط میباشد.

روش تامین B_2O_3:

در ایران برای تامین B_2O_3عمدتا از H_3BO_3 در مخلوط خاک سیلیسی استفاده میگردد.

اسیدبوریک دردمای$170^{\circ}C$ بخشی ازآب تبلور خود را از دست میدهد.

$$2H_3BO_3 \longrightarrow 2H_2O\uparrow + 2HBO_2$$

در $300^{\circ}C$ الباقی آب خود را از دست داده وبه اکسید بور تبدیل میگردد.

$$2HBO_2 \longrightarrow B_2O_3 + 2H_2O\uparrow$$

آماده سازی مخلوط نسوز:

دانه بندی:

اندازه دانه مخلوط نسوز بسته به ظرفیت کوره میباشد باید طوری باشد که حداکثر تراکم را داشته باشیم

طبق استاندارد B.S.410 بهترین دانه بندی:

45% دانه درشت

10% دانه متوسط

45% دانه ریز میباشد.

اگر توزیع دانه بندی مناسب نباشد پدیده جدایش صورت گرفته بدین صورت

دانه درشت:

درمناطق تجمع دانه درشت ها به دلیل تخلخل زیاد با نفوذ مذاب مواجه هستیم.

دانه ریز:

در مناطق تجمع دانه ریز ها پایین بودن استحکام,

کاهش نقطه ذوب وپوسته شدن را شاهد هستیم.

میزان مصرف دیرگداز:

تاحدودی میتوان وزن نسوز مورد مصرف را تخمین زد که در آنها M ظرفیت کوره است.

- وزن خاک نسوز سیلیسی (تن) $P_s=0.25\ M$
- وزن خاک نسوز آلومینا (تن) $P_a=0.28\ M$
- وزن خاک نسوز منیزیتی (تن) $P_m=0.3\ M$

معمولا برای هرتن ظرفیت کوره (0.7-3Kg) دیرگداز مصرف میشود.

نحوه نصب دیرگدازمنولیتیک اسیدی در کوره القایی:

- داخل کوره قبل از شروع فرایند توسط جارو برقی یا هوای فشرده کاملا تمیزگرددتا هیچگونه اثری ازنسوز کاری قبلی و گرد و غبار و ضایعات باقی نماند.
- افرادی که در مراحل خاک کوبی شرکت دارند از لحاظ تمیز بودن لباس وکفش و نکشیدن سیگار مراقبت گردند .
- سیمهای اتصال زمین(Earth) نصب گردد و حفره بوسیله مواد دیر گداز خمیری کاملا گرفته شود .

کف کوبی کف کوره:

- هر بار در لایه هائی به ضخامت ۵ الی ۸ سانتیمتر در ته کوره خاک نسوز ریخته می شود و پس از مسطح کردن خاک ، عمل کوبیدن بوسیله کوبه های دستی که انجام گیرد .
- بهتر است اولین لایه با استفاده از کوبه سر تخت کوبیده شود ولایه های بعدی با یک چنگک با شاخکهای بلند کوبیده شود
- عمل کوبیدن از مرکز شروع و بصورت شعاعی به اطراف خاتمه می یابد .
- کوبیدن در هر مرحله تا جائی ادامه می یابد که سر کوبه بیش از ۱ سانتیمتر در خاک فرو نرود و خاک از اطراف سوراخ محل کوبه را پر نکند.

- مراحل فوق تا رسیدن به ضخامت موردنظر ادامه می یابد.
- باید دقت شود که خاک آخرین لایه بایستی به مقداری ریخته شود که پس از اتمام فرایند خاک کوبی کف کوره، ارتفاع نهائی به اندازه (1-2Cm) از حد استاندارد بیشتر باشد تا مقدار اضافی به هنگام تراز کردن کف کوره، تراشیده شود و ضخامت کف کوره به حد استاندارد برسد
- در نهایت کف کوبی نهایی با کوبه های تخت انجام میشود و مدت آن ۱۵ دقیقه کاری است

۲:استقرار شابلون و خاک کوبی جداره:

- پس از تراز کردن خاک کف کوره ,شابلون داخل کوره قرار میگیرد.
- شابلون از جنس فولاد معمولی میباشد.
- شابلون باید در مرکز کوره قرار گیرد بطوری که فاصله آن از تمام جهات اطراف کوره یکسان باشد.
- با ریختن چند کیسه خاک میتوان پایین شابلون را محکم کرده و بالای آن را بکمک سه راهنمای چوبی یا فلزی در اطراف شابلون تنظیم کرد.

نمونه ای از شابلوندرکوره ده تنی القایی:

- سپس بوسیله کوبه چنگالی، خاک کف که محصور بین شابلون و دیواره کوره است به حالت شل درآورده میشود تا بتواند با خاک نسوز جداره بصورت یکپارچه درآید.
- پس از خاک کوبی قسمتی از جداره و محکم قرار گرفتن شابلون در مرکز کوره می توان جهت تسهیل در خاک کوبی جداره ، راهنماها را از اطراف شابلون خارج کرد.
- در مرحله ریختن خاک نسوز پشت شابلون توصیه می گردد کیسه های خاک بطور یکنواخت و از ارتفاع پائین تخلیه گردند و تمام خاک کیسه، در یک قسمت تخلیه نگردد.

- مدت زمان کوبش برای هر لایه ۱۰دقیقه است عمل کوبیدن توسط سه نفر(یا دستگاه اتوماتیک)که بصورت مرتب به دور کوره حرکت می کنند تا عمل کوبش بطور یکنواخت صورت پذیرد،انجام میگیرد.
- در پایان به منظور ایجاد استحکام جانبی از کوبه های بادی که سه بازو دارند به مدت ۴۵ دقیقه استفاده نمود
- اگر سیستم موتور لرزشی نیز باشد به منظور جا گیر کردن دانه ها بهتر است ۲۰ دقیقه از آن قبل از کوبه بادی سه طرفه استفاده نمود.
- سطح شابلون به فواصل ۲۰ تا۳۰ سانتیمتر سوراخهایی به قطر ۳-۵ میلیمتر زده میشود تا خروج رطوبت از نسوز به سهولت انجام گیرد.

عمل پخت:

در برخی از کارخانجات برای افزایش سرعت در حدود ۲-۳ ساعت عمل پخت توسط مشعل در دمای بالای 750-850صورت میگیرد.

باید به یاد داشت که:

- دردمای170˚C به اتمام میرسد تبخیر رطوبت.
- در دمای300˚C نیز شاهد تبدیل اسید بوریک به اکسید بور هستیم.
- و در دمای 867°C-537°C شاهد تبدیل کوارتز به تردیمیت هستیم.

عملیاتSINTERING :

بر اساس مشخصات جرم نسوز و نوع فرآیند انجام شده در کارخانه های تولیدی ،دمای زینتر دارای جدول پخت و یا سیکل زینتر با دو پارامتر زمان و درجه حرارت میباشد.

اجراء صحیح عمل زینتر ، باعث افزایش عمر دیرگداز کوره و یا به عبارتی استحکام در برابر خوردگی ذوب میگردد.

در لایه های بالایی کوره القایی که بلوکه کوره قرار دارد از اسید بوریک بیشتری استفاده میگردد تا نقطه زینتر پایین تری را بوجود آورده ونیز از استحکام بیشتری برخوردار باشد.

زینتر به معنی پیوند خوردن دانه های نسوز با یکدیگر در دمای بالاست که به ۳ روش صورت میپذیرد:

- استفاده ازانرژی برق با استفاده ازالمنت و ترانس
- به کار گرفتن انرژی برق کوره القایی
- استفاده از انرژی سوخت های فسیلی (مشعل)

استفاده ازانرژی برق با استفاده ازالمنت و ترانس:

- میبایست از بلوکه و یا شارژ تمیز و عاری از آلودگی استفاده نمود.
- تا بالا ترین حد ممکن شارژ نموده تا قسمتهای بالایی نیز کاملا در کوره زینتر شود.
- از ضربه خوردن شارژ به شابلون جلو گیری گردد.
- تا پایان سیکل زینتر به هیچ عنوان از توقف در سیکل و یا نوسان در حرارت خودداری گردد.

به کار گرفتن انرژی برق کوره القایی:

کنترل دما و سیکل عملیات

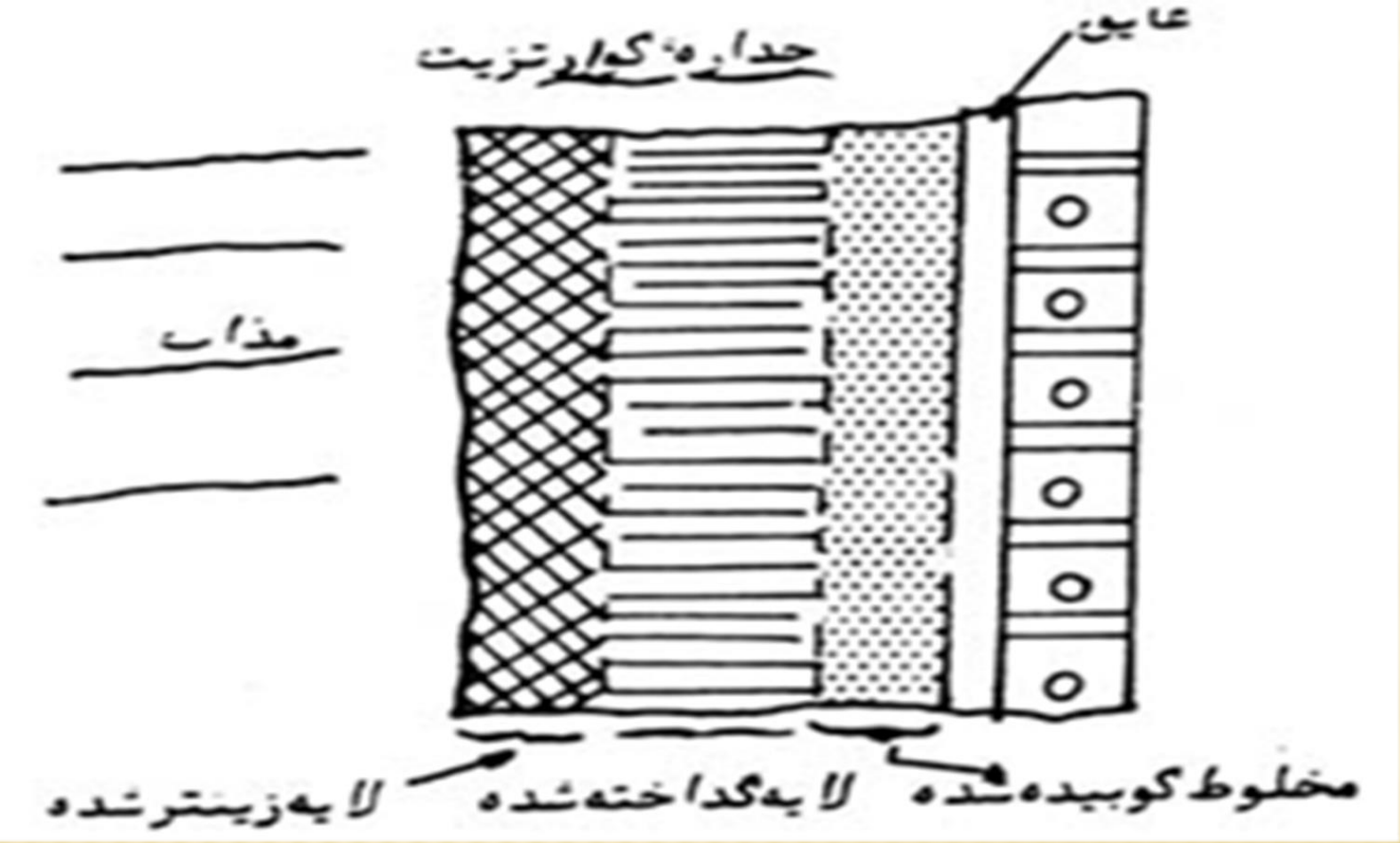
جهت استارت تعدادی شمش و یا شارژ تمیز در کف داده شود

در صورت پایان سیکل و تمایل به ریختن ذوب داخل کوره حتما" دقت شود ذوب به آرامی و کمترین فشار ممکن به کف و بدنه کوره ریخته شود و کوره القایی تا بالا ترین حد ممکن پر شود

نکات کلیدی در اجرایSINTERING :

- در تبدیل استحاله کوارتز به تری دیمیت حداکثر دقت و کاهش نرخ عملیات را داشته باشیم چرا که در صورت سریع حرارت دادن افزایش حجم زیادی داریم و همچنین عمل تبدیل به خوبی صورت نمیگیرد.
- در حین سیکل عملیات حرارت دادن از نوسانات حرارتی جلوگیری کنیم.
- صبور باشیم و مهلت دهیم تا سیکل عملیات برابربا نمودار سیکل حرارتی تعیین شده باشد.
- ازاکسید بور بدلیل کاهش دمای زینتر استفاده شود تا استحاله ها کامل انجام گردد.

لایه های تشکیل شده بعد از زینتر:



لایه های بعد از زینتر در جداره کوره:

۱- **لایه زینتر شده** :در این لایه که با ذوب در تماس است کوارتز به کریستوبالیت تبدیل شده وبه دلیل ترکیب با اکسید بور بصورت فاز شیشه ای در آمده است.

۲ – **لایه پخته شده** :در این لایه کوارتز با فاز شیشه ای ناشی از ترکیبات اکسید بور به یکدیگر چسبیده ولی به حالت زینتر کامل در نیامده و از استحکام کمتری نسبت به لایه اول برخوردار است.

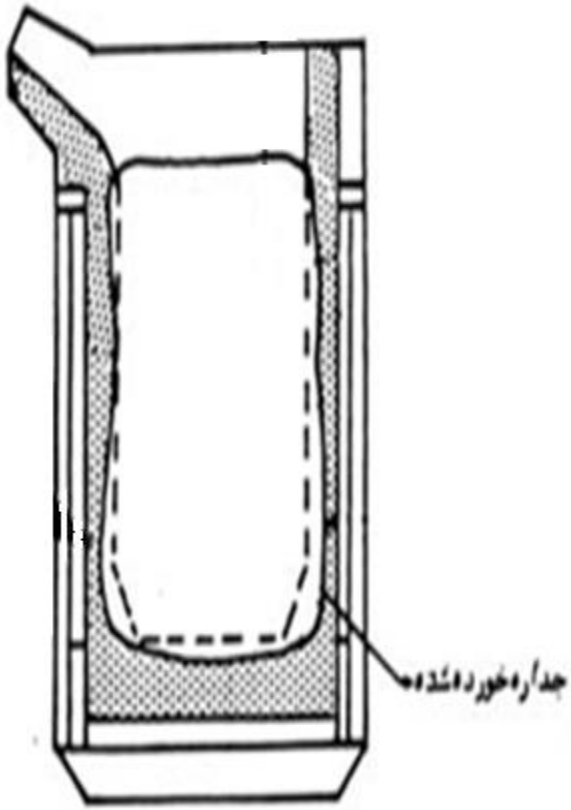
۳-**لایه نپخته** :این لایه بین سطح دوم وتا کویل قرار دارد در این لایه به دلیل پایین بودن درجه حرارت تغییرات فازی (لایه فاز شیشه ای) بوجود نیامده واز استحکام کمی برخور دار است در حین کار با کوره سطح اول در حال عقب نشینی است بطوری که پس از مدتی لایه سوم در موقعیت لایه دوم قرار میگیرد ودر این حالت ضخامت جداره به حداقل خود رسیده است و نیاز به خاک کوبی جدید دارد.

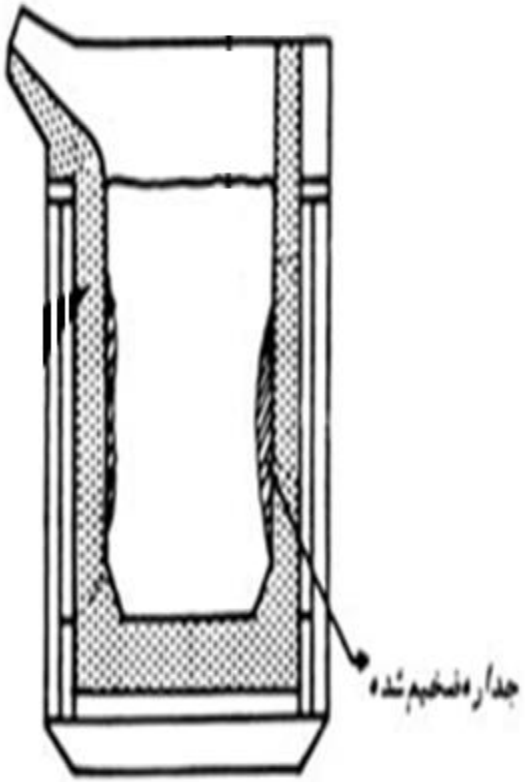
کاربرد لایه ها:

- **لایه زینتر شده:**دیرگداز اصلی میباشد و مقاومت به حرارت(انقباض صورت میگیرد)
- **لایه پخته:**این لایه بدلیل شیب حرارتی که از لایه اول میباشد حرارت کمتری میبیند که باعث انبساط میشود این انبساط جلوگیر از نفوذ مذاب میکند.
- **لایه نپخته:**بستری برا انبساط منطقه پخته میباشد که موجب میشود از تغییر شکل سیم پیچ جلو گیری کند-سهولت در تخریب جداره برای تعویض
- نکته:با کاهشلایه زینتر شده لایه های بعد نیز کاهش پیدا میکنند.

تغییرات ضخامت جداره کوره القایی:

۱:کاهش ضخامت جداره ۲:افزایش ضخامت جداره





عوامل خوردگی جداره کوره:

- جرم نسوز نامناسب
- دانه بندی نا مناسب
- نحوه نصب و زینتر نا مناسب
- میزان تخلخل وپدیده نفوذ
- بار کوره:الف-فیزیکی ب:شیمیایی
- وجود Feo-MnO-C درسرباره
- زاویه نامناسب شابلون
- دمای بالا

- و....

عوامل افزایش دهنده جداره کوره:

حضور برخی اکسید ها(اکثرا بازی) و انجام واکنش با جداره

- ✓ Sio_2
- ✓ Al_2O_3
- ✓ CaO

ضمن تقدیر و تشکر از توجه مهندسین گرامی

ی نیز نوشته دست بشر میباشد و احتمال خطا و اشتباه وجود دارد لذا از عزیزانی که این فای
لعه کردند خواهشمندیم در صورت اشتباهی در آن اطلاع به مدیریت گروه متالورژها دهید.
انب احسان زرنگه نیز خواهشمندم از تمامی مهندسین و اساتید بزرگوار حاضر در صورت
رید و داشتن وقت این چنین فایل های را مربوط به حوزه کاری ، درسی ، پژوهشی و... آماده
کرده و به اشتراک بگذارید تا انشالله شاهد شاهد پیشرفت ایران عزیز باشیم.

راه های ارتباطی با متالورژها:

سایت متالورژها به آدرس:

WWW.METALLURGAH.COM

جهت پیوستن به بزرگترین اجتماع مهندسین و اساتید متالورژها با لینک:

METALLUGHA@