

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



سرفصل مطالب:

۱- تعریف و طبقه بندی دیرگدازها

۲- مبانی ترمودینامیکی دیرگدازها:

الف. دیاگرام‌های فازی تعادلی (عمدتاً سه جزئی)

ب. دیاگرام‌های فشار بخار تعادلی اجزادگاری در مقابله با دیرگدازها

بسیاری از دیرگدازها در دمای بالا و تحت فشارهای خاص می‌توانند تجزیه شوند در نتیجه فشار

بخار اهمیت پیدا می‌کند و پیش بینی می‌شود که چه دیرگدازی تحت چه فشار و دمای می‌تواند پایدار

بماند.

۳- تست‌های مربوط به دیرگدازها:

الف - اندازه‌گیری دماهای بالا: ترموکوپل

ب - اندازه‌گیری دیرگدازی

ج - خواص فیزیکی: انواع دانسیته و تخلخل (از جمله تست‌های عمومی است)

د - خواص شیمیایی: مقاومت به اکسیداسیون، هیدروکربن و خوردگی و ...

مهم ترین آن خوردگی است مخصوصاً در اثر سرباره. این مورد خوردگی در دماهای بالا

مطرح است.

ر. خواص مکانیکی: انواع استحکام‌ها مطرح است (کششی، فشاری، خمشی، برشی و ...)

عموماً تست‌هایی که برای دیگران مطرح است، فشاری (CCS) و خمشی (MOR) می‌باشند.

ز. خواص ترمودینامیکی: در این مورد شوک پذیری در اثر سرد و گرم شدن ناگهانی و استحکام

خمشی گرم (HMOR) و RUL مطرح است.

RUL: دیگرانی تحت فشار در دمای بالا چگونه است؟ (قابل مقایسه با خزش)

د. خواص حرارتی: ضریب انبساط حرارتی، ضریب هدایت حرارتی.

شوک پذیری خود به این ضرایب بستگی دارد.

۴- جزئیات انواع مهم دیگرانها:

برای هر دیگران ← مقده، مواد اولیه، فرایند ساخت، خواص و کاربرد

۲- دیگرانهای آلومینوسیلیکاتی

۱- دیگرانهای سیلیسی

۴- دیگرانهای منیزیتی - کرومیتی

۳- دیگرانهای منیزیتی

۵- دیرگدازهای دولومیتی

۶- دیرگدازهای غیراکسیدی: SiC، گرافیتی

۷- دیرگدازهای حاوی کربن: MgO-C ، Al₂O₃-SiC

۸- دیرگدازهای بی شکل (مونولیتیک)

این نوع دیرگدازها (مورد ۸) بصورت کیسه‌ای خریداری می‌شوند، برخلاف آجر قالب ندارد و

در محل نصب می‌شود؛ انواع مختلفی هم دارد:

۱- ریختنی (Castable)

۲- کوبدنی

۳- پاشیدنی

۴- داغ

خود "ریختنی" بر حسب نوع باینر یا چسب یا نوع اتصال انواع مختلفی دارد:

الف- سیمانی (معمولی) - LCC (کم سیمان) - ULCC (خیلی کم سیمان) - NCC (بدون سیمان)

ب- فسفتی

ج- سیلیکاتی

د- رزینی

ذ- ویژه

۹- دیرگدازهای ویژه: زیرکونی، BN

۱۰- دیرگدازهای ذوب و ریخته‌گری (شیشه‌گری)

همه‌ی این دیرگدازها، سرمایه‌ی هستند؛ ممکن است دیرگدازهای فلزی هم داشته باشیم

منابع:

1. Refractories Handbook

2. Monolithic Refractories Handbook ; by Banerjee

ترجمه هم دارد - مخصوص دیرگدازهای بی شکل است

3. The technology of ceramics and refractories.

۴ - چستفر (چرتسفر) ؛ 1973

۵ - کتاب دکتر نعیمی
۶ - دیرگدازها (انواع، خواص، کاربرد)

تقسیم بندی نموده:

۱ - کلاسی (2-3) نمره

۲ - میان ترم 8 ~ نمره

۳ - پایان ترم 9 ~ نمره

امتحان میان ترم اواخر آبان ماه می باشد.

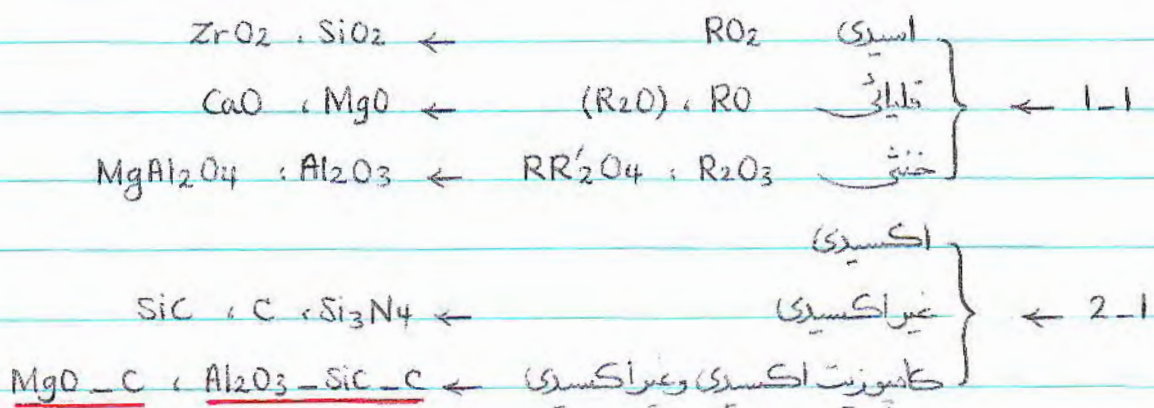
تعریف دیرگزار:

موادیکه بتواند دمای بالاتر از 1500°C را تحمل کند، تحمل یعنی: اگر مسئله خوردگی مطرح است باید بتواند در آن دما مقاومت نسبت به خوردگی، اکسیداسیون داشته باشد و یا استحکام خود را در آن دما حفظ کند. این دیرگزارها باید خواص مورد نظر را در دمای فوق داشته باشد. کاربرد دیرگزارها در کوره‌ها، پاتیل‌ها و مخازن دمای بالاست.

طبقه بندی دیرگزارها:

چندین نوع طبقه بندی وجود دارد:

1- طبقه بندی بر اساس ترکیب شیمیایی:



* دیرگزارهای اسیدی در مقابل سرباردهی اسیدی مقاومت بهتری دارند.

2- طبقه بندی بر اساس کاربرد:

2-1. صنعت شیشه 2-2. صنعت سیمان 2-3. صنعت فولاد

2-4. صنعت نیروگاهها و نفت 2-5. سرامیک

هردیگرگذاری در یک صنعت کاربرد دارد. صنعت شیشه نسبت به بقیه متفاوت تر بوده

و دیگرگازهای آن خیلی خاص است.

3- طبقه بندی بر اساس شکل ظاهری :

3-1. شکل دار (آجر) 3-2. بی شکل (مونولیتیک، Monolithic)

3-3. فایبر، پنبه های نسوز، پتو، نمد، بورد (تخته)، (به هر شکل دلخواه درمی آیند)

4- طبقه بندی بر اساس تخلخل :

4-1. دس (متراکم) : برای اینکه مذاب وارد دیگرگاز نشود.

4-2. عایق (متخلخل) : برای اینکه انرژی تلف نشود و حداکثر انرژی ذخیره شود.

مبانی ترمودینامیکی دیگرگازها:

ابتدا دیاگرام های فشار بخار تعدادی اجزای گرمایی در مجاورت مواد متراکم را بررسی می کنیم

هر ماده ای بجز گاز، متراکم محسوب میشود.

اهمیت دیاگرام‌ها:

آب در دمای محیط هم می‌تواند تبخیر شود درحالی‌که دمای جوش آن 100°C است.



پس در هر دمایی یک فشار تعادلی $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ یا $P_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})}$ داریم چون K_{eq} تابعی از دماست.

پس در 25°C ما یک فشار بخار آب داریم. این فشار، فشار بخار آب تعادلی است.

یک فشار بخار آب هم در محیط داریم. در محیط‌های خشک این فشار کمتر از محیط‌های مرطوب

است. در نتیجه دو فشار بخار آب داریم: تعادلی - محیط

برای اینکه آب تبخیر شود: محیط $P_{\text{H}_2\text{O}} >$ تعادلی $P_{\text{H}_2\text{O}}$

چون $P_{\text{H}_2\text{O}}$ در محیط با تبخیر آب تقریباً ثابت است، پس تبخیر مثلاً یک لیوان آب آنقدر

ادامه می‌یابد تا آب کاملاً بخار شود.

دیگر گازهایی مثل MgO هم در کوره‌ها در دمای بالا و در اتمسفر خاص مثل آب تبخیر می‌شوند.

در دمای ذوب فولاد مشکلی برای MgO پیش نمی‌آید اما ممکن است با تبخیر فشار اکسیژن

شرایط تعادل کاملاً عوض شود.

برای مثال سیستم MgO و یا $(Mg-O)$ را بررسی می‌کنیم:

مواد دس یا هتراکم در این سیستم عبارتند از: $Mg(s)$ ، $Mg(l)$ ، $MgO(s)$ و $MgO(l)$.

چون در حدود دمای $1700^\circ C$ هستیم $MgO(s)$ ذوب نشده اما $Mg(s)$ ذوب خواهد شد. بنابراین

$Mg(s)$ و $MgO(l)$ نداریم. پس مواد دس عبارتند از: $Mg(l)$ و $MgO(s)$.

می‌خواهیم بررسی کنیم در کدام MgO در کوره در چه شرایط اتمسفری و دمایی کوره پایدار خواهد

ماند و تغییر نمی‌شود. این موضوع به سه پارامتر P_i ، P_o ، T بستگی دارد.

P_i : فشار اجزای مختلف
 P_o : فشار جزئی اکسیژن

گازهای موجود در سیستم: O_2 ، $Mg(g)$ ، $Mg_2(g)$ ، $MgO(g)$ است.

البته O_2 و $Mg(g)$ مهم‌تر هستند.

فشار کل سیستم را 1 atm فرض می‌کنیم. اگر $C(s)$ هم در سیستم باشد $(CO(g))$ و $(CO_2(g))$

هم به سیستم اضافه خواهد شد.

یک راه رسم دیاگرام این است که یکی از سه متغیر: P_i ، P_o و T را ثابت بگیریم.

حالت اول: دما را ثابت بگیریم. مثلاً $T = 1800^\circ K$.



از رابطه ثابت تعادل:

$$\log P_{O_2} = -2 \log K_p$$

چون $MgO(s)$ و $Mg(l)$ را حاضر فرض کنیم، اکتیویته‌ی آنها 1 است.

در نتیجه فشار تعادلی اکسیژن در این دما بدست می‌آید. (K_p در جدول ترمودینامیکی موجود است)

$$\text{فرض: } P_{O_2} = 10^{-23} \text{ atm} : \log P_{O_2} = -23$$

طبق اصل لوشاتلیه اگر فشار اکسیژن از این حد (10^{-23} atm) کمتر شود، MgO تجزیه خواهد

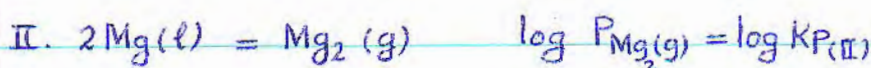
شد و دیگر گاز $MgO(s)$ از سیستم نخواهد رفت. معادله فوق خط عمودی در نمودار را نشان می‌دهد.

حال می‌خواهیم بینیم فشار بخار تعادلی اجزای گازی در مجاورت ماده ذوب شده $Mg(l)$ چگونه است:



پس مقدار $P_{Mg(g)}$ در مجاورت $Mg(l)$ مقداری ثابت بر روی نقطه K_p این واکنش

در نتیجه نقطه دما را بسته است. پس در نمودار $P_i - P_o$ در محور $Mg(l)$ ، $P_{Mg(g)}$ ثابت است.

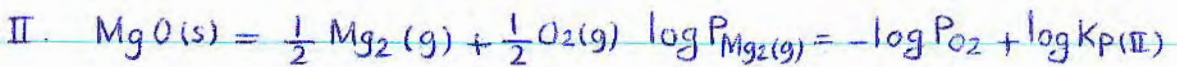


پس $P_{Mg_2(g)}$ هم مقدار ثابتی است.

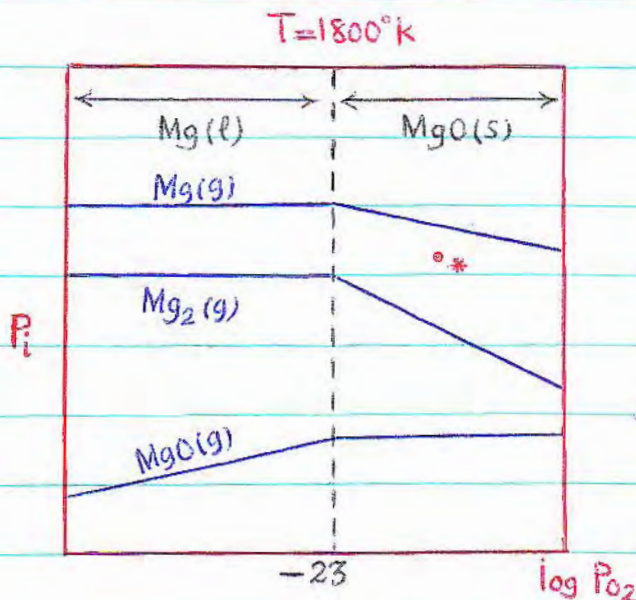


این معادله‌ی یک خط است.

فشاربخار اجزای گازی در مجاورت ماده‌ی دهنده $\text{MgO}(\text{s})$:



بین معادله‌ی I و II، شیب هر دو منفی بوده و برای دومی، 2 برابر اولی است.



اگر شرایط کوره طوری باشد که ما

در نقطه‌ی * از دیاگرام قرار داشته

باشیم، طبق اصل لوشاتلیه چون مقدار

فشار بخاری $\text{Mg}(\text{g})$ از حالت تعادل

یعنی خط مربوط به $\text{Mg}(\text{g})$ کمتر است، دیرگداز $\text{MgO}(\text{s})$ از بین می‌رود.

در این دیاگرام شرایط پایداری دیگر گاز را جزئی تعیین می‌کند که فشار بخار

جزئی آن از اجزای دیگر بیشتر باشد. در این مورد $Mg(g)$ تعیین کننده است.

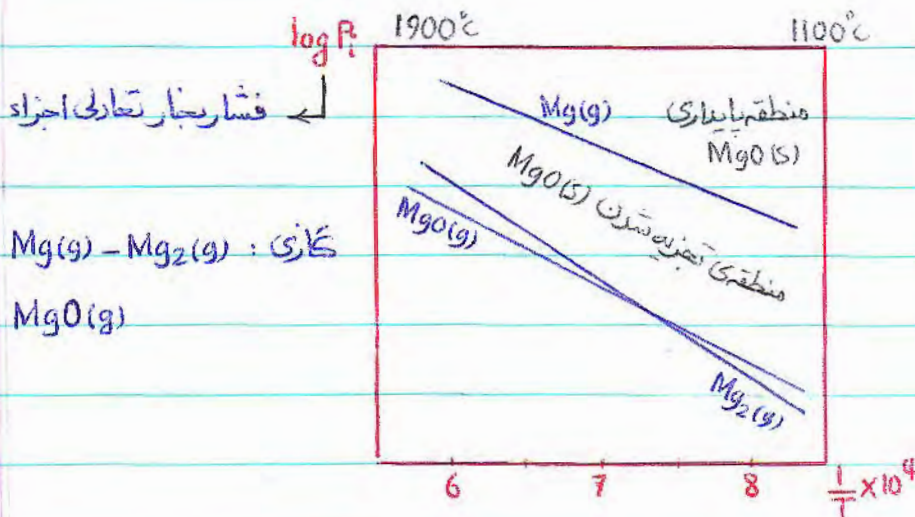
حالت دوم. اگر فشار جزئی اکسیژن را ثابت بگیریم: $P_{O_2} = 10^{-10}$ atm

از همان روابط حالت اول استفاده می‌کنیم تا این تفاوت که $\log P_{O_2}$ ثابت بوده و $\log K_p$

با $\log K_p$ همبستگی دارد. از نمودار می‌توانیم با $\frac{1}{T}$ متناسب است. البته به گونه‌ای

بودن یا گرمای بودن واکنش هم بستگی دارد.

در نمودار چون دما بالای 1700° است، $\frac{1}{T}$ را در 10^4 ضرب می‌کنیم.

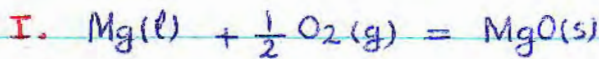


در این مورد نمودار را بر حسب $\log P_i - \frac{1}{T}$ رسم کردیم تا خطی بدست آید.

حالت سوم. اگر فشار بخار اجزای گازی ثابت باشد: (شبه به دیاگرام اینکهام)

چون P_{Mg} ارزش مهمی است، P_{Mg} را ثابت می‌گیریم: $P_{Mg(g)} = 10^{-2}$ MPa

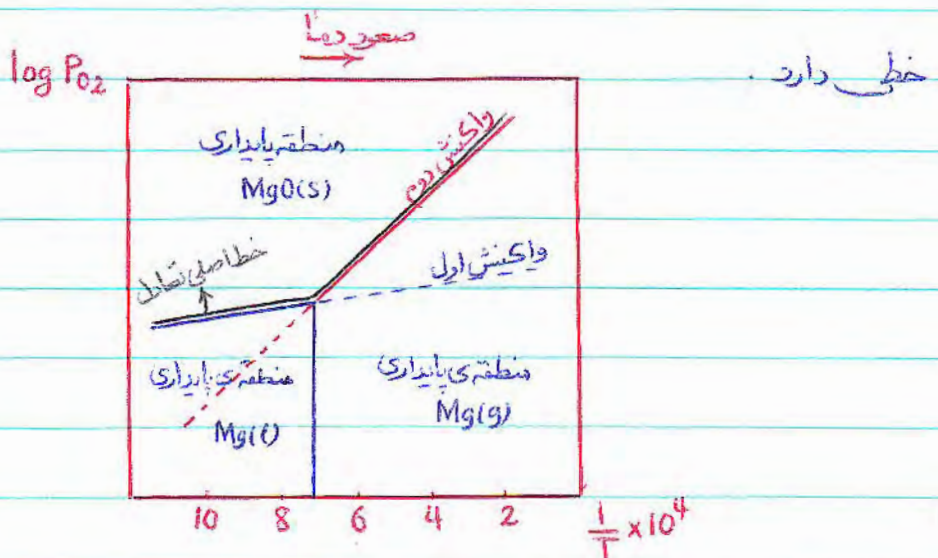
یکی از این دو واکنش‌های برآیند است، P_{Mg} و P_{O_2} و بقیه‌ی واکنش‌ها به‌رونی خود.



$$III \Rightarrow \log P_{Mg(g)} = -\frac{1}{2} \log P_{O_2} + \log K_p$$

$$\Rightarrow \log P_{O_2} = 2 \log K_p - 2 \log P_{Mg(g)}$$

$\log P_{O_2}$ با $\log K_p$ رابطه‌ی خطی دارد پس $\log P_{O_2}$ با $\frac{1}{T}$ رابطه



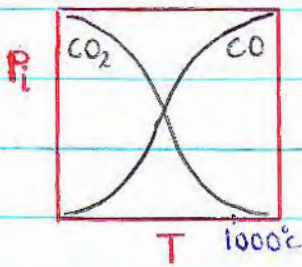
اهمیت این دیاگرام‌ها زمانی یافت می‌شود که کربن نیز به این سیستم اضافه شود و

سه جزئی شود. (Mg-O-C): دیاگرام‌های متزیرگرافی

وقتی کربن جامد وارد سیستم می‌شود که دمای آن بالای 1000°C است، CO تولید می‌شود نه

CO_2 . بعباری واکنش $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2 = 2\text{CO}(\text{g})$ انجام شده و ذرات سفید کوره CO وجود دارد.

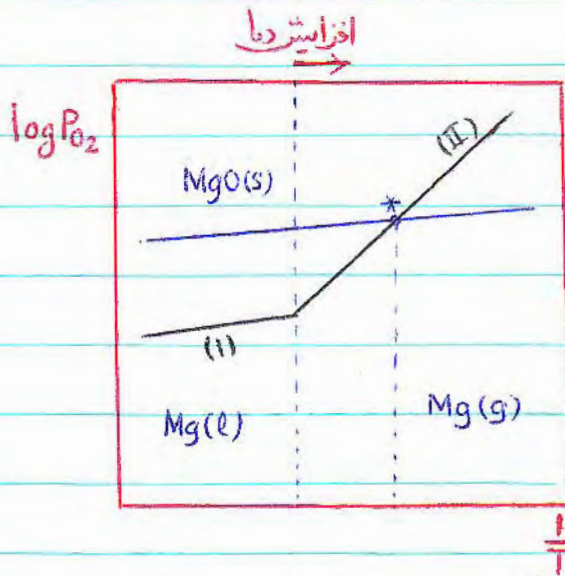
این مطلب از رسم دیاگرام‌های مانند دیاگرام زیر فهمیده می‌شود:



در این طورهالتهای فشار جزئی CO

تقریباً 1 atm است. نتیجه P_{O_2} بر

حسب دما رسم می‌شود.



در نمودار قبلی خط آبی رنگ مربوط به واکنش $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$: $P_{\text{CO}} = 1 \text{ atm}$

نیز اضافه می‌شود. خط II مربوط به واکنش $\text{MgO}(\text{s}) = \text{Mg}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$: $P_{\text{Mg}} = 10^{-2} \text{ MPa}$

است. مفهوم نقطه‌ی * این واکنش است: $\text{MgO}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) = \text{Mg}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$

تا وقتی کربن جامد در این سیستم است، فشار اکسیژن دریا گرام هر جایی نمی تواند

باشد بلکه $\log P_{O_2}$ فقط می تواند روی خط آبی رنگ یعنی مربوط به واکنش $2C(s) + O_2 = CO(g)$

تغییر کند.

نست چپ نقطه * پایداری MgO را نشان می دهد. عبارتی:

وقتی MgO در کنار C باشد یک دمای مشخصی وجود دارد البته تحت شرایط $P_{Mg} = 10^{-2} \text{ MPa}$

و $P_{CO} = 1 \text{ atm}$. این دما نشان می دهد که بالاتر از آن MgO کنار کربن

ناپایدار می شود.

86.7.9

دریا گرام های سه جزئی:

$$F = C - P + 2 \quad \text{درجه آزادی}$$

C : تعداد اجزا (از این کث $C=3$)

P : تعداد فاز

$$F = 3 - 1 + 2 = 4 \quad \text{چون حداقل 1 فاز داریم}$$

یعنی برای رسم دریا گرام نیاز به 4 بُعد داریم. بنابراین فشار را ثابت می گیریم.

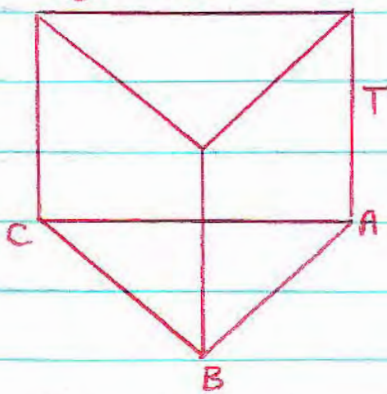
$$\xrightarrow{\text{با حذف فشار}} F = 3 : T - B, A \text{ ترکیب } C, B \text{ ترکیب } A$$

$P = cte$

برای سه جزء A ، B و C برای اینکه ترکیب مشخص شود باید غلظت دوجز را داشته

باشیم پس 2 درجه آزادی مربوط به ترکیب شیمیایی است و سه برای دما.

مَسَارِی الاَضْلَاع : $\triangle ABC$



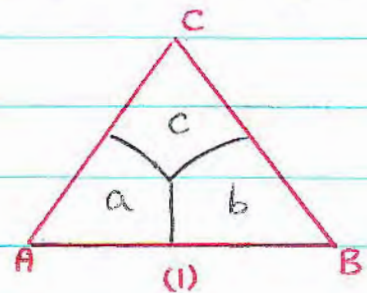
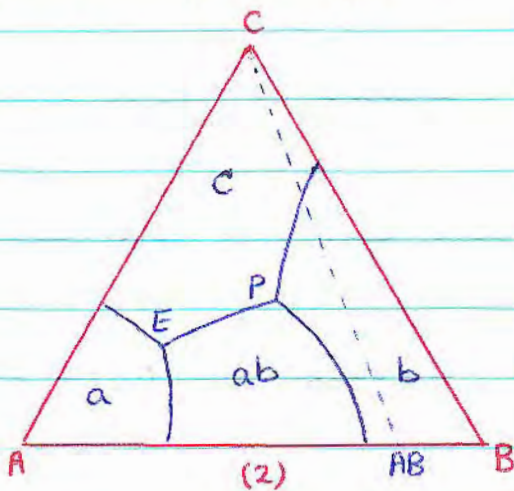
بنودار سه بعدی بصورت زیر خواهد بود :

برای سادگی کار دیاگرام را روی صفحه

ABC تصویر می کنیم و دیاگرام دو بعدی میشود.

وقتی که هیچ کدام از اجزا ترکیب استوکیومتری بهم ندهند ، دیاگرامی مشابه زیر

خواهیم داشت . (1) فرض می کنیم دیاگرام (2) را داریم ؛ می خواهیم آن را بررسی کنیم .



در شکل (2) ، A و B یک ترکیب استوکیومتری

AB می دهند .

نقطه ای AB بیرون از منطقه ای ab است . در واقع این نوع ذوب شدنش بدین

صورت بوده که قبل از ذوب یکسری استحاله انجام داده است (تجزیه شده است)

* فاز اولیه (مادر) : به کلیه ی فازهای با ترکیب استوکیومتری مشخص در سیستم مورد

نظر گرفته میشود. هر کدام تنها بایک نقطه مشخص میشوند. مثل AB .

در اینجا 4 فاز اولیه داریم : AB, C, B, A .

* حوزه فاز اولیه : هر کدام از این سطوح که با مرزهایی از هم جدا شده اند، حوزه فاز اولیه هستند.

* خط آلی میید : خطی است که دو بنایزه ی دو فاز اولیه را که حوزه های ایشان با هم مرز مشترک دارد به هم وصل می کند.

دو حوزه a و c ← بنایزه های ایشان : A و C ← خط AC آلی میید است.

اما AB آلی میید نیست چون a و b با هم مرز مشترک ندارند.

خط $A-AB$ خط آلی میید است چون a و b مرز مشترک دارند.

نکته : به تعداد مرزها (بین حوزه ها) خط آلی میید داریم. در اینجا خط آلی میید

مساظر با $EP, C-AB$ است که رسم نشده بود. (خط چین)

قانون آلی میید : محل تقاطع هر خط آلی میید با مرز مساظر با آن یا امتدادشان یک

دمای max است روی خط مرز و یک دمای min است روی خط آلکی مید.

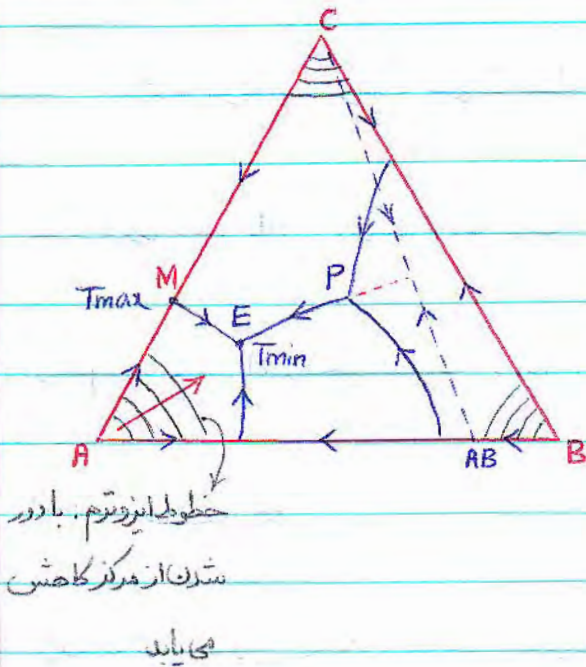
روی مرز * دما از Tmax کاهش می یابد تا به Tmin برسد ← این قانون مسیر

سرد کردن را نشان می دهد.

هر نقطه دیگر روی AC (آلکی مید) دما بیش

از M بیشتر است. جهت دما روی مرزها

طوری است که از خط آلکی مید دور میشود.



مثلث ترکیبی:

مثلثی است که سه رأسش نماینده سه فاز اولیه ای هستند که جزوهایشان در یک نقطه مشترکند

A-AB-C : مثلث ترکیبی - در E مشترکند

C-AB-B : مثلث ترکیبی - در P مشترکند

بسته به اینکه چندتا ترکیب بی اجزا داشته باشیم، مثلث های ترکیبی هم زیاد میشود.

فرض کنید ترکیب γ را داریم. ترکیب فوق را مخلوط کرده و حرارت میدهیم تا به

| | |
|----|----|
| A: | 25 |
| B: | 40 |
| C: | 35 |

مذاب بکنواخت برسیم. بعد شروع به سرد کردن می کنیم. چه اتفاقی می افتد؟

مراحل . 1 - خطوط آلکی مید را رسم یا کامل می کنیم .

2 - جهت های سرد شدن را روی خطوط تعیین می کنیم .

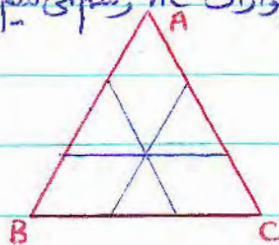
3 - موقعیت ترکیب صورت مسئله را در دیاگرام تعیین می کنیم .

\Leftarrow روی ضلع AB ، درصد 25٪ برای A را انتخاب میکنیم . از آن خطی موازی با BC

رسم می کنیم تا AC را قطع کند . روی این ضلع هم درصد 25٪ A (خود به خود)

انتخاب می شود .

برای B هم همین کار را می کنیم و خطی موازی با AC رسم می کنیم . این سه خط در یک



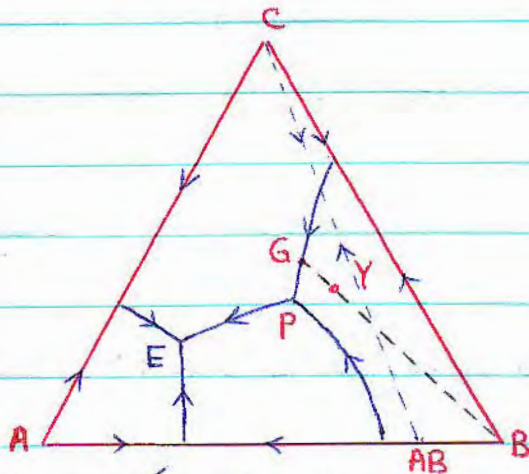
نقطه هم رسند .

چون $\triangle ABC$ متساوی الاضلاع است ، اگر روی AB یک نسبتی جدا کنیم ، روی AC هم

همان نسبت جدا میشود (تالس)

در مورد مسله ی فوق نیز همین کار را می کنیم . برای اینکه بینم در انتخابه فازهای

داریم باید بینم نقطه ی Y در کدام مثلث ترکیبی افتاده است . سه رأس این مثلث



سه دانه فضای خزا محدود. در اینجا: $A-C-AB$

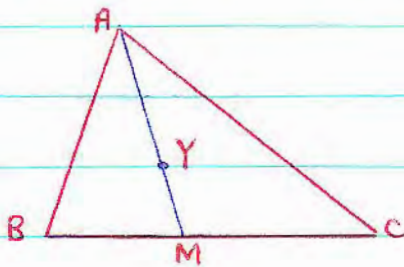
از موقعیت Y در این مثلث می توان میزان

هر باز را بدست آورد. برای این کار دو راه داریم:

1- برعکس بالا عمل می کنیم: از نقطه Y فوق به موازات هر ضلع خطی رسم می کنیم. در اینجا

چون مثلث ترکیبی می تواند مساوی الاضلاع نباشد روش 2 مناسب است.

2- یک رأس را انتخاب کرده، به Y وصل کرده و امتداد می دهیم (کدام رأس؟)



مانند قانون اهم:

$$A: \frac{MY}{AM} \quad B+C: \frac{AY}{AM}$$

$$B: \frac{AY}{AM} \times \frac{MC}{BC}$$

به میزان $\frac{BM}{BC}$ در $B+C$ موجود است:

$$C: \frac{AY}{AM} \times \frac{BM}{BC}$$

امتحان کردن جوابها: $A+B+C=100$

* همه این محاسبات با خط کش است و محاسبات پیچیده ای ندارد و لازم نیست خطوط

مثلث را درجه بندی کنیم.

ابتدا باید مسیر سرد کردن را مشخص کرد. این مسیر منحصر بفرد است. ابتدا باید

۲ را به نمایندگی حوزه، وصل کنیم و بعد امتدادش می دهیم تا اولین مرز را قطع کند.

نقطه ۲: بالای سطح لیگوتیدوس است یعنی مذاب بیکنواخت داریم، در همین

سرد کردن اولین کریستال هائی که از مذاب جدا میشود، B است چون در

حوزه ۲ هستیم. هر نقطه ای که فازهای A-C-AB در آن وجود دارد، نقطه پایانی

است. در اینجا E نقطه پایانی است. اگر به E برسیم و سرد کردن را ادامه

دهیم، استتاله ای رخ نمی دهد فقط فازهای نهایی سردتر می شوند.

مسیر سرد کردن: $Y \rightarrow G \rightarrow P \rightarrow E$

در بیاگرام خطوط ایزوترم وجود دارد پس در هر نقطه از مسیر، دما مشخص

می شود. هر جا که مسیر این خطوط ایزوترم را قطع کرد، دما مشخص می شود. در این

مسیر، دما همواره کاهش می یابد.

* اگر در مثلث ترکیبی A-C-AB باشیم (Y) نقطه پایانی E است.

* اگر در مثلث ترکیبی B-C-AB باشیم (Y) نقطه پایانی P است.

اگر ۴ درجه بالاتر از γ روییم (γ^+) : بالای خط لیکوئیدوس هستیم : یک فاز مذاب

داریم . (100٪ مذاب) ترکیب این مذاب همان ترکیب γ است :

$$\gamma \left| \begin{array}{l} 25 \\ 40 \\ 35 \end{array} \right.$$

اگر ۴ درجه پائین تر از γ روییم (γ^-) : روی خط γG هستیم : مذاب داریم بجای کرسیتال های

B که از مذاب جدا می شوند .

از γ تا E هر نقطه یک دمائی دارد . هر نقطه روی این مسیر را نماینده ی فاز مذاب میگیریم

چون از γ تا E حداقل یک فاز مذاب داریم . بنابراین باید یک نماینده داشته باشد و نماینده ی

آن همان دمائی است که در آن قرار داریم ؛ یعنی همان نقطه روی خط . بنابراین در هر نقطه از

مسیر یک دمائی داریم و این نقطه نماینده ی فاز مذاب است .

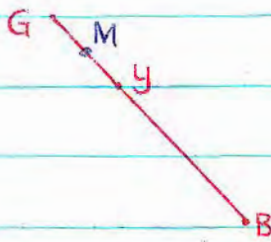
* از γ تا G : روی BG هستیم . یک طرفه نماینده ی کرسیتال های B است و طرف

دیگر نماینده ی مذاب . بنابراین در منطقه ی دوخازی هستیم . B و L .

γ^- : از قاعن اهم ← L : 100٪ B : 0٪

اگر M نقطه ای بین γ تا G باشد (دمائی کمتر γ و بیشتر از G) ، M نماینده ی مذاب

و B نماینده ی کرسیتال های B و γ تکیه گاه است .



قانون اهم : $\%L = \frac{YB}{MB} \times 100$

$$\%B = \frac{MY}{MB} \times 100$$

مقدار B مشخص شد. ترکیب خود مذاب را بصورت زیر درست می آوریم :

در L ، A و B و C وجود دارند پس برای اینکه میزان این سه فاز در L درست

آید باید نقطه‌ی M مثلث ABC را در نظر گرفت. $M / \triangle ABC$

==> برای تعیین ترکیب مذاب، نماینده‌ی مذاب مثلث ABC را در نظر می گیریم.

G : G⁺ : دو فاز L و B داریم و مقدار آن‌ها از قانون اهم درست می آید.

$$L : \frac{YB}{GB} \quad B : \frac{YG}{GB} \quad G / \triangle ABC : \text{ترکیب مذاب}$$

G⁻ : روی مسی GP هستیم. چون روی هر دو مشترک دو حوزه هستیم، نماینده‌ی دو فاز

را داریم بعلاوه مذاب. پس از G پائین تر تا B و C هم علاوه بر B رسوب میکند.

پس سه فاز داریم : L ، B ، C. از G هم خطی به C وصل می کنیم و خطی

هم به B و مثلث ترکیبی موضعی GBC تشکیل می شود. یک رأس (G) نماینده

مذاب و دو رأس دیگر دو نماینده‌ی اصلی B و C

در G^- ، صفر درصد باور C داریم و:

$$L: \frac{YB}{GB}$$

$$B: \frac{YG}{GB}$$

* پایش تراز G : اگر N نقطه‌ای در مسیر GP باشد، سه فاز داریم با ترکیب:

$$Y/NBC \quad \text{ترکیب مذاب هم} \quad N/ABC$$

برای تعیین ترکیب شیمیایی Y ثابت است، مثلث تعیین می‌کند. برای تعیین

ترکیب مذاب، مثلث ثابت است و نقطه‌ی نماینده‌ی مذاب تعیین می‌کند.

P^+ : روی PG هستیم با مثلث PCB مذاب و B و C داریم. ترکیب شیمیایی

با Y/PCB تعیین می‌شود. ترکیب مذاب P/ABC است.

P^- : روی PE هستیم. سه فاز L ، C ، AB داریم. ترکیب شیمیایی $Y/PC(AB)$

است و ترکیب مذاب P/ABC است. یعنی در P یک تحول داریم که مقدار

مذاب تعیین می‌کند اما ترکیب آن ثابت است. چون در P^- مثلث موضعی ترکیبی PCB

است و در P^+ مثلث موضعی ترکیبی $P(AB)C$ است. اما چون نقطه‌ی P تعیین

نکرده است ترکیب آن ثابت است (مذاب) $\{P/ABC\}$

اگر F نقطه‌ای بین P تا E باشد: سه فاز داریم: $AB - L - C$

ترکیب شیمیایی این سه فاز: $Y/FC(AB)$ است. (درصد این سه فاز)

وقتی به E می‌رسیم: (E^+) سه فاز داریم: $AB - C - L$. ترکیب شیمیایی این سه فاز $Y/EC(AB)$ است.

E^- نداریم چون E نقطه پایانی است.

اساس و پایداری تست‌های استاندارد مربوط به دیرگدازها:

86. 7. 16

۱- اندازه‌گیری دمای بالا:

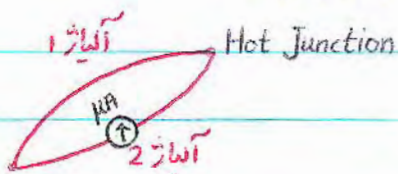
برای اندازه‌گیری دمای بالای $1300^\circ C$ از ترموکوپل استفاده می‌کنیم. ترموکوپل وسیله‌ایست

که از دو فلز یا آلیاژ که از دو انتهای هم جوش خورده‌اند، تشکیل شده است. یک انتهای

جوش خورده را دگروره و انتهای دیگر را در محیط با دمای معین قرار می‌دهیم. بین این دو

یک اختلاف پتانسیل الکتریکی بوجود می‌آید که با اندازه‌گیری این ولتاژ و تطبیق با جدول موجود

و منحنی‌های رسم‌شده، می‌توان اختلاف دمای دو جوش را اندازه گرفت.



دو سطح ترموکوپل یکی می‌تواند آلیاژ باشد

Cold Junction

دیگری هم آلیاژ ولی با درصد آلیاژی متضاد.

| μV | ΔT |
|---------|------------|
| ... | ... |
| ... | ... |
| ... | ... |

بجاری دو الیازم جنس اند اما درصد آلیاژی متفاوتی دارند.

برای دماهای بالاتر از $1800^{\circ}C$ ، از ترمومتر یا نورسنج استفاده

میکنند و بر اساس اینکه هر عنصری در دماهای مختلف طول موج های مختلفی از خود گسیل

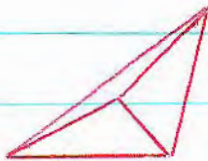
می کند، کاری کند.

2- تست دیرگذاری : مخروط نرگر (آلمانی) - اورئون (آمریکائی)

در واقع تست دیرگذاری است، اما دما را هم می توان حساب کرد. یک سری مخروط با البعاری

مشخص هستند و با ترکیب شیمیائی خاص که با کدگذاری مشخص می شوند. این مخروط ها

استاندارد شده هستند و قابل می باشند.



شکل، زوایا، ابعاد مخروط استاندارد شده است.

| دمای دیرگذاری | کد | ترکیب شیمیائی | برای هر کد، دمای دیرگذاری یا نقطه نرمی محاسبه شده است. برای اندازه گیری دیرگذاری یک ماده |
|-----------------|-------|---------------------------------|--|
| $1000^{\circ}C$ | SK022 | K, O, NO ₂ , Mg, ... | مجموعه، آن را پودر کرده و آن را در قالب مخروط نرگر |
| $600^{\circ}C$ | 021 | ⋮ | می ریزیم تا از آن نمونه استاندارد تهیه شود. |
| $900^{\circ}C$ | 0.16 | ⋮ | |
| ⋮ | 0.15a | ⋮ | |
| ⋮ | 01a | ⋮ | |
| ⋮ | 42 | ⋮ | |

این نمونه را به همراه چند مخروط استاندارد که حدس می‌زنیم دیرگذاری نزدیک به نمونه دارند درون کوره قرار می‌دهیم. بعد از مدتی خواهیم دید که نوک مخروط‌ها خم می‌شود. سپس کوره را خاموش کرده و مقایسه می‌کنیم که خم شدگی نمونه مجهول به کدام نمونه استاندارد نزدیک‌تر است. بدین ترتیب دیرگذاری مجهول تقریب زده میشود.

مزیت این روش این است که دمای واقعی دیرگذاری را تعیین می‌کند و دیگر بستگی به شرایط محیطی و ... ندارد. مثلاً بستگی به محل ترموکوپل، برقراری تعادل گرمایی، آملاف انرژی و ... ندارد.

دمای کوره را تا جایی بالا می‌بریم که نمونه‌ها شروع به خم شدن کنند [البته نمونه‌های مجهول] در این روش ممکن است 30-40 درجه اختلاف با ترموکوپل وجود داشته باشد.

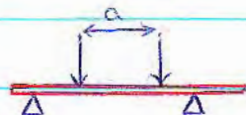
3- تست های اندازه گیری خواص مکانیکی:

تست های خواص مکانیکی زیاد هستند اما فقط چند مورد برای دیرگازها مطرح است: استحکام

خشی و فشاری. دیرگازها استحکام کششی خوبی ندارند.



* استحکام خشی: یا بصورت سه نقطه است یا چهار نقطه: (MOR)



4 نقطه به راحتی نزدیک‌تر است. در 3 نقطه نیروی در یک نقطه

مستمر است و احتمال یافتن عیب در یک نقطه مطرح است. اما در 4 نقطه احتمال یافتن عیب در یک بازه طول a مطرح است پس مطمئن تر است. برخی مواقع با چندین بار تست سه نقطه و متوسط گیری به یکبار تست 4 نقطه می رسند. اما باین حال 3 نقطه متداول تر است.

* استحکام فشاری: Cold Compressive Strength (CCS)

استاندارد نمونه ها: استوانه به قطر 50mm و ارتفاع 50mm.

استحکام فشاری، ارقام و آمار دقیقتری نسبت به خشی بدست می دهد.

اگر سایش را جزو خواص مکانیکی بدانیم در دیگر دارهاسایش هم مطرح است:

روش سند بلاست (Sand Blast): ذرات ریز و سخت از جنس Al_2O_3 یا SiC با فشار و سرعت

به سطح قطعه می پاشند. از اختلاف وزن قطعه قبل و بعد از سند بلاست، می توان میزان ساییده

شدن را بدست آورد. (روش جت هوای حاوی ذرات سخت)

البته شرایط باید استاندارد باشد: دبی جریان ذرات، زمان، شکلی ذرات، زاویه تابیدن و جنس ذرات.

4- خواص فیزیکی: (انواع دانسیته و تخلخل):



$$V_{Bulk} = V_{solid} + V_{porosity}$$

\uparrow کلی \uparrow ذرات حاکم \downarrow تخلخل

$$V_p = V_{o.p} + V_{c.p}$$

open porosity = o.p : تخلخل باز - به یکدیگر و به سطح نمونه راه دارند.

closed porosity = c.p : تخلخل بسته - نه به یکدیگر و نه به سطح راه دارند.

← سیال نمی تواند وارد تخلخل بسته شود.

m: جرم نمونه

V_{app}: حجم ظاهری

$$\rho_{bulk} = \frac{m}{V_{bulk}} = \frac{m}{V_b} = \rho_b \quad \text{دانشیه کلی}$$

$$\rho_{app} = \frac{m}{V_{app}} \quad \text{دانشیه ظاهری}$$

V_{app}: اگر جسمی را داخل سیال قرار دهیم، مقداری از آن بیرون سیال می ماند چون سیال

$$V_{app} = V_s + V_{c.p} \quad \text{وارد C.P نمی شود:}$$

$$\rho_{true} = \rho_t = \frac{m}{V_s} \quad \text{دانشیه حقیقی: از روی ساختار بلوری پیویید}$$

دست می آید البته باید خوب رانیز در نظر گرفت

$$P_{relative} = P_r = \frac{A_b}{A_t} \quad P = \frac{V_p}{V_b} \quad \text{تخلخل:}$$

$$OP = \frac{V_{op}}{V_b} \quad \text{تخلخل باز} \quad \Rightarrow P_r = 1 - P$$

فرض می‌کنیم ρ_t را داریم. [از جدول] می‌خواهیم بقیه‌ی فاکتورها را بدست آوریم:

1- نمونه را کاملاً خشک می‌کنیم؛ وزن آن را با ترازو می‌سنجیم:

$$W_1 = m = \text{وزن نمونه خشک در هوا بر روی ترازو}$$

2- نمونه را داخل سیال (آب، الکل یا روغن) قرار می‌دهیم. برای این که به خوبی داخل حفره‌های

باز هم از سیال پر شود؛ سعی می‌کنیم قطعه را وکیوم (vacuum) کنیم:

$$\begin{aligned} \text{وزن نمونه‌ی معلقی در آب} &= W_2 = W_1 - (V_{app} \times \rho_{\text{سیال}}) = m - V_{app} \cdot \rho_{\text{سیال}} \\ &= m - (V_s + V_{cp}) \end{aligned}$$

(هانون ارشمیدس)

3- نمونه را از داخل سیال بیرون می‌آوریم و فقط سطح آن را با دستمال خشک می‌کنیم:

$$\text{(وزن آب هم حجم کلنل باه)} = m + V_o \cdot \rho \times \rho_{\text{سیال}} = W_3 = m + V_o \cdot \rho \times \rho_{\text{سیال}}$$

وزن نمونه پر از آب در هوا روی کفه ترازو

اگر قطعه در آب واکنش دهد، آنرا در وقت می‌گذاریم. برای آب خالص داریم: $\rho_{H_2O} = 1 \text{ gr/cm}^3$

$$\Rightarrow W_3 = m + V_o \cdot \rho \Rightarrow \begin{cases} W_3 - W_2 = V_b \\ W_3 - W_1 = V_o \cdot \rho \end{cases} \Rightarrow V_{cp} \checkmark$$

$$V_t = V_s = \frac{W_1 \text{ or } m}{\rho_t} \quad \text{چون } V_s \text{ از رابطه‌ی معادل بدست می‌آید:}$$

و داشتن V_b ، V_s و V_o ، V_{cp} بدست می‌آید. (روش ارشمیدس)

بعضی اوقات هم رانداریم چون ممکن است فازهای زیادی داشته باشیم و با درصدهای مختلف.

در نتیجه هم راباید بصورت تجربی تعیین کرد:

پیکنومتر:

روی ظرف حجم را 50ml نوشته است اما برای اینکه



مقدار دقیق را تعیین کنیم: در حالت خشک، وزن ظرف

را حساب می‌کنیم. بعد آب حاصل را در آن ریخته و در ظرف

را می‌گذاریم تا از لوله‌های اریک آب اضافی خارج شود. هر چه این لوله نازک تر باشد، وقت کار

بیشتر است. از بدست آوردن اختلاف وزن، وزن آب بدست آمده در نتیجه حجم آن بدست

می‌آید. مثلاً 49.92 cm^3 .

بعد پورر ماده مورد نظر را به وزن 21.25gr درون ظرف ریخته { پورر در حد 40-50 میکرون

طوری که C.P نداشته باشیم } و به آن آب اضافه کرده و به حجم می‌رسانیم. حجم آب را با اندازه‌گیری

وزن بدست می‌آوریم. در نتیجه حجم پورر بدست می‌آید و با داشتن حجم پورر، هم بدست می‌آید.

* تفاوت نوع و مقدارش در خیلی از پارامترها از جمله خوردگی تأثیر گذار است.

5- خواص حرارتی :

(ضریب هدایت حرارتی، ضریب انبساط حرارتی، C_p و C_v)

فایده ضریب هدایت حرارتی : بدست آوردن میزان انتقال حرارت از کوره به دیگداز.

اگر ضریب انتقال حرارتی دیگداز زیاد باشد، آنگاه انرژی زیادی شود در نتیجه برای جبران آن می توان در انتهای آجر از عایق استفاده کرد.

هرچه ضریب هدایت حرارتی بیشتر باشد، دیگداز دهنتر است چون تنش های گرمایی درون

آن کمتر می شود، در واقع گرادیان حرارتی در داخل دیگداز و دیواره کمتر می شود.

حضور تنش گرمایی \equiv انبساط غیر یکسان

پس این ضریب، مقاومت دیگداز در برابر سرد و گرم کردن های تشارب را تعیین می کند. هرچه

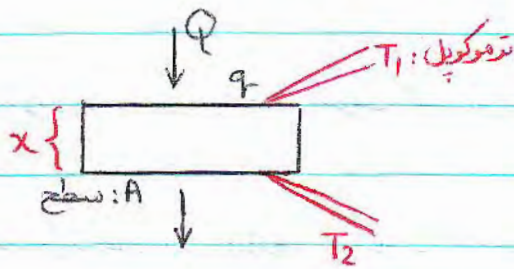
λ or K بیشتر باشد، شوک پذیری حرارتی دیگداز بیشتر می شود. (مقاومت حرارتی بالاتر)

محاسبه λ :

دو حالت داریم : 1- steady state 2- non-steady state

(1) یک آجر را مطابق شکل همراه یک جریان حرارتی Q قرار می دهیم. در ابتدا T_1 و T_2

بالا می رود تا جاییکه به تعادل برسد و دیگر ثابت نباشد. (steady state)



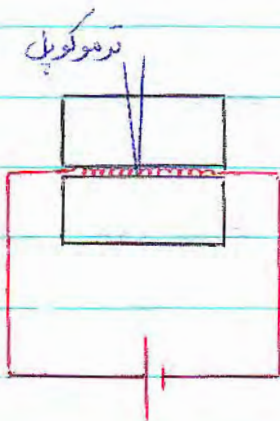
حالت این شرایط دستگاهی وجود دارد که q

را محاسبه می کنند.

$$q = \frac{dQ}{dt} = -A \lambda \frac{dT}{dx} = -A \lambda \frac{\Delta T}{x}$$

این روش زمان بر است تا حالت پایدار برقرار شود.

(2) روش سیم داغ: (Hot wire method: (non-steady state))



دراثر جریان الکتریکی، سیم گرم می شود. با روابط

می توان میزان این حرارت را دست آورد. حرارت

همواره از آن جرها به بیرون می رود و همواره هم تولید

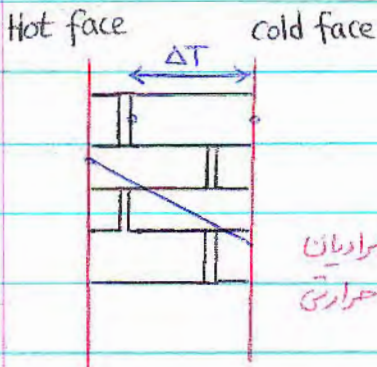
می شود. $t_1 = 5 \text{ min} \rightarrow T_1 = 500^\circ \text{C}$

ترموکوپل دمای وسط را اندازه می گیرد. $t_2 = 10 \text{ min} \rightarrow T_2 = 600^\circ \text{C}$

هرچه k بزرگتری داشته باشد ΔT کمتر می شود چون حرارت بیشتری تلف می شود.

$$\lambda = \left\{ \frac{I^2 R}{4\pi} \right\} \cdot \left\{ \frac{2.303 \log(t_2/t_1)}{(T_2 - T_1)} \right\}$$

ضریب انبساط حرارتی:



هرچه ΔT بیشتر باشد در اجزای شوک حرارتی بیشتری داریم.

و انبساط در قسمت گرم تر بیشتر از قسمت گرم تر است. نتیجه

گرادیان
حرارتی

تشن داریم.

در اجزایی که درجه‌ها بین آنها زیاد است، فواصل معینی باشند تا در درجه حرارت‌های بالا که تغییر

طول زیاد است، اجزای درجه نشوند.

منشأ ضریب انبساط حرارتی یا تغییرات ابعادی:

تغییرات ابعادی طولی (linear):

(a) ناپایدار (برگشت پذیر): (α) . با گرم شدن طول زیاد می‌شود و با سرد کردن برمی‌گردد.

$$\alpha = \frac{1}{l} \frac{dl}{dT} \left(\frac{1}{^\circ\text{C}} \right)$$

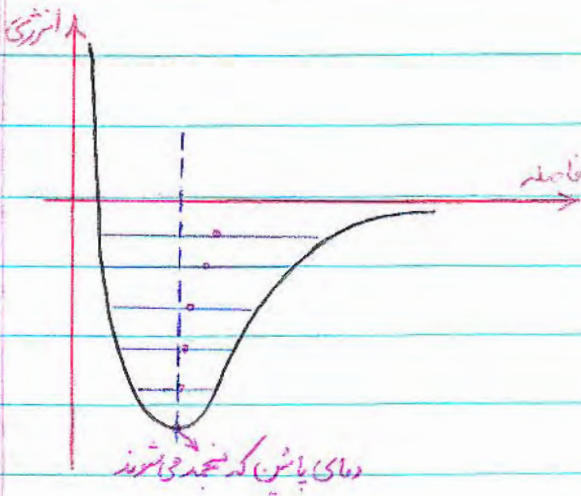
(b) پایدار (برگشت پذیر): (PLC): تغییر طول برمی‌گردد. چه انبساط و چه انقباض.

* در یک تغییر طول ممکن است یک قسمت پایدار و یک قسمت ناپایدار باشد.

منشأ تغییر طول با درجه حرارت، تغییر فاصله‌ی بین اتم‌هاست.

هرچه چاه پتانسیل بیشتر باشد، تغییرات طول

میوند با دما کمتر است.



منشأ تغییرات ابعادی ناپایدار (α) :

(α) تکرار و شکل چاه پتانسیل (طول می‌یوند).

(b) استحاله‌ای برگشت پذیر.

(زیرکسیم)

استحاله های دمای بالا معمولاً با انقباض یا بازشدگی در ساختار همراه است اما استثناً هم دارد: Zr

منشأ تغییرات ابعادی پایدار (PLC) :

(a) استحاله‌ای برگشت ناپذیر (irreversible transformation)

(b) تکمیل زینترینگ : زینترینگ از نوع PLC بوده و عمدتاً از نوع انقباض است :

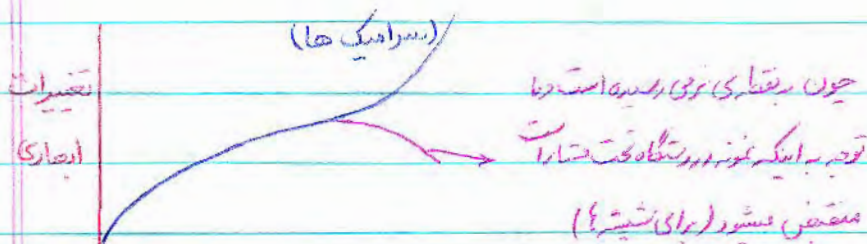
در دمای بالا، زینترینگ :



نوعی اندازه گیری :

بوسیله ی پیرو الکتریک تغییرات ابعادی به پالس الکتریکی تبدیل می شود این دستگاه دیلاتومتر

نام دارد. در نتیجه منحنی تغییرات ابعاد را چسب تغییرات دما رسم می کنیم



ضریب انبساط حرارتی سرامیک ها یک عدد دورقمی صریح در 10^{-7} است : $\alpha \times 10^{-7} (\frac{1}{\text{°C}})$

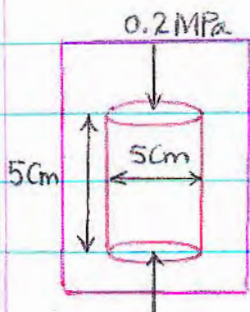
[مقایسه شود با دیگر مواد از جمله فلزات]

خواص ترمومکانیکی :

* RUL : ریگرادری تحت بار (Refractories Under Load)

* HMOR : استحکام خمشی داغ - همان خمش سر نقطه انکلی سیستم را در کورت می بینم

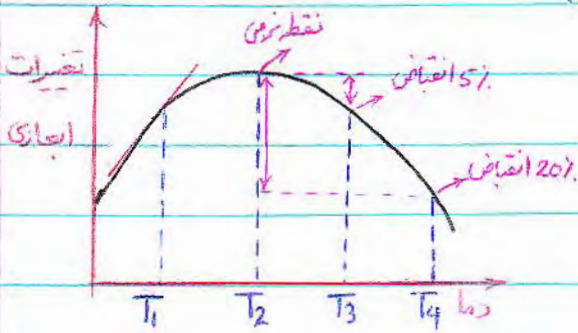
* (گاهی اوقات) استحکام فشاری داغ



: RUL

دموات تغییرات ابعادی - دما تا دمای T_2 [نقطه بری] صعودی است چون

انبساط حرارتی نسبت به نیروی کششی غالب است.



اما بعد از نقطه نرمی، نمودار نزولی می شود.

T1: شروع انقباض ← انتظار داریم افزایش

ابعاد مطابق باشد رسم شده باشد.

دمای دیگر داری وابسته به استادهای مختلف، T_1 ، T_2 ، T_3 و T_4 در نظر می گیرند و پارامترها

که این دماها در آن وجود دارد.

استاد دارد نمونه های استوانه ای مثل CCS است.

تست شوک پذیری:

این تست تغییرات مقاومت دیگر گذار را در برابر تغییرات ناگهانی دما نشان می دهد. در اثر سرد و گرم

کردن ناگهانی، در داخل قطعه گرادیان دمائی بوجود می آید. هرچه تغییرات سریع تر باشد، گرادیان

هم بیشتر می شود. هرچه قطعه عاقلی تر باشد، گرادیان در آن بیشتر است. بنابراین شوک پذیری در

مخامعه ای بیشتر است که ضریب انتقال حرارتی بیشتر باشد. و بنابراین گرادیان دمائی در آن کم است

هم چنین علاوه بر ضریب هدایت حرارتی بالا، ضریب انبساط حرارتی باید کم باشد تا تست کم باشد.

شوگ پذیری خوب : (a) ضریب هدایتی بالا (b) ضریب انبساط حرارتی کم

شوگ پذیری بسته به اینکه ماده پلی کریستال باشد، دهنش باشد یا متخلف و ... فرق میکند.

اندازه گیری شوگ پذیری:

یک درگداز راحت سیلیکون های حرارتی سرد گرم قرار می دهیم (ناگهانی) مثلاً از کوره در آورده و در

آب سرد قرار می دهیم. فرایند فوق یک سیلیکون شوگ حرارتی است. معیارهای مختلفی وجود دارد:

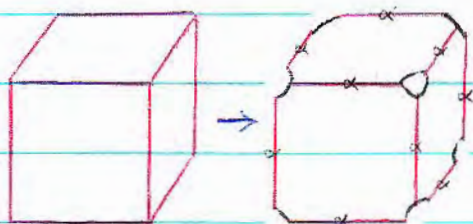
1- مشاهده ترک سطحی: اگر ترک به سطح برسد یعنی ماده شکسته است. اگر این ترک دیده

نشود، سیلیکون حرارتی را دوباره اعمال می کنیم تا اینکه مثلاً در 14 امین بار تست کند. در نتیجه عدد

شوگ پذیری آن 14 است. اما در حالت عادی می توان مثلاً 100 بار کوره را روشن و خاموش کرد

بدون آنکه بشکند.

2- تغییرات وزن: یک آجر را اگر بطور ناگهانی سرد گرم کنیم، گوشه های آن از بین می رود و

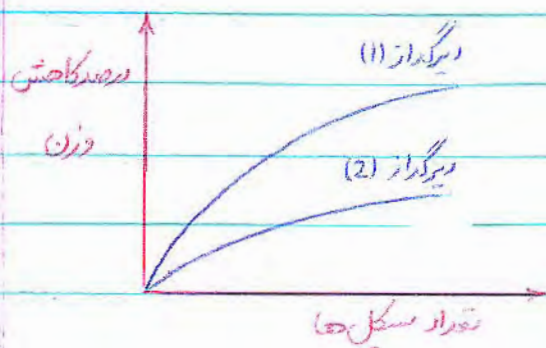


گرد می شود. با تکرار این عمل، لبه ها نیز از بین

می رود چون این قسمت ها، نسبت به حجم سطح

بیشتری دارد. مثلاً در هوای سرد ترک انگشتان زودتر سطح می شود. (شوگ در لبه ها بیشتر است)

دیگر داز (2) شوک پذیرتر است :



3- تغییرات استحکام : ممکن است یک ترک و فاصله‌ی 1mm باشد و آن را بنیم (1mm)

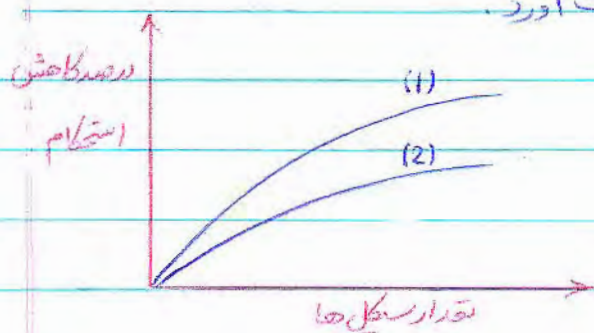
از سطح در عین (اما مسلماً استحکام کاهش یافته است. برای اینکه استحکام ماده را بنیم

در هر بار تست نمونه شکسته شدن و باید نمونه‌ی دیگری انتخاب کرد. اما در مورد مصالح‌های قبلی

با یک نمونه تست انجام می‌شد. اما در این معیار بعد از عملیات حرارتی باید استحکام آنرا بدست

آورد و بعد نمونه‌ای کاملاً مشابه به نمونه اول را انتخاب کرد. می‌توان چند بار عملیات حرارتی

انجام داد و بعد از این چند سیکل، استحکام را بدست آورد.



نمونه‌ی (2) شوک پذیرتر است :

در مصالح‌های علی معیار سوم ایگاری برزد

اما در صنعت معیار اول

معیار سوم عالی‌تر است

تست های خواص شیمیایی :

مهم ترین خواص شیمیایی مربوط به خوردگی است. سه دسته هستند.

1- خوردگی : خوردگی در دمای بالا و در تماس با مواد جانی، این ماده جانی می تواند، گاز خورنده

یاسیل خورنده مثل سرباره های فولادی ایجاد خورنده مثل دو آجر نارم باشد.

3- هیدراتاسیون

2- اکسیداسیون

عده ای بحث با خوردگی در برابر عوامل خورنده مذاب است مثل سرباره ها.

اکسیداسیون در مورد دیگر دانه های خاص که اکسیدی نیستند، انجام می شود مثل SiC ، گرافیتی

اما MgO دیگر بیش از این اکسید نمی شود.

هر دیگر دانه ای نیز هیدراتاسیون نمی شود. MgO در محیط های مرطوب به MgH_2 تبدیل میشود.

یعنی با بخار آب محیط واکنش داده و هیدراته می شود. در نتیجه برای انجام تست باید آنها در وقت گذاشت

* عامل خورنده در خوردگی می تواند مایع، جامد و گاز باشد. مایع مثل سرباره که شدیداً

دیگر دانه ها را از زمین می برد

در این جا به خوردگی توسط مذاب می پردازیم :

عوامل مؤثر بر خوردگی در این حالت عبارتست از:

1- دما: روی واکنش شیمیایی، و میکروبی تأثیر می‌گذارد.

2- جنس سرباره

3- جنس دیم‌گذار: مثلاً در مورد دیم‌گذار اسیدی و سرباره قلیایی خوردگی شدید است.

* هرچه میکروبیته بیشتر باشد، خوردگی کمتر است چون نفوذ پذیری کمتری شود. هرچه سیال تر

باشد، خوردگی بیشتر است.

4- تخلخل دیم‌گذار: هرچه سطح بیشتر باشد، خوردگی بیشتر است؛ در نتیجه اگر تخلخل باز

بیشتر باشد، خوردگی بیشتر است.

5- ویژگی‌های جریان مذاب: نسبت به هم ساکن اند یا حرکت می‌کنند، جریان طبیعی است یا

اجباری و نوع جریان و ...

6- شرط اینکه خوردگی اتفاق بیفتد (خوردگی دیم‌گذار توسط مذاب) این است که سطح دیم‌گذار

توسط مذاب تر شود: تماس بین این دو برقرار باشد.

اگر مذاب دیم‌گذار را تر نکند وارد تخلخل بازمی‌شود

در دیگر دازه‌های مینیورگرافی، از گرافیت به این دلیل استفاده می‌شود که مذاب نتواند گرافیت را ترکند؛ همین دلیل خوردگی به شدت کاهش می‌یابد.

روش اندازه‌گیری خوردگی:

1- روش‌های استاتیکی: عامل خوردنده و دیگر دازه نسبت به هم ساکن اند. یا مذاب و دیگر دازه نسبت به هم حرکت نمی‌کنند.

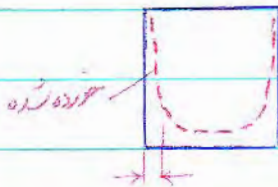
2- روش‌های دینامیکی: دیگر دازه نسبت به مذاب یا بالعکس حرکت می‌کنند.
روش‌های استاتیکی:

(1) بونه: یک ظرف که خودش خورده نمی‌شود را انتخاب کرده و تیغه‌ای از دیگر دازه را در آن قرار

می‌دهیم. درون ظرف را از چپ به سرپاره بگردانیم و در آن راسته و در کوره قرار می‌دهیم. میزان

دما بسته به کاربرد است. سرپاره ذوب شده و با وزن مقطع بر تیغه میزان خوردگی را

می‌توان دید.



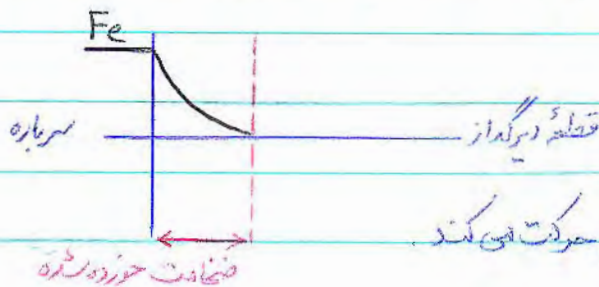
عمق خوردگی: معیار خوردگی

(عمق نمونه سرپاره داخل دیگر دانه)

می‌توان میزان خوردگی را به روش زیر حساب کرد:

عنصری از سرباره را انتخاب می‌کنیم که ضریب نفوذ بیشتری در سرباره دارد یعنی بیشترین خوردگی

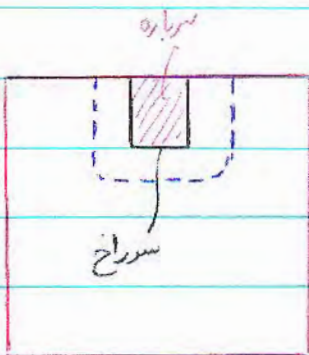
را ایجاد می‌کند. بعد با آن لیز این عنصر در سرباره می‌توان حد خوردگی را حساب کرد مثلاً Fe:



البته خوردگی مشترک هم حرکت می‌کند.

(2) سوراخ در سرباره: با درن حفره‌ای در سرباره ایجاد می‌کنیم و بعد سرباره را بر این سوراخ

قرار داده و آن را داخل کوره قرار می‌دهیم.



بسی مقطع زده و عمق را بعد از خوردگی بدست می‌آوریم.

قطر را نیز بدست می‌آوریم. با تغییر ضخامت یا آنالیز عنصری

خطی میزان خوردگی به دست می‌آید. محاسبه‌ی عمق خوردگی

هم مشکل است. ما گوییم عکس از این منطقه بصورت

ماکروسکوپی قسمت کوچکی از خوردگی معلوم است اما درصد کوچکی خوردگی را نمی‌توان بدست

آورد. پیدا کردن مرز سرباره هم مشکلی دارد.

در بحث اندازه گیری مقاومت در برابر خوردگی، حالت استاتیکی بررسی شد. در این جا به حالت دینامیکی آن می پردازیم.

* دینامیکی ← تست دو تار (گورهی دو تار) : یک پوسته ی فلزی انتخاب کرده و درون آن را

از آجر مورد نظری چینم. اگر تعداد آجرهای نمونه کم باشد، این نمونه ها را به همراه دیگر آجرها

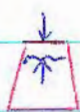
در گوره قرار می دهیم تا مقایسه کنیم.



در این حالت، خوردگی شدیدتر است چون هر لحظه

سرباره قبلی رفته و سرباره جدید وارد پوسته می شود. بعد آجر را در آورده و با مقطع رزن، عمق

خوردگی را می سنجند. برای مقایسه باید تمام شرایط یکسان باشد. معیار خوردگی، عمق نفوذ



است.

اندازه گیری مقاومت در برابر هیدراتاسیون : (واکنش با بخار آب)

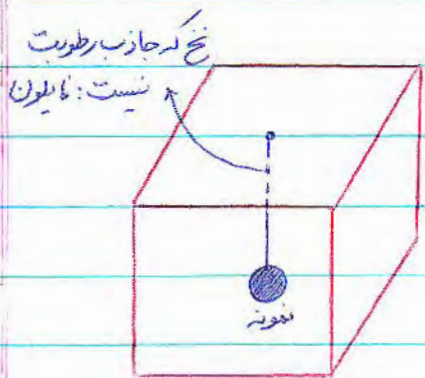
دیگر داره ها در محیطی که به مقدار کمی رطوبت وجود دارد، با رطوبت واکنش داده و هیدراته

می شود : $CaO - MgO$ و Al_4C_3 هیدراته می شوند [به ترتیب شماره گذاری: میا¹]

Al_4C_3 : بعنوان یک گاز میانی در دیگر داره ها تشکیل می شود.

تست : باید کاری کنیم که هیدراتاسیون تشدید نشود تا نتیجه‌ی مطلوب در مدت زمان کمتری

حاصل شود. در نتیجه بخار آب را زیاد کرده و دما را هم بالا می‌بریم.

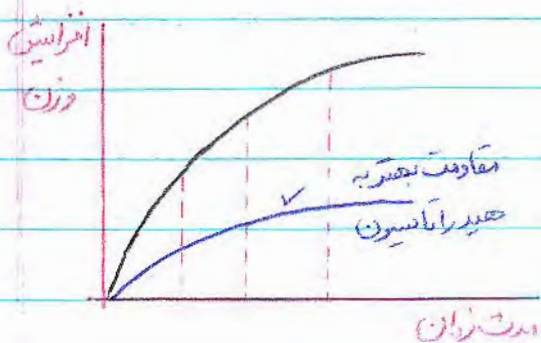


humid chamber

رطوبت (relative Humidity) $Hr = 70\%$

$T = 90^\circ C$

بعد از مدتی تغییرات وزن را بدست می‌آوریم.



در اثر هیدراتاسیون وزن افزایش می‌یابد چون:



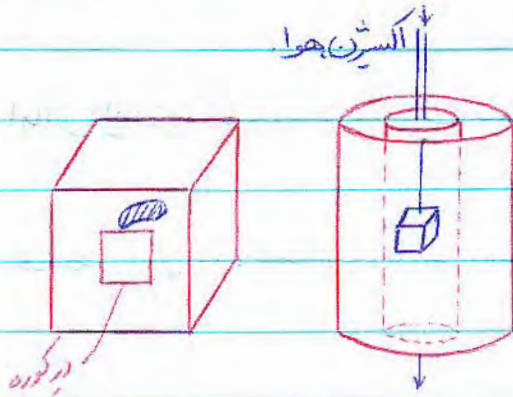
اندازه‌گیری مقاومت در برابر اکسیداسیون :

مانند هیدراتاسیون در مورد همه دیگر دارها مطرح نمی‌باشد. برای دیگر دارها (غیر اکسیدی) مهم

نی‌باشد. مثل گرافیت (Gr) ، $MgO - C$ ، SiC ، Si_3N_4 .

دما باید بالا باشد و اتمسفری از اکسیژن نیز داشته باشیم. عموماً هوا استفاده می‌شود. بعضی

اوقات هم CO_2 مثلاً Al_2O_3 بیش از این اکسید نمی‌شود.



برای این تست به کوره نیاز داریم. موارد زیر

هم باید عنوان شود:

$$\text{air} / T^{\circ}\text{C} / t (\text{hr})$$

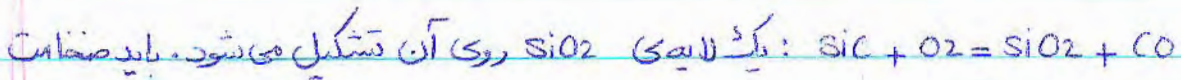
حالا باید معلوم شود چه چیزی را می خواهیم بررسی کنیم.

اکسیداسیون دیک و اکسیداسیون سطحی است یعنی از سطح شروع می شود. معیارهای مختلفی

وجود دارد:

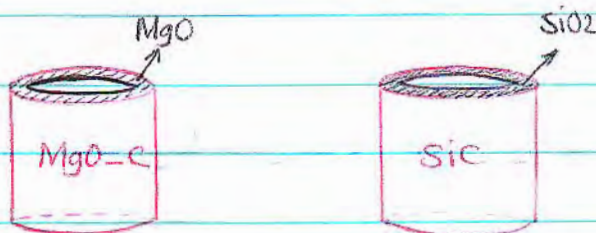
۱- ضخامت لایه ی اکسید شده: در همه جا به کار نمی رود چون بعضی اوقات در یک دوازده

اکسایش می سوزد مثل گرافیت. اگر سی سی سی داشته باشیم و اکسید شود:



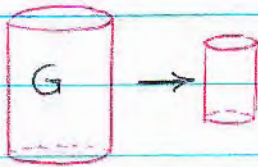
این لایه را بدست آورد. اگر منیزوگرافانی داشته باشیم $(\text{MgO} - \text{C})$ و اکسید شود، کربن می سوزد

و می رود فقط MgO می ماند و باید ضخامت MgO را بدست آورد. در هر دو مثال رنگ هم

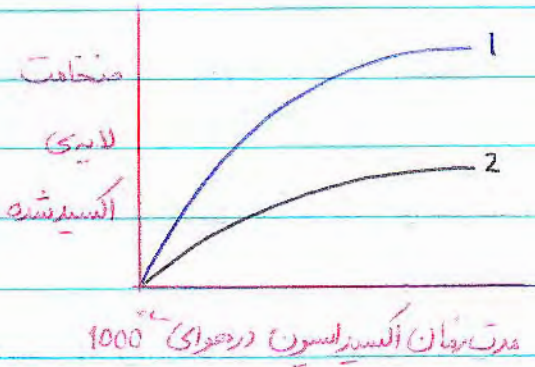


کاملاً مشخص کننده است.

اما اگر گرافیت داشته باشیم، گرافیت سوخته و از بین



می رود. پس این معیار برای گرافیت به کار نمی رود.



مقاومت اکسیداسیون روی بهتر است.

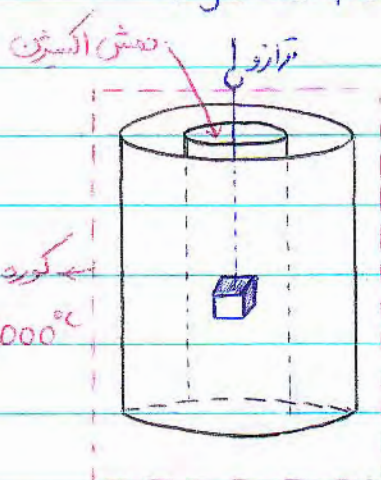
2- تغییرات وزن: بسته به نوع ماده وزن کم یا زیاد می شود:



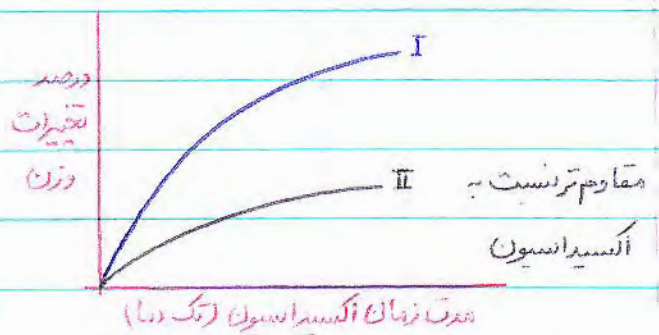
زیاد می شود:



کم می شود:



"اکسیداسیون ترک دما": دستگاه TG(A)



مقاومت ترنسیت اکسیداسیون

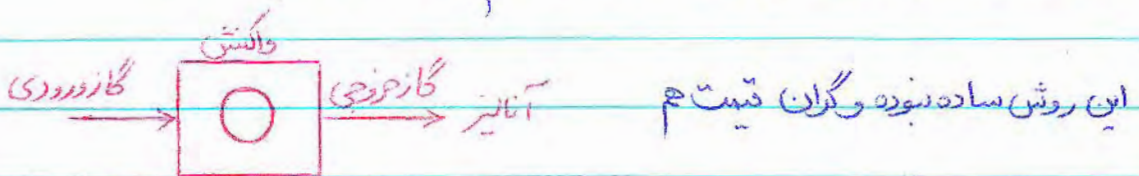
در دیگر موارد $MgO - C$ ممکن است Al (آلی اکسیدان) هم وجود داشته باشد در نتیجه

معیار دوم جراب نسی دهد چون در مورد $MgO - C$ کاهش وزن و در مورد Al افزایش

وزن داریم

3- آنالیز گازهای خروجی :

هوای اربابی معین وارد می کنیم و از نسبت دیگر خارج می شود و آنالیزی شود



می باشد. مثلاً با میزان اندازه گیری CO و CO_2 می توان محاسبه کرد که چگونه چطور سوخته است

جزئیات مربوط به دیگر دانه ها :

{ مقدمه - مواد اولیه - فرایند ساخت - خواص و کاربرد }

* دیگر دانه های سیلیسی با ترکیب شیمیایی (SiO_2) :

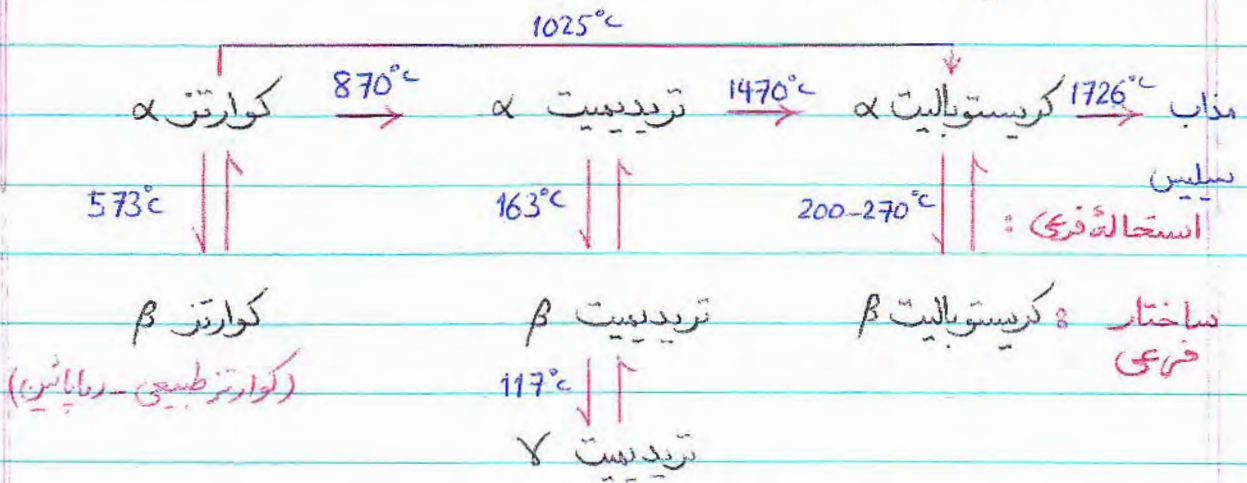
سیلیس دارای فرم های مختلف بلوری بوده و استحاله های زیادی هم دارد. در نوع ساختار

بلوری برای آن در نظر می گیرند :

Cristobalite Tridimite Quartz

اصلی : کوارتز ← تردیمیت ← کریستوبالیت } ساختارهای سیلیس :
فشرده

بین ساختارهای اصلی استحال و وجود دارد اما خیلی کند است. زیرا یک ساختار بلوری کاملاً باید تغییر کند. (تغییر اساسی) تا ساختار جدید بوجود آید. این استحالها در جهت نشان داده شده هستند و یکطرفه نیز می باشند.



مذاب سیلیس در دمای 1726°C اگر سرد شود به کریستوبالیت α تبدیل نمی شود بلکه به شیشه تبدیل می شود. (شیشه های سیلیسی : گران قیت)

در استحالهای فرعی نفوذ آنچنانی وجود ندارد؛ ناگهانی و سریع و برگشت پذیر هستند.

و تغییرات اساسی نداریم و فقط جای پیوندها عوض می شود.

در طبیعت کوارتز β داریم. در دمای 573°C بطور سریع به کوارتز α تبدیل می شود.

در دمای 870°C خیلی آرام و به سختی به تریدیمیت α تبدیل می شود. در دمای بالاتر

یعنی 1025°C کوارتز α به کریستوبالیت α نیز تبدیل می‌شود. در دمای 1470°C ، تردیدیت α

به کریستوبالیت α تبدیل می‌شود. با افزایش دما ممکن است هر سه‌ی این تبدیل‌ها را با هم

داشته باشیم. بین ساختارهای فرعی، استحالتهای داریم. ساختارهای این بلورها معلوم است.

④ اگر دیرگداز سیلیسی بخواهم، کدامیک مطلوب‌تر است؟

این استحالتهای با تغییر حجم همراه است. این تغییرات هرچه سریع‌تر و ناگهانی‌تر هرچه

بیشتر باشد، خطرناک‌تر است.

استحالتهای اصلی مشکلی را بوجود نمی‌آورند چون کند هستند و برگشت پذیر هم نمی‌باشند یعنی

اگر در کوره گرم شوند و بعد بیرون بیایند دوباره برگشت نمی‌کنند. استحاله وقتی که ناگهانی باشد و

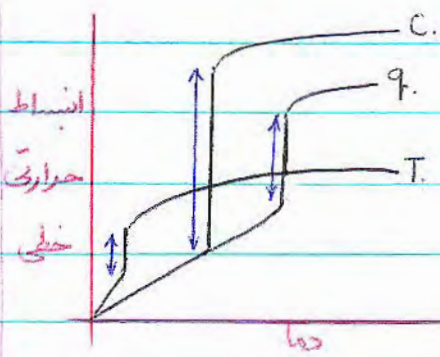
برگشت پذیر و دارای انبساط حرارتی بالا هم باشد خطرناک‌تر است چون شوک حرارتی بیشتری ایجاد

می‌کند. انبساط ناشی از استحالتهای اصلی زیاد است اما خطری ندارد چون کند است.

دیرگدازها مونتج گرم کردن ناگهانی کمتر شوک می‌بینند تا سرد کردن ناگهانی.

استحاله‌های فرعی ناگهانی، برگشت پذیر و سریع هستند. استحالتهای فرعی در برطانه

کریستوبالیت انبساط بیشتری دارد و ناگهانی هم هست. [در دمای نزدیک 200°C]



مطابق نمودار روبرو مشاهده میشود که تردید بیشترین

انبساط ناشی از استحاله را دارد. رتبه تردید

برای دیگر گذاری مناسب تر است. چون تغییرات کمتری

دارد. بنابراین تمایل داریم دیگر از سیلیسی انتخاب کنیم که در آن فاز تردید بیشترین باشد

اما مشکلی وجود دارد: کوآرتر β را چگونه به تردید تبدیل کنیم. با جهت دادن حلی طول

می کشد؟ راه دیگری دارد که بعداً بررسی می شود

دیگر گذاری های سیلیسی:

بالای 95٪ سیلیس دارند. هر چه خلوص بالاتر باشد، گران تر است.

مواد اولیه:

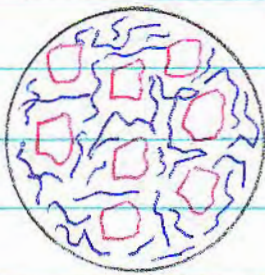
سیلیس رطوبت (Si) بیشترین عنصر است. و بصورت ترکیبات سیلیکاتی (معدنی) وجود

دارد: رس، زیرکون، سیلیکات آلومینوم. اما بصورت آزاد هم وجود دارد. این سیلیس رطوبت

بصورت تخته سنگ های سیلیس است.

۱- بیشتر از کوآرترت استفاده می کنیم. که یک ماده سیلیسی است در زیر میکروسکوپ بصورت

مقابل است :



دانه‌های کوارتز در حد میکرون توسط زمینه‌ی آمورف احاطه

شده است. هر یک به سیلیس آمورف است. بصورت شدیدتر

رس است. (سیلیکات آلومینوم : $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) . Al_2O_3 در

دیگر دانه‌های سیلیسی سم است اما می‌توان Al_2O_3 را شست و شو کرد. اگر دیگر دانه‌ها راحت

خرد شود، رس است اما اگر سخت برد یعنی رس ندارد.

کوارتزیت خوب است چون : دانه‌ی کوارتز ریز بوده و فاز آمورف زمینه داریم که این کمک

می‌کند به تبدیل کوارتز به تریدمیت. اما اگر از تخته سنگ‌های کوارتز استفاده کنیم تبدیل

کوارتز به تریدمیت مشکل می‌شود. پس مواد اولیه کوارتزیت است علاوه بر میرالانیز.

2 - میرالانیز : CaO به میزان کم. در نتیجه در صد اصلی همان کوارتزیت است.

میرالانیز علاوه بر اینکه تبدیل کوارتز به تریدمیت را تسهیل می‌کند نقش دیگری هم دارد.

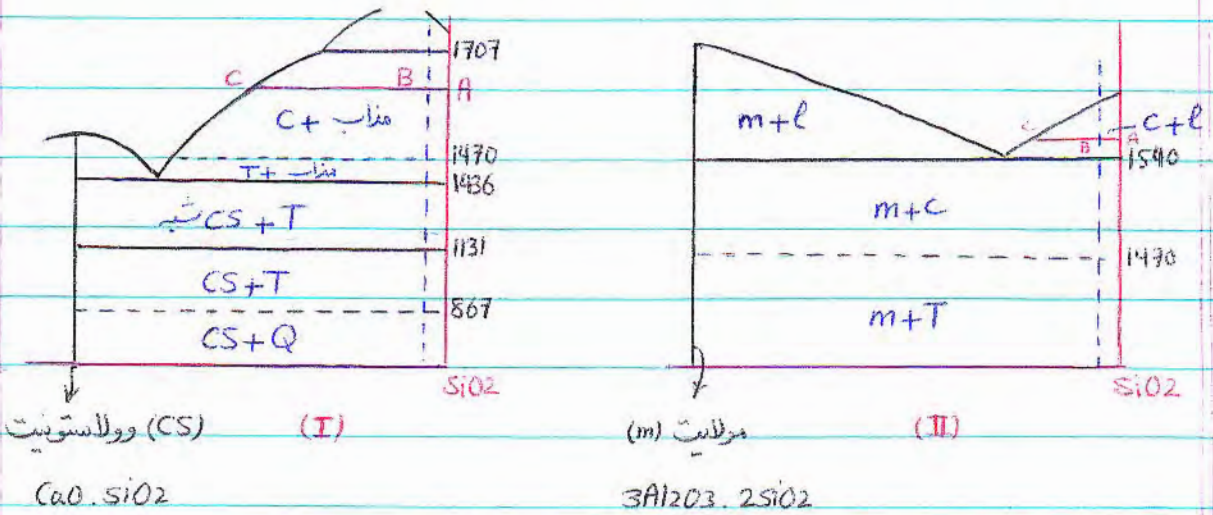
در صد Al_2O_3 خیلی خیلی کمتر از یک درصد است در صورتیکه در صد CaO بین 2 تا 3

در صد است چرا Al_2O_3 برای دیگر دانه‌ها ضرر دارد؟

Al₂O₃ درصد دیگری را شدیداً کاهش می‌دهد. چون فازهای مذاب بوجود می‌آورد.

واقع فازهای با درصدی کم بوجود می‌آید. علت برمی‌گردد به دیاگرام فاز سیلیس و Al₂O₃.

می‌خواهم 1٪ Al₂O₃ و 1٪ CaO را در دیاگرام بررسی کنیم.



اگر برای 99 یا 98 درصد SiO₂ در دیاگرام خلی رسم کنیم:

در نمودار I:

در 1600°C در نمودار II:

$$\%l = \frac{AB}{AC} \times 100 \sim \frac{100}{30} \%$$

$$\%l = \frac{AB}{AC} \times 100 \sim \frac{100}{6} \%$$

پس در 1600°C در نمودار SiO₂-Al₂O₃ فاز مذاب بیشتری پیش بینی می‌شود. پس دیگری

را کاهش می‌دهد. پس اولاً مقدار مذاب زیاد است و ثانیاً افزایش فاز مذاب با افزایش دما خنای

شدیدتر است. پس Al₂O₃ خطرناک تر است.

مذاب در $CaO - SiO_2$ ویسکوزتر است تا در مذاب در $Al_2O_3 - SiO_2$ پس دیگر گاز

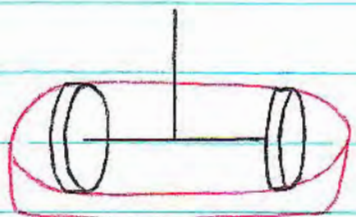
در $Al_2O_3 - SiO_2$ بدتر می شود. هرچه ویسکوزتر باشد دیگر گدازی را کمتر پائین می آورد.

به این طریق نیاز به تست کردن نبوده و از طریق دیگر گرام پیش بینی می کنیم.

فرایند ساخت دیگر گدازهای سیلیسی:

عدد تاگزیم من خشک استفاده می کنیم (روش شکل دادن) پودر مواد اولیه را با هم مخلوط کرده

و از گوارتر شسته شده استفاده می کنیم. به پودر کوآرتزیت شسته شده CaO اضافه می کنیم



و آنرا در $pan\ mill$ یا $edge\ runner$ قرار می دهیم.

CaO را بصورت دوغاب استفاده می کنند: $CaO + آب$

و سریع در این سیستم می ریزند. نتیجه با پودر کاملاً مخلوط می شود. با اضافه کردن CaO تا

حرکتی دیگر گدازی کاهش می یابد اما زمانای زیادی دارد. بعد پروسه هیدرولیک می کشند. سپس

کردن دانه بندی اولیه خیلی مهم است.

با عبور پودر از چند مرحله الک، این

دشت 1-3 mm

متوسط 500-1000 μm

ریز 100-500 μm

دانه بندی

دانه بندی ها را جدا می کنیم.

باید بررسی کنیم که چه توزیعی از این دانه بندی ها را بر نظر بگیریم تا دیگر دانه متر اکم تر نشود. هر چه

تراکم بالاتر، بهتر.

$$\text{درصد ذرات ریزتر از } a = \frac{a^n + a_{\min}^n}{a_{\max}^n + a_{\min}^n} \quad 0.2 < n < 0.8$$

فرمول آندریان

n : وابسته به شکل، دانسیته، مورفولوژی و ...

از این فرمول معلوم می شود، از هر دانه بندی چقدر داریم. این فرمول در هر سه محدوده کاربرد دارد.

و استفاده می کنیم.

بعد از پرسی کردن و خشک کردن، زینتر می شود.

⇐ پور کوآرتزیت شسته شده، دانه بندی شده (توزیع انواع دانه بندی ها)

تا اینجا برای انواع دیگر دانه ها مشابه است.

در حلهای پخت است که برای دیگر دانه ها متفاوت است. بقیه مراحل برای دیگر دانه ها

86. 8. 7

مشابه همین است.

وقتی دما را کم کنیم زیاد می کنیم تقریباً بالای 100°C آب های قطعه خارج می شود یعنی رطوبت

حذف می شود. در دمای حدود $300 - 400^{\circ}\text{C}$ ، چسب های آلی می سوزد و از سیستم خارج میشود.

این چسب سولفید لای نام دارد. با خروج چسب، استحکام افت پیدا می‌کند. هم چنین با

حذف آب نیز افت استحکام داریم؛ زیرا رطوبت از Ca(OH)_2 خارج می‌شود. مثل سیمان که

اگر حرارت ببیند استحکام خود را از دست می‌دهد و به همین دلیل سیمان با آب دادن محکم می‌شود.

در دمای $500^\circ\text{C} - 450^\circ\text{C}$ واکنش معادل روی می‌دهد:

$$\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \uparrow$$

در 573°C واکنش $\alpha \rightarrow \beta$ رخ می‌دهد (کوآرتز $\alpha \rightarrow$ کوآرتز β)

علاوه بر این انبساط ناشی از استحکام هم داریم. در دمای $600 - 700^\circ\text{C}$ ، CaO با SiO_2 واکنش

می‌دهد و فازهای سیلیکات کلسیم غنی از کلسیم بوجود می‌آید. زیرا در ابتدا SiO_2 کمتری با CaO

واکنش می‌دهد و با افزایش دما، SiO_2 بیشتری وارد فاز شده و به سمت غنی از سیلیس می‌رود.

در دمای حدود 1200°C (فازی) مذاب نسبی و ولادستونیت بوجود می‌آید (شبه $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (CS))

قبل از به اشباع رسیدن کوآرتز، تردیدیت به اشباع می‌رسد. بنابراین مذاب از دید تردیدیت به

اشباع رسیده اما از دید کوآرتز به اشباع نرسیده است. پس SiO_2 به شکل تردیدیت رسوب می‌کند

و SiO_2 به شکل کوآرتز حل می‌شود. تردیدیت تشکیل شده مورفولوژی سوزنی دارد.

با افزایش دما تا حدود 1300°C ، کوآرتز مستقیماً به کریستوبالیت تبدیل می‌شود. در بالای 1400°C

دیگر داز زینتر می شود. چون مقدار مذاب زیاد شده و ویسکوزیته به حدی رسیده است که منجر به زینترینگ شود. فازهای نهائی عبارتند از: تردیتمیت، کوارتز، کریستوبالیت و فازهای سیلیکات کلسیمی مثل وولاستونیت.

در حین سرد کردن مذاب، سیلیکات کلسیمی باوره می شود. این ترکیبات تمایلی به بلور شدن ندارند و بصورت آمورف (شیشه) هستند. این آمورف سیلیکات کلسیم است.

با این فازهای نهائی عبارتند از: تردیتمیت (50 درصد)، کوارتز، کریستوبالیت، فاز شیشه، فازهای سیلیکات کلسیم بلوری مثل وولاستونیت.

خواص دیگر دازهای سیلیسی:

1- دیگر دازهای ارزان تری هستند. فرایند ساخت آن ها ساده تر و مواد اولیه ی آن ارزان تر است و هم چنین در دسترس هم هست.

2- در مقایسه با دیگر دیگر دازها دانسیته ی کمتری دارد. (سبک تر است). دیگر داز هر چه سبک تر باشد بهتر است چون فشار کمتری به دیگر دازهای زیرین وارد می کند.

3- استحکام این دیگر دازها در دماهای اتاق خوب است. چون فاز تردیتمیت که تشکیل می شود به

شکل سوزنی است و مانند کامپوزیت عمل می‌کند. در نتیجه استحکام بالا است.

4- استحکام گرم این دیرگدازها نیز بالاست (دیرگدازی بالا). فاز مذابی که بوجود می‌آید و سیکور

است (سفت است) و نقطه ذوب نیز بالاست و ماده‌ی مذاب از تداخل بیرون نمی‌آید و بیرون

آن باقی می‌ماند؛ مثل یک تکه‌ای که آب را در خود نگه می‌دارد. یعنی دیرگداز دفرمه نمی‌شود.

از جهت دیگر هم استحکام گرم دیرگدازهای سیلیسی بالاست. بطوریکه تا نزدیک‌های نقطه‌ی ذوب

هم می‌تواند استفاده شود البته اگر خلوص بالا باشد. علت این است که فاز تردیست وجود دارد.

و شبکه‌ی به هم پیوسته‌ی ذرات سوزنی وجود دارد و برای تردیست تا نزدیک‌های ذوب انعطاف نمی‌آید.

5- شوک پذیری: شوک پذیری دیرگدازها را باید در دماهای خاصی در نظر گرفت. این دیرگدازها دارای

شوک پذیری عالی در دمای بالای 600°C و شوک پذیری خیلی ضعیف در دمای زیر 600°C هستند.

چون اکثر استحاله‌ها در زیر 600°C وجود دارد و این استحاله‌ها شوک پذیری را کاهش می‌دهند.

گروه: 1- پیوسته: در یک قسمت دما ثابت است. 2- بطور دائم دما بالا و پائین می‌رود.

شمیسه‌های کوارتزی (SiO_2 خالص) دارای ضریب انبساط حرارتی خیلی کم هستند. (دیرگدازهای

سیلیسی به مقدار ناخالصی علی‌الخصوص Al_2O_3 خیلی حساس هستند.

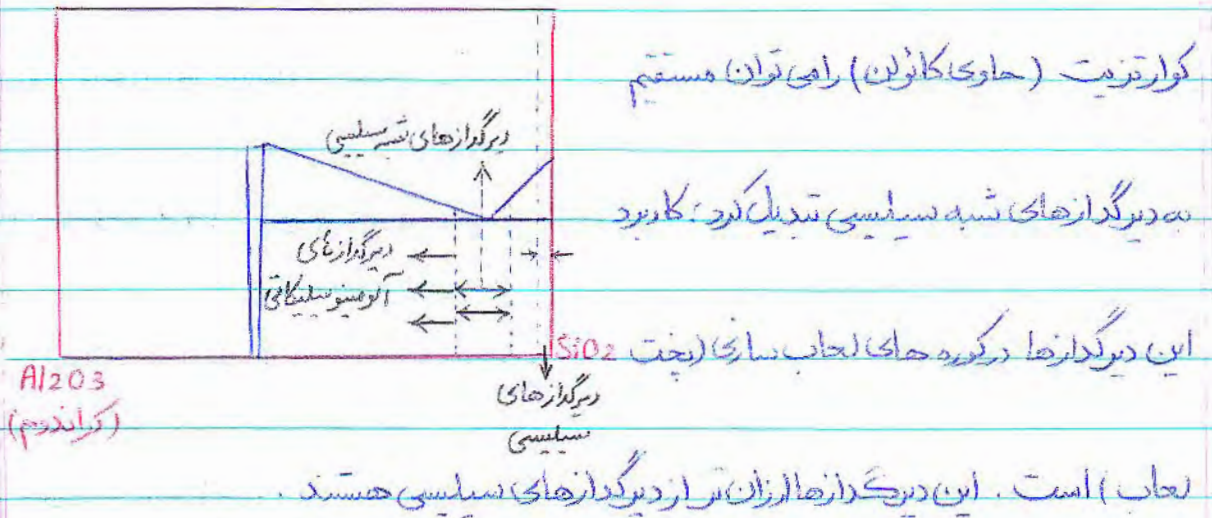
فاکتور استحکام به وزن برای دیگر دانه‌ها خیلی مهم است. دانه مورد دیگر دانه‌های سیلیسی هستند.
 هستند. مهم‌ترین خاصیت این دیگر دانه‌ها از لحاظ شیمیایی مقاومت در برابر خوردگی است در

برابر مذاب‌های اسیدی. { مقاومت به خوردگی بسیار بالا در برابر مذاب‌های اسیدی }

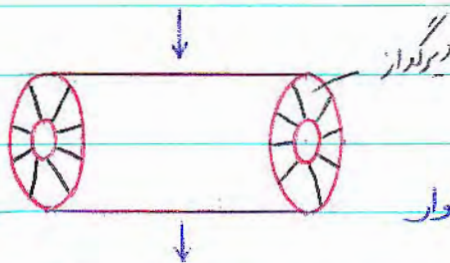
کاربرد دیگر دانه‌های سیلیسی :

با پیشرفت تکنولوژی استفاده از دیگر دانه‌های سیلیسی محدود شد. در گساری، ذوب شیشه

از دیگر دانه‌های سیلیسی استفاده می‌شود. (گروه‌های مذاب شیشه در قسمت فوقانی)



گروه‌های لعاب ساری :



پودر مواد لعاب وارد گوره می‌شود و بعد این گوره دوار

موجبی ذوب پودر لعاب می‌شود دیگر دانه‌ها ترکیب لعاب

واکنش داده و فاز مذاب و سگور و چسبندگی روی سطح دیگران بوجود می آید و جابجایی خوردگی بیشتر

را می گیرد. لعاب یک جور شیشه است. عمده‌ی مواد اولیه SiO_2 است. مذاب ایجاد شده در

کوره وارد آب در جریان شده و اصطلاحاً frit می شود.

لعاب یک جور اسید محسوب می شود و ماده‌ی اصلی آن SiO_2 است.

دیگر دانه‌های آلومینوسیلیکاتی:

این دیگر دانه‌ها، یک نوع نیستند و یک دسته دیگر دانه هستند.

مقدمه - مواد اولیه - فرایند ساخت - خواص - کاربرد

تقسیم بندی دیگران: (بر اساس درصد Al_2O_3 تقسیم بندی می شوند)

1- شاموتی (خاک نسوز) : 25-45%

2- سیلیمانیتی - کیمانتی - آندالوزیتی : 45-65%

3- مولادیت : 65-75%

4- بوکسیتی : 75-90%

5- کوراندومی : 90-95%

از یوتکتیک و از سمت راست، این دیگر دازه‌ها شروع می‌شوند.

مواد اولیه:

1- خاک‌های نسوز رسی: خاک‌های رسی که آلومینای بلالائی دارند، خاک‌های نسوز خام

دارند. سردسته‌ی این خاک‌ها: کائولن (کائولینیت) $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

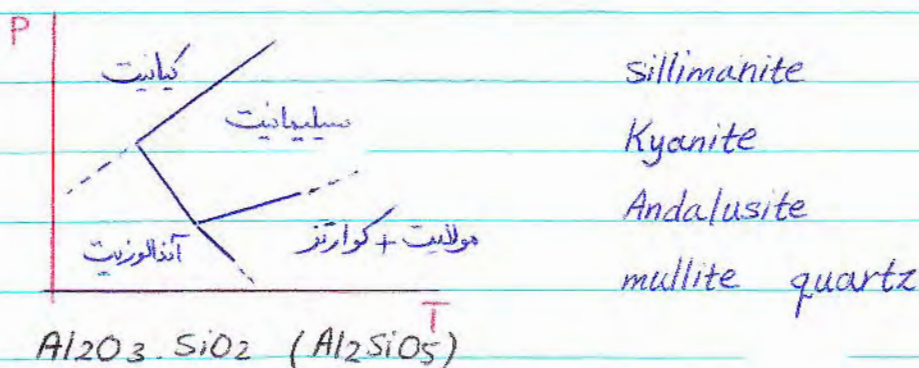
2- سیلیسانیت - کینایت - آندالوزیت: این‌ها فرم‌های مختلف یک ماده هستند:

$Al_2O_3 \cdot SiO_2$ یعنی نسبت مولی یکسان بین Al_2O_3 و SiO_2 . این چنین ناری دریاگرام

دیده نمی‌شود و در دریاگرام فقط مولایت داریم. ترکیب فوق تعادلی بوده و پایدار هم می‌باشد پس چرا

دیگرام نیست؟ علت این است که این ذرات در فشار بالا بچرومی‌آیند (اما دریاگرام فوق در فشار

یا 1atm رسم شده است.) و بهمان صورت هم باقی می‌مانند.



کینایت در فشار بالا بچرومی‌آید و نتیجه بیشترین دانسیته را نیز دارد. (3.5 - 3.6)

دانشیهی آندالوزیت : 3.2-3.1 دانشیهی سیلیمانیت : 3.24-3.1

دانشیهی مولایت : 3.02

وقتی دما بالا و فشار پائین آید، کیمایت به مولایت تبدیل می شود.

3- بوکسیت : به مجموعه ای از مینرال های آب دار هیدروکسید آلومینوم می گویند.

هیدروکسید آلومینوم ساختارهای بلوری زیادی دارد. اگر بوکسیت را حرارت دهیم، آب از

دست می دهد و به آلومینا تبدیل می شود (Al_2O_3 - کوراندوم)

آیا کوراندوم در طبیعت وجود دارد؟ خیر. Al در معادن بصورت یاقوت سرخ وجود دارد در

منجبه کوراندوم طبیعی نیست و سنتزی می باشد.

در آلومینا اگر کمتر از 1 درصد کروم باشد از رنگ سفید به سرخ تبدیل می شود (یاقوت). آلومینا

مهم ترین ماده کی سرمایه کی است

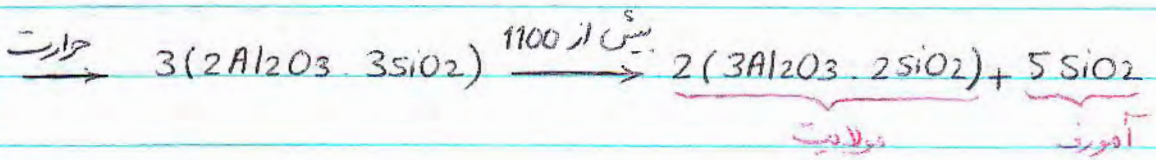
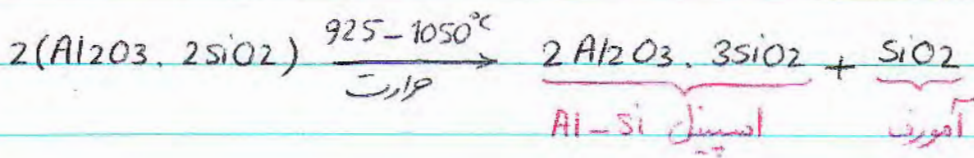
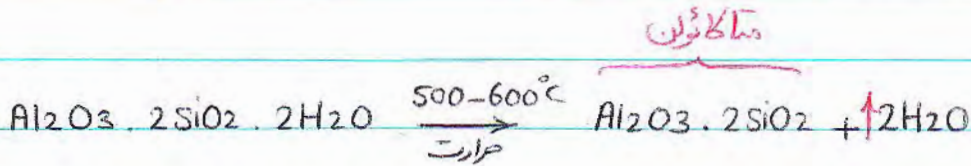
4- مولایت : در طبیعت مقدار محدود وجود دارد. مولایت بصورت معدنی استحصال نمیشود.

مواده ای سنتزی است. ترکیب مولایت : $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$

اگر Al_2O_3 و SiO_2 را حرارت دهیم به مولایت تبدیل می شود اما این کار را نمی کنیم چون

اولاً به حرارت زیادی نیاز داریم (1500°C) و ثانیاً آلومینا گران است. در نتیجه از کائولین استفاده

می‌کنیم:



هنوز فعال است و می‌تواند در حضور Al_2O_3 در 1100°C بالاتر، به مولایت تبدیل شود.

بالاتر از 1200°C ، SiO_2 (آمورف) به SiO_2 (کریستالین) تبدیل می‌شود.

در نتیجه با حرارت دادن کائولین به مولایت رسیدیم. اما SiO_2 آمورف است. اگر معادل این

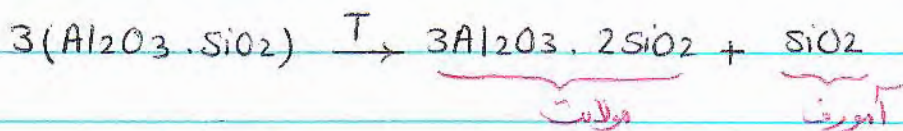
SiO_2 ، Al_2O_3 اضافه کنیم البته با در نظر گرفتن نسبت‌های مولی، دوباره این SiO_2 واکنش

دارد و مولایت بر جود می‌آید. با این حال دو نوع مولایت داریم.

{ $\frac{3}{2} \text{SiO}_2$ باید Al_2O_3 (مول) همان اول اضافه کنیم. این Al_2O_3 می‌تواند بصورت

بوکسیت باشد }

راه دیگر تولید مولایت استفاده از کینایت، سیلیمانیت یا آندالوزیت است. چون نسبت بین Al_2O_3 و SiO_2 در آن ها نسبت به کائولن به مولایت نزدیک تر است. در نتیجه مولایت بیشتری بدست می دهد. کینایت روزی که به مولایت تبدیل می شود. سیلیمانیت از همه کمتر به مولایت تبدیل می شود.



T بستگی دارد به اینکه سیلیمانیت داشته باشیم یا کینایت و یا آندالوزیت.

محدوده های دمای مولایت زائی: 1550 - 1625 : سیلیمانیت

آندالوزیت: 1400 - 1500

کینایت: 1100 - 1400

بلبل شروع

برای ساختن دیگر گدازهای مولایتی، نمی آیم ماده های اولیه را بوکسیت و سیلیمانیت، کینایت و

آندالوزیت در نظر بگیریم تا در کوره خود به خود مولایت تشکیل شود چون به این ترتیب در کوره

انبساط حرارتی زیادی به دیگر گداز تبدیل می شود. در نتیجه دیگر گداز سالم از کوره بیرون نمی آید.

برای همین مولایت را بعنوان ماده‌ی اولیه مصرف می‌کنیم.

در همین مورد در دیگر دانه‌های کورانده‌ی از کورانده‌ی استفاده می‌کنیم نه اینکه بوکسیت را در کوره قرار دهیم. چون در این صورت یک قسمت از دیگر دانه‌ی پرت می‌شود (رطوبت درون بوکسیت) و دیگر دانه‌ی زمین می‌رود و کورانده‌ی تولید شده دارای تخلخل زیادی است.

86.8.14

بادآوری.

دیگر دانه‌های آلومینوسیلیکاتی:

شاموتی (خاک نسوز) - سیلیمانیتی، کینیتی، آندالوزیتی - مولائیتی - بوکسیتی - کورانده‌ی

در مورد فرایند ساخت شاموتی:

اگر مواد اولیه (میزان) را با هم پرش کنیم، در مرحله‌ی پخت در اثر انبساط‌های حرارتی به مشکل بزرگی خواهیم خورد. در نتیجه، مواد اولیه را از قبل حرارت می‌دهیم تا تمام تغییر طول‌هایشان را داده باشند. در نتیجه در کنار مواد اولیه‌ی اصلی، مواد اولیه‌ی خنثی خواهیم داشت و با این کار بخشی از تغییرات ابعادی را حذف کرده‌ایم.

مثال. برای دیگر دانه‌ی شاموتی از سه نوع خاک رسی استفاده می‌کنیم که در صد سیلیس متفاوتی دارند.

این مواد اولیه را دانه بندی کرده، پرس کرده، خشک کرده و حرارت می دهیم (قبلاً گفته شده است)

اگر کل مخلوط 100gr باشد، مثلاً 20gr آن را در نزدیکی دمای یخ تاجرا اولیه حرارت می دهیم و بعد

دوباره آن را خرد کرده و در کنار 80gr اولیه می گذاریم یعنی یک grog به آن اضافه می شود همان

فرمولاسیون و نسبت را دارد اما انبساط و انقباض های خرد را کرده است. حضور این ذرات

خنثی جلوی ترک را می گیرد. (grog شاموت) فرمولاسیون grog خیلی شبیه به دیگر گداز است.

در شرکت ممکن است یک سری از فرآورده ها بسازند. خود این ها می تواند بعنوان شاموت مصرف

شوند اگر آن ها را خرد کنیم. روش تهیه ی شاموت مثل خرد دیگر گداز است و باید به شکل آجر باشد

اما برای ما مهم نیست ما هم از کوره بیرون می آید یانه.

grog : یک قسمت از مخلوط اولیه را برداشته حرارت داده و بعد در کنار بقیه در باره استفاده میشود.

برای سیلیسیانیت نیز همینطور است. 30٪ از مخلوط اولیه را بعنوان grog انتخاب کرده و تا

حدود دمای زینترینگ (30 پاشین تر) [چون ترکیب آن مثل خود دیگر گداز است] حرارت

می دهیم. قیمت grog از خرد دیگر گداز بیشتر است چون انرژی صرف آن شده است.

کل اگر خشک شود ترک می خورد اما اگر در آن شن یا ماسه باشد از ترک خوردن آن جلوگیری می کند.

حضور $grog$ در دیگر گاز هم مثل هیس است و از ترک‌ها در اثر تغییر ابعاد جلوگیری می‌کند.

برای ساخت دیگر گازهای مولاتی هم به هیس ترتیب عمل می‌کنیم. ماده‌ی اولیه در این حالت

سیلیمانیت + بوکسیت یا کائولن + بوکسیت است. اگر بخواهیم فقط مولایت استفاده کنیم

دمای زینترینگ خیلی بالایی رود و شکل‌دهی آن هم مشکل است. پس کردن هم مشکل می‌شود

چون دودانه‌ی مولایت به سختی به هم جوش می‌خورند.

غیر از کورانده‌ی، رس و بقیه‌ی موارد می‌تواند ماده‌ی اولیه باشد.

مواد اولیه‌ی سیلیمانیت + بوکسیت یا کائولن + بوکسیت را ابتدا چند درصد از آن را حرارت

می‌دهیم تا مولایت تشکیل شود. این مولایت را با بقیه‌ی مواد اولیه مخلوط کرده و حرارت می‌دهیم.

بدین ترتیب تغییرات ایجاد می‌شود. اما دمای زینترینگ بالایی رود (؟).

اگر کل مواد خام را استفاده کنیم، احتمال ترک خوردن بالاست.

اگر کل مواد اولیه مولایت باشد، دمای زینترینگ بالایی رود.

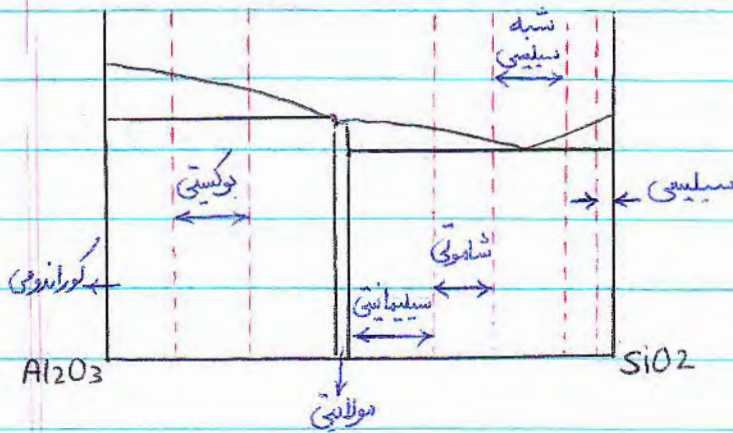
برای بوکسیت هم از بوکسیت و کائولن استفاده می‌کنیم. بخش زیادی از بوکسیت را پیوندهای OH

OH تشکیل می‌دهد و با حرارت دادن و حذفشان، تخاضل ایجاد می‌کند. از نظر پخت

میزال های رسمی دمای بالایی دارند .

دریاگرام هرچه درصد آلومینا بیشتری شود ، از شبه سیلیسی به بعد ، دمای زینترینگ بالایی رود .

ودمای پخت بالایی رود .



محدوده های دمای پخت و درگاه های

سلیمانیتی ، کیانیتی و آندالوزیتی

خنلی و وسیع است .

دمای مولایت زائی این دیگر دانه ها با هم فرق میکند .

| چگالی $\frac{g}{cm^3}$ | دمای مولایت زائی | فرمول نهائی | سلیمانیت |
|------------------------|--------------------|-------------------------|-----------|
| 3.24 | 1550 - <u>1625</u> | $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ | سلیمانیت |
| 3.1 - 3.2 | 1400 - <u>1500</u> | " | آندالوزیت |
| 3.5 - 3.6 | 1100 - <u>1400</u> | " | کیانیت |
| 3.02 | | $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ | مولایت |

در فشار محیط ، سلیمانیت ، کیانیت ، آندالوزیت به هم تبدیل نمی شوند و اگر بشوند همگی به مولایت

تبدیل می شوند. دمای زینترینگ حدنهائی است که معین شده است.

در درگدازهای مولاتی، دمای زینترینگ 1550 - 1600 °C می تواند باشد.

در درگدازهای بوکسیتی دمای زینترینگ 1600 - 1650 °C می تواند باشد.

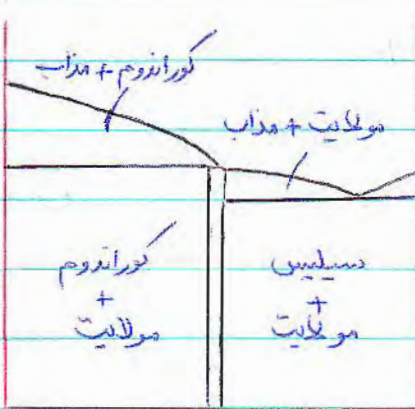
در درگدازهای کوراندهی با خاص بالا باید از کاتولن و بوکسیت استفاده کرد و روش تولید آن هار

کلاس موارد قبلی نیست و تولید آن هاروش های پیچیده ای دارد.

خواص درگدازهای آلومینوسیلیکاتی:

همانطور که دریاگرام دیده می شود با افزایش Al_2O_3 ، خواص بهتری شود. در مجموعی این

درگدازهای شاموتی یا کوراندهی یک نقطه عطف وجود دارد. ← مولایت



در سمت راست مولایت: بلورهای سیلیس + مولایت

در سمت چپ مولایت: کوراندهوم + مولایت

← در دو طرف فازها با هم فرق می کند. به سمت چپ

که می رویم مقاومت به خوردگی (خواص شیمیایی) بهتر می شود. تفاوت دیگر، درصد مذاب

در دو طرف است. در واقع دمای شروع فاز مذاب در دو طرف با هم فرق می کند.

دمای پرتکتیک در سمت راست 1590°C و در سمت چپ 1840°C است. پس دمای تشکیل

مذاب در دو طرف با هم فرق می‌کند. در سمت راست، دمای دربرگرداری کمتر است و این تأثیر زیادی

در دربرگرداری دارد.

دربرگرداری تحت بار دربرگردارهای شاموتی: 1600°C

کیانیت، سیلیمانیت، آندالوزیت: $1700 - 1800^{\circ}\text{C}$ از بالا به پایین

دربرگردارهای مولادیتی: $1800 - 1900^{\circ}\text{C}$ استحکام افزایش

دربرگردارهای بوکسیتی: $1800 - 1900^{\circ}\text{C}$ می‌یابد

دربرگردارهای کرواندومی: 2000°C

رواقعیت طرز شیشه هم داریم اما دریا گرام نیست. موقع سرد شدن مذاب طرز شیشه بدست

می‌آید. غیر از کرواندومی بقیه‌ی اینها، زینترینگشان در حضور مذاب است. اما در کرواندومی

زینترینگ بدلیل نفوذ است.

مقدار طرز شیشه از مذاب از بالا به پایین کمتر می‌شود. مقداری طرز شیشه در کنار بلورها داریم.

استحکام از بالا به پایین در دربرگردارهای قری از بالا به پایین زیاد می‌شود و طرز شیشه کم می‌شود.

در سمت چپ، مذاب تشکیل شده نقطه ذوب بالاتری دارد و مقداری کم است. در نتیجه مقاومت به خوردگی هم بالاتری رود. با کم شدن فاز شیشه، استحکام بالای رود چون فاز شیشه ماده را ترمیمی کند. بشرط آنکه زینت رنگ کامل شده باشد از بالا به پائین استحکام افزایش می یابد.

کاربرد دیگر دانه های آلومینوسیلیکاتی (بجز کوراندوم):

تقریباً در همه جا کاربرد دارند. در هر کوره ای با لایحه یکجائی درجه حرارت به جایی می رسد که این دیگر دانه ها به کار بروند. مثلاً در کوره های سیلان، دما در یک قسمت های 1000°C است و همه جا $1500 - 1600^{\circ}\text{C}$ نیست. در صنایع شیشه، فولاد، سرامیک، نیروگاه ها، نفت و ... کاربرد دارد. دیگر دانه های کوراندومی بیشتر در سرامیک کاربرد دارد. ممکن است سبک یا سنگین باشد با کوره های با دمای بالا (بالای 1500°C) و یا دمای پائینی اما با عمر طولانی تر.

دیگر دانه های مولایتی هدایت حرارت خوبی دارند در نتیجه مولایت به شوک پذیری کمک می کند.

دیگر دانه های کامپوزیتی از این فار بجزوان شوک پذیری استفاده می شود. مولایت عموماً سوزنی

شکل است و همین دلیل یک فاز استثنائی محسوب می شود و در شوک پذیری دیگر دانه ها به مالک

می‌کند.

دیگر دانه‌های منیزی:

مقدمه - مواد اولیه - فرایند ساخت - خواص - کاربرد

منیزیت ($MgCO_3$) در واقع کربنات منیزیم است. دیگر دانه‌های منیزی در واقع دارای

MgO (منیزیا - اکسید منیزیم) هستند. پس به‌اشتباه آنرا منیزی می‌نامند. علت: تنها

ماده‌ی اولیه‌ی آن منیزیت بوده‌است (بخصوص در گذشته) پس در واقع منیزیا است.

نقطه‌ی ذوب بسیار بالایی دارد $2700^\circ C$. مهم‌ترین ویژگی MgO مقاومت بالا در برابر سرباره‌ها

قلیایی است.

معایب: ضریب انبساط حرارتی بالایی دارد: $13.5 \times 10^{-6} (\frac{1}{^\circ C})$ - برای سرامیک‌ها یک عدد

یک رقمی در 10^{-6} و برای آلومینا $\frac{1}{^\circ C}$ 8.8×10^{-6} است. به همین دلیل شوک پذیری MgO

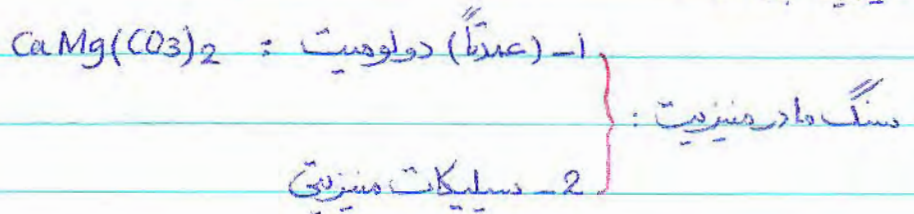
کم است. مشکل دیگر آن این است که MgO در محیط‌های تر می‌تواند هیدراته شود. یعنی آب‌خوار

محیط واکنش می‌دهد در $Mg(OH)_2$ ایجاد می‌شود و دیگر دانه‌خوار می‌شود.

مواد اولیه - مهم‌ترین ماده‌ی اولیه، منیزیت است: $MgCO_3$: در طبیعت نسبتاً زیاد وجود

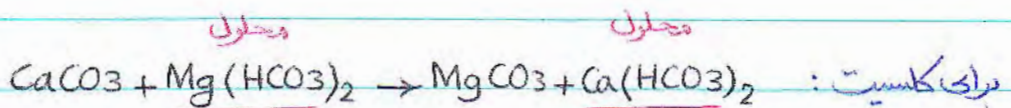
دارد. (معادن منیزیت دارم) اما ناخالصی دارد (دروغدن) و این ناخالصی به سنگ مادر

منیزیت برمی گردد.



ناخالصی ها دولومیت و کلسیت ($CaCO_3$) هستند.

$CaMg(CO_3)_2$ را تغلیظ می کنند با محلول بی کربنات منیزیم. بی کربنات های Ca می نشینند



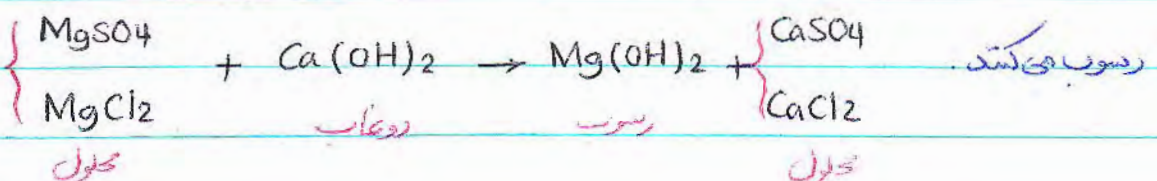
برای دولومیت هم به همین ترتیب.

منبع مهم دیگر برای منیزیم، آب دریاست : 2.15 گرم برای هر لیتر یون Mg^{2+} دارد.

پس مواد اولیه : منیزیت $MgCO_3$ - $Mg(OH)_2$ - آب دریا هستند.

این یون لرنیک هائی حاصل می شود که در آب دریا حل شده اند : $MgCl_2$ - $MgSO_4$

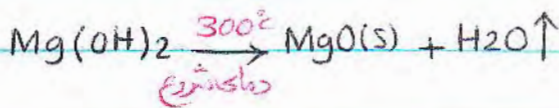
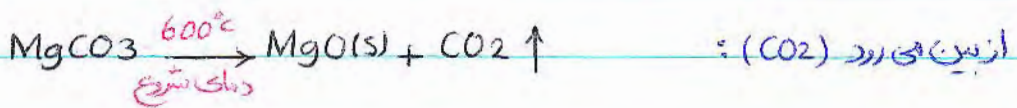
اگر آب دریا را در حوضچه ای بریزیم و بعد آن روغاب آهک ($Ca(OH)_2$) اضافه کنیم این یون ها



ماده‌ی اولیه‌ی دیگر $Mg(OH)_2$ است که در طبیعت وجود دارد. معادن پروسیت، همین

$Mg(OH)_2$ است اما به شکل معدنی.

این موارد در واقع پیش‌ماده‌ی اولیه هستند. مثلاً $MgCO_3$ در اثر حرارت دادن، نصف آن



پیش‌ماده‌ی اولیه باید حرارت داده شوند تا موارد زیر آن‌ها پخت شود.

در $1000^\circ C$ به MgO می‌رسیم. یعنی واکنش کامل می‌شود. اما بعضی از ماده‌ی اولیه هنوز

مناسب نیست. چون $MgO(s)$ حاصل بسیار ریزدانه و متخلخل است و سریعاً با بخار آب واکنش

می‌دهد یعنی سریعاً هیدراته می‌شود و قابلیت نگه‌داری را ندارد.

پس در دمای بالاتر از $1600^\circ C$ یا $1700^\circ C$ حرارت می‌دهیم. به این منتهی که در دمای حرارت بالا

وجود می‌آید، اصطلاحاً $(dead\ burned\ MgO)$ یا $(sintered\ MgO)$ می‌گویند.

یعنی تا حد امکان سوزانده شده. در نتیجه تمایلی به واکنش با آب ندارد.

چرا در اثر حرارت دادن در دمای بالاتر تمایلی به واکنش با آب ندارد؟

چون در اثر کسیداسیون، ذرات MgO زینتر شده و تداخل آنها کم می شود. در نتیجه سطح تماس با بخار آب خیلی کم می شود. واکنش هیدراتاسیون یک واکنش سطحی است. در نتیجه تمایلی به واکنش با بخار آب ندارد. (کمتری شود) و این خود به سطح برمی گردد.

بلورهای MgO رشد می کنند (بریزانه بدون روع می شود). با بزرگ شدن دانه ها، مرزها کم می شود. در مرز تمایل به واکنش زیاد است.

دلیل دیگر تشکیل فازهای جدید است که می تواند MgO را محافظت کند در برابر واکنش با بخار آب. برای اینکه بدانیم چه فازهایی تشکیل می شود باید ریگرام فاز اولیه آن را نگاه کرد. این فازها جدید در حضور ناخالصی ها بوجود می آیند.

ناخالصی ها: $MgO - Al_2O_3 - Fe_2O_3 - SiO_2 - CaO$

برای اینکه ریگرام 5 جری را بررسی کنیم، ریگرام را خلاصه کرده اند.

مثلاً برای نسبت مولی $\frac{CaO}{SiO_2} < 1$ نیکسری فاز داریم. $1.5 - 1 < \frac{CaO}{SiO_2}$ نیکسری فاز بوده همین

تقریباً.

حالا می خواهیم بررسی کنیم چه فازهایی در حضور ناخالصی بوجود می آید.

در مورد دیگر دانه‌های منیزی گفتیم که MgO که در 1000 درجه بدست می‌آید فعال است بنابراین

دما را تا $1600-1700^{\circ}C$ بالای بریم. این منیزیا $dead\ burned$ شده است. در MgO ناخالصی

طایع و وقتی $dead\ burned$ می‌کنیم این ناخالصی‌ها در کنار MgO فازهایی بوجود می‌آورند که برای

تبریزی باید دیاگرام 5 تایی را بررسی کرد که مشکل است. برای همین روش‌های ساده‌ای ایجاد

$MgO: 2700$

شده است؛ فازها عبارتند از:

$MF: 1713$

$CMS: 1500$

$MA: 2135$

$C_4AF: 1440$

$M_2S: 1890$

$C_2S: 2100$

$M \xrightarrow{\text{نابینه}} MgO$

$F \rightarrow Fe_2O_3$

$S \rightarrow SiO_2$

$C \rightarrow CaO$

$A \rightarrow Al_2O_3$

اگر فازهای CMS و C_4AF ایجاد شوند مقاومت را پائینی می‌آورند چون دمای گسترده‌تری دارند

اما MA و M_2S ناخالصی‌های منیزی هستند.

منیزیای $dead\ burned$ شده، ماده‌ی اولیه است. منیزیای ذوبی ($fused\ Magnesia$)

ماده‌ی اولیه‌ی دیگری است.

برای ریزدانه‌ها از منیزیای ذوبی یا زخم‌شده و برای درشت دانه‌ها از منیزیای ذوبی استفاده می‌کنند

که اندازه دانه‌ها تا چند میلی متر نیز می‌شود.

منیزیم دومی: در کوره تا 2700° حرارت می‌دهند تا ذوب شود و بعد سرد می‌کنند.

فرآیند ساخت:

1- دیرگدازهای منیزی پخته شده

2- دیرگدازهای منیزی پخته نشده

(1) منیزیم دانه بندی شده را همراه چسب (با بندر) و همراه کمک زینتر مخلوط می‌کنند و

بعد پرسی کرده و سپس خشک می‌کنند. (دستی به چسب دارد که خشک بشود یا نه). مرحله‌ای

بعدی پخت است.

چسب می‌تواند رزین - آلی باشد. رزین در دمای بالا تجزیه می‌شود. برای دیرگدازهای

منیزی پخته شده، بیشتر از چسب آلی استفاده می‌کنند. دمای پخت وابسته به ناخالصی‌ها

و کمک زینتر است. کمک زینتر: $Cr_2O_3 - Al_2O_3 - Fe_2O_3$ و قی خلوص

پائین است از کمک زینتر استفاده نمی‌شود.

این کمک زینترها با MgO تشکیل اسپینل با دمای بالایی دهد. Al_2O_3 بیشتر بعد Cr_2O_3


و بعد Fe_2O_3 .

فرمول اصلی اسپینل : AB_2O_4 یا $AO.B_2O_3$

در اصل به MgO Al_2O_3 اسپینل می گویند اما ترکیباتی مثل MgO Cr_2O_3 و Fe_2O_3

چون ترکیبی مشابه به اسپینل دارند : اسپینل کروم و آهن نام دارد.

Fe_3O_4 خود نیز اسپینل است : $FeO.Fe_2O_3$

Al_2O_3 با ایجاد ترکیب با MgO به زیست شدن آن کمک می کند : 

اگر با خالصی زیاد باشد از کمک زیست استفاده نمی شود. ← دیگر داره های منیزی معمولی

اگر با خالصی کم باشد و از کمک زیست استفاده نشود ← دیگر داره های منیزی باید مستقیم

دهای زیستینگ بالایی دارند و گران هستند.

اگر با خالصی کم باشد و از کمک زیست هم استفاده نشود ← دیگر داره های منیزی با باند اسپینلی

مرحله ی بعد از ریختن ، قیر اندود کردن است که در واقع تخلخل ها را پر می کنند : دیگر داره ها

را در محیط قرار داده ، آب و هوای گرمی کشند و بعد در قیر مذاب قرار می دهند تا تخلخل ها پر شود توسط

نفوذ قیر.

(2) در این حالت دیگر داره های زیست دهنی نشود. پس باید حسب مورد نظر را پیدا کرد. نوع دیگر داره ها

رابع چسب تعیین می کند:

نوع بانند (اتصال):

۱- شیمیائی: سفاتی (سفات سدیم) - سیلیکاتی

بانند سفاتی حتی در دمای محیط هم سخت می شود اما اگر تا 200°C حرارت ببیند

دانه های مینیزیا را به هم جوش می دهد. بانند سفاتی فقط برای دیگر دارها نیست.

دندان های مصنوعی سرامیکی با این بانند در ارتباط هستند. باندهای سیلیکاتی

کیفیت را کم کرده و دیگر داری را نیز پاشی می آورند.

۲- رزینی: رزین ها تا 5 درصد بجزوان چسب اضافه می شوند. درجه حرارت به نقطه

رفی رزینی بستگی دارد. پس زمانی می توان مخلوط کرد که رزین به نقطه

رفی برسد. این دما (کیور) در حد پخت نیست ولی set و محکم می شوند

و اجرای فرار آن ها خارج می شود.

این کار بطور پیوسته می کرنی و بطور شیشه ای ایجاد می شود که دانه های مینیزیا را

در خود نگه می دارد (بانند رزینی) دگره بقیه اجزا رزین خارج شده فقط کرنی می ما

3 - اتصال قیری: زمان مخلوط کردن مانند رزینی نزدیک به نقطه نرمی است و مانند تلی موم

پس کردن باید حرارت بسیند . دگره فقط اگرین از آن باقی می ماند و مثل قلی

دیگر بخت هم نداریم . باید سعی شود در قریباً حالی نباشد .

خواص دیرگدازهای منیزیتی :

1 - دیرگدازی بالایی دارند بخصوص اگر خلوص بالا باشد (به بالای 2000°C می رسد)

2 - مقاومت شیمیایی بسیار بالا در برابر سرباره های قلیایی . بهترین ترکیب برای دیرگدازهایی

که با سرباره های قلیایی سروکار دارند .

3 - هدایت حرارتی بالا .

← مشکل مهم : شوک پذیری کم چون ضریب انبساط حرارتی بالایی دارند . هدایت

شدن هم عیب هست و یکی باین اندازه اهمیت ندارد .

حتی ضریب هدایتی بالا هم در این مشکل هم تأثیری ندارد . دیرگدازهای منیزیتی در صنایع متالورژیکی

نقش عمده ای دارند : کوره های فولادسازی - اما در صنایع غیر آهنی : انواع کانونر تورهای

مس و نیکل . حتی دگره های ذوب شیشه هم کاربرد دارد و همسپور دگره های دوار مسیان .

از منیزیا امروزه بصورت کامپوزیت استفاده می شود تا مشکل عمده‌ی آن رفع شود و منیزیا پایه اصلی کامپوزیت خواهد بود.

برای رفع مشکل این دیگر دانه‌ها را در کنار منیزیا مطرح شدند:

1- دیگر دانه‌های منیزیت - کرومیت

به این ترتیب شوک پذیرگی هم بهبودیافت

2- دیگر دانه‌های منیزیت - اسپیلی

3- دیگر دانه‌های منیزیت - گرافیتی

دیگر دانه‌های منیزیت - کرومیت :

کرومیت از لحاظ ریزش محیطی مضراست. در نتیجه امروزه استفاده نمی شود. در ابتدا دیگر دانه‌ها

کرومیت حذف شدند بعد هم منیزیت - کرومیت. چون سمی است. خیلی شبیه

به دیگر دانه‌های منیزیا می هستند. منظور دیگر دانه‌ها این است که حداقل بیش از 60٪ منیزیت

دارد و البته زیر 80٪ کرومیت : 20-40 منیزیت : 80-60

کرومیت را از اسپیل آهن - کرومیت تهیه می کنند؛ با فرایند تغلیظ. (از اکسیدهای آهن

و کروم، کروم را جدا می کنند و مواد اولیه فراهم می شود.

مخلوط اولیه با سندان قابل : پیرس - باید در در نهایت آجر نسوز آن ساخته می شود . مثل قبل

دودسته است : پخته شده - پخته نشده . مثل گذشته است فقط به جای منیزیت ،

منیزیت و کرومیت است و کمک زینتر هم نداریم و فقط Cr_2O_3 داریم . (دیگر گاز بانده مستقیم است

و فقط همین نوع است)

مقاومت به خوردگی دیگر گازهای ری باندر منیزیت - کرومیت خیلی بالاست چون دانه درشت

هستند . (دس نیز می باشند) مثل دیگر گازهای منیزیاتی خوب

دیگر گاز منیزیت - کرومیت پخته نشده هم داریم . مثل قبلی : فسفاتی - رزینی - قیری

دیگر گازهای منیزیت - کرومیت کاربردهای بهتری نسبت به منیزیاتی دارند بخصوص ری باندرها

که مقاومت شیمیایی بالایی هم دارند .

پخته شده در برابر پخته شده ارزان تر است چون زینتر نشده اما دمای بالاتر را تحمل

می کنند . بدلیل زینتر شدن استحکام خیلی بالایی هم ندارند .

مشکل زینت محلی کرومیت : سعی است . آیا Cr_2O_3 سعی است ؟

کاربرد حجم دیگر گاز منیزیت - کرومیت در صنعت سیمان است . کرومیت بدلیل اصلاح

شوگ پذیری منیزیت به آن اضافه شده است. اسپینل منیزیا - کروم ضریب انبساط حرارتی کمتری دارد.

خود Cr_2O_3 سمی نیست اما وقتی در دمای بالا و در شرایط اکسیدی قرار می گیرد تغییر ظرفیت

می دهد: $Cr^{3+} \rightarrow Cr^{6+}$ یعنی اکسید می شود. در نتیجه عظمت آن زیاد می شود و بعد از

چند سال که این آجرها دور می ریزند اگر رطوبت ایجاد شود (مثلاً در اثر باران) و آن حل

می شود Cr^{6+} خیلی سمی بوده و با این آب به منابع زیر زمینی می رسد. پس منیزیت - کرومیت در این شرایط ضرر است.

منیزیت - اسپینل ($MgO - Al_2O_3$) ب $MgAl_2O_4$ بجای کروم از Al استفاده

می کنیم. همان نقش قبلی را بازی می کند اما بخوبی کروم (اسپینل کروم) نیست؛ مقاومت

به خوردگی کمتری نسبت به منیزیت - کرومیت دارد. و مقاومت خوردگی آن (در حد خود منیزیت

است اما مشکل شوگ پذیری آن حل می شود. در صنعت سیمان و مقاومت به خوردگی

اسپینل راجد اسپینل کروم نیست.

ضریب انبساط حرارتی: $7.6 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$ - $8.8 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$ - $13.5 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ C}$

↑
کروم

www.iran-mavad.com

مرجع دانشجویان و مهندسين مواد

↑
منیزیا



دیگر دانه‌های منیریت - اسپینل:

منیریا بیشتر است.

* منسل اول: مواد اولیه: $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$

* منسل دوم: مواد اولیه: MgAl_2O_4 + MgO
 اسپینل

تفاوت اساسی منسل اول و دوم در مواد اولیه است.

در مورد منسل اول، حرارت می‌دهیم (زیسترینگ). Al_2O_3 با بخشی از MgO واکنش می‌دهد

چون MgO زیاد است. اسپینل تشکیل می‌شود. این اسپینل خودش را با MgO ها

دیگر خودش می‌دهد. محصول با مواد اولیه فرق می‌کند. اسپینل + MgO

میزان Al_2O_3 در این جا حداکثر 3 تا 6 درصد است. چرا؟

علاقه منده هستیم Al_2O_3 بیشتری اضافه کنیم تا شوک پذیری بهبود یابد. در اثر اسپینل

از Al_2O_3 انبساط شدید خواهیم داشت ← انبساط ناگهانی دیگر دانه ← اگر از 6 درصد

بیشتر شود، موجب ترک خوردن دیگر دانه‌ها می‌شود. در حد 6 درصد هم هنوز شوک پذیری کم

است. اما از MgO بهتر است.

برای اینکه انبساط ناشی از تشکیل اسپینل را کم کنیم، آنرا از قبل می‌سازیم بعنوان ماده‌ی اولیه؛
یعنی همان نسل دوم.

در نسل دوم 15-35% اسپینل داریم. در این جا هم بیشتر از این نمی‌توان از اسپینل
استفاده کرد چون مقاومت شیمیایی آن کم است.

اگر از آلومینای لا (فعال‌تر) استفاده کنیم یا از بوکسیت، تشکیل اسپینل در دمای کمتری
ایجاد می‌شود. با حرارت دادن، اسپینل ایجاد می‌شود.

اسپینل دومی هم داریم. (در دمای 2130°)

حضور اسپینل شوک پذیری را زیاد می‌کند اما در برخی جاها ضعیف است. در صنعت

سیمان که CaO داریم، در واقع Al_2O_3, CaO درون اسپینل را خارج می‌کند در نتیجه

اسپینل از بین می‌رود.

مقایسه‌ی نسل اول و دوم از لحاظ خواص:

شوک پذیری نسل دوم بیشتر از نسل اول است چون اسپینل بیشتری دارد.

مکانیزم دیگری هم دیگری هم برای افزایش شوک پذیری داریم.



حضور ترک های ریز در حین زینت رنگ در نسل دوم

مرز MgO واسپیل محل تنش است (تفاوت در

ضریب انبساط حرارتی) بدلیل این تنش، میکرو ترک های کوچک در مرز MgO واسپیل

پدید می آید.

تنش میکرو ترک ها در شوک پذیری:

در سرد و گرم کردن تنش زیادی شود و ترک رشد می کند. مهم این است که ترک رشد نکند

و به سطح نرسد. ترک همواره وجود دارد (در اثر تخلخل) وقتی این ترک به میکرو ترک می رسد

انرژی آن بین چندین میکرو ترک تقسیم می شود و انرژی خود را از دست می دهد؛ در نتیجه جلوی

رشد آن گرفته می شود و ترک بزرگ متوقف می شود.

86.8.28

تفاوت های بین دیگر (ازهای) نسل اول و دوم:

2 - شوک پذیری بهتر در نسل دوم

1 - میزان اسپیل

4 - تفاوت در میزان تخلخل: در زینت رنگ

3 - نسل دوم گران تر است

واکنشی تخلخل بیشتری داریم؛ پس نسل اول تخلخل بیشتری دارد.

5- مقاومت به خورندگی نسبت به CaO :

تمایل به خورندگی اسپینل توسط CaO ربطی به ساختار دیگر دانه‌ها ندارد و این به تمایل طبیعی

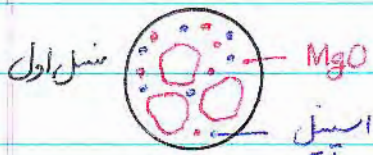
خورندگی مربوط است و قابل پیش بینی. علاوه بر این به ساختار دیگر دانه‌ها هم باید توجه کرد مثلاً

تخلخل. هرچه تخلخل بیشتر باشد، خورندگی هم بیشتر است.

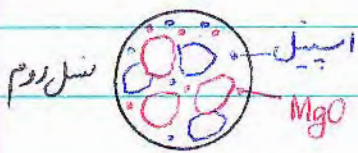
در نسل اول:

MgO در زمینه ریزدانه‌های از اسپینل و MgO ریزدانه است. چون از آلومینای ریز باید استفاده

کرد تا در دمای کمتری اسپینل درست آید ← این اسپینل ریزدانه و فعال است.



در نسل دوم:



دانه‌های MgO در کنار اسپینل قرار دارد (تقریباً هم اندازه)

حال اگر این دو محاور CaO باشند:

نسل اول: چون اسپینل ریزدانه است، سریع با CaO واکنش می‌دهد و زمینه‌ی نسل

اول خورده می‌شود ← دیگر دانه‌ها چند تکه می‌شود چون زمینه خورده شده است.

نسل دوم: اسپینل بزرگ و مقاوم تر است و اگر یک اسپینل کنده شود فقط همین دانه خورده

می شود و زمینه خورده نمی شود؛ در نتیجه نسل دوم مقاومت به خوردگی بهتری دارد.

البته نمی توان گفت که 35٪ اسپیل در نسل دوم نسبت به 3٪ اسپیل در نسل اول مقاوم تر

است. اما در عمل مقاومت به خوردگی نسل دوم بهتر است چون احتمال ترک خوردنش هم کمتر

است (شوک پذیری کمتر) → خوردگی کمتر می شود.

نسل اول و دوم از لحاظ استحکام و دربرگداری خیلی با هم فرق نمی کنند و این ها به فرایند ساختن

بستگی دارد.

دیگردهانه های دولومیتی: (منیزیت - دولومیت)

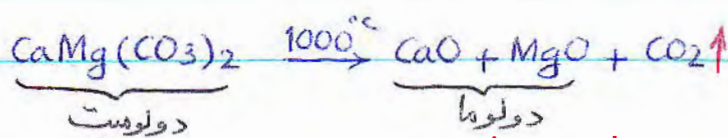
دیگردهانه دولومیتی را حاوی منیزیم دانند چون دولومیت خورش یک مادری اولیه منیزیم است اما

به نوبه می تواند دیگردهانه حاوی منیزیم نیز نامیده شود.

دولومیت اگر حرارت ببیند، 44.7٪ وزنی آن از بین می رود. چون به این میزان CO_2 دارد که

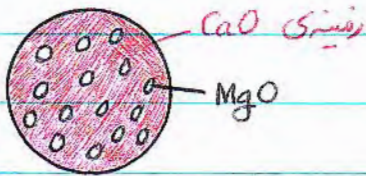
در اثر حرارت خارج می شود. دولومیت: $CaCO_3.MgCO_3$ or $CaMg(CO_3)_2$

پس باید اول آن را حرارت داد تا CO_2 خارج شود:



اگر دیاگرام فازی تعدادی $CaO - MgO$ (دوجرئی) را بینیم، تا $1000^{\circ}C$ این دو

با هم هیچ کاری ندارند. دولوما (دولومیت حرارت داده شده) زیر میکروسکوپ:



زمینه CaO روشن تر روانه های MgO رقیقی CaO

که در حد میکرون اندازه تیره ترند. ($2-3 \mu m$)

درصد اجزای دولومیت: (درصد وزنی)

$CO_2 : 44.7\% WT$

$MgO : 21.9\% WT$

$CaO : 30.4\% WT$

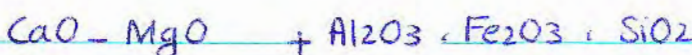
اما غیر از اینها ناخالصی هم وجود دارد.

همان کاری که برای MgO انجام داریم اینجا هم انجام می دهیم: دولومیت را به طای آنی که در

$1000^{\circ}C$ حرارت دهند تا $1700 - 1800^{\circ}C$ حرارت می دهند تا $dead\ burned$ شود:

دانه ها بزرگ، انقباض (تخلخل کمتر)، زیست رنگ

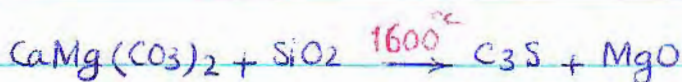
مثل گذشته از دیاگرام 5 جرئی می توان حضور این فازها را پیش بینی کرد:



این دولوما با هم به بخار آب حساسیت دار چون CaO شدیداً به بخار آب حساسیت

حساسیت دارد و چون CaO در زمینه است، وضعیت بدتری نشود و باعث پاشیدن دیگر گاز از هم می‌شود. پس دولوما یا دولومیت $dead\ burned$ شده نسبت به بخار آب حساسی است و نمیتوان آنرا نگهداری کرد.

در موارد خاص دولوما را علاوه بر $dead\ burned$ کردن، تثبیت هم می‌کنند: دولومیت را همراه ترکیبات SiO_2 مثل $MgO \cdot SiO_2$ در نظر می‌گیرند. این SiO_2 اضافه تمام CaO اضافی را می‌گیرد و به C_3S ($3CaO \cdot SiO_2$) تبدیل می‌شود. این فازر برابر بخار آب مقاوم است اما با دولوما فرقی می‌کند و کاربردش محدود است:



SiO_2 دمای دیگرگاری را پاشی می‌آورد و کلاً خواص را دچار اذیت می‌کند.

شکل C_2S قبل از C_3S خطرناک است و موجب پاشیدن محصول می‌شود (بصورت گردوغبار). چون C_2S یک استخاله دارد. (عیب داستینگ)

فرایند ساخت:

خیلی شبیه به دیگر گازهای منیزیمی است و در اینجا هم پخته شده و پخته شده داریم و همگی

مواردشان یکسان است.

خواص بالابری دارد چون هم MgO و هم CaO دیرگدازی بالائی دارند (اگر SiO_2 زیاد نباشد) از لحاظ خوردگی بستگی به محیط دارد اما مشابه به دیرگدازهای منیزیتی در محیط قلیائی مقاومت بالائی دارند چون MgO و CaO هر دو در محیط قلیائی مقاوم اند.

بدلیل مقاومت به خوردگی در سرباره‌های فولادسازی، در این صنعت کاربرد دارد. بهر حال

در دیرگدازهای منیزیتی نیست. قیمت آن از منیزیتی خیلی کم تر است (اما با عکسرت)

اگر کیفیت محصول مطرح باشد باید از بهترین دیرگدازها استفاده کرد مثلاً منیزیتوگرافیتی.

یکی از کاربردهای دولومیت در سیمان است چون در دولومیت CaO دایم پس در برابر آن

مقاوم است.

دیرگدازهای منیزیت - گرافیتی (منیزیا گرافیتی):

در صنایع فولاد و کلاً متالورژی خیلی کاربرد دارد. این دیرگدازها مدرن هستند و بصورت

صنعتی حدود 3 دهه است که به کار گرفته می‌شود.

اطلاعات در مورد این دیرگدازها در مقاله‌ها یافت می‌شود.

درجهت a فقط هادی خوبی است. جهت دیگر است. هدایت حرارتی بهتری یعنی شوک

پذیری بهتر.

1-2 - ضریب انبساط حرارتی آنچنان کم نشده است هرچند اینرتروپ است. اگر ضریب

انبساط حرارتی MgO و متوسط را اندازه بگیریم، با مقدار تجربی یکی نمی شود. یعنی ضریب

انبساط حرارتی کامپوزیت $MgO - C$ خیلی کمتر از آنچه هست که ما محاسبه می کنیم.

به دیگر دارنهای منیزیت - گرافیت، نپخته هم می گویند و با حرارت، با هم زینتر نمی شوند و

بخت عنوان loose نامیده می شوند. یعنی با هم ساختار مستحکم نمی سازند. در نتیجه

با حرارت دادن کل جسم دچار تنش نمی شود. چون ساختار مستحکم نداریم، اگر یک قسمت

انبساط کند، می تواند بقیه جاها اصلاً تغییری نکند. در بین تداخل ها انبساط های موضعی

اتفاق می افتد اما در کل سیستم، انبساط ایجاد نمی شود و در تداخل ها خفه می شود. پس علت

دیگر شوک پذیری بهتر، کاهش ضریب انبساط حرارتی است.

در ساختار مستحکم، اگر یک قسمت انبساط یابد، کل جسم را تحت تأثیر قرار می دهد. و این

تنش در همه جا پخش می شود. در ساختار شکل یا loose پیوند سرامیکی در سه بعد وجود ندارد.

شوگ پذیری در ساختارهای شل از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\text{شوگ پذیری} \propto \left(\frac{\gamma_{wof}}{E \cdot \alpha^2} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot k$$

γ_{wof} : کار لازم برای شکست E : مدول الاستیک

α : ضریب انبساط حرارتی k : ضریب هدایت حرارتی

گرافیت α را کم و γ_{wof} را زیاد می‌کند و شوگ پذیری خیلی بالایی دارد.

حضور گرافیت، α را شدیداً زیاد می‌کند. بعنوان کامپوزیت عمل می‌کند. ترک بارشد خورده این

پولک برخورد کرده باید این صفحه را بشکند و باید آن را دور بزنند. در هر دو حالت انرژی زیادی

می‌خواهد. برای شکستن صفحه انرژی زیادی می‌خواهد چون صفحه ساختار لایه لایه دارد و مشکل تر

است. پولک‌های گرافیت قابلیت تخسیر فرم زاری دارند (نرم است) و این صفحه‌های توانند تا

90° خم شوند. ← انرژی بیشتری می‌گیرد.

2- بهبود مقاومت به خوردگی:

لازمه خورده شدن، تر شدن ماده توسط ماده‌ی خورنده است.

2-1- ترشوندگی گرافیت خیلی کم است: تمایلی تر شدن گرافیت توسط سرباره کم است.

سرباره وقتی به گرافیت (صفحه های ۹۲) می رسد ، جمع می شود و از حالت جاری

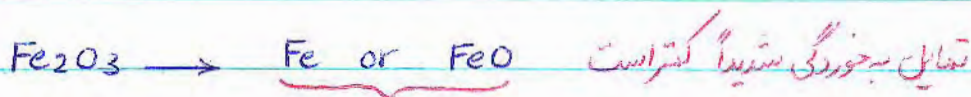
بودن در می آید و بصورت قطره می شود . ← دیگر نمی تواند نفوذ کند به داخل تخلخل ها و

میزان سطح تماس کم شده و خوردگی کم می شود . در حالت جاری اطراف دانه های MgO

قرار می گیرد و در آن نفوذ می کند .

2-2 - یک عامل اصلی خوردگی این دیگر دارها در سرباره ، حضور اکسید آهن است . این

اکسید وقتی به گرافیت می خورد احیا می شود :



در حضور سرباره خورده می شود اما در حضور مذاب ، کمتر خورده می شود . در واقع گرافیت

شرایط احیائی فراهم می کند .

3- گرافیت مقاومت به اکسیداسیون را کم می کند :

گرافیت راحت با اکسژن واکنش می دهد ، حتی با اکسژن CaO ، MgO و Fe_2O_3

مذاب ، ← کربن می بسوزد ← همگی مسائل قبلی را هم از بین می برد . اگر کربن بسوزد

جای آن را تخلخل می گیرد ← MgO متخلخل می شود .

با سوخته شدن کربن، MgO حتی با دست هم شکسته می‌شود. ← استحکام افت می‌کند.

4- کاهش استحکام در پیکان:

با افزودن گرافیت استحکام کمتری می‌شود. در موقع زینت شدن این گرافیت جلوی آن را می‌گیرد و در

نتیجه استحکام افت می‌کند. (دانه‌های MgO از هم فاصله می‌گیرد)

مواد اولیه:

منیزیم زینتر شده (sintered) }
 ماده‌ی اولیه MgO است :
 منیزیم ذوبی (fused)

دانه‌های درشت منیزیم شفاف هستند (منیزیم ذوبی) - MgO ریزدانه‌ی ذوبی است و پراکنش

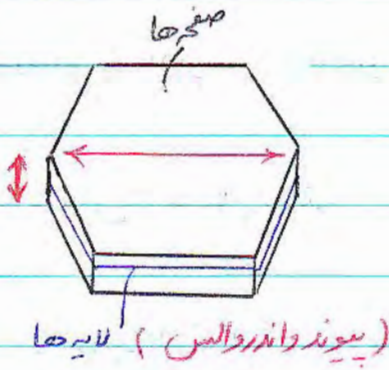
شده. گرافیت بعنوان ماده‌ی اولیه استفاده می‌شود. (گرافیت بصورت بستری هم تولید می‌شود)

در اینجا گرافیت طبیعی داریم: چین، کانادا، استرالیا دارای معادن گرافیت هستند.

{ با شناور کردن یا floating ناخالصی‌ها را می‌گیرند یعنی یک مرحله‌ی فرآوری اصنافه‌ای

گرافیت برای مصارف الکتریکی: باید اسید شوئی کنیم و با این کار ناخالصی‌های موجود در بین

لایه‌های گرافیت هم حذف می‌شود. ← ماده‌ی اولیه‌ی گرافیت تهیه می‌شود.



ناخالصی باید کم باشد چون با حرارت دادن جای آن را

تخلخل می‌گیرد (آلی ناخالصی) و یا خاکستر (ناخالصی

معرف)

با حرارت دادن این اجزا جدا می‌شود باید شرایطی طوری باشد که کربن نسوزد:

$$\frac{\text{نسبت پهنای}}{\text{ارتفاع (ضخامت)}} = 10 - 12 \quad (\text{معمولی})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} > 10-12 \quad \text{پرکد نازک} \\ < 10-12 \quad \text{پرکد ضخیم} \end{array} \right.$$

این نسبت مهم است و در موقع پرس کردن تأثیری گذارد. این شبکه‌ی گرافیت می‌تواند ناقص

باشد مثلاً حاوی حفره باشد. و یا روی سطح پله داشته باشد و لبه‌ها زیاد می‌شود. هرچه

لبه‌ها بیشتر شود، گرافیت فعال تر است یعنی پیوند‌های شکسته شده دارد و تمایل به

اکسیداسیون و خوردگی بیشتری دارد.

resin رزین
pitch قطران

حسب ها

Al2O3 MgO SiO2 : اگر کیفیت (دیروز) با کیفیت (عمرانیت)

دیروز از های حاوی کربن
مواد اولیه :

آزبک باشد مع از رزین
دوره از هم چیده

باینده (حسب)
آنتی آکسیدانت

نقیز کربن کربن ترانیت عوامان زنده به در تدریز کاهن قدرت
آکسیداسیون است چیت ترانیت لاسوز برلی آن وانگ کنگ

حسب نازیم تا استخفا باه
آنتی در حل رقت
شکلین باه

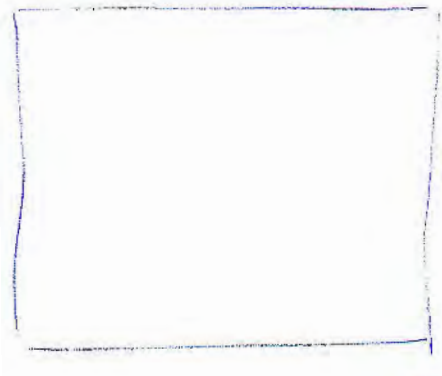
محدود از رزین از رزین استخوان
چیتا قطران مینه شکل دارد
یک مده که سبک است و کارزار
ذرات که از آن خارج می شود

مثل یک لایه دارد مقدار افزون
قطران پس از رزین است

با و است دان در شرایط اجیای قطران
از رزین و قطران باقی مانده این رزین آنه
قدرت بر قدرت ترانیت . مقدار رزین در
قطران کثرات بت به رزین . این اوا
زار امید تمکن در قدرت ترانیت است
قطران و تمکن ها ترانیت

این حسب را بصورت لور در عرف نمی کند
و باید برخی از آن را در محلول حل کرد
پس به بصورت باغ و کنگر معوض شود
(فولکیت رزین)

استخفا که رزین ایام می کند است از قطران
و می تواند محیط به سوزن رزین که با دیر
که باقی مانده میزان تمکن هم متوسط
ماهیت هم زنده ترانیت که از رزین باقی مانده
مکم ترانیت



قطران یک لایه زیت زیت
رزین دارد
در قطران رزین آن مانده در وجه
کریستالین شیری دارد
در رزین بلورین رزین در
قطران ترانیت

همه کربن آکسید ترانیت در آن
پسین رزین آکسید می شود . مده در وجه
ترانیت در دهان 1800

اما در سوزن بک است مثل لور
از 400 استخ . آکسید ترانیت
در قطران ، قدرت

آکسیداسیون ترانیت بدلیل
بلورین ترانیت در آن است بدلیل
قدرت تمکن ، قدرت ، آکسیداسیون
راحت تاثیر قرار می دهد

بنابراین کنگر از رزین و قطران
می تواند یک لایه ترانیت بدلیل

در یک لور استخفا از این لور
مقارنت به آکسیداسیون در آن است

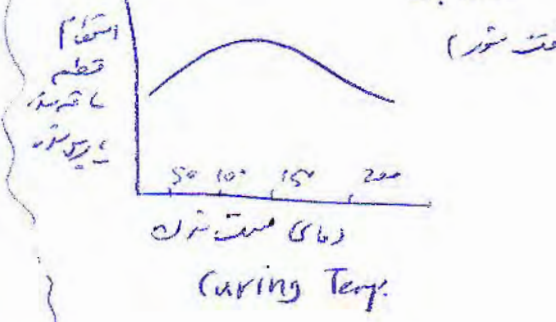
رزین ها انواع مختلف دارند در قدرت با سبک
با دکنیز ترانیت بالا استخفا می شود . اینها
با رزین حسب ترانیت و شوز تا طلی کرده در آن
را با لایه ترانیت حسب ترانیت در حقیقت
پس کربن هم در آن با لایه ترانیت تا هم شود
مزه پس سوزن

مده در آن MgO در آن حسب ترانیت را
مده در آن 15 رزین در آن در کنگر
کربن در آن مده در آن (در حقیقت)

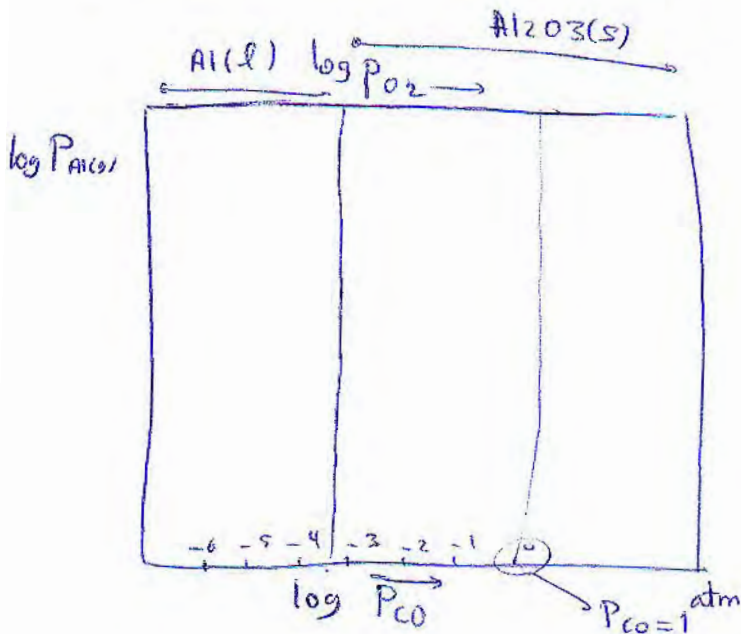
پس پس سوزن در وجه با یک عکس و اورتا
در آن پس سوزن (150) مده از افزون
زار در آن عکس و اورتا از سبک باغ
رزین

سوزن و حسب ترانیت در آن سوزن
مده در آن (لور آنه آنه)
در آن با لایه ترانیت سوزن آن سوزن

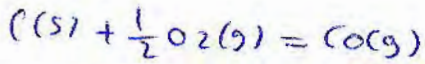
سوزن . بر آن حسب ترانیت در آن حسب ترانیت



آهن اکسیدات حال در هر شرایطی آهن اکسیدات نیستند. یعنی در هر شرایطی آهن اکسیدات است در شرایطی دیگر



T = 1327°C



$$k = \frac{P_{CO}}{\sqrt{P_{O_2}}}$$

در دمای ثابت (T) $P_{O_2} \propto P_{CO}^2$

رابطه دار - $\log P_{CO} = \log P_{O_2}$ و رابطه خطی

داده بین در نمودار در P_{O_2} داده و P_{CO} هم به دست می آید.

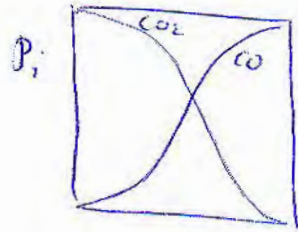
Al-O نمودار است
برخلاف است P_{O_2} ، P_{CO} در هر شرایطی

در دمای ثابت آهن اکسیدات در هر شرایطی

در هر شرایطی

به اندازه کافی در هر شرایطی

P_{CO} بیسی پیدا کند. در شرایطی که در هر شرایطی
(در دمای 1000°C) و در هر شرایطی



$P_{CO} = 1 \text{ atm}$

در دمای 1000°C - آهن

CO (از لحاظ ترمودینامیکی)

فرقی نمی کند بین آهن و آهن اکسیدات در هر شرایطی

در دمای 1327°C آهن اکسیدات است آهن اکسیدات است؟ یا آهن اکسیدات است

و Al_2O_3 یا آهن اکسیدات در هر شرایطی

در هر شرایطی آهن اکسیدات است آهن اکسیدات است آهن اکسیدات است

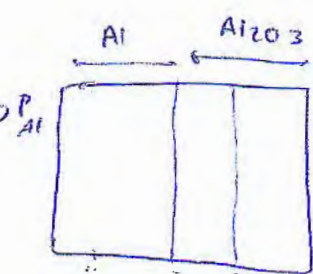
در شرایط $T > 1000^\circ C \leftarrow P_{CO} = 1 \text{ atm}$: این شرایط در هر شرایطی است. این خط در هر شرایطی

Al_2O_3 آماده است پس آهن اکسیدات است آهن اکسیدات است

1727°C

در دمای

در هر شرایطی خط 2 - آهن اکسیدات در هر شرایطی آهن اکسیدات است



اینکه در دمای 2200°C، شرایط زدودنی (Al) در مقایسه با Al(O) مشاهده می‌شود
آنها آلیاژات نخواهند بود.

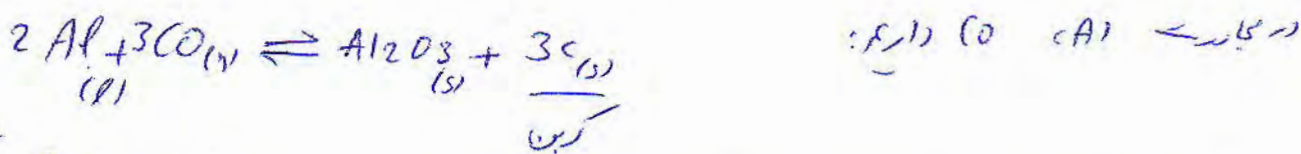
در محدوده کاربیدها در دمای 1800°C، پس از Al حتی شش
آنها آلیاژات نخواهند داشت. اما در دمای 1525°C، اینطور است.

در مورد SiC، در دمای این ترا $SiC \xrightarrow{Al} SiC_{Al}$ تبدیل می‌شود. در دمای 1525°C،
SiC با پیراکسید و آلیاژات خود می‌تواند در دمای 1525°C گواهی دهد.

در دمای SiC میزان آلیاژات نخواهد استقامت کند، به دلیل کاربیدها که در 1525°C پدید

2- عمده سازی در نتیجه از حدت کربن،

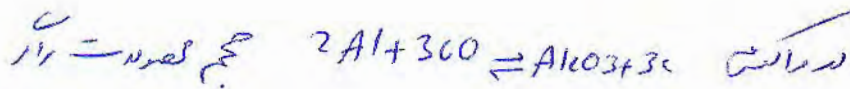
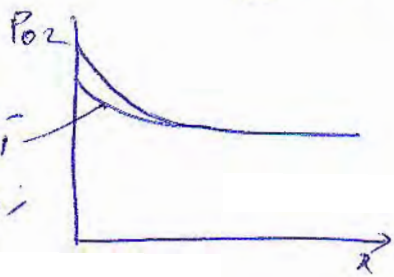
در دمای استقامت کاربید، Al تبدیل به Al_2O_3 دارد. در این میزان آلیاژات است پس



پس کربن زیاد می‌شود. مقادیر آلیاژ کربن و کربن می‌سوزد. در این جا کربن آلیاژ کربن
حیران شده است. کربن کتری سوخته است. پس ترا آلیاژات یعنی آلیاژ کربن
کربن کتری سوخته است. مقادیر آلیاژ کربن زیاد شده است.

3) بر این اساس $2Al + 3CO \rightleftharpoons Al_2O_3 + 3C$ در داخل آن سوزد. و در آلیاژات استقامت

در یک دمای بسیار خوبی، تا درجه آلیاژ و عدد دارد یعنی تعداد آن کم می‌شود.

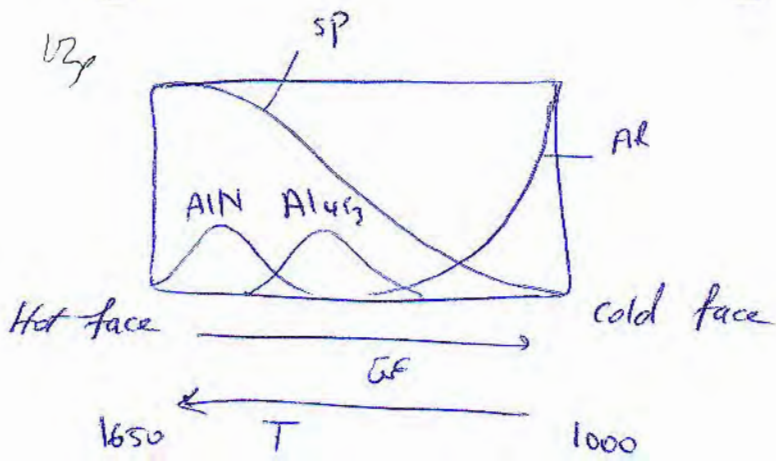


چشم در دمای مناسب نیست، بلکه کم می‌شود، تا کمترین حد کم می‌شود.

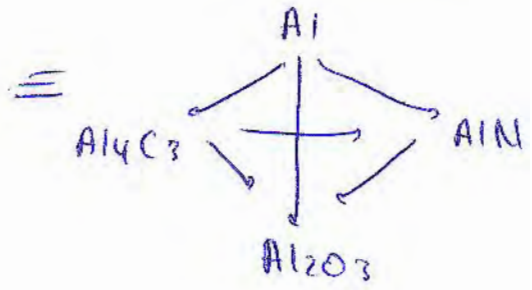
در نتیجه از تراکم آلیاژ کربن، فریب است. در نتیجه از کم می‌شود.

(4)

P(6)



مردار است:



امکان آ : (استرهای آلومینوسیدفای)

استرهای آلومینوسیدفای

تقسیم آلی اکسیدانت بر دریگزها در دماها کاپاس:

13

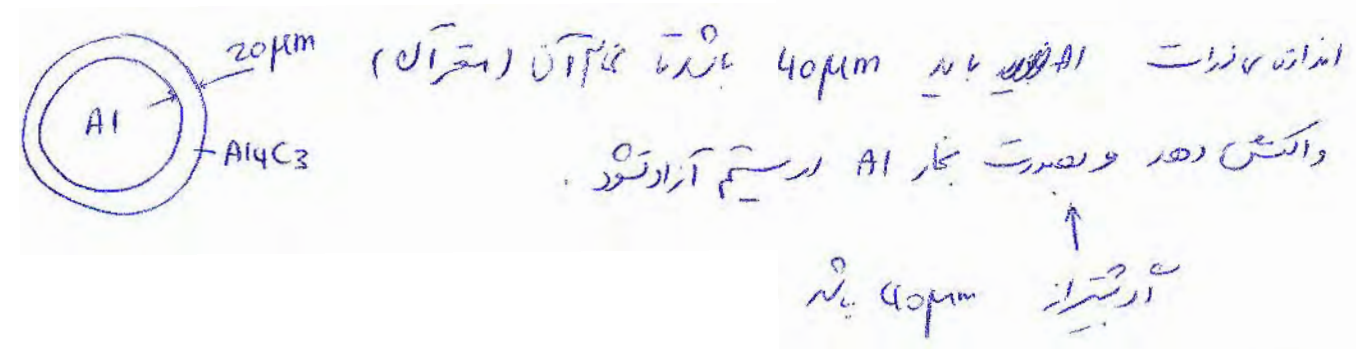
مثلاً: B_2O_3
ترکیبات حاوی B

با تشکیل کربن فازها که مذاب در سطح گرانیت را میبرد - جدولی افزود اکسید کربن را میبرد
در دمای بالاتر تجزیه شده و اثر منفی می دهد. در عمل تجزیه کربن را میبرد می کند.

Al_4C_3 تا یک سی را می تواند در خود حل کند. بیشتر حل شود $\leftarrow Al_4SiC_4$ (در حد حل بیشتر و بیشتر)

تبدیل می شود: Al_4SiC_4 که یک اکسیدانت است - مقادیر با اکسیداسیون بسیار می آید.

به صورت هنجار است \leftarrow اثر این است که با مقادیر هیدروکسید کربن Si می زند.



خواص:

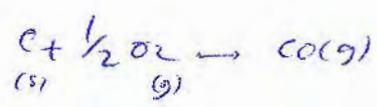
مقاومت: خودی معمولاً بالاست. (گرانیت)

* مقاومت با آلی اکسیداسیون دریگزها حاوی کربن (عمده $MgO-C$ را بر روی می آید)

مسئله این دریگزها ضعف در برابر اکسیداسیون است. فکرتیم های اکسیداسیون دریگزها $MgO-C$ در دست

① اکسیداسیون مستقیم (direct ox...)
(gas phase oxidation)

حین سوختن کربن یا زینت توسط اکسید کربن (CO(g))

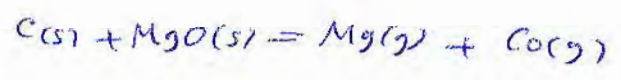


حین O_2 تا حدی است: gas phase ox...
این واکنش برای زینت (سختی بر روی می آید)

تقریباً در $800^\circ C$ یک واکنش آن است.
در $800^\circ C$ سوختن آن کامل می شود.

② اکسیداسیون غیر مستقیم:
(solid phase ox...)

کربن با اکسید کربن واکنش می دهد. فن اکسیداسیون که در ترکیبات دریگزها وجود دارد: MgO



حین اکسیداسیون مستقیم: Solid phase ox...

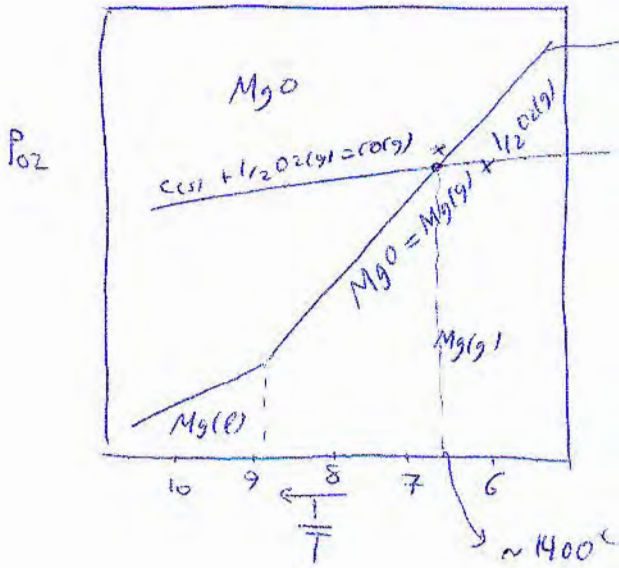
در اکسیداسیون مستقیم، اکسید O_2 می آید (در دست) - کربن

ارکایدیون غیر مستقیم نیاز است. اختراکایدیون مستقیم می‌تواند در شرایط اختراکایدیون مستقیم می‌تواند

* اکسیداسیون در فاز مایع هم (اریم) : کربن، اکسید $Fe_2O_3(l)$ (در شرایط) و اکسید می‌تواند

شرایط اکسیداسیون غیر مستقیم:

رشته MgO



$P_{MgO} = cte (10^{-3} atm)$

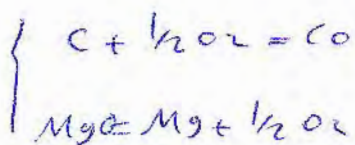
$P_{CO} = 1 atm$

P_{O_2} تا در کربن (نحوه انتخاب) رشته باشد، هر چه

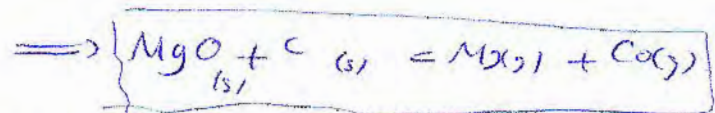
همواره باشد: $(P_{CO} : cte)$

بین فشار O_2 نقطه در خط $C(s) + \dots$

میزان تغییر کند. (در شرایط تعادل)



عمل تفاعل (*) می‌تواند باردار



یعنی واکنش اکسیداسیون غیر مستقیم. بین عمل تفاعل عمل شروع اکسیداسیون غیر مستقیم است

می‌تواند نسبت اکسیداسیون غیر مستقیم از جمله شروع شود

با اکسیداسیون غیر مستقیم جنبه به مراتب هم MgO و هم کربن می‌تواند

با توجه به برتری نسبت به $1400^\circ C$ در MgO می‌تواند در کربن (با این

درجه از کربن تا در $1700^\circ C$ هم استفاده می‌شود. جنبه به "سینتیک" مطرح است.

در این واکنش دو عامل جنبه مهم هستند: (به عنوان مثال در این $1400^\circ C$ تا $1700^\circ C$)

این دو با فشار و دما تغییر می‌کند. هر چه این دو کم شود، واکنش

کمتر می‌شود. خط $C + 1/2 O_2$ به خط MgO و خط MgO به خط Mg تغییر می‌کند. تفاعل

در حال حاضر. اصل در این تفاعل می‌تواند تغییر کند

دیگداز

درآستن‌آکسی (درکل)

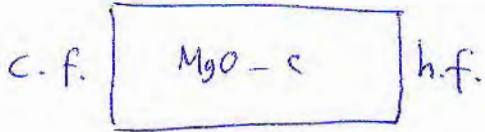
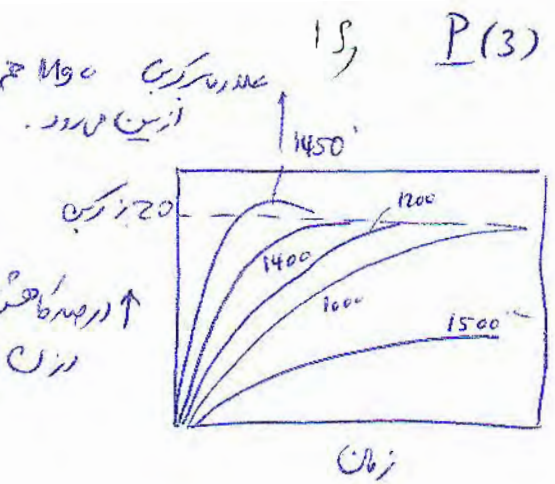
از 1000 تا 1400 با دما در 1560

در باره آستن می‌نند

یعنی با افزایش دما در زمان آکسی‌اسیون دما 1500

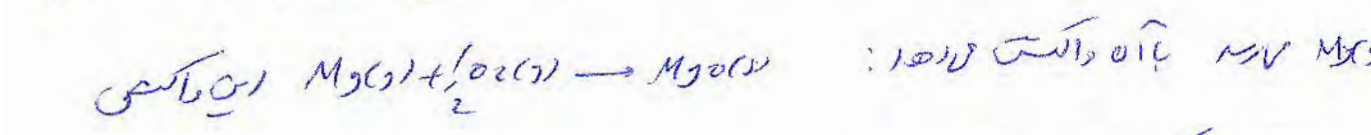
این طرز نیست چرا؟

در دماهای سردتر: $P_{CO} = 1 \text{ atm}$



با دما 1450 آکسیاسیون غیر مستقیم رخ داده (در لحظه اول) $\rightarrow (CO_2) + (MgO)$
 شکل می‌گیرد. این ظاهر هاف h.f. بزرگ‌تر است. (از c.f. نماندند، آن طاق sheet

قره است) در ترکیب h.f. تا برفه O_2 شدیداً زیاد می‌شود. \rightarrow دما



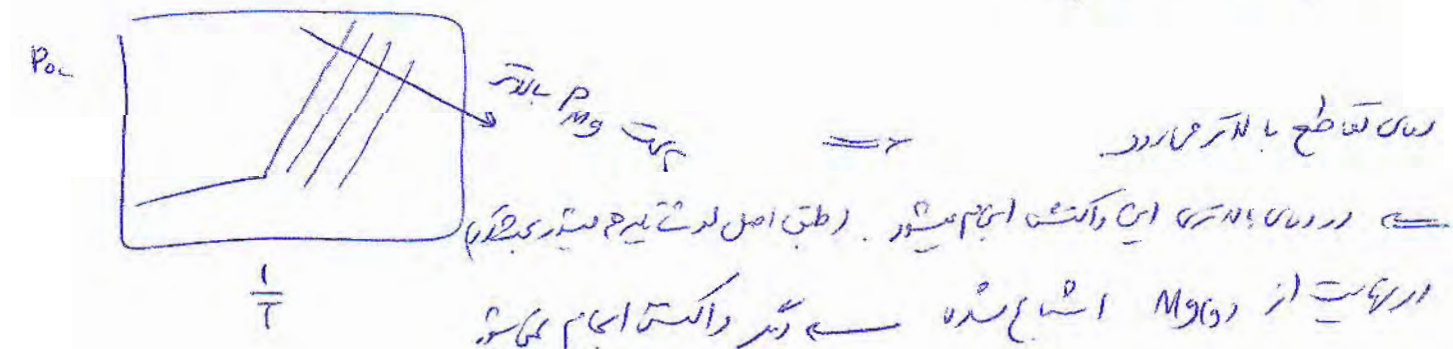
دوین تشکیل می‌دهد که در ترکیب h.f. وجود دارد شکل می‌گیرد. این تشکیل‌دهنده سوراخ‌ها است

در لحظه اول بوضوح می‌آید. \leftarrow لایه نازک‌تر که تشکیل می‌شود. [لایه نازک MgO]

این می‌تواند در لحظه اول اتفاق افتد. این واکنش هم‌پسندیده است انجام می‌شود چون

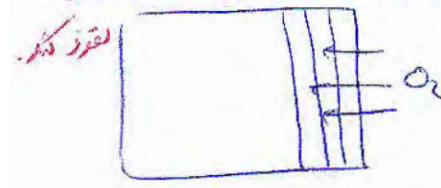
تا MgO زیاد می‌شود. پس این از فرسایش MgO هم‌پسندیده می‌گردد MgO است

می‌شود تا مقادیر برسد.



در دماهای سردتر این واکنش انجام می‌شود. (طبق اصل لوشلیتیرم می‌تواند برقرار)
 در لحظه اول از MgO اشباع شده \leftarrow بزرگ‌تر واکنش انجام می‌گیرد
 \leftarrow آکسیاسیون غیر مستقیم متوقف می‌شود. شکل MgO رست جلوی سوراخ
 O_2 به داخل راه می‌گیرد \leftarrow آکسیاسیون مستقیم متوقف می‌گردد.

اگر اکسیداسیون مستقیم فقط در سطح اکسیداسیون داریم. در آن سطح کربن مسوز و بعد O_2 در آن نفوذ میکند. در واقع بصورت لایه اکسیداسیون نفوذ میکند.



این لایه ها با هم با لایه ها اکسید شده نه فقط MgO است.

CO هم شکل مسوز با این لایه ها شکل در پیرون درون کاتد لایه کربن در پیرون مسوز

سرعت واکنش را کمترین در سطح تعیین میکنند. چون نفوذ O_2 در لایه و نفوذ CO در پیرون داریم. نفوذ CO در CO در پیرون اثر آن ندارد. فریب نفوذ معادل اکسیداسیون CO .

با این پیرون مسوز که در سطح سریع تر است پس نفوذ نفوذ چند مهم است. هر چه کنترل بیشتر شود در واقع بصورت CO از لایه اکسید شده این نفوذ شود CO هم پیرون درون اکسیداسیون شیر است.

شرط ندارم اکسیداسیون مستقیم. عامل مهم در اکسیداسیون، میزان کنترل لایه اکسید شده است. این تمامها بصورت سری هستند.

در مسوز در پیرون لایه آلومینا - ترانیت شیر است لایه در سطح شکل مسوز. پس Al_2O_3 در سطح در پیرون

همه لایه در پیرون مسوز. آلومینا پایه اثر از MgO است و Al_2O_3 و C واکنش می دهد. برای MgO مهم ترین است (لایه در سطح)

درگاه ها که با شکل: (موزیکال)

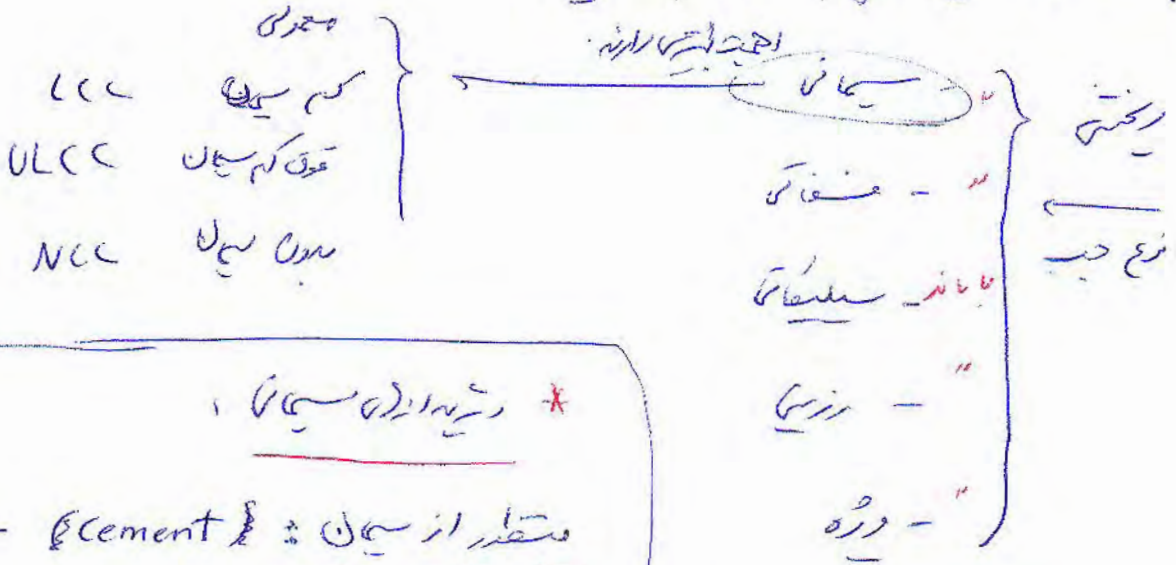
بصورت گسترده شکل در پیرون فرود می آید. در شکل استند در شکل در پیرون. بسته به گونه ای نصب در محل (گروه) نیز ابعاد استند در پیرون داریم.

- تقسیم بندی مسوز:
 - 1- ریخته گری
 - 2- پلاستیک، کوبیدی
 - 3- پاشیدن سرد در داغ
 - 4- نلات ها

امروزه این در پیرون که جایگزین شکل در پیرون. مهم ترین ریخته گری فاهنگه.

مسوز 2، 3، 4 تکنولوژی های تازه که ریخته گری تکنولوژی های خاص. نجر پاشیدن در داغ، مسوز خشک شدن به استحکام کامل را پیدا کند. (مقدار در پیرون) در پیرون در داغ. حین مواد خام هستند و با آب مخلوط می شوند. در قالب می ریخته گری یا با پیرون در داغ.

این برای نوع با نیر، چپ تقسیم بدنه میونه:



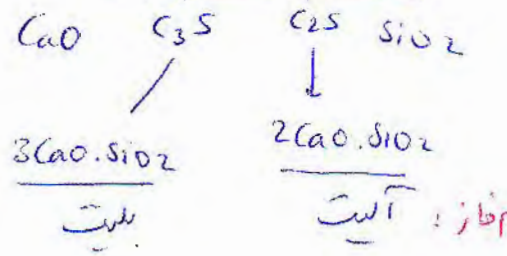
* ریشه از (سیمان) چوب
 مقدار از سیمان: Cement - چوب
 منظور فقط چوب نیست
 مقدار از سیمان برای این یک ترکیب سیمانی مخصوص است

cement
 سیمان - نسبت
 سیمان در ساختمان

سیمان در ساختمان: سیمان پورتلند

پایه و اساس در درجه اول سیمان: CaO و SiO_2

CaO و SiO_2 و C_3S و C_2S - قاعده میونه
 قدرت و راهبردی و صفت میونه

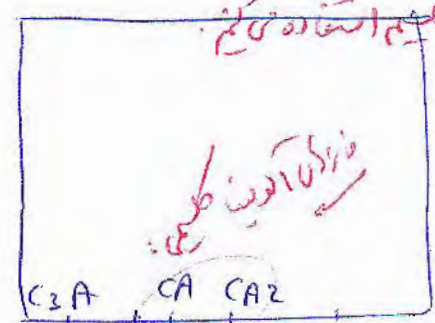


(خاصیت هیدرولیک) (از نظر شیمیایی در حالت آلنیت)

سیمان در باطن $500^\circ C$ و درت بسته به نوع
 میونه و استحکام خرد از زیرت میونه. (بازدهی)

OH خرد از زیرت میونه. این در کوره از این نوع سیمان ها نمی توان استفاده کرد.

بجای سیمان ها، سیمان سلیکات کلیم از سیمان های آلومینات کلیم استفاده می کنند.
 سیمان در کوره قرار می دهی بالا را تحمل کند. از پورتلند نمی توان استفاده کرد. به جای سیمان سلیکات



از این سیمان ها: CA_2 ، CA ، C_3A ، Al_2O_3
 می توان استفاده کرد. معیول سیمان در درجه اول سیمان

درت چپ سرعت واکنش میانه
 می توان کار کرد

درت رات. کم سرعت با معقول است در سرعت

کم - فازهای بیانی میونه: CA زمان سخت شدن معقول و استحکام معقول

کمترین نوع فاز سیمان در برابر چوب: CA = معیول کلیم آلومینات (HAC) (MCA)
 $CaO \cdot Al_2O_3$ $10 \cdot 11$

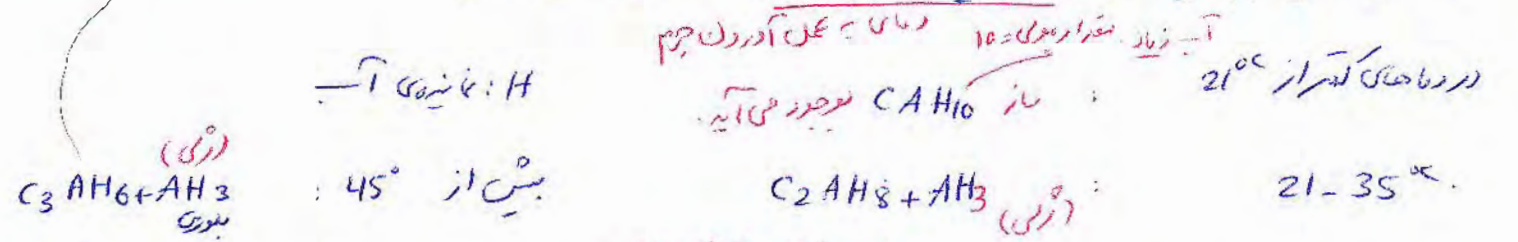
عمل های زیرین می شکل صا :

قیمت نام شده در بازار صاف رنگی کم است و صرفاً در صورتی که در بازار پیدا کنیم است و در صورتی که پیدا نکنیم آن آبها که صنعت
با شکل به یکدیگر می پیوندانند -
است و در صورتی که در
ایمان تو نه اتوماتیک
* رنگی :

انصال سیمان : همان : HAC or MCA (High cement) \leftarrow CA (CaO, Al₂O₃)
موند طبع آلمینا

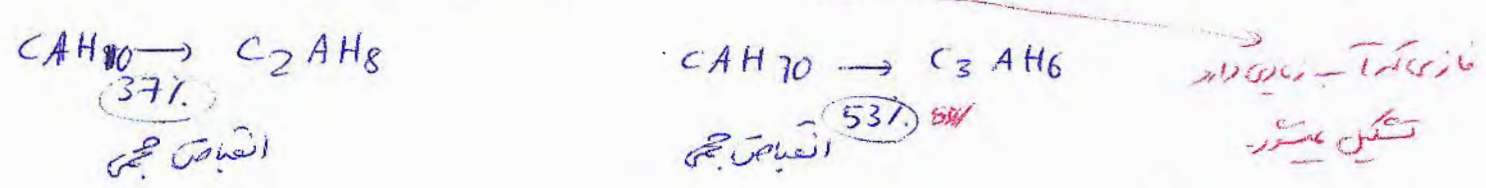
گیرش سیمان (راکش ها که حیدرآباد سیمان)

سیمان وقتی در محارت رطوبت قرار می گیرد و بسته به شرایط محیطی مخصوص و با تغییرات صورت بلورهای سیمان در این بلورها
تغییرات مختلف در آب اتفاق می افتد -
بلورهای سیمان در آب
در این فرایند انجام می شود (رنگ کپورینگ Curing) این واکنش اهمیت دارد :



بسته به دما کپورینگ (رنگ کپورینگ) که در جرم سیمان اتفاق می افتد در دماهای بالاتر کپورینگ بیشتر است و مقدار آب کم می شود. مقدار آب کم می شود. مقدار آب کم می شود.
مقدار آب کم باشد چون در مراحل بعدی این آب باید از سیم خارج شود چه آب باقی مانده و چه رطوبت که در جرم
آب کمتر باشد، رطوبت بیرون خارج می شود و همچنین بیشتر آب خارج می شود. در اثر تخلیه زیاد، امکان انفجار در بازار

در دماهای کپورینگ بالاتر از آب کمتر در واکنش گیرش سیمان است و در مراحل بعدی در دماهای 400°C آب کمتر
بسیار کم می شود و در دماهای 35-40°C آب کمتر در واکنش سیمان است و در مراحل بعدی در دماهای 400°C آب کمتر



در نهایت CA_6 وجود می آید و در صورتی که در بازار آلمینا زیاد است و در صورتی که در بازار آلمینا کم است، این در نهایت
است.

میزان انقباض ها زیاد است و احتمال ترک خوردگی وجود دارد. این از دماهای کپورینگ کم باشد در شکل داریم.
(بلورهای که حارن آب سیمان را زیاد هستند)
(الف) بلورهای حارن آب با فشار زیاد، شکن می شود \leftarrow موقع خروج تخلیه می شود
(ب) بلورهای دما کپورینگ کمتر، عدده برآب زود با رطوبت در اثر سیمان و در نهایت، انقباض
حجمی زیاد را دارند. \leftarrow دماهای کپورینگ نامی 35-40°C

اجزای صرم رختی سیمانی:

1- آگریت ربرگزار: برای آگریت آلمینا، برای آگریت، دانه بندی هم است. در اثر دانه بندی نامسا^{توزیع}فی
 فضاهای خالی زاید بوجود می آید ← آ- باید بیشتر افزوده شود تا جویان پدید آید و فضاهای خالی را پر کند (لخته ها)
 ← کس زاید از آب درون گنخل ها جمع می شود راین آب اضافه است زیرا در اکثرها شکرک نم نند. این آ-
 جدا موقع بتیر، مشکلات زاید می تواند ایجاد کند. ← بارانه بندی مناسب - اناسی مناسبت مناسب در سیم - با مبرتن
 حذر آگریت ها ممکن است تخمیل باشد (گنخل باز) ← آ- اضافه دارد این تخمیل ها می شود ← مکتلا حاصل
 ایجاد می کند. پس حذر آگریت باید تا حدی اسی باشد. دانه بندی در جویان با هم است.

رای ربرگزارهای جوان، توان n در جدول آنتریزل باید از 0.28 کمتر باشد. این در اندازه نصب حینی
 Castable آسانی دارد. این آگریت، شاموت، آکسید... می تواند باشد.
 نیاز جویان اضافی در نصب ندارد.

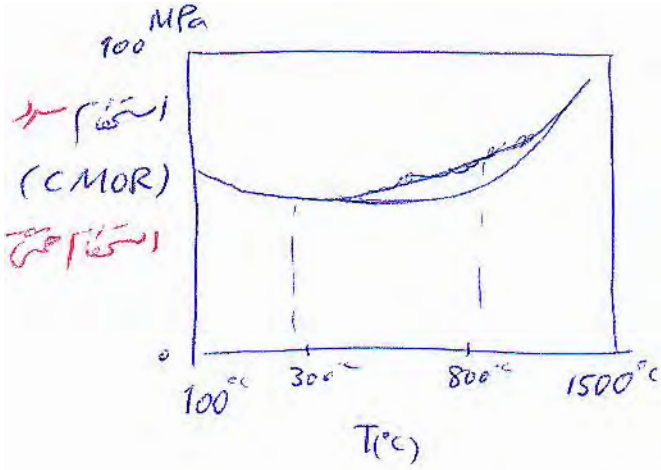
2- سیمان آلمینا بالا (MCA, HAC, CA) در مورد جویان های رختی سیمانی معمولی 35-30-15 درصد
 هر چه سیمان بیشتر استفاده کنیم، آب بیشتر اضافه می کنیم تا جرم را عمل آورد. آب اضافی باید از سیم خارج شود.
 ← ترک ایجاد می شود. پس همه سیمان بیشتر باشد این مشکل هم بیشتر می شود.
 در مصارف معمولی 15-20 درصد سیمان داریم. آب آزاد در گنخل ها در سیم کردن
 سیمان از استفاده باید یکبار کمتر از سیمان

3- آب: باید حداقل میزان آب را استفاده کنیم. نقش آب در ربرگزار: در اکثر سیمان ها سیرت کرده
 نازکها فوق اکثر را برسد تا آورد CAH_{10} ، نسبت سیمان CA (100g) باید
 آب اضافه شود. برای C_2AH_8 ، تقریباً 40% درصد جویان آب نیاز داریم.
 28.6% جویان آب نیاز داریم تا C_3AH_6 برسد آه.
 بخش ربرگزار نقش ربرگزار در جرم و میکروزس پدید آید تا جویان پدید آید و آب را پر کند. سیمون
 پس در مورد CAH_{10} سیمان از 53% آب نیاز داریم.
 پس این حداقل میزان است که جویان باید مناسب هم ایجاد شود.
 اجزای ربرگزار که در سیمان آ- اثر ندارد: سیمان، آگریت و افزودنی ها

4- افزودنی ها: مقدار آب - برای جویان های راکا صی من دهند. سیم، نوع افزودنی ها، سیمان ربرگزار سیمان هم
 شرایط فرق می کند. برخی موکج استحکام را نیز افزایش می دهند.
 زمان زمان

قبل از رسیدن سیان، هم توان، نوسان، سیان را می لرزاند تا فضای قالب را خوب پر کند. در self flow نباشد. یا حد کرده می لرزد (میزان انبساط حرارتی را محدود می کند). بعد از اینکه حوضه سرد گرفت، متبرکات جوار هم در هم حرارت دادن برای برآورد صحنی هم است. اگر خوب حرارت نبیند ممکن است خود بریزد. در برآورد حرارت داخل کرده کار نمی دهیم. بعد از آن استفاده است.

خواص و مشکلات ریخته سیانی، انتقال سیمنی (ccc)



* استقامت سرد: در دما سردتر از سیمن، سردی کم است. استقامت کششی در دما از حدود 300 تا 800 کاهش یافته و بعد از آن زیاد می شود.

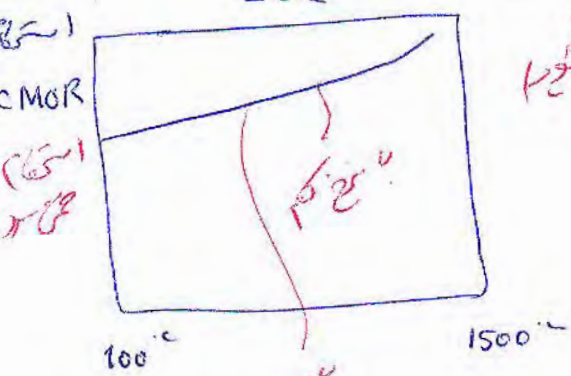
مشکل: استقامت سرد در دما متوسط کم است. اگر استقامت کم باشد در دما سرد می ریزد. پس استقامت در دما متوسط به هم است. در دما های هیبرید که استقامت ایما بر کرده بودند و حال می برد از بین می رود. در دما متوسط استقامت کم است چون: آب در استقامت از حدود 300 شروع به خارج شدن می کند. استقامت نامر از سیمن کم می شود. از 800 مدلی زینتر تبدیل، استقامت دوباره زیاد می شود.

* تخمین نسبت زنگار: چون آب زیاد در آنجا کار رفتن ← تخمین ایما بر می شود موقع خروج ← استقامت افت پیدا می کند. تخمین زنگار قدرت نسبت به خودی کم می شود. (در دما های مختلف بار). * استقامت کم ایما بر در دما کم است: از 1000 به بالا، استقامت ترشک افت پیدا می کند. (انواع جنم های ریخته سیانی معمولی)

CaO زیاد که استفاده می شود (20-15) سیمن رایج (CA) در سیم ها که آلوکسید - کلسیم را می دهد و حتی در دما های کم (سیمن) باز هم کار می کند. بیشتر (زود زود) CaO زنگار در کنار آرمیت ها که آرمین را می دهد مثل SiO2، دما زنگار را کم می کند. سیمن ها که زود زود ایما بر می شود ← در دما های بالا، کاهش دما. (در دما های مختلف بار کم است) در دما های بالا، وزن جرم و انبساط حرارتی آنرا می توان تخمین زد.

P(5) of 6
بیت هفتم

23)



این در این حالت استقام کم می شود. (برای LCC استقام زیاد می شود)
در درجه های خام تر، در درجه های سرد، در درجه های سرد، درجه
خواهد رفت.

چرا کاهش استقام را در LCC نداریم؟

با حرارت دادن استقام بسیار ازین سرد اما چرا استقام در درجه گرم می شود؟

میزان زرات فوق العاده ریزه از همان 300°C دارد پیوندها هیدروکسی ازین سرد، زرات

بسیار کم است. چون کاهش استقام در اثر تابش پیوندها هیدروکسی است

پیوندها سراسری. (این ذرات ریزه، چنین فعال هستند)

شکل زیر CCC =

در درجه های گرم با رطوبت این شکل در این حالت حاصل شده چون میزان 50 کم شده چون سیمان کم شده

← نازک های زرد رنگ کمتر می شود

در این طایفه آلودگی

| T | CCC | LCC |
|--------|----------|-----------|
| 110°C | 45 MPa | 111.7 MPa |
| 815°C | 34.8 MPa | 126.2 MPa |
| 1370°C | 75 MPa | 129.6 MPa |

استقام سرد

(CCS)

در این طایفه، استقام LCC

فقط بهتر از CCC است

(SiO2 شکل هفت گوشه ای CaO)

هندسیکات نرم ها هم در درجه های گرم کم می شود. حالت قبلی، یعنی کم. ← از زرات ریزه در درجه

استفاده کرد: اما کاتولن بسیار ریزه، آلفیدان بسیار ریزه، کرومیت بسیار ریزه، اسپینل بسیار ریزه

مولدیت بسیار ریزه و یا ترکیب از اینها. (اسپینل ریزه در درجه های سرد است و در درجه های گرم استفاده می شود)

که فضاها ریزه های همکار با آن در درجه های سرد و SiO2 و Al2O3

جرم های ریزه های سیمان کم سیمان : ULCC : کم تر از 3٪ سیمان

بدون سیمان : NCC : کم تر از 0.5٪ سیمان

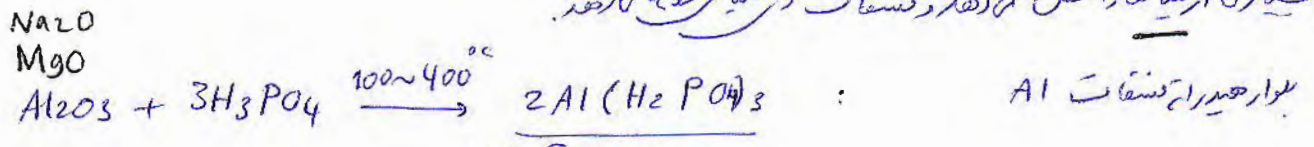
0.5٪ سیمان استقام منفرجه دارد ← از جهت هم استفاده می شود. حد از نوع سیمان: کمتر از 0.5 درصد

جرم های ریختنی (Castables) :

انصال سیمانی - انصال مسنجاتی - انصال سیدکاتی - انصال رزینی - انصال دربره

انصال مسنجاتی : آئیدهای قلیائی

اسید فسفریک با بسیاری از فلزها واکنش می دهد و مسنجات که فلزها را در خود



موسنجات آلومینیم

با آب واکنش دهد در آن حل نشود ← و بعداً خشک شده و مثل سیمان ذرات آریلیت را بهم می چسباند (و با حرارت ران) ← رطوبت بلورهای هیدراته

برای سدیم هم داریم : $Na(H_2PO_4)$ (مسنجات سدیم) برای MgO هم مسنجات فسفریم

موسنجات سدیم

مسنجات های دیگر Al ، HPO_4 ، PO_4^{3-} و ... بدست می آید اینها چسب مسنجاتی هستند برای مسنجات فسفریم ، MgO ، Al ، اسید فسفریک و واکنش می دهد

* موسنجات سدیم برای جرم های قلیایی و موسنجات Al برای جرم های آسیدی و با خنثی

بعد از انصال سیمانی ، این دسته کاربرد وسیعی دارند و تا دمای بالا هم بر خلاف سیمانی می توانند پایه ای را بنا کنند و تجزیه نشوند

$AlPO_4$ که یک پیوند سرامیکی است وجود دارد . و استحکام بالایی دارد . در درجه های بالا واکنش می دهد

در دماهای بالاتر تجزیه می شوند و چون دمای $AlPO_4$ پیوند های سرامیکی تشکیل می شوند ← لذت استحکام ندارد

در دماهای بالاتر هم لغت استحکام نداریم . در واقع هم زمان ؛ ازین رتس چسب پیوند سرامیکی تشکیل می شود

انصال $AlPO_4$ را با های آریلیت را بهم می چسباند

انصال سیدکاتی :

ارزان تر هستند . چیزی که استفاده می شود " آب شیشه " نام دارد که همان سلیکات سدیم آب دار است

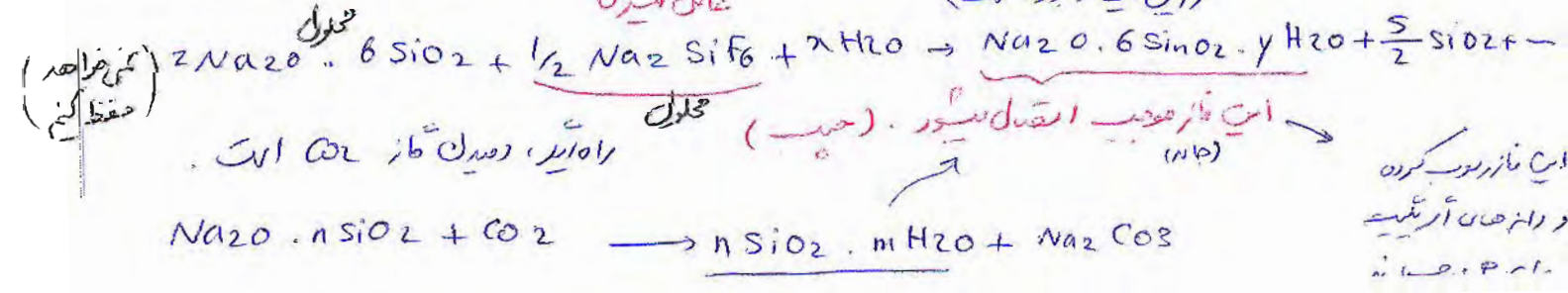


می توانند در آب حل شود و یک ماده ای آهسته آهسته می سازند . n از 0.5 تا 4 تغییر میکند

در کاربرد های چسب بریزان بین 2 تا 3.4 می تواند تغییر کند . اطلاعات بیشتر : Handbook

(سلیکات سدیم هیدراته) در دماهای پایین ، بلورهای هیدراته رطوبت برده و در حین انصال سیمان آریلیت های سوز می شوند

با این سرعت تیرش به مقدار بالا می آید و با از آمدن ذراتی حاصله زیر استفاده کنیم : مثل (این یک نیاز بزرگی است)



حزب آب شسته هم آرزای بلورهای خرد را از دست ببرد و متراکم شدن اتصال ایجاد کند. برای این کار باید در آب حل شود و بعد با رسوب کردن، این خاصیت را ایجاد می کند.

خارج شدن و فشردن آب

انقباض ریزی :

قبل از سخت شدن (در دمای اتاق یا سردتر)

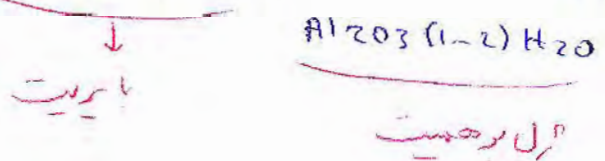
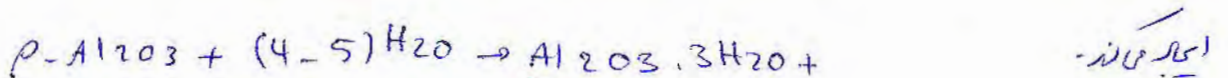
در این دما، رطوبت موجود در بتن (رطوبت آزاد) اجزای فرار خارج شده و خودش را می برد. در واقع شیبی شیبی در بتن وجود دارد.

در سه بعدی شکل مورد درصوب انقباض بین آبرسانی حاصل شود.

انقباض دوره :

(سطح ویژه اتصال گداز)

۱- مثل Al_2O_3 م : یک آلومینات فعال ؛ سطح فعال ویژه است ؛ آب را جذب می کند و یون های هیدروکسید



این دما را می توانه عامل انقباض بین رانه های آبرسانی در بتن باشد. شیبی شیبی عمل می کند.

در این مورد با افزودن های می توان سرعت آبرش را کم و زیاد کرد. تنگ های ملبانی

۲- سولیکاسول : SiO_2

(SiO_2)

سول : سوسپانسیون از ذرات نانو متراکم. ابعاد سلول در حد چند ده نانومتر است.

سولیکاسول ، سوسپانسیون از SiO_2 (ذرات سلول در ابعاد نانومتری)

آب شسته با داشتن Na_2O مگناتی دارد. در دماهای کم سول رانه های سلیسی ای را می بسوزد اما این

مشکل ، سولیکاسول حل شده و از آن استفاده می شود. برای اینکه سولیکاسول را بصورت سیمان درآورد ، سیمان بگذرد.

← به سولیکاسول عوامل فوکلوله کننده اضافه می کنند. فوکلوله کننده : نبردهای انقباضی ذرات را کاهش می دهد.

دافعه الکتروداستاتیکی

← ذرات بجم می چسبند. مانده های نانومتری

عمل فوکلوله کننده : انواع مشتقات ها، سولیکاسول ، سیمان های آلومینا

با فوکلور شدن ، زرات بجم چیده و سفت می شود . در این جا واکنش شیمیایی اتفاق نیفتاده . خرد سلیکاتول
 (آلی) مثل آبت و نمک ترانز اقل ایماکنند ، از درون محل فوکلور گزیده گشته ، این محلول سفت می شود .
 پس در این جا واکنش نداریم و فقط جازم و اندرالس ایما کردنیم

نصب جرم های ریخته

برای یک نصب انواع ریخته ها داریم :

1- ریخته
2- کوبیدی و بلاستیک
3- پاشیدنی در سطح ریخته
gunning mat.

4- پاشیدنی داغ

5- کوبیدی و بلاستیک
Ramming material

1- جرم ریخته بصورت لوله ایست با آب مخلوط کرده در محل بتن ریخته ، این ها را در قالب ریخته در محل بر روی بتن ریخته
 گن این است در آن جا هم ایما کردن با کوبیدن و بلاستیک ، با دادن تکان ، جرم ، این جابجا
 خارج می شود . گن این است بیان در صورت با تکان تا حدودی را بشود بعد که حدودی را است ، کوبه را روشن می کنند

در این سون کوبه در برابر حجم است ، کنترل شده با ریخته . در مورد فضایی ها با افزودن ها می توان در زمان آمان بعضی از
 (مغزی گن) جا میب اضافه کرد . اما بیشتر مقدار جزئی و است می دهند .

2- کوبیده در درجه سفت گشته بصورت لوح های پلاستیک در آن آدرنه در اجار 5 - 50 - 50 (در سطح
 مواد در آنجا بصورت ترازل های پلاستیک یا
 اکثر در) ترازل های پلاستیک بر آفته با است تغییر نم می دهد این را در محکم های (دایره ای می سازند) ترازل های در
 دان یا لوح

در در طرف لوح ها با پوشش های پلی استیرن می پوشند تا از آن آب خارج شود و بعد آنها را بر می دارند
 با در با پلی

کوبیده : ترازل ها را با فرم جرم و چسبانه در برشته می شود

قابلیت تراش دار در حفره خوری

3- کوبیدی گن های بعد از آنکه در محل مخلوط شده ، آب ، شاره هوا ، محل پاشیده می شود . (بسط دوباره کوبه
 در سطح ریخته از سطح پاشیده می شود . متنگ در یک در برابر تراش پاشند

در محل گنک : لوله را با فشار به داخل رسانده و بعد آب اضافه شده ← خوب مخلوط می شود ←
 با جت هوا ، سطح پاشیده می شود .

در مدل گنک : اول خیرات ختم و بعد در داخل می کنند

مثلاً در دیواره‌ها کوره یک جهت لوله فراب سیور ← با این روش میزان قیمت خواب شده را

تعمیر کرد. ← نیزه نیت هم آجها را بردارند. پاشیدن به زمین پوسته شکل می‌دهد. هیچ پوسته انداز.

پاشیدن داغ:

(4) با باران باران پاشیده سیور به زیر لایه دهنده لایه نیت. (راخی جا تا تعمیر نیت نداد و نداد - دارم)

70٪ ماده 50 جان به به صورت زرد شده باشد و ما این نداد را در سطح مایه پاشیم و در صورت
لایه خنثی مگر هم سیور
نیت - آنت نیاز به زنت نیت هم نداریم و نزل آن هم فرق نکند. (خنثی آن ترند)

در زمان بایر و قه از یک قیمت که در دست زرد سیور (70٪) دهنده روی سطح پاشیده سیور
glu

ماده 50 بایر 0.001 زرد سیور ← بایر نیزه نیت. حویله ریزه نیت به نیت به نیت به نیت

زیر کوبنا که نقشه نیت آنا به نیت بایر خنثی نیزه نیت تا در زمان فرق زرد سیور.

اندازه و زمان از 10 - 40 میزورن آنت.

کاربرد هم پاشیدن داغ در تعمیر آنت. تعمیر کوره ها
(تعمیر هم)

بدون آنت یا خنثی کم سیور تعمیر انجام می‌دهد

سرگراان کوره ها تا 600 خنثی شکل ندارد

با استفاده از نیت به نیت ها. این کار را انجام می‌دهیم
(پوشش آنت می‌کنیم)

← کاربرد هم این در نیت ها، پوشش و تعمیر هم آنت

دیرباز ها که زرد سیور نیت نیت
fused cast Ref.

fused casting یک روش هم شکل دادن نیت است در دهنده سرد آنت که کاربرد در محدوده نیت است

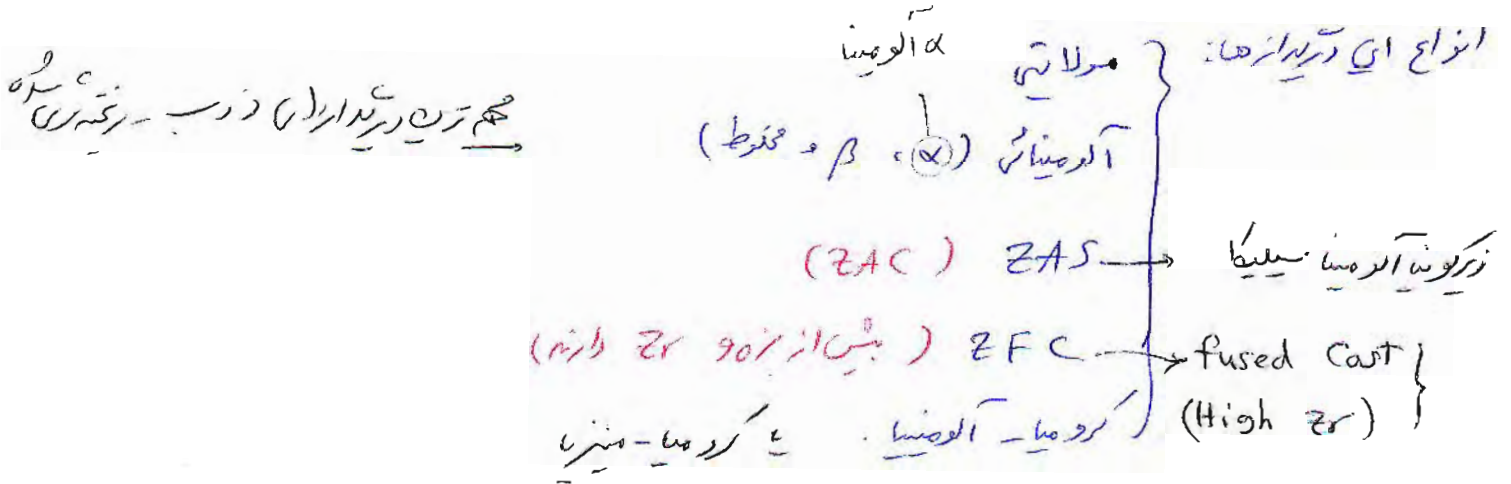
بلوک ها که در نیت استفاده می‌شود نه قطعات سه ایگی دره.

در این روش سفت ماده سه ایگی که اول دهنده به زنت نیت، بایر آنرا زد کرد و به نیت نیت کرد.

اولین بار 1930 شروع به استفاده شد. و از آلومینا سیلیکا شروع کردند که نقطه ذوب بالایی دارد

امروزه ریفرکتورهای نیکرونیوم رایج هستند ریخته‌گری کرد (در ۲۵۰۰ درجه سانتیگراد)

ZAC : (زرکونیا، آلومینا، Castings)



* مزایای اصلی ذوب ریخته‌گری فلزات و سرامیک‌ها: (مهم است)

در حدود ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد

تفاوت بین ذوب سرامیکی و فلزی:

- ۱- ویسکوزیته ذوب‌ها سرامیکی به مراتب از فلزی بیشتر است. (سیالیت فلزی بیشتر است)
- ۲- دمای ذوب مواد سرامیکی به مراتب از فلزی بیشتر است.

در مورد فلزات، ذوب روان است در حالت دافیل تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد اما در مورد سرامیکی ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد

از نقطه نظر ذوب‌ها و حرارت دهی و قابلیت ریختن پیدا کنند. (قابلیت آن ریخته‌گری)

۳- در سرامیک‌ها ضریب حرارتی و انبساطی دارند، به سبب سبکی و سبکی آن‌ها

سررشته به نشانی‌ها حرارتی زاری دارند (این شکل است) در فضا کمتر می‌تواند انقباض داشته باشد

۴- فلزات راه‌طور که سرامیک، متبلور می‌شوند اما درجه تبلور سرامیک‌ها کم است. فاز سرامیک حاصل استحکام

داغ‌ها را می‌کنند (ویسکوزیته است) به مقاومت حرارتی و حرارتی کم، متبلور نمی‌شوند، حرکت متبلور می‌شود، نیاز به خوب نیست.

* مزایای این ریفرکتورها: (صنعتی هم)

- ۱- تحمل ندارند (انقباض آنها کمتر است) تحمل حساب نمی‌کنند (تحمل بی‌اصولانه به مقاومت تحمل بریزه خوات انقباضی)
- ۲- پایداری بسیار بالایی دارند و به شکل ترکیب است

دستی و فزاییم و نیازم هارا بر روی کیم اولی در سکا کیم و بعد آنرا همین سرد کردن بر روی کیم ← جویا بر حالت
تقلیل در ترکیب هستیم . (کم ریزه اثره آزار ← پایداریه) (همین سرد کردن بر روی کیم)

همیشه موقع گرم کردن بر روی کیم
مذاب را آهسته سرد کنیم ← ترکیب بر حالت تقلیل

پایداریه شیمیایی → اثره آزار کم
۲- در این سرد محدودی از لحاظ ابعاد ایزولاز نداریم . از چندین سانتی متر تا یک متری چند متری .

مشکل این ایزولازها:

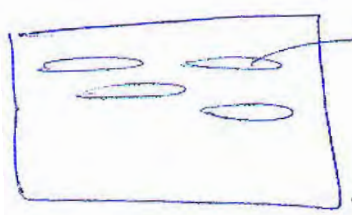
۱- گران هسته . (تکنولوژی با لایه اصیحات بر اساس وقت) هزینه های زیادی از لحاظ

ایزولاز دار (کوره های قوسین می خوانند)

۲- باید دانست shrinkage cavity (حفرات انقباضی) بویج .

فرایند ریخته گری :

برای ایند این حفرات را در یک روش ای داشته ایم از روش
استفاده میکنیم .



← حفرات انقباضی در روش های معمول

Tilt Casting (مایل)


بسیار کار دارد که موقعیت این حفرات معلوم باشد .

کلی کردن ، حفرات در راه تشکیل میشوند

اوش ریگر : FV *

بصورت مایل شکل ، hot face در برابر حفرات باشد .

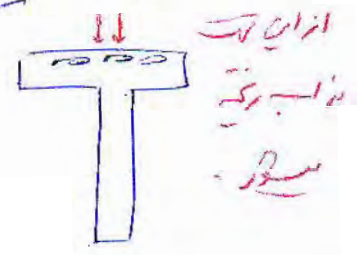
کونای نصب



Hot face

نمونه ای از آن که را می بینیم حفرات در راه هستند ← بد این جهت را می بینیم . ← می بینیم ؛ بلوک

این بلوک از آن جهت طرف هم ؛ نه ؛ در راه بلوک ، شکل برایش پیش نمی آید .
(عارضه از حفره)



پوشش کرده تا تکثیر نشود

نام دیگر Free Void Casting ، DCL است .

عمده ای در ایزولاز در صنعت شیشه بکار می آید .
(ذوب در ریخته گری شیشه)

چینی قالب ها کار نمی کنند

ماتراند قالب نزن با سیم (شال) خاص یا از سازه های آریونا و یا از چینی رانیت بهتر
انداز می چینی است بسته به نوع تیرماه است. (ترکیب و دانه ذرات تیرماه)

برای ZFC از رانیت استفاده می شود.

anneal :
فربس (شیشه) ها هدایت حرارتی کم است - شیشه ها کارایی داریم - باید آئیل شود
در کوره کتی فایلی بعد از ریخته گری باید آئیل شود. کوره پرس برای قالب در اندازه های ذرات ریخته گری است
باید بعد از anneal آئیل انجام شود در غیر این صورت منفرجه می شود.
(بزرگ)

(بازرسی چشمی خاص)

Finishing

موقعیت بعد از آئیل، موقعیت حفزات انقباضی را تعیین کرده و بعد پرس می زنند - در بلوک های
کوچک با کنترل خوب، کثرت ضایعات می شود و یا از حفزات انقباضی داریم در سخت سرد
تیرماه (Gold face) باشد. (با مناطق صوره شده، حفزات نموده)
پس، طراحی و موقعیت این حفزات، میتوان ضایعات کتری داشت.

مدیر آجرها درون کوره، آلکری خام دارد و هوای آجرها از نظر کد که در آن قرار می گیرند.

در تیرماه $Al_2O_3 - SiO_2$ ، مولایت دیده می شود. در تیرماه آن یک ترکیب داریم -

این ترکیب را انتخاب می کنیم

مذاب - مولایت تهیه می کنیم

(ترکیب آلومینا و سیلیکا را جوارت می زنند)

برای آلومینا هم چهل کوراندوم است که آنرا ذرات می کنیم. (آ آلومینا = کوراندوم)

در سخت قومان (سقف) کوره $\beta - Alumina$ (نماد آریونا) : $Na_2O \cdot 11 Al_2O_3$
Alumina - β

استفاده می شود. (سقف کوره ثابت)

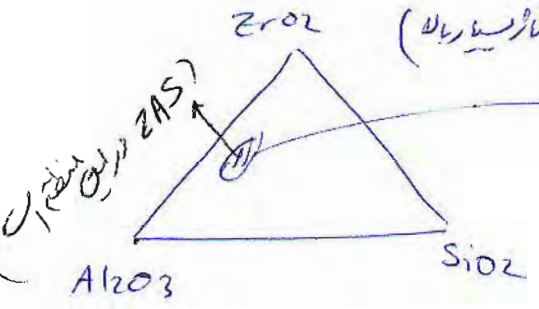
قالب شیشه در دانه های Na_2O تولید می کند

بخار قلیان مثل Na_2O بسیار خورنده است و این بخار به سیورر در سخت تیرماه چینی این ترکیب

26. 10. 3

در مورد ذوب، بیشتر از کوره های قوس الکتریکی استفاده می شود. (آلترودها) Gr (زانتیت) و سایر مواد و ناخالصیها را

ZAS : در ذوبان
(ZAC) مهم ترین



فازها که نهی : (فاز - راسرکین)

مولاتیت ZrO2, Al2O3, SiO2

در این جا نما فوایح مولاتیت تشکیل شود - میره ترکیبات مثل اسید بوریک اضافه می کنیم (فتیانی)

سیر سرد کردن نذا - های ZAC ↓

در سرد کردن نذا - ZAS ، اولین چیزی که رسیده می تونه ZrO2 (زیرکون است) (بلورهای)

از نذا - باقی می بماند بصورت تیتانیک ، فاز دیگر Al2O3-ZrO2 رسیده بصورت لایه رسوب می کنه
می کنه بعد از آن مولاتیت رسیده می کنه. حضور این ترکیبات از رسوب مولاتیت جلوگیری می کنه (سدیم و پتاسیم) (اسید بوریک)
مولاتیت میفره این است که در اینجا برایت.

چرا فوایح مولاتیت را حذف کنیم ؟

به ZrO2 را با این کار کرد (تیت ساقهاران در دسترس) اما در این جا نمی توان این کار

فازها را زیرکونیا : مونوکلیتیک در تترائول آل
در عکس است. مونوکلیتیک رسوب می کنه
سرد - اینطو داریم رسوب می آوریم و عکس تغییر نذا - مواد زیرکون تترائول آل با ما با

استفاده های ZrO2 موقع گرم کردن مقداری بالاتر و موقع سرد کردن مقداری پایین تر
از مقدار انجام می شود. حضور این فاز شیشه منبسط می کنه و در رسوب
سرد - اینطو داریم رسوب می آوریم و عکس تغییر نذا - مواد زیرکون تترائول آل با ما با
ترک می خورد. ترکس خوردن می کنه

در سرد کردن (تیت ساقهاران) استفاده های ZrO2 : مونوکلیتیک تترائول آل
موقع سرد کردن این با موقع گرم کردن انقباض داریم. و اثر مولاتیت
بانه در نذا - ها می کنه ترکس خوردن

فازها اولیه ZAS ، Zr SiO2 است ، (زیرکون) و اثر آن است. از زیرکون
فرا نیا ذوب : کوره های قوس : دو آلترود
ZrO2 ، SiO2 ، Al2O3
Al2O3 هم می تونه در ذوب فوایح رسوب می کنه. عراضت

در مورد ZFC همس فاز زیرکونا رسیده داریم در زیر آلمینا نارم

(فاز مذاب) به فاز دیسکورد

نقش فاز رسیده : با تغییر فرم تنش های ناشی از استکاله ها مربوط به زیرکونا

را هفت می کند . زیرکونا : 90/

کوره تنوس : در آلتزد در کنت به اعمال جریان منتهی بالا .