

همایش مدیران تولید و فنی کاشی

دانشگاه یزد

(واحد آموزش انجمن کاشی و سرامیک - انجمن سرامیک ایران)

(روز اول)

عیوب بدنه کاشی و راهکار بهبود آن

مدرس: محمود سالاریه

دانشگاه آزاد اسلامی ساوه - مدیر کارخانه آرمیتاژ

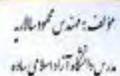
msalarieh2002@yahoo.com

سایت دست رسی به کتاب ها

www.armitagesw.com

منابع:

1- کتاب مواد اولیه 2- کتاب ساخت و تولید سرامیکها 3- کتاب خشک کردن و پختن سرامیک ها مولف: سالاریه

[illegible]

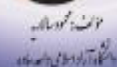
محاورات: محمد بن محمود و ملا علی

۱۰۰

Properties & application & defects

(2nd Edition)

(عیوب و یہود اُنہا)
(جانب)



فيلسوف القرآن وفيلسوف من أعلامه (أحمد بن محمد بن أبي بكر)

مؤلف: محمد صالح المنجد

www.pearsoned.com.au

(Defect and improvement)

(2th Edition)



by: M. Salarieh

فرآیند ساخت سرامیکها (I) (مؤاد اول)



مؤلف: محمود ساجدی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

فرآیند ساخت سرامیکها (I)
مؤاد اول

عنوان: سرامیکها

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

Processing OF Ceramics

از این کتاب دانش و تجربه حاصل شده است که به شما در درک و درک بهتر فرآیند ساخت سرامیکها کمک میکند. این کتاب به شما درک بهتر از فرآیند ساخت سرامیکها میدهد و به شما درک بهتر از فرآیند ساخت سرامیکها میدهد.



By: M. Salarich



روشهای نوین آنالیز و شناخت مواد



مؤلف: محمود ساجدی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

روشهای نوین آنالیز و شناخت مواد

عنوان: سرامیکها

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

New methods in analysis and Understanding of materials



این کتاب به شما درک بهتر از فرآیند ساخت سرامیکها میدهد و به شما درک بهتر از فرآیند ساخت سرامیکها میدهد. این کتاب به شما درک بهتر از فرآیند ساخت سرامیکها میدهد و به شما درک بهتر از فرآیند ساخت سرامیکها میدهد.

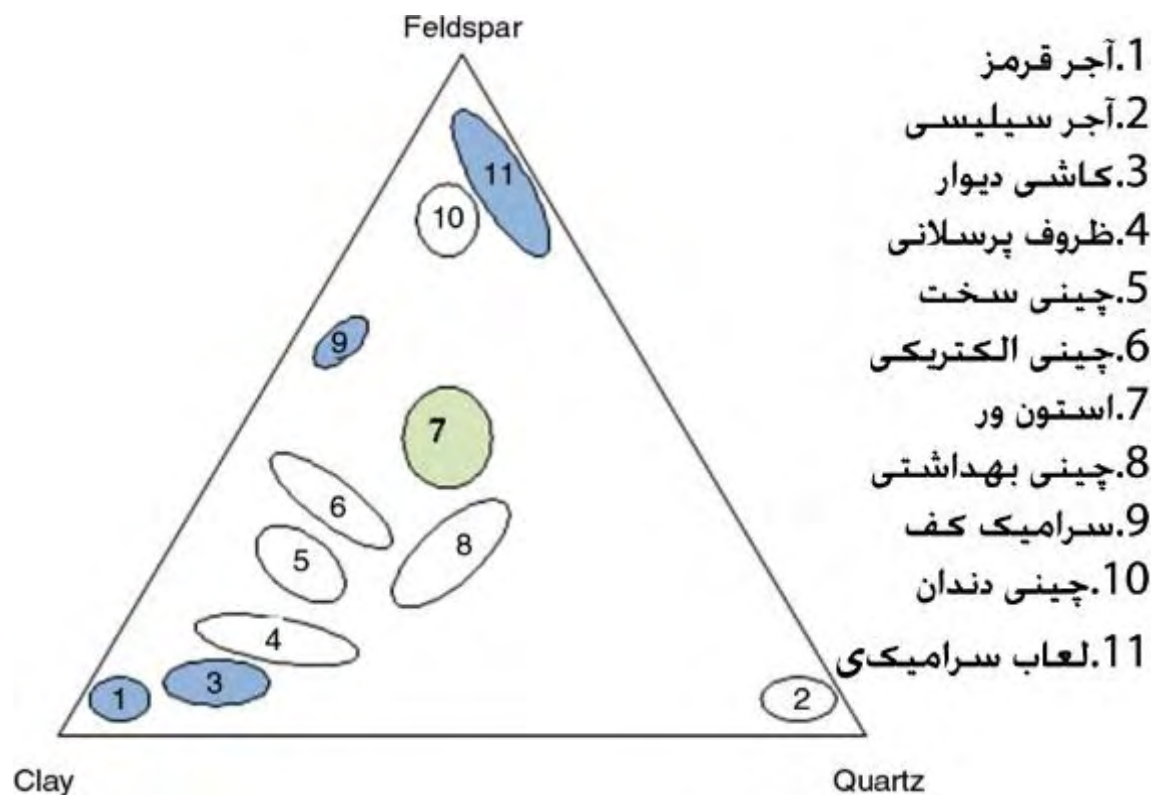
By: M. Salarich

عیوب بدنه و راه های بهبود آنها

۱۱ بدنه کاشی دارای انواع عیوب می باشند مانند تابیدگی؛
ترک بدنه؛ تلرانس در جذب آب؛ مغز سیاه بدنه، استحکام
کم؛ و

۱۱ هدف: بررسی ایجاد بعضی از انواع عیوب و راه کار بهبود آن

ترکیب سه تایی بدنه های سرامیکی



فاکتورهای موثر در انتخاب فرمولاسیون بدنه

*در ابتدای تولید هر کارخانه ای طراحی فرمولاسیون مناسب براساس خواص مورد نظر ضروری است لذا برای رسیدن به بهترین فرمولاسیون باید فاکتورهای زیر را در نظر گرفت.

۱- رنگ پخت محصول

۲- محل مصرف

۳- پلاستیسیته ترکیب

۴- میزان انقباض پخت مجاز

۵- استحکام پخت مجاز

۶- سختی مواد اولیه

۷- سیستم تولید

۸- در دست رس بودن و ذخیره مواد معدنی

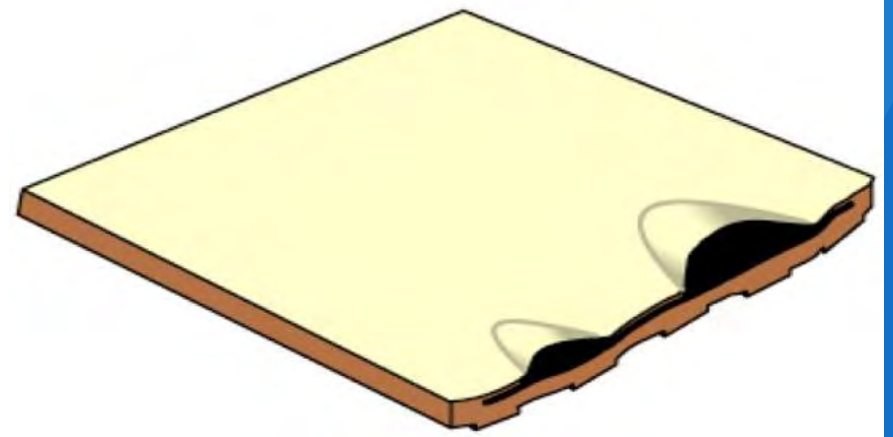
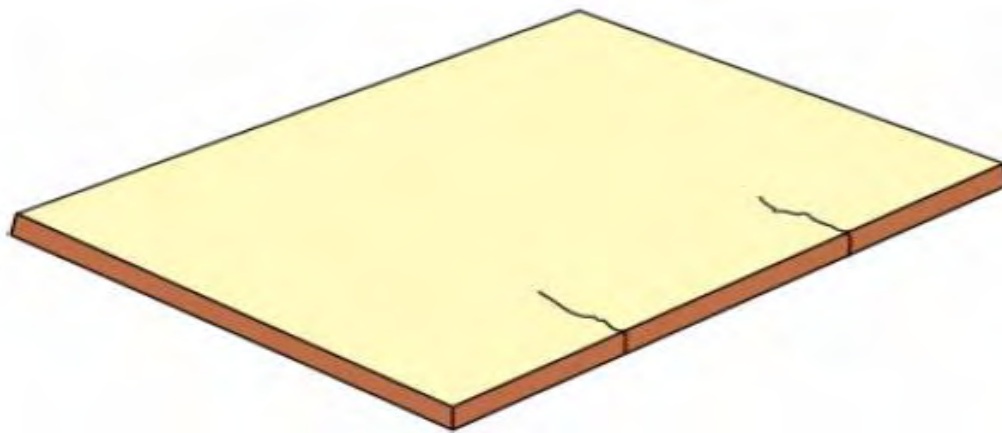
نوع کاشی	درصد جذب آب	روش شکل دهی	کاربرد
سطوح لعاب دار	ماجولیکا	۲۵ - ۱۵	{ { پرس } }
	کاتوفورت	۱۵ - ۴	پرس
	تک پخت بدنه سفید	۶ - ۰	پرس
	تک پخت بدنه قرمز	۱۲ - ۰	پرس
	ارتن ور بدنه سفید	۲۵ - ۶	پرس
سطوح بدون لعاب	استون ور پرسلاتی	۵/۰ - ۰	پرس
	کاتو	۱۵ - ۳	{ { اکستروود } }
	کلینکر	۷ - ۰	اکستروود
	استون ور قرمز	۴ - ۰	پرس
	استون ور پرسلاتی	۵/۰ - ۰	پرس

نوع محصول				کاشی های متخلخل			
ویژگی	ماجولیکا	{{کاتوفورت}}	ارتن ور	{{مونوپروزا}}			
تخلخل	۲۴-۱۹	۱۸-۱۰	۲۰-۱۵	۱۸-۱۲			
رنگ بدنه	صورتی، زرد	صورتی، قرمز	سفید	قرمز، سفید			
ابعاد (cm×cm)	۱۰×۲۰ - ۱۵×۱۵ ۱۲×۱۸ - ۱۵×۲۰	از ۲۰×۲۰ تا ۵۰×۵۰	۱۰×۲۰ - ۱۵×۱۵ ۱۵×۲۰ - ۲۰×۲۰	ابعاد گوناگون			
کاربرد	کاشی دیواری	کاشی کف	کاشی دیواری	کاشی دیواری و کف			

عیوب ناشی از پیش گرم کوره

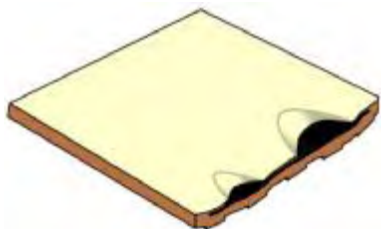
u مغز سیاه Black core

u ترک و قاچ خوردگی



عیوب مغز سیاه Black core

این نقیصه معمولاً به شکل یک حلقه، با رنگ های مختلف از زرد ، خام تا طوسی و یا سیاه، در داخل کاشی مشاهده می شود. نقاط ریز سیاه رنگ نیز که در بدنه توزیع شده اند نیز جزو همین نقیصه محسوب می شوند.



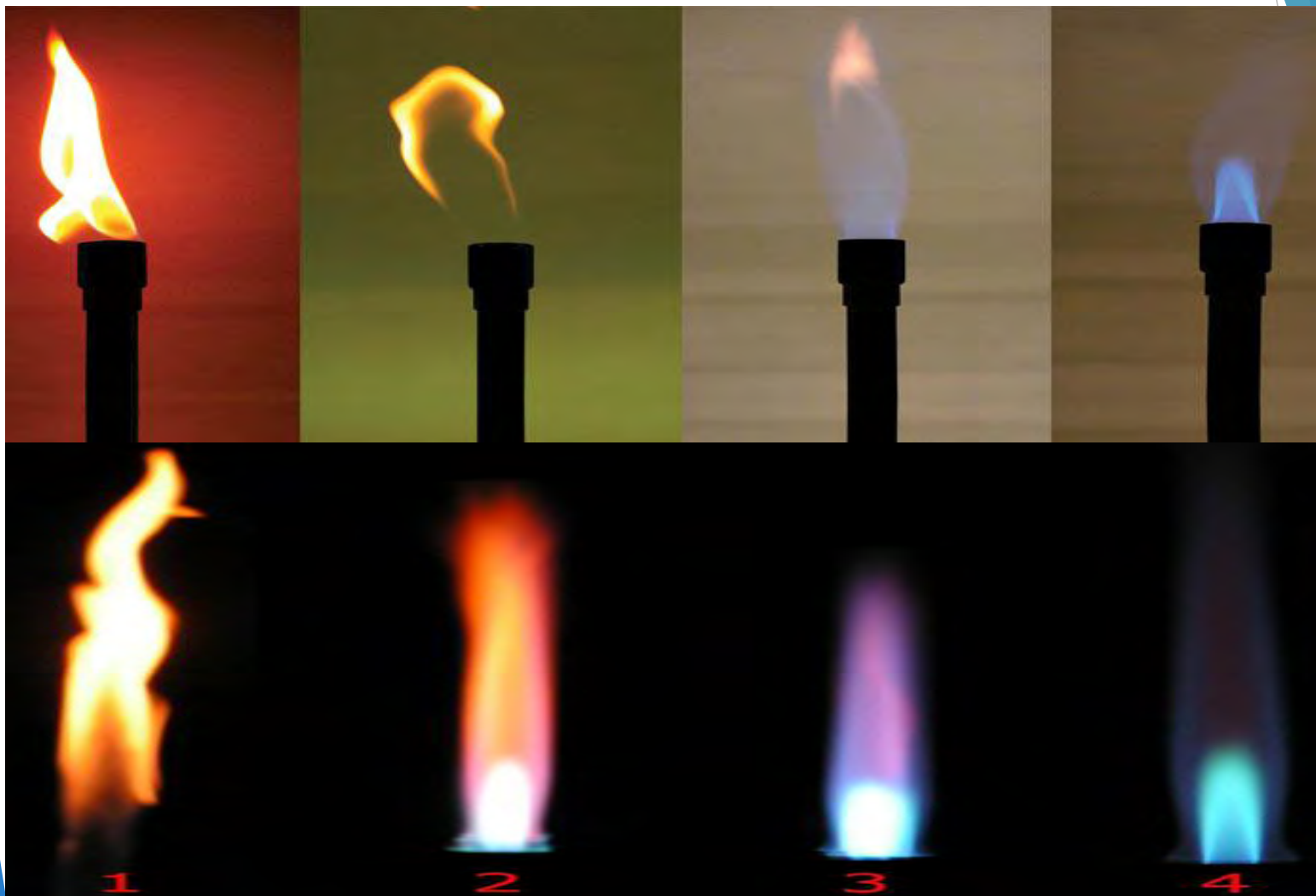
عوامل موثر در ایجاد مغز سیاه

- u الف - اتمسفر کوره هنگام پخت:
- u ب - میزان اکسید آهن در مواد اولیه و درصد کربن
- u پ - ریزدانه بودن و کاهش نفوذپذیری
- u ت - مدت زمان پخت
- u ث - فشار بالای پرس کاشی
- u ح - استفاده از لعاب هایی با دمای شروع ذوب پایین
- u خ - قطعات بسیار ضخیم

انواع اتمسفر پخت

- اکسیداسیون عبارتند از احتراق کامل سوخت در حضور اکسیژن کافی (رنگ شعله به صورت کاملاً آبی، طول شعله کوتاه و پرزور)
- احیاء احتراق ناقص سوخت ناشی از کمبود اکسیژن، تولید مونوکسید، شعله احیا آرام، طول شعله بلند، رنگ شعله نارنجی تا / زرد
- در حالت خنثی و یا کمی احیایی رنگ شعله به صورت متمایل به سبز و حالتی بین اکسیداسیون و احیایی

تأثیر درصد اکسیژن بر شکل و رنگ شعله (اکسیدی قوی به احیایی قوی)



مواد اولیه استفاده شده در ساخت کاشی و سرامیک حاوی مقادیر کمی گوگرد (پیریت) و کلسیم (کربنات) هستند.

مواد اولیه در کوره در دمای 1050 حرارت داده شوند، عناصر گوگرد و کلسیم با هم واکنش کرده و به احتمال زیاد ترکیب سولفات کلسیم بوجود می آید

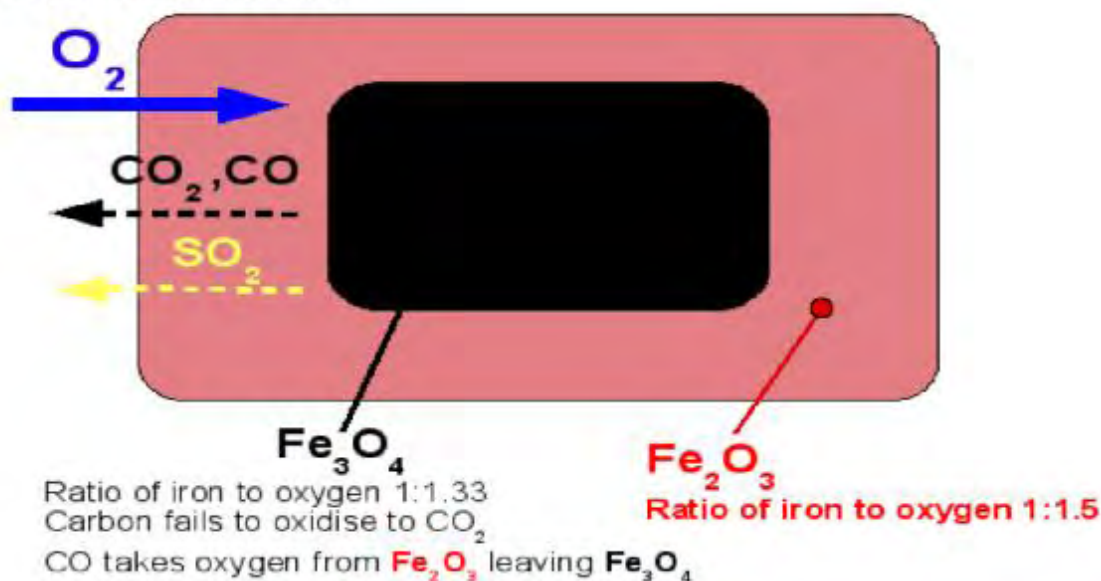
یک مغز احیایی به عنوان مغز سیاه شناخته می شود، که ناشی از احیا مگنتیت Fe_3O_4 در عمق بدنه است.

همواره مغز سیاه بوسیله ی کربن ایجاد نمی شود، بلکه به دلیل احیای ترکیبات آهن دار نیز ناشی می شود.

در نتیجه واکنش احیایی اکسید آهن از هماتیت Fe_2O_3 به مگنتیت Fe_3O_4 تبدیل شده و مونوکسید کربن ممکن است اکسیژن اکسید آهن Fe_2O_3 را جذب و Fe_3O_4 بوجود

تولید مونوکسید کربن که به نوبه خود هماتیت Fe_2O_3 را به مگنتیت Fe_3O_4 احیا می کند.

Gas movement:

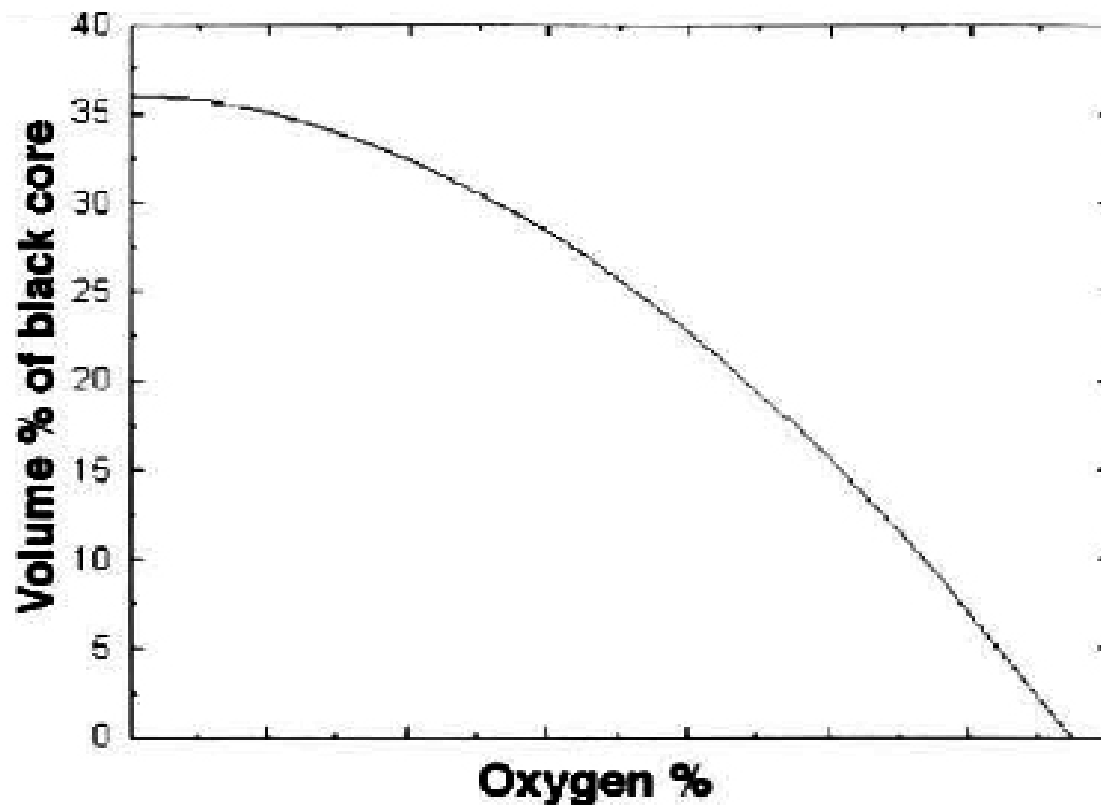


رابطه درصد اکسیژن هنگام پخت با مغز سیاه

u تنظیمات نامناسب پیش گرمایش

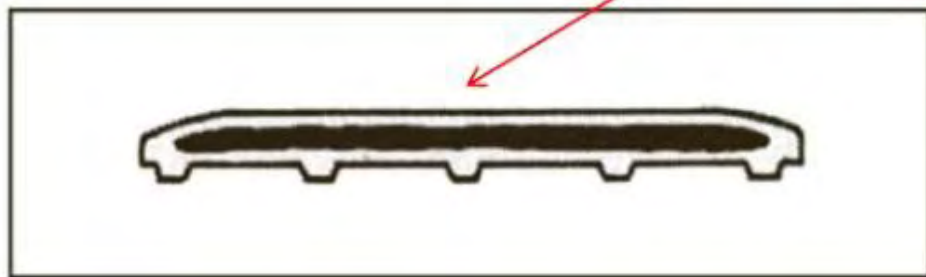
u کمبود اکسیژن در ابتدای پخت

u راه حل: حجم قابل توجه هوا و مکش مناسب

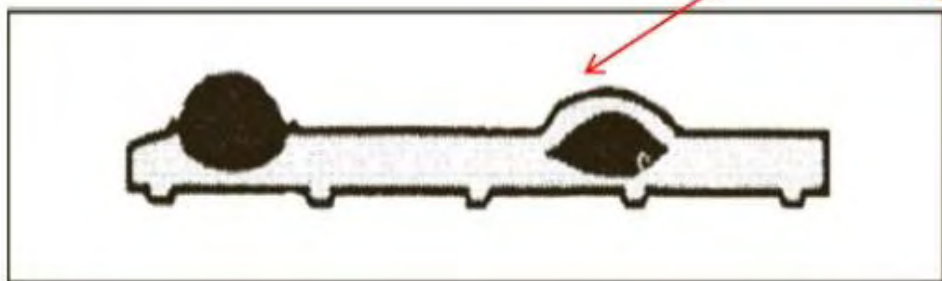


ریزدانه بودن که میزان نفوذپذیری گاز را تحت تاثیر

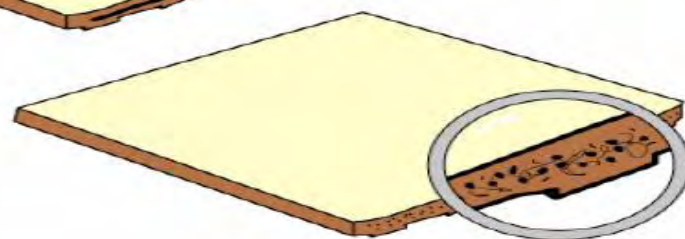
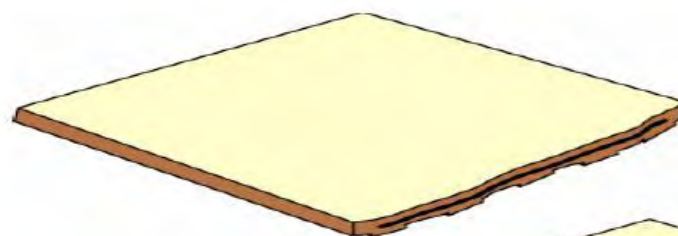
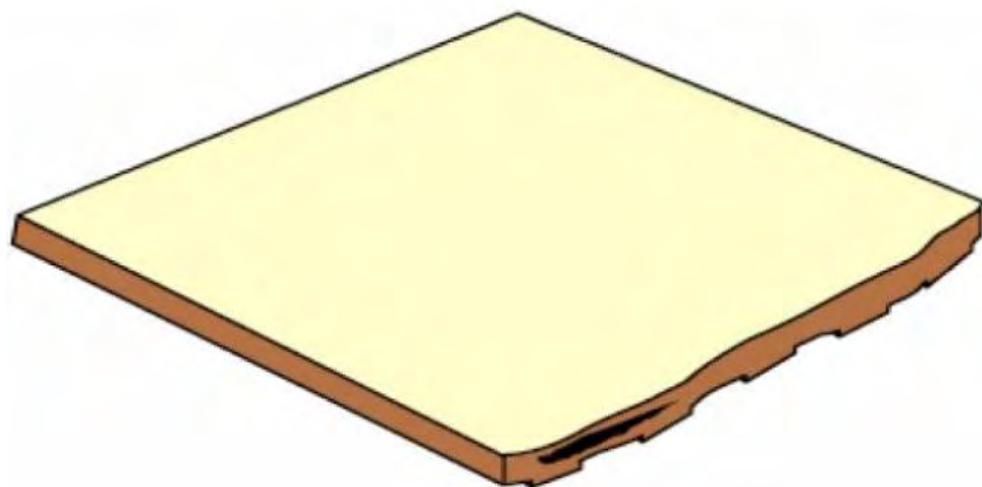
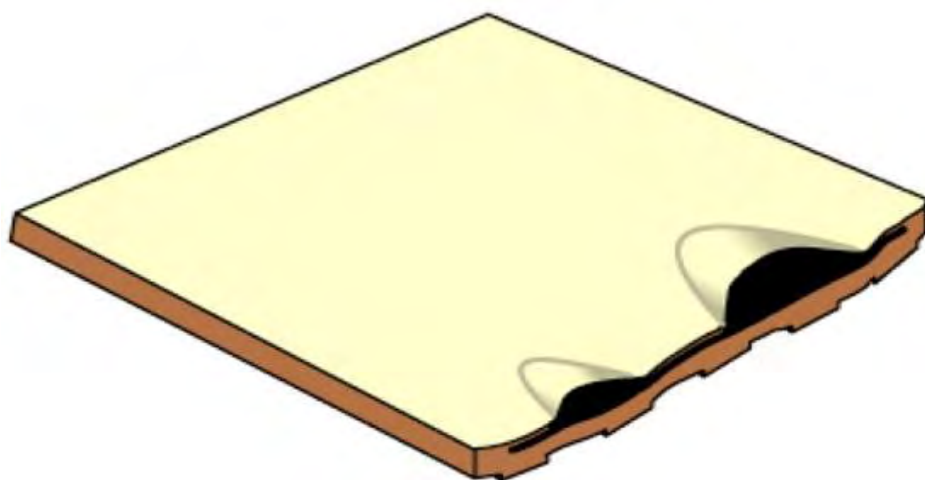
A darker area inside the tile



Swellings and bubbles



نقصه مغز سیاه در کاشی ها:



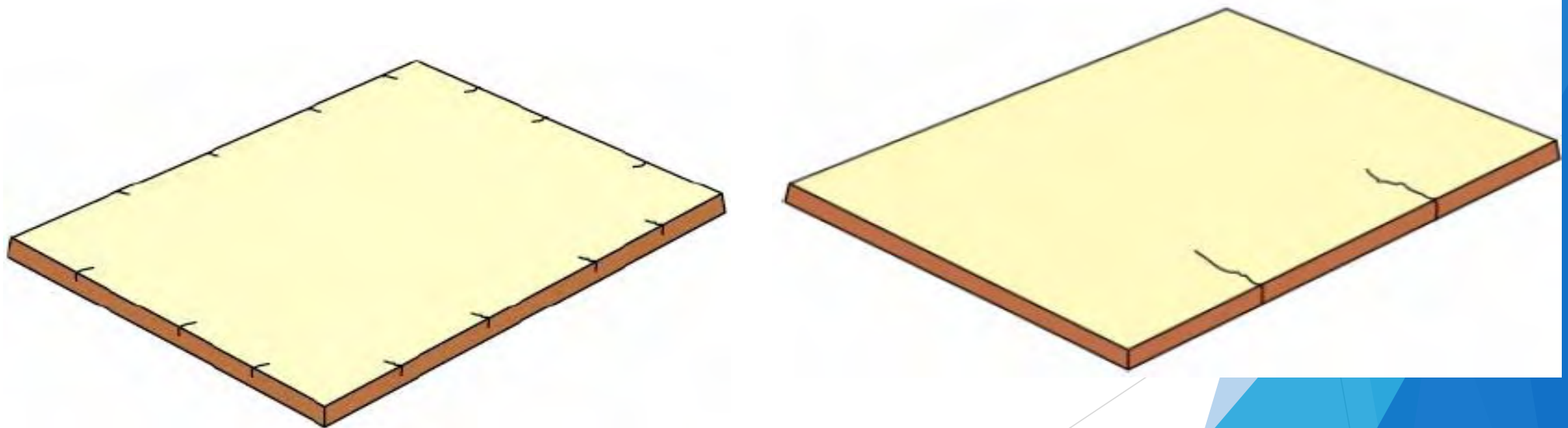
شناسایی ترک های پیش گرم

u ترک در بیسکویت (لبه های خشن و از بخش بیرونی به داخل کاشی)

u ترک در کاشی لعابدار (نفوذ لعاب به محل ترک)

u طول 3-4 سانتی متر

u شکاف ترک در این حالت معمولاً کمتر از ضربه مکانیکی است



دلایل ترک های پیش گرم کوره یا قاچ خوردگی

u الف - تبخیر ناگهانی مقادیر زیاد رطوبت در محدوده 250 الی 300 درجه سانتیگراد (بیش از 2% درصد رطوبت را نباید تحت حرارت دهی)

u ب- آب باقی مانده بعد از لعاب دادن و پس از خشک شدن

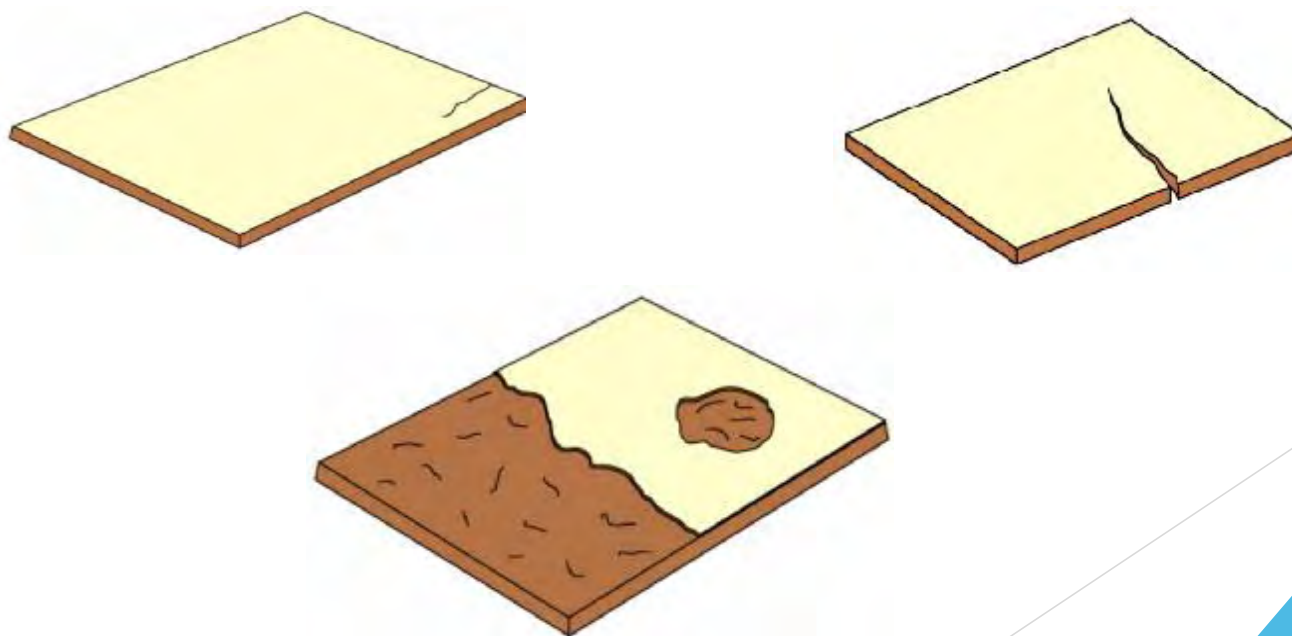
u پ- پس از نگهداری کاشی های خام بر اثر پدیده جذب رطوبت از محیط (چگالش)

u ت - مشعل و طول شعله و کج زدن شعله

u ث - تغییر منحنی حرارتی ناشی از خاموش بودن بعضی از مشعل ها

شکست ها معمولاً بر اثر تنش مکانیکی

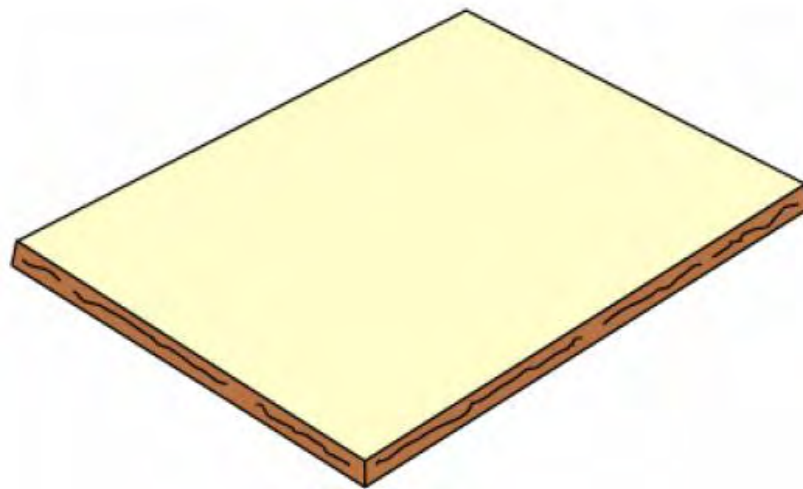
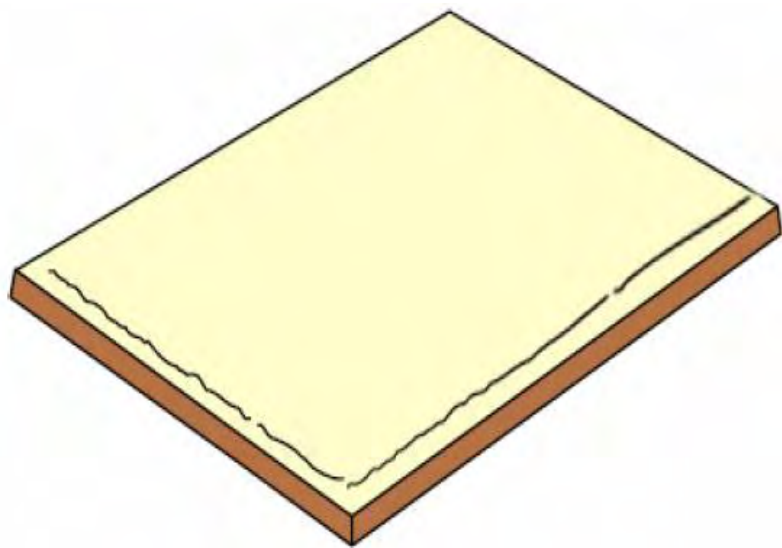
- u ترکهای باز و طولانی
- u ترک هایی با اندازه 10 سانتی متر
- u به هم خوردن کاشی ها
- u در اثر نوعی ضربه از زیر به کاشی در حین حرکت در تسمه نقاله ها



ترک ناشی از پرس

u ترک در لعاب، موازی با یک یا چند لبه کاشی زمانی که کاشی از قالب بیرون

u در طول کاشی و ترک ها تقریباً باز با طول 30 سانتی متر



دو پوست یا لایه ای شدن در کاشی (Lamination)

u حبس هوا بین دانه های گرانول

u حبس هوا در بین ذرات اگر دانه های زیر 5 میکرون ریز یا مواد اولیه پلاستیک زیاد باشد.

u انبساط الاستیکی اجزای پودری یا بازگشت فنری Springback هنگام برداشتن نیروی پرسی

u فشار خیلی بالا هنگام پرس کاشی

u یکی از معیارهای خیلی مناسب برای تشخیص پرس پذیری قطعات، بدست آوردن نسبت استحکام خشک به استحکام خام است

u اگر این نسبت از 1,5 کمتر باشد عیب دو پوست دارد .

u اگر این نسبت بین 2 تا 4 باشد عیب دو پوستی ندارد.

u اگر این نسبت از 4 بیشتر باشد مشکلات تنش اضافی باقیمانده پس از پرس دارد.

عوامل ایجاد عیب لایه ای شدن در کاشی

- u 1- دانه بندی :
- u پودر ریز تر یعنی کاهش دانسیته ظاهری گرانول یا پودر و هوای بیشتر در پودر و عیب لایه ای شدن بیشتر
- u 2- رطوبت
- u رطوبت بیشتر فیلم آب در سطح بیشتری ایجاد شده و باعث عدم خروج هوا بین ذرات
- u 3- مسائل ضربات اول و دوم و زمان ضربه اول
- u بالابودن سرعت ضرب اول و نبود فرصت کافی برای خروج هوا
- u اگر دو پوستی در سطح باشد بایستی فشار ضربه اول را کاهش
- u اگر دو پوستی در مرکز و عمق باشد بایستی فشار ضربه اول افزایش و سریعتر شود.
- u 4- - طراحی و ساخت قالب
- u وجود لقی و عدم یکنواختی وارد آمدن فشار به قطعه،

عوامل موثر در تابیدگی کاشی

u فرمولاسیون و فرآیند آماده سازی بدنه

u فرآیند شکل دهی (گرانول، پرس)

u انگوب و لعاب

u فرآیند پخت و پدیده پیروپلاستیک

عیب تابدار شدن کاشی هنگام اعمال لعاب

u آب موجود توسط تخلخل ها و لوله های مویین موجود در قطعه جذب بدنه شده و باعث تورم و انبساط حجمی مینرال های رسی موجود می شود.

u افزایش حجم مینرال هایی در لایه های بالایی باعث انبساط این لایه ها نسبت به لایه های زیرین که هنوز آب به آن ها نرسیده است شده و در نتیجه حالت محدب در قطعه ایجاد می شود.

u با گذشت زمان و نفوذ آب به لایه های پایین تر و انبساط این لایه ها و خشک شدن تدریجی لایه های بالاتر باعث کاهش انحنای تحدبی قطعه و در نهایت باعث مقعر شدن آن می شود.

u عوامل موثر در میزان تاب قطعه به هنگام اعمال لعاب :

u پلاستیسیته ترکیب بدنه (کمتر)، دانسیته لعاب (روان ساز و دانسیته بالاتر دوغاب)، ضخامت قطعه پرس شده (بالاتر)؛ دمای قطعه در حال لعاب زنی (50-60 درجه) میزان فشار پرس (کمتر)

اصلاح کوره برای تابیدگی در کاشی

u پیش از ورود به کوره، بدنه حداکثر 0.5% رطوبت داشته باشد.

u تفاوت دمای بالا و پایین رولرها (تفاوت جذب آب یا عدم هم زمانی انقباض هنگام پخت)

u دمای دو سمت کوره یکنواخت باشد.

u مراقب باشید که دما به تدریج بالا برود. تا باعث زیاد شدن فشار و تنش درون قطعات نگردد

که باعث شود قطعه یا به سمت بالا تاب خوردگی پیدا کند یا به سمت پایین خم شود.

u از پخت بیش از حد جلوگیری نمایید. حضور درصد قابل توجهی فاز مذاب

u کاهش مواد اولیه با پرت حرارتی بالا یا سایش بیشتر

u از کوران هوای نامساوی در دو سمت منطقه پخت جلوگیری شود.

u هم سطحی و یکنواختی رولرها و چرخش آنها

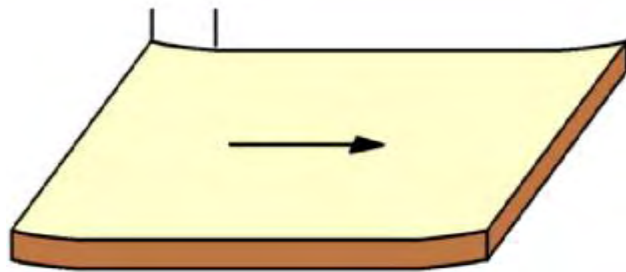
تابیدگی در گوشه ها رو به پایین

u تمامی چهار گوشه کاشی رو به پایین هستند (معمولاً در 3 سانتی متر آخر یا بیشتر)

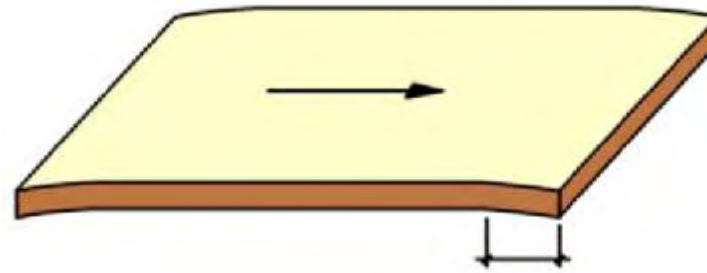
u الف - اگر سائز کاشی درست باشد، دمای بالای صفحه رولرها را افزایش و دما در زیر آنها در منطقه نهایی حرارت دهی کاهش داده شود

u ب - برعکس الف عمل می شود.

30 میلی متر



ب



30 میلی متر

الف

u

کلیه گوشه های کاشی بطور تقریبی 3 سانتی متر به سمت پایین یا بالا خمیده شده

1- عدم تطابق ضرایب انبساط لعاب- بدنه (کم بودن آلفا لعاب)

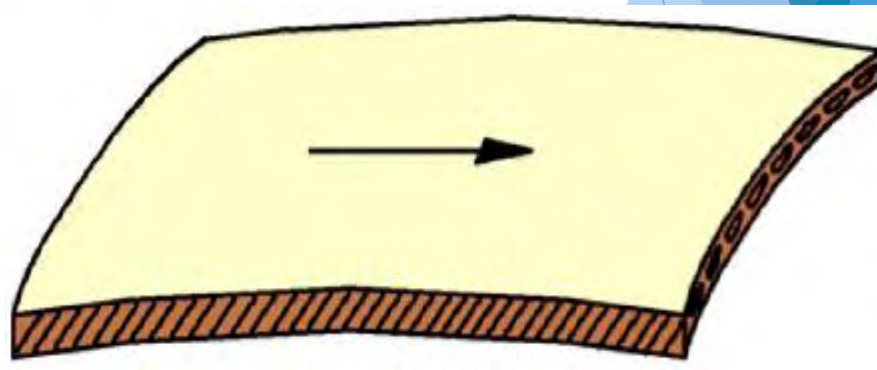
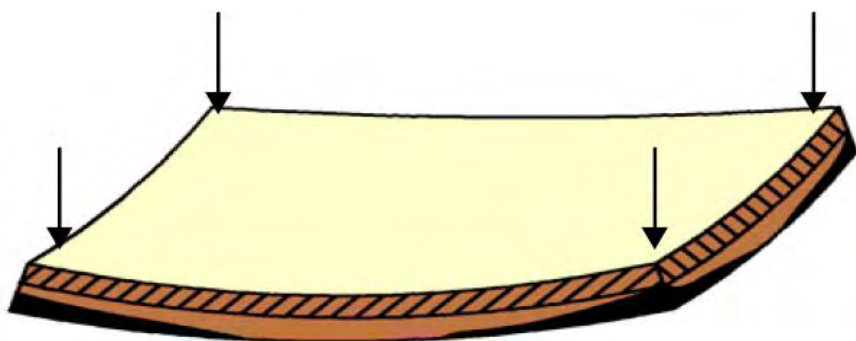
2- نسبت ضخامت بدنه -انگوب- لعاب

3- چگالی کاشی

4- کاشی با سایز بزرگ

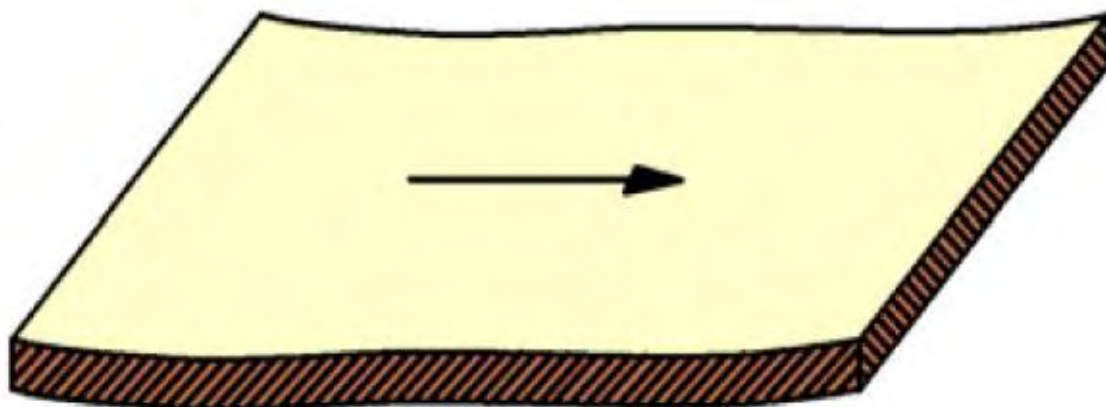
5- درجه شیشه ای شدن زیاد

6- زیاد بودن دمای زیر رولرها در مرکز پخت (سایز بزرگتر ؛ کوچک تر یا صحیح)



اختلاف بیش از اندازه دما بالا و پایین رولرها

اصلاح در انتهای بخش حرارت دهی انتهایی منطقه حرارت دهی (معمولاً 2 تا 4 متر آخر، و گاهی اوقات 6 متر آخر)



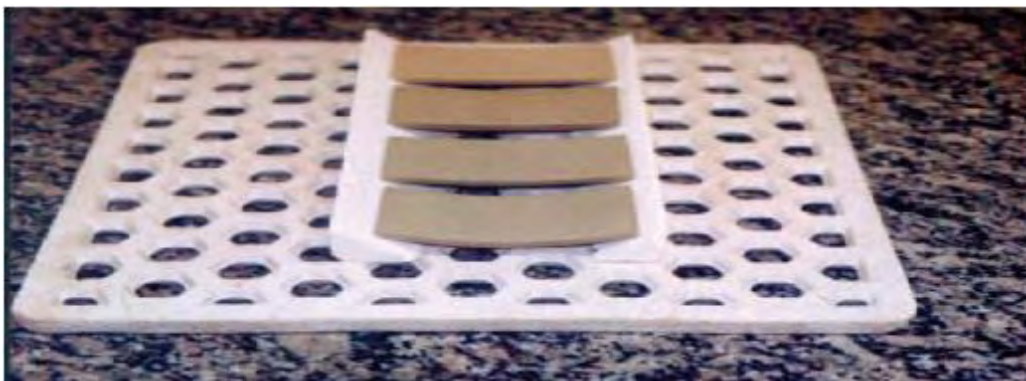
پدیده پیروپلاستیک

u اگر فرآیند پخت از طریق مکانیزم ویسکوزفلو قوی انجام گیرد؛ پدیده پیروپلاستیسیته فعال می شود مانند کاشی پرسلانی.

u در ساخت کاشی های پرسلانی با سایز بزرگ، اشکال مستطیلی و قطعات نازک با کمک ذوب قوی و یا پرکننده های میکرونیزه اهمیت بیشتری دارد.

u تغییر شکل ناشی از پخت به مقدار، اندازه، شکل و آرایش دانه بندی های ذرات درشت

u ویسکوزیته فاز مذاب



شاخص پیروپلاستیک

u اثر پنج نوع ماده اولیه مانند کائولن، تالک، آلبیت، پیروفیلیت و خاک رسی در پیروپلاستیک

u کائولن 20-50٪، پیروفیلیت 20-50٪؛ تالک 10-40٪؛ آلبیت 10-20٪ و رسی ها 10-20٪

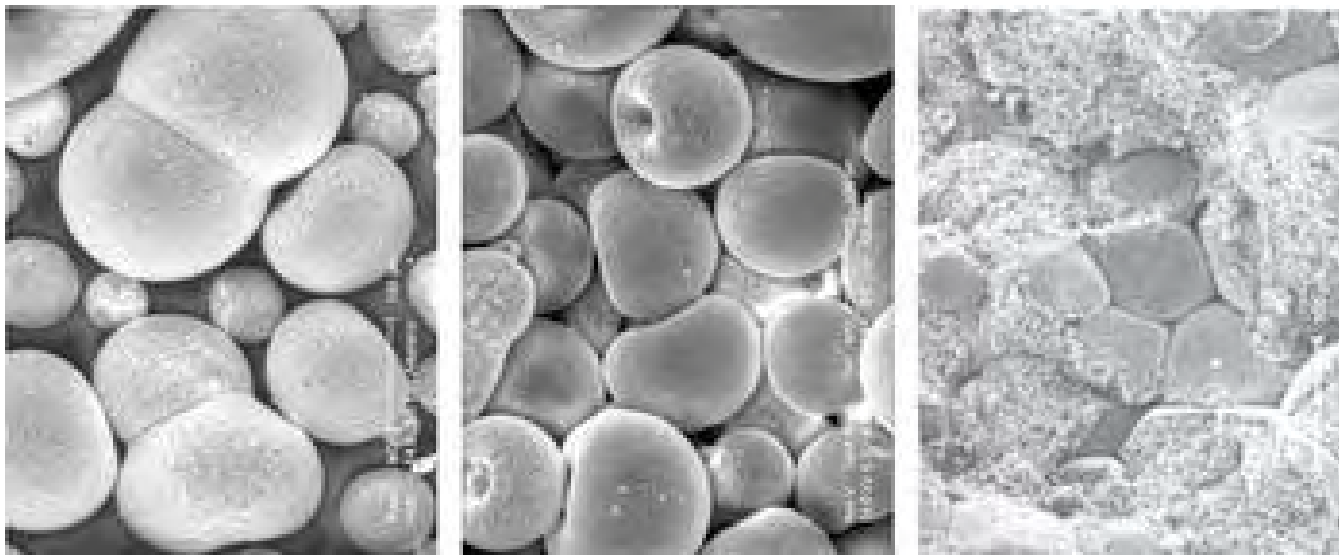
u شاخص پیروپلاستیک شامل اندازه گیری انحنای یک نمونه هنگام پخت آن بر روی دو میله دیرگداز

$$PI = sb^2/L^4 \quad u$$

u S حداکثر تغییر شکل، b ضخامت و l فاصله بین تکیه گاه بر حسب سانتی متر

u تغییر شکل پیروپلاستیک تابعی از میزان شیشه ای شدن، میزان انحلال فازهای دیرگداز در مذاب؛ ویسکوزیته مذاب و زمان ماندگاری در حداکثر دما هنگام پخت

ریزساختار کاشی پرسلانی ۴ میلیمتر با ۸۰-۹۶% الومینا



u تصویر سمت چپ شروع فرآیند تراکم در مرکز و سمت راست نشان داده شده است. توجه داشته باشید که تغییر شکل پلاستیک دانه ها در سمت راست قابل مشاهده است

Temperature (°C)	Constituent phases
Unfired	α -quartz, kaolinite, microcline, nepheline
600	α -quartz, microcline, nepheline
700	α -quartz, microcline, nepheline, sanidine
800	α -quartz, microcline, nepheline, sanidine
900	α -quartz, microcline, nepheline, sanidine
1000	α -quartz, microcline, nepheline
1100	α -quartz, microcline, nepheline, mullite, glass
1200	α -quartz, mullite, glass
1300	α -quartz, mullite, glass
1400	α -quartz, mullite, glass
1500	α -quartz, mullite, cristobalite, glass

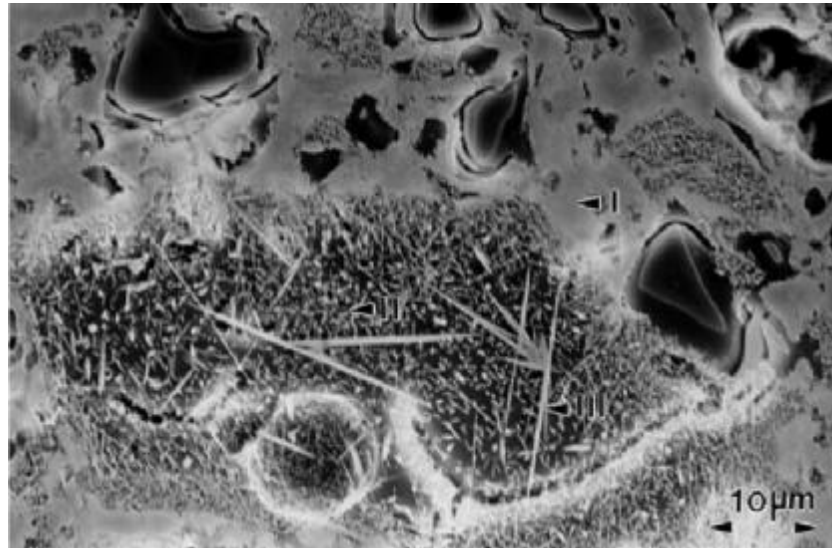
جدول 4-2- آنالیز مینرالی بدنه سه جزیی با پخت در دمای متفاوت و زمان ماندگاری 3 ساعت در حداکثر دما

گونه های مولایتی

1- مولایت اولیه که از تجزیه رسی خالص بوجود می آید.

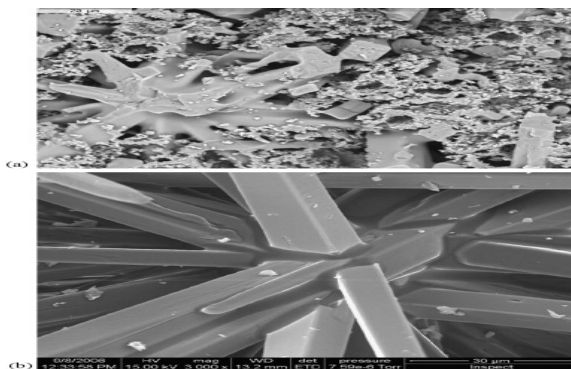
2- مولایت ثانویه که از واکنش بین فلدسپات با رسی یا از واکنش بین فلدسپات-رسی-سیلیس بوجود می آید
شکل 4-15.

3- مولایت ثالثیه از مذاب غنی از آلومین مانند پودر آلومینا افزودنی رشد و کریستالیزه می کند.



شکل 4-15- سه گونه فاز مولایت در یک نوع بدنه پرسیلانی

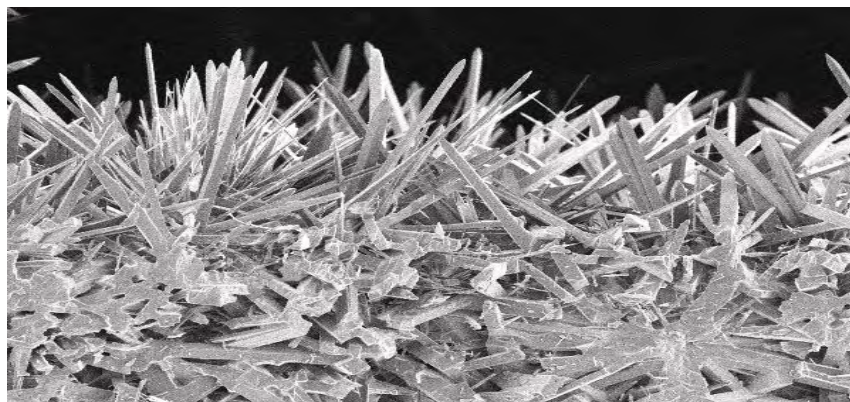
تشکیل مولایت



ب - در فاز مذاب



الف - در فاز جامد

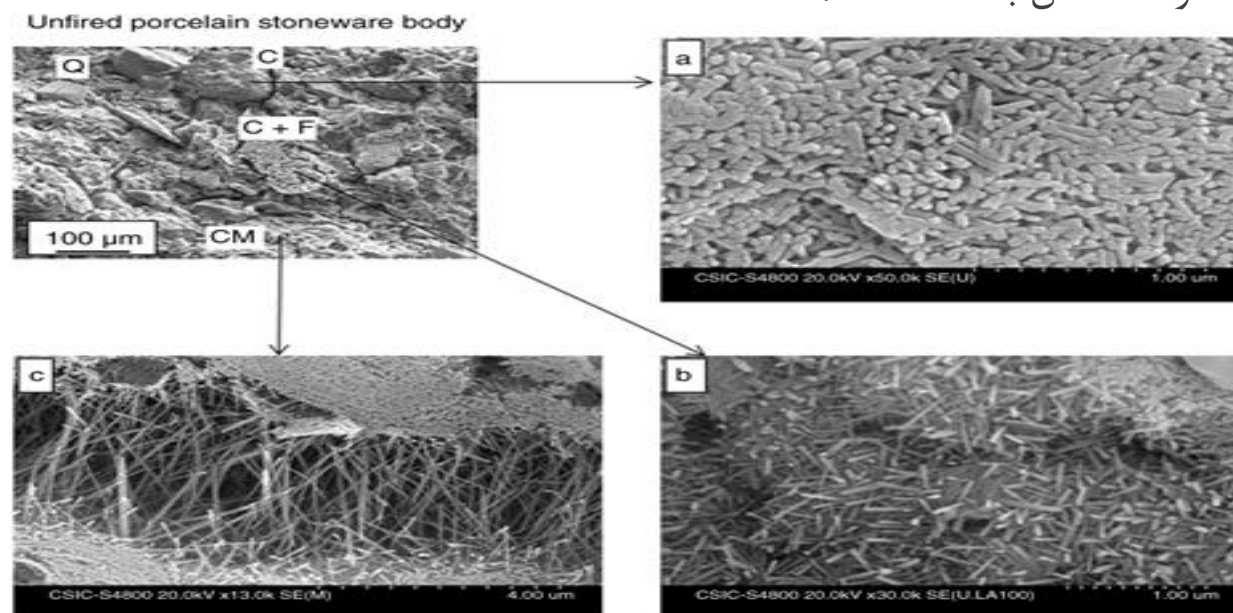


پ - از فاز بخار

شکل 4-14- تشکیل فاز مولایت براساس قوانین ترمودینامیک و ایجاد ریزساختار گوناگون

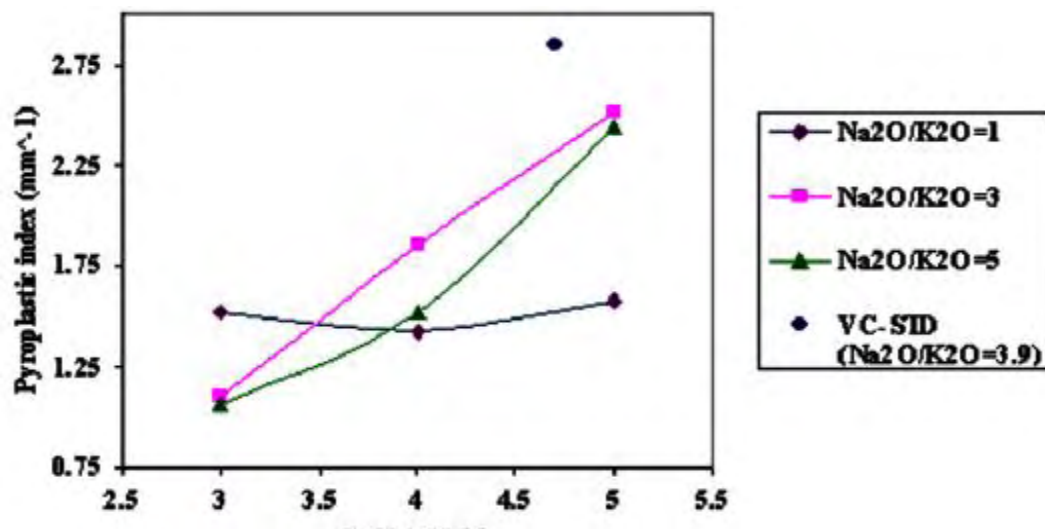
استفاده از کائولن برای تولید فاز مولایت

u ترکیب کانی شناسی کاشی پرسلانی معمولا 55٪-65٪ فاز شیشه ای، 20٪-25٪ کوارتز و 12٪-16٪ مولایت می باشد، از سوی دیگر، کاشی های پرسلانی عموما تخلخل باز در حد 0٪ دارند اما معمولا تخلخل بسته 2-10٪ است.



u الف) مولایت اولیه از رس خالص ب) مولایت ثانویه واکنش بین فلدسپار با رسی ج) مولایت ثانویه واکنش بین رس، فلدسپات و کوارتز

- u افزایش Al_2O_3 در فاز شیشه ای می تواند باعث کاهش اکسیژن غیر پل زن در مذاب شود.
- u نسبت آلومینا به کل اکسید قلیایی یعنی $Al_2O_3 / (R_2O + RO)$ بیانگر حلالیت آلومینا است.
- u حلالیت بالا آلومینا در فاز شیشه ای در بدنه تعداد اکسیژن پل زن را افزایش می دهد.
- u افزایش مقدار SiO_2 در فاز شیشه ای موجب افزایش ویسکوزیته فاز شیشه ای می شود؛ در نتیجه دفرمگی ناشی از پیروپلاستیک کاهش می یابد.
- u افزایش مقدار حلالیت آلومینا و مقدار SiO_2 در فاز شیشه ای موجب کاهش تغییر شکل پری پلاستیک در بدنه چینی می شود.
- u براساس نتایج عملی، یک ترکیب با نسبت $SiO_2 / Al_2O_3 = 5$ و نسبت $Na_2O / K_2O = 4$ ، کمترین تغییر شکل پیروپلاستیک در فرمولاسیون بدنه پرسلانی دارد.



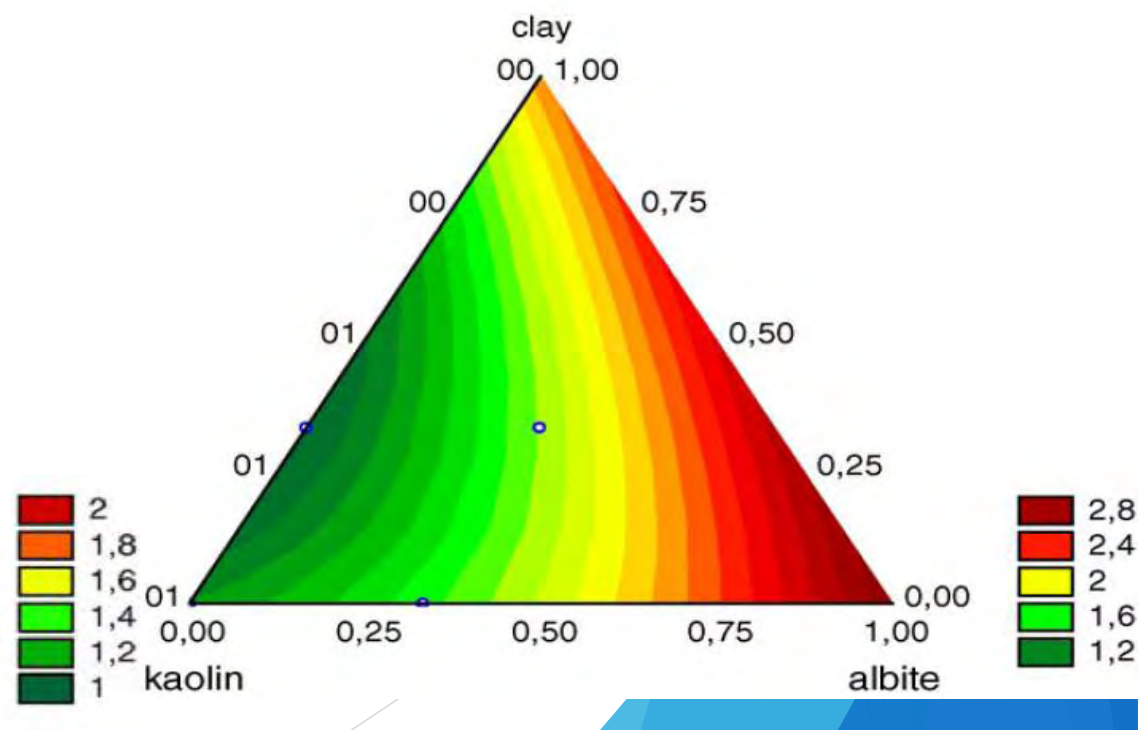
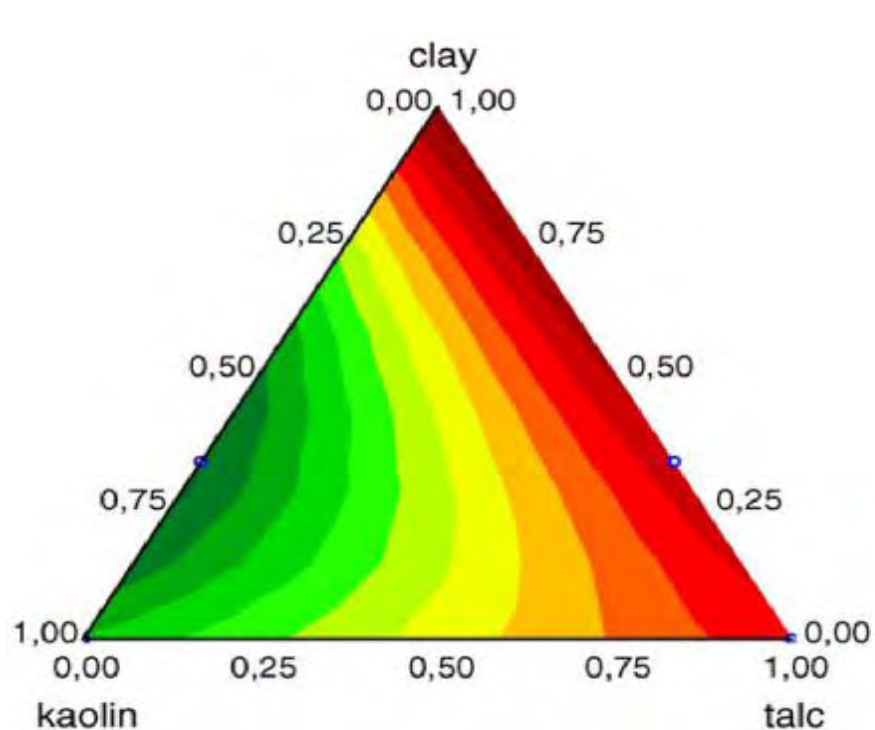
استفاده از تالک برای حضور MgO

- u افزایش مقاومت قطعات در برابر ایجاد رنگ
- u افزایش استحکام تا 30٪
- u بهبود روند پولیش کاری اگر تخلخل کم باشد.
- u کاهش ضریب انبساط حرارتی بدنه سرامیکی
- u افزایش سفیدی در حضور دی اکسید زیرکونیوم

اثر فلدسپار (آلبیت) در تغییر شکل پیروپلاستیک در نتیجه درصدی اکسید سدیم

- بالکی به دلیل درصدی اکسید آهن به شکل غیر بلوری و فاز مینرالی دارای اکسید آهن در پدیده پیروپلاستیک اثر قابل توجهی دارد.

تالک تأثیر کمی در پدیده پیروپلاستیک در سیستم دارد زیرا وجود مقداری MgO باعث افزایش دامنه حرارتی ویسکوزیته مذاب است.



ترک مویی Dunting

u شکل ظاهری آن دارای سطوحی صاف است.

u میزان فاز شیشه

u استحاله های فازی سیلیس

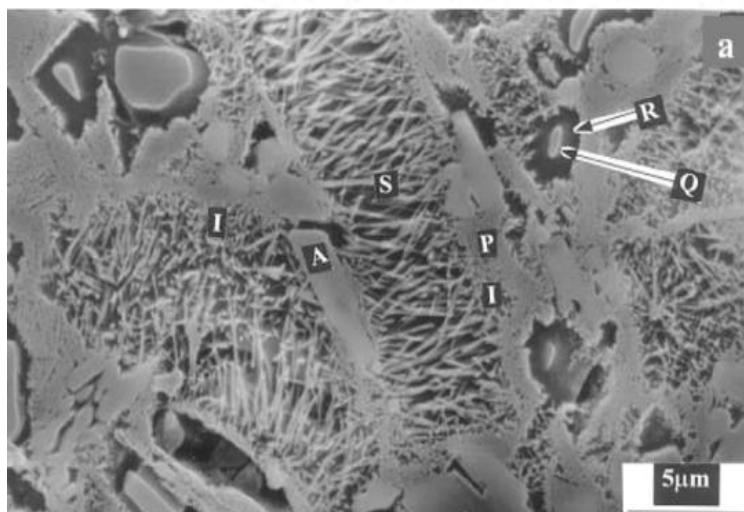
u دانه بندی و درصد فازهای بلوری واکنش نکرده سیلیسی

انحلال سیلیس در فاز مذاب

- واکنش سیلیس جدا شده از تبدیل رسی ها بالاتر از 1000°C با فاز مذاب (فاز تیره رنگ)

- افزایش حجم مذاب

- فاز شیشه ای غنی شده از سیلیس و نزدیک تر شدن به ترکیب کوارتز



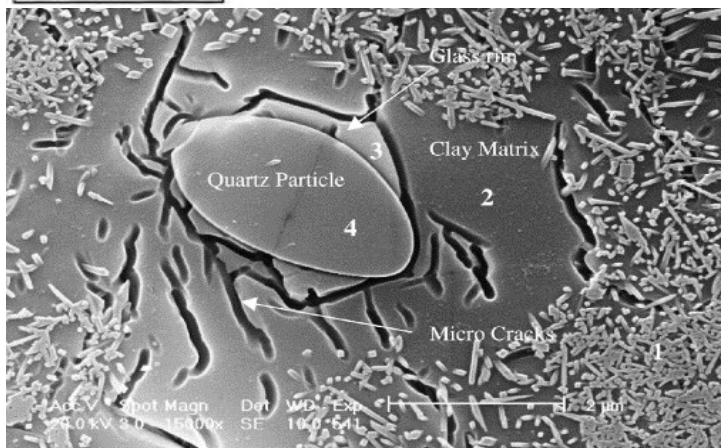
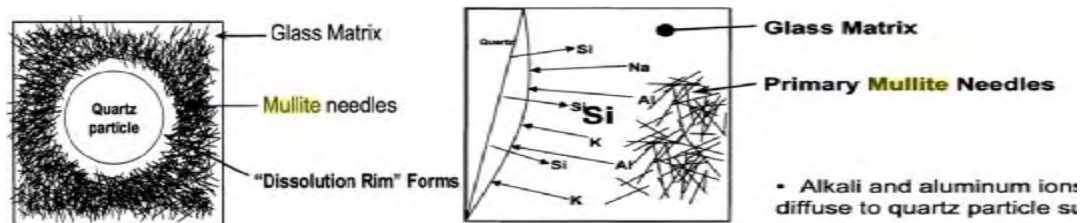
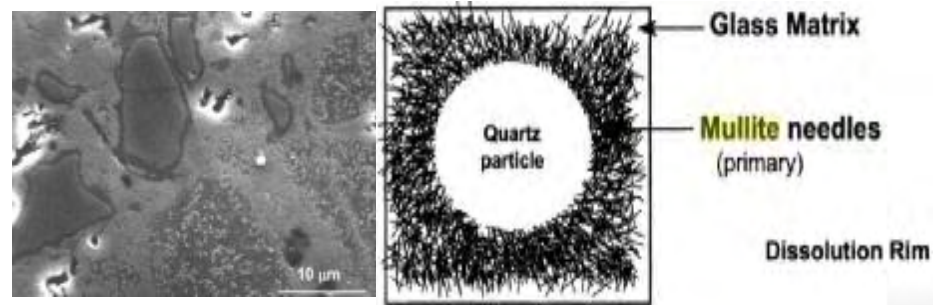
شکل 4-19- تصویر میکروسکوپ الکترونی از بدنه پرسیلان سخت

دانه های آلفا-کوارتز (Q) که توسط نوار مرزی غنی از سیلیس احاطه شده است (R) ناحیه با مولایت

اولیه (P)، مرز بین رس با فلدسپار باقی مانده (I) جایی که مولایت ثانویه (S) از فلدسپار باقی مانده

جوانه زنی و رشد کرده است، که از آن فاز آلومینایی (A) جدا شد

شکل 4-20- انحلال و رشد فازها در مذاب



شکل 4-21- کوارتز حل نشده و تشکیل ترک اطراف آن

