

همایش مدیران تولید و فنی کاشی - دانشگاه یزد
(واحد آموزش انجمن کاشی و سرامیک - انجمن سرامیک ایران)

(روز دوم) عیوب لعاب در 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 سرامیک ها: سالاریه 2- کتاب تئوری لعاب: سالاریه



لعاب

خواص، کاربرد، عیوب
(چاپ دوم)



نویسنده: دکتر م. ساریه
مدرس دانشکده آرایه‌های هنر

چاپخانه: ...

عنوان: خواص، کاربرد، عیوب (چاپ دوم)

موضوع: خواص و کاربردهای لعاب

مدرس: دانشکده آرایه‌های هنر

GLAZE

Properties & application & defects
(2th Edition)



by: M.Salarieh

خشك كردن و پختن سراميك ها

(عيوب و بهبود آنها)
(چاپ دوم)



نویسنده: دکتر م. ساریه
مدرس دانشکده آرایه‌های هنر

Drying & Firing of ceramics

(Defect and improvement)
(2th Edition)



نویسنده: دکتر م. ساریه
مدرس دانشکده آرایه‌های هنر



by: M.Salarieh

عنوان: خشك كردن و پختن سراميك ها (عيوب و بهبود آنها) (چاپ دوم)

موضوع: خواص و کاربردهای لعاب

مدرس: دانشکده آرایه‌های هنر

این تصویر یک مجموعه گرافیکی است که شامل یک نمودار آناتومیکی از دستگاه گوارش انسان و چهار تصویر دایره‌ای از غذاهای مختلف می‌باشد. نمودار در بالا قرار دارد و اجزای اصلی دستگاه گوارش را با برچسب‌های فارسی نشان می‌دهد: دهان (دهان)، گلو (گلو)، مری (مری)، معده (معده)، ریه (ریه)، کبد (کبد)، پانکراس (پانکراس)، لوز (لوز)، و روده بزرگ (روده بزرگ). در پایین نمودار، چهار تصویر دایره‌ای از غذاهای متنوع قرار دارد: برنج سفید، کباب، غذای سبزیجات، و سالاد. در پایین‌ترین قسمت تصویر، عبارت «تأسیسات بهداشتی» به خط فارسی درج شده است.

روشهای نوین آمانیز و شناخت مواد

محکمات و ملحوظات

[illegible]

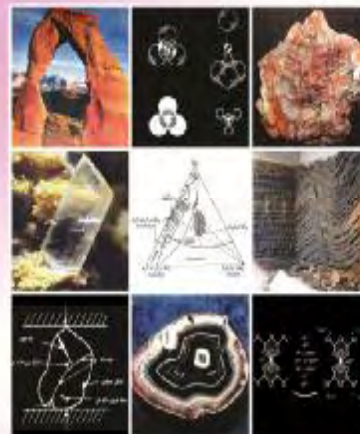
**New methods in analysis
and
Understanding of materials**

[illegible]

By: M. Satarich



فرآیند ساخت مراکز (I)
(مراود اولیه)



مؤلف: محمود صالح
 و استاد آزاد اسلامی واحد ساوه

Processing OF Ceramics

فرانک استیو، در حالی که به خاطر شایستگی و تجربه کافی در این زمینه، در میان تمام افراد این گروه به حساب می‌آید، در این کارزار با فردی که به نام «فرانک» دارد، روبرو می‌شود. فرانک یکی از اعضای اصلی گروه است که در این کارزار با فردی که به نام «فرانک» دارد، روبرو می‌شود. فرانک یکی از اعضای اصلی گروه است که در این کارزار با فردی که به نام «فرانک» دارد، روبرو می‌شود.



By: M. Salarich

فرمانده خست سر ایکیکا D

محلات: تھوڑے گاؤں۔

وہی کہیں کہیں

u کاشی های لعابدار، دارای انواع عیوب در سطح لعاب دار می باشند مانند پین هول؛ ترک شبکه ای؛ اختلاف در طیف رنگ؛ عدم شفافیت؛ سختی کم در سطح؛ پشت نمایی و

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

تعریف لعاب Glaze

لایه ای نازک (0,1 - 0,7 میلی متر) برای
پوشش سطوح

با هدف افزایش

استحکام، زیبایی، بهداشت و ...

نقش سه گانه اکسیدها در لعاب

1- شبکه ساز یا شیشه ساز (استخوان بندی لعاب - مانند SiO_2)

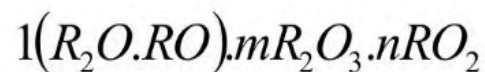
2- اصلاح کننده ی شبکه (کمک ذوب - اکسیدهای قلیایی و قلیایی خاکی)

3- کمک شبکه ساز (واسطه - مانند Al_2O_3)

مهمترین و رایج ترین گدازآورهای قلیایی

Li_2O , PbO , Na_2O , K_2O , BaO , CaO , SrO , MgO ,
 ZnO

۹ محاسبه مولکولی فرمول لعاب به روش زگر



- گروه اول:

شامل اکسیدهای قلیایی RO و R_2O کمک ذوب ($MgO, CaO, Na_2O, PbO, K_2O$ ، و غیره)

- گروه دوم:

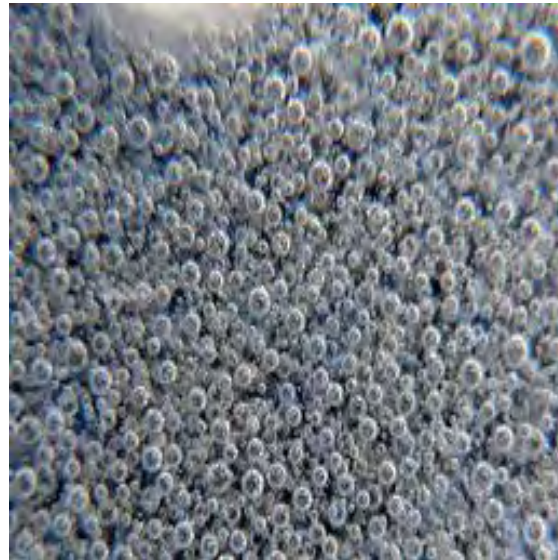
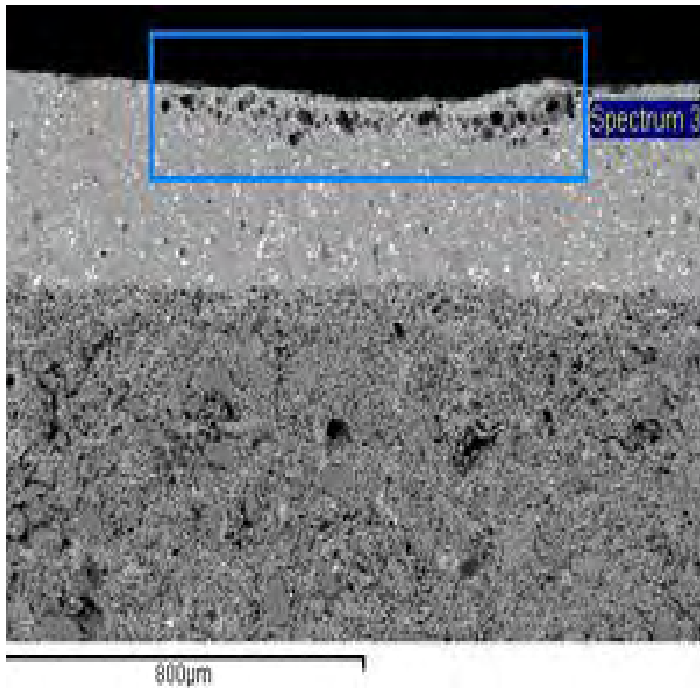
شامل اکسیدهای R_2O_3 اکسید شیشه ساز و هم بعنوان اکسید دگرگون ساز (Al_2O_3)

- دسته سوم:

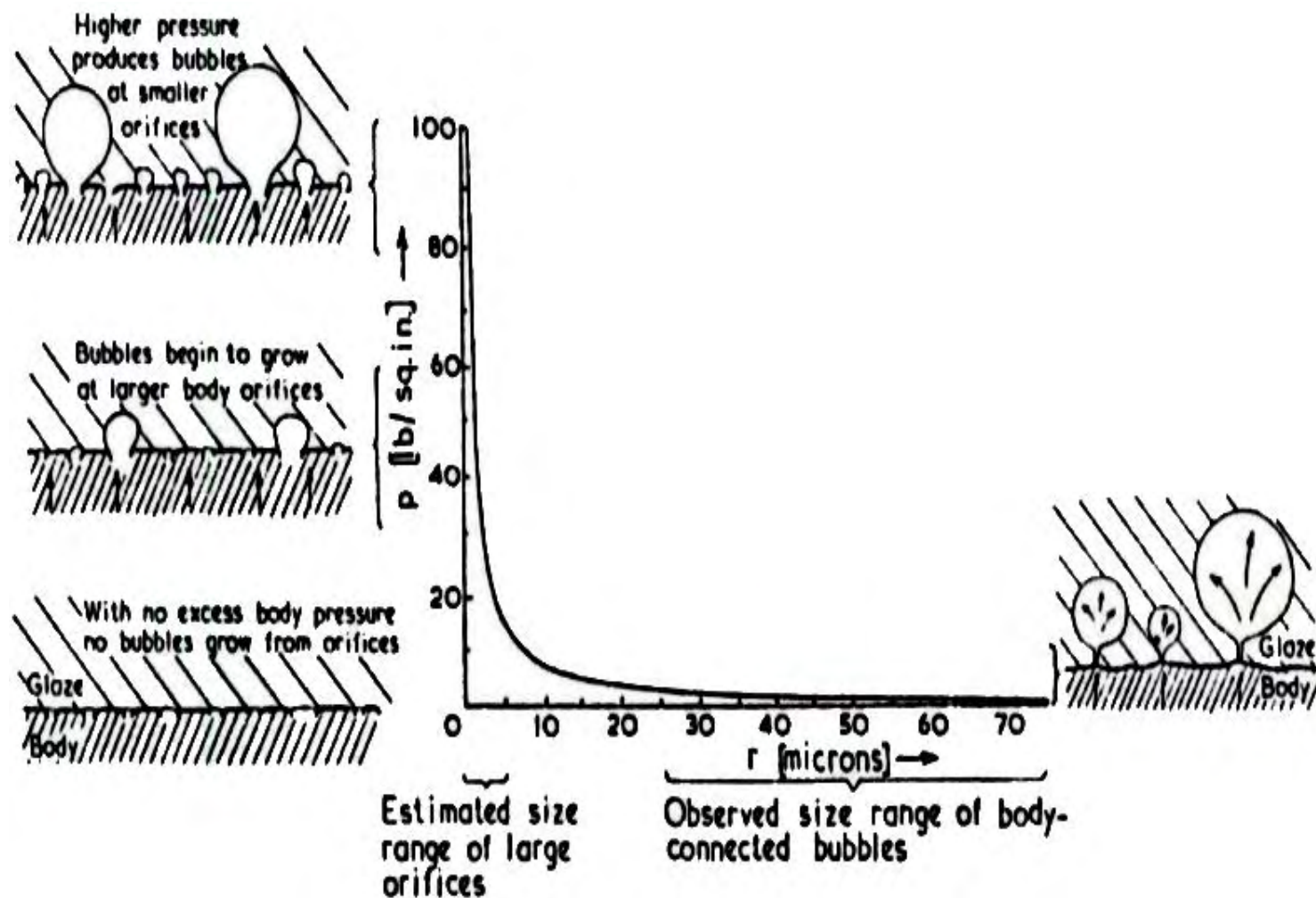
اکسیدهای RO_2 اکسید شیشه ساز (مهمترین آنها SiO_2)

پین هول در کاشی Pinhole

گازهایی که از داخل لعاب و انگوب یا از داخل بدنه شروع و به طرف بالا حرکت کرده و در سطح لعاب ظاهر می شوند.



اثر فشار حاصل از خروج گاز بر تعداد و سایز حباب



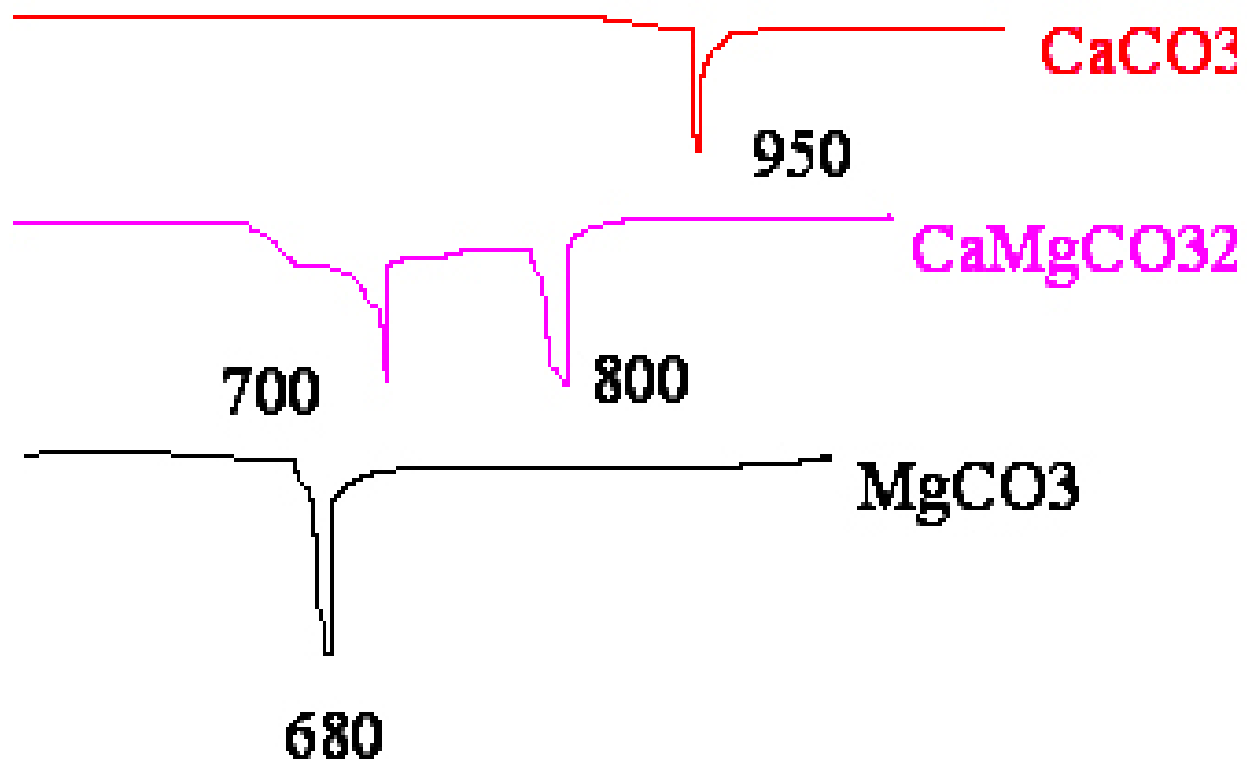
علل بوجود آمدن پین هول

- 1- خروج گاز از بدنه ، انگوب و یا لعاب (خام یا فریت) هنگام پخت u
- 2- انگوب نامناسب (ضخامت، ترکیب و واکنش با لعاب و بدنه) u
- 3- ضخامت بالای لعاب u
- 4- پخت سریع و منحنی حرارتی آن u
- 5- اتمسفر کوره و میزان مکش کوره و پدیده مغز سیاه u
- 6- پخت بیسکویت بدنه در دمای پائین تر از حد مناسب u
- 7- پخت لعاب در دمای پائین تر از حد لازم u
- 8- تبخیر لعاب به علت فریت ناقص یا بیش پخت شدن u
- 9- اعمال بیش از حد رنگ زیر لعابی و یا پخت در دمای خیلی بالا u
- 10- ویسکوزیته و کشش سطحی لعاب u
- 11- شروع زینتر سریع انگوب یا شروع ذوب لعاب u

راه حل برای کاهش عیب پین هول

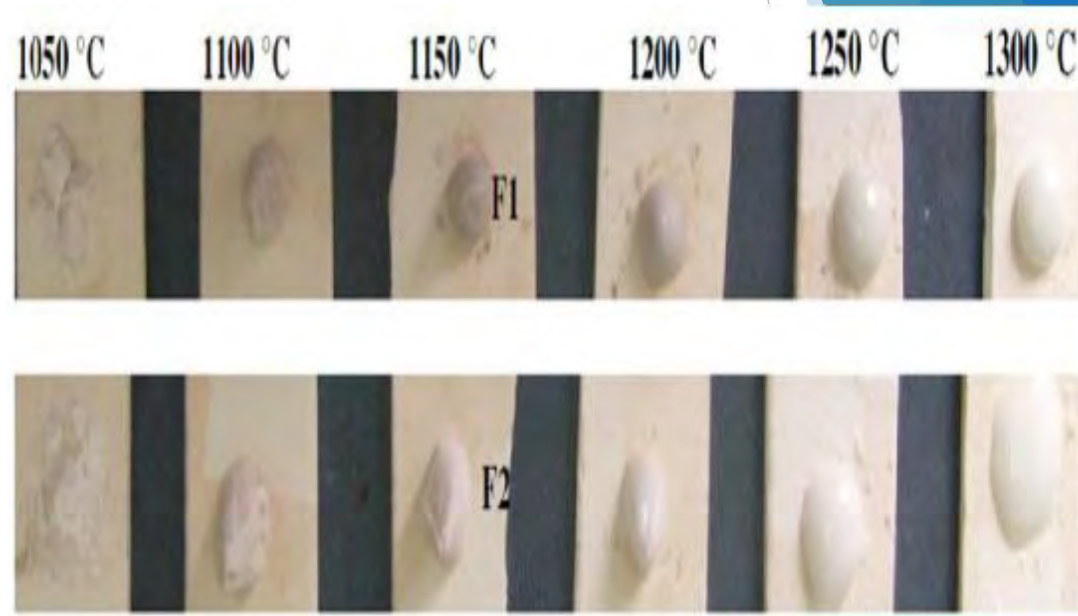
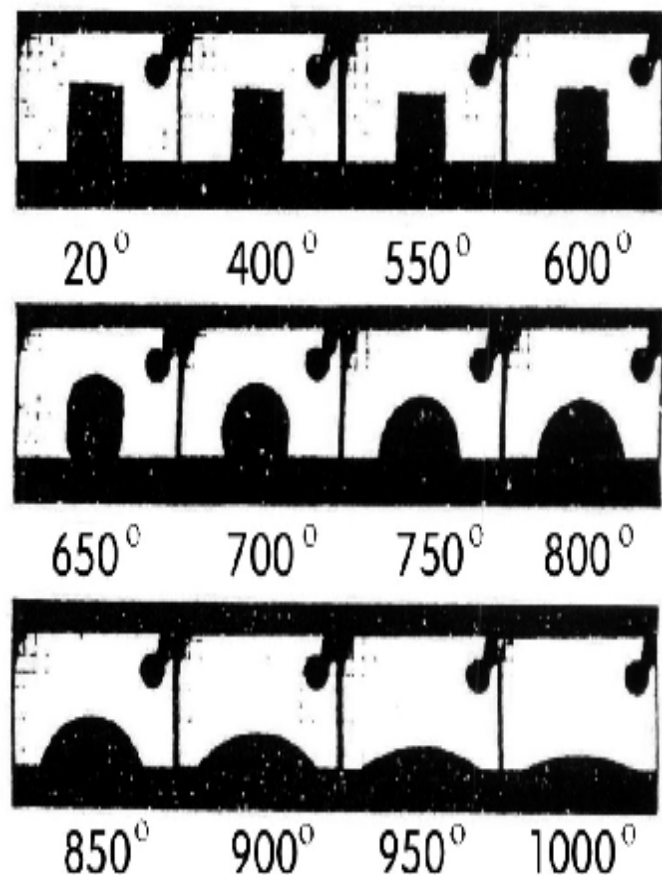
- 1- پخت بدنه بیسکویت تا دمای توصیه شده یعنی تلاش برای کاهش حداکثری مواد فرار با پخت بیسکویت در دمای بالاتر (منحنی DTA)
- 2- اصلاح فرمول بدنه با جایگزینی مواد اولیه با پرت حرارتی کمتر مانند بالکی دارای مواد آلی (*lignite*) کمتر
- 3- توزیع و پخش عامل تولیدکننده گاز خروجی از بدنه با سایش بیشتر و کاهش دانه بندی
- 4- هنگام پخت، در محدوده دمایی خروج گاز زمان بیشتری بدهید (دمای ناحیه پیش گرم را کمی افزایش دهید).
- 5- افزایش بیش از پیش مکش کوره تا محیط کوره کاملاً "اکسیدی شود و خارج کردن گاز ناشی از تجزیه از بدنه و یا لعاب

دمای تجزیه



6- استفاده از لعابی که شروع ذوب آن در دمای بالاتر ولی تکمیل ذوب در دمای پایین تر باشد

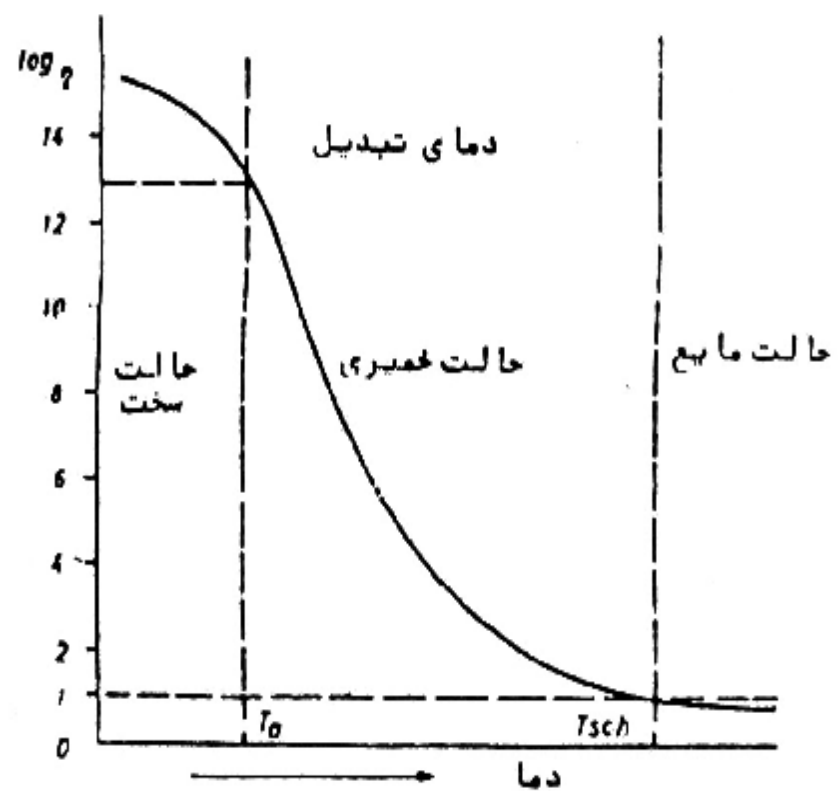
لعاب F2 در مقایسه با لعاب F1



7- تعیین دو نقطه مهم

الف - شروع نقطه ذوب فریت T_m

ب - نقطه ذوب کامل



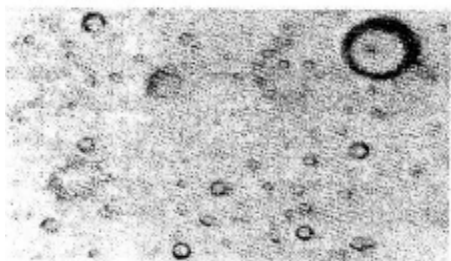
8- کاهش ویسکوزیته لعاب و افزایش شره لعاب و تسریع خروج گاز و توانایی ترمیم محل خروج گاز (با تغییر دما)



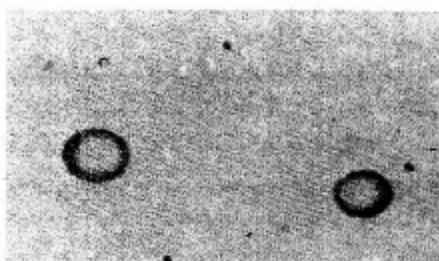
1070°C



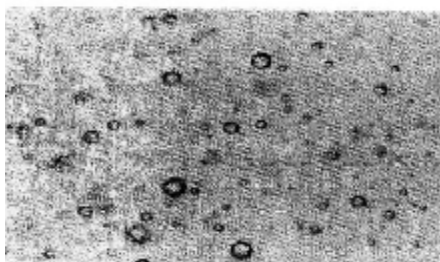
1230°C



1100°C



1260°C



1190°C

8- رابطه دما با ویسکوزیته و پین هول



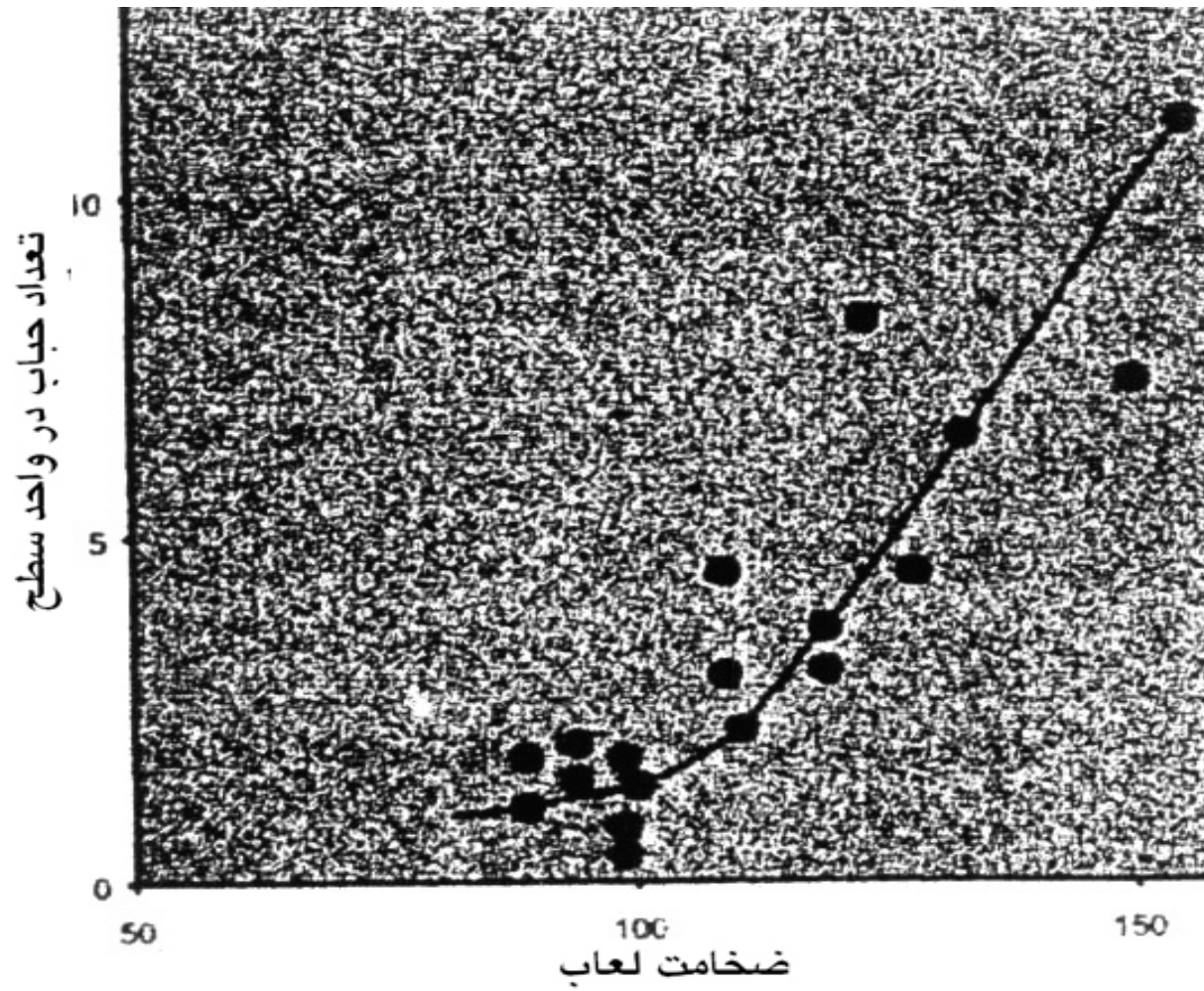
9- کاهش کشش سطحی لعاب با تغییر فریت یا مواداولیه
(مواداولیه شیشه ساز در مقابل کمک ذوب ها)



اثر اکسیدها بر ویسکوزیته و کشش سطحی

SURFACE TENSION	VISCOSITY
INCREASES SURFACE TENSION	INCREASES VISCOSITY
Alumina	Alumina
Magnesium	Zirconium
Zirconium	Tin
Calcium	Barium
Tin	Titanium
Zinc	
Strontium	SILICA
Barium	
SILICA	Magnesium
	Calcium
DECREASES SURFACE TENSION	Strontium
Titanium	Zinc
Boron	Boron
Lithium	Lead
Lead	Lithium
Sodium	Sodium
Potassium	Potassium
	DECREASES VISCOSITY

10- رابطه ضخامت لعاب با حباب



حوش و تاول در کاشی (Blistering)

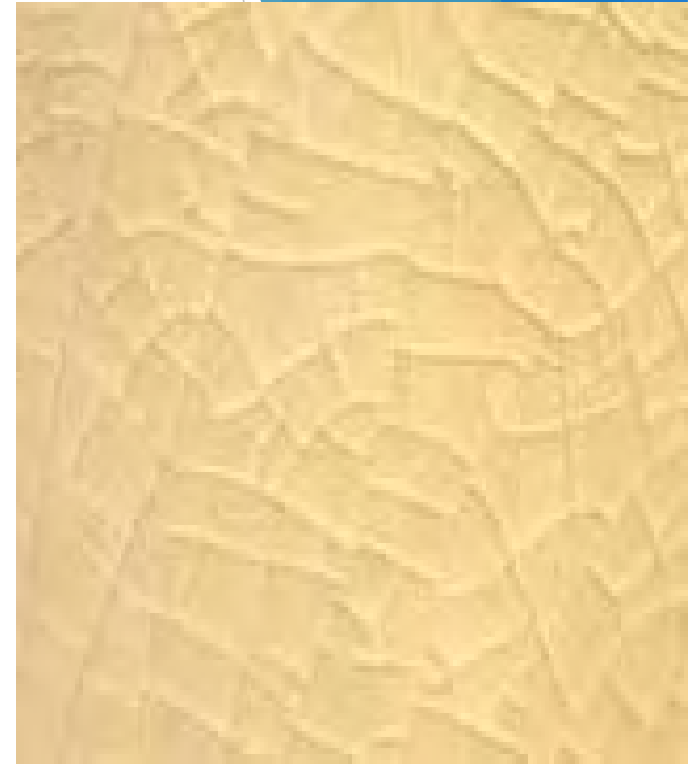
حباب های درشت در سطح که با درشت شدن در سطح ترکیده و اگر زمان پخت کافی نباشد، حالت آتشفشانی از خود بجای می گذارند و اگر ترمیم نشوند به همان حالت باقی می ماند. ابعاد 3-6 mm برای حباب های بزرگ و 1-3mm برای حباب های کوچک.



فاکتورهای مهم جوش و تاول در کاشی :

- 1- خروج گاز هنگام پخت، لذا ضخامت لعاب اگر زیاد باشد ، مشکل شدید می شود.
- 2- ویسکوزیته و کشش سطحی هر چه کمتر باشد بهتر است.
- 3- زمان پخت هر چه کامل تر باشد ، بهتر است.
- 4- کاهش مواد حباب زا در لعاب تا جایی که امکان دارد.
- 5- از افزودنی هایی که بخار آب و دی اکسید کربن کمتری تولید می کنند در بالمیل استفاده شود.
- 6- بدنه لعاب خورده برای رفتن به کوره باید کاملاً خشک باشد
- 7- کاهش ماکزیمم دمای پخت باعث می شود سولفات ها و یا موادی در بدنه که در دمای بالاتر تجزیه می شوند، تجزیه نشوند.
- 8- تنظیم برنامه پخت به نحوی که قبل از نرم شدن لعاب(600) اغلب واکنش ها انجام شوند.
- 9- از عوامل دیگر جوش در لعاب ، پخت سریع است که در این جا قبل از اینکه گاز های ناشی از بدنه بتوانند خارج شوند لعاب ذوب شده و از خروج گاز ها جلوگیری می نماید.
- 10- عدم تطابق دامنۀ حرارتی بدنه و لعاب

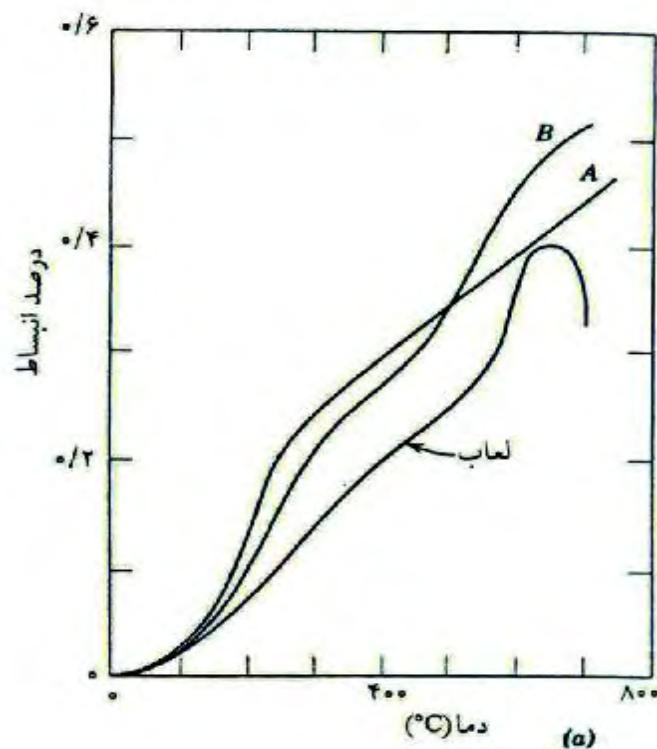
ترک شبکه ای یا شق لعاب *Crazing* در کاشی



عوامل ایجاد کننده عیب ترک شبکه (دیلاتومتری - جذب آب)

u عدم تطابق انبساط حرارتی بدنه ، انگوب و لعاب (تنش فشاری کم لعاب)

u ترک تاخیری ناشی از انبساط رطوبتی بدنه های دارای جذب آب بالا



ضریب انبساط حرارتی (لایه بافر)

$$\sigma_{glaze} = \frac{(\alpha_{body} - \alpha_{glaze}) \cdot \Delta T}{\frac{1 - \mu_{glaze}}{E_{glaze}} + \frac{1 - \mu_{body}}{E_{body}} \cdot \frac{d_{glaze}}{d_{body}}}$$

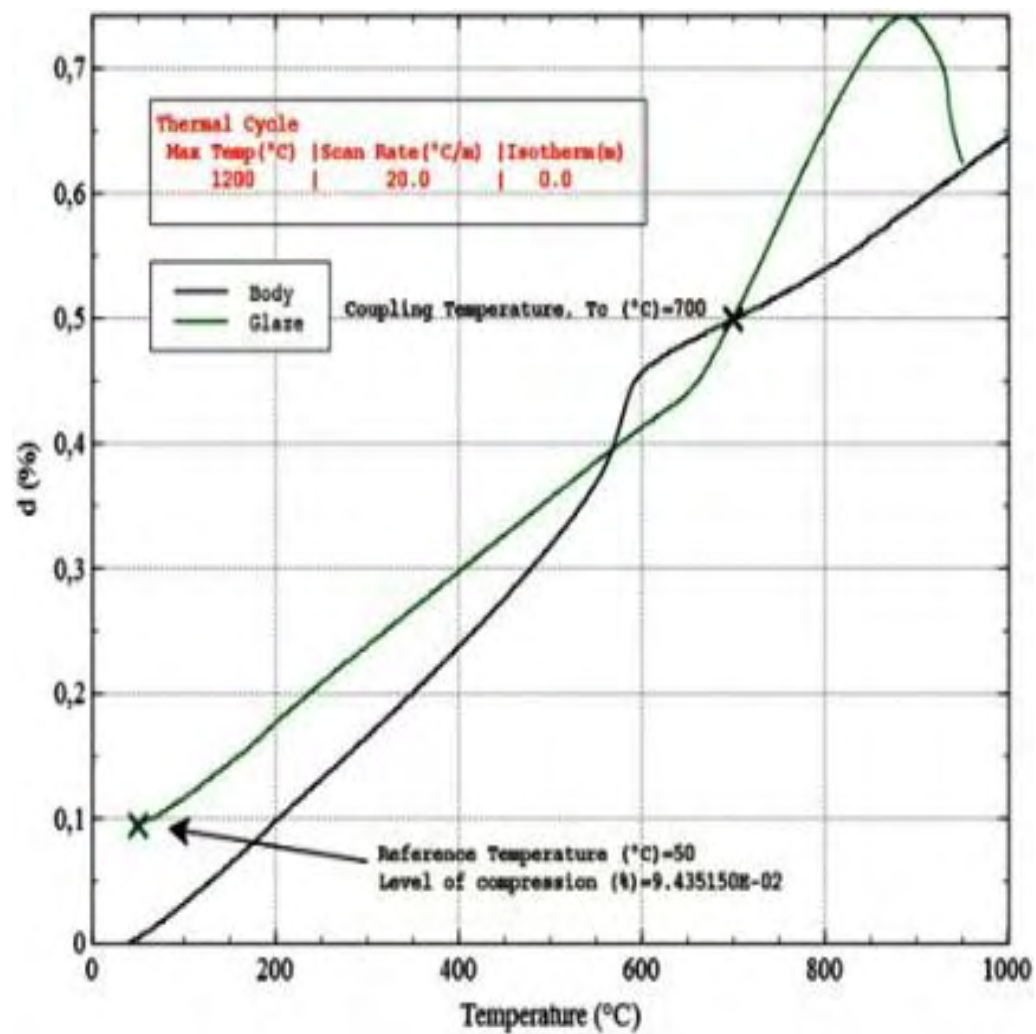
تنش = σ (Pa) u

مدول الاستیسیته = $E_{glaze}, E_{body} \cong 60 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$ u

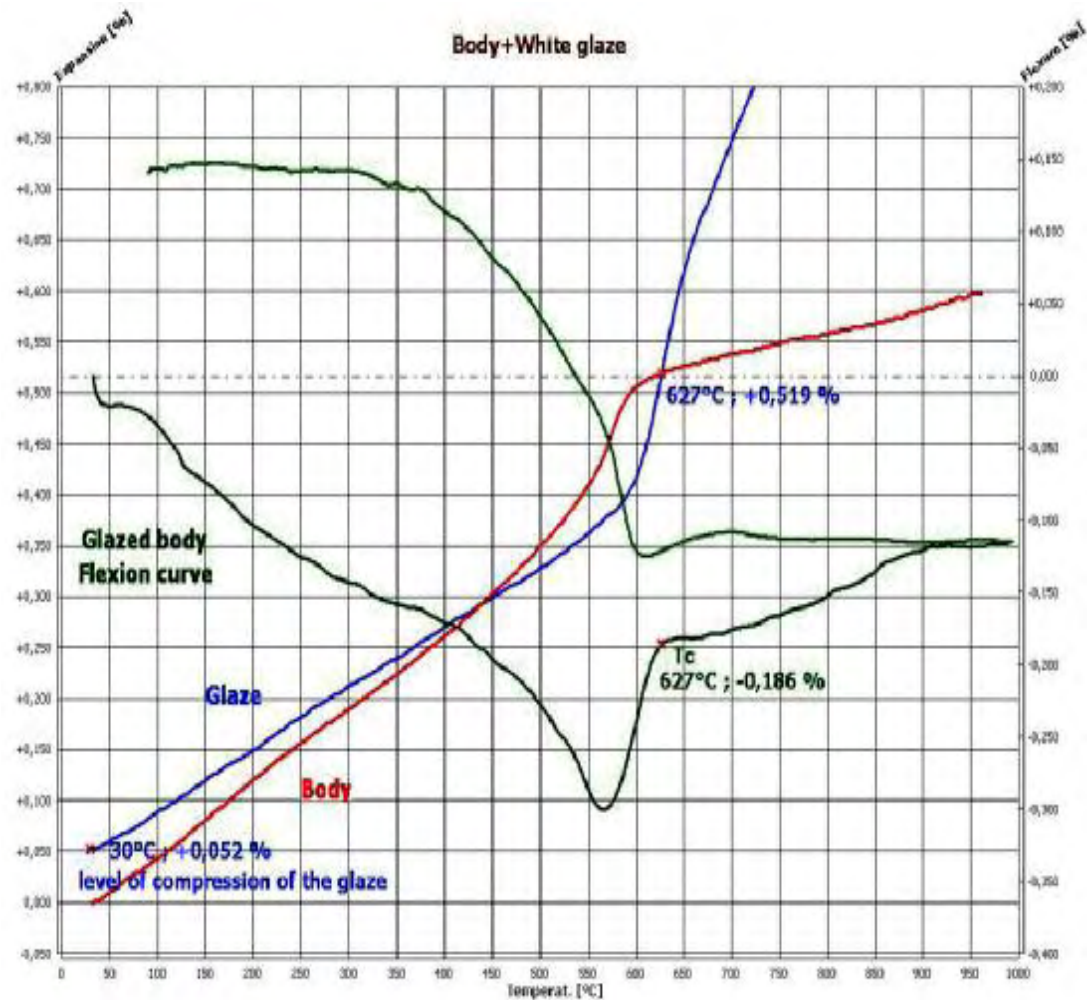
ضریب پواسان = $\mu \cong (0.20; \text{body and glaze})$ u

ضریب انبساط حرارتی = $\alpha \text{ (K}^{-1}\text{)}$ u

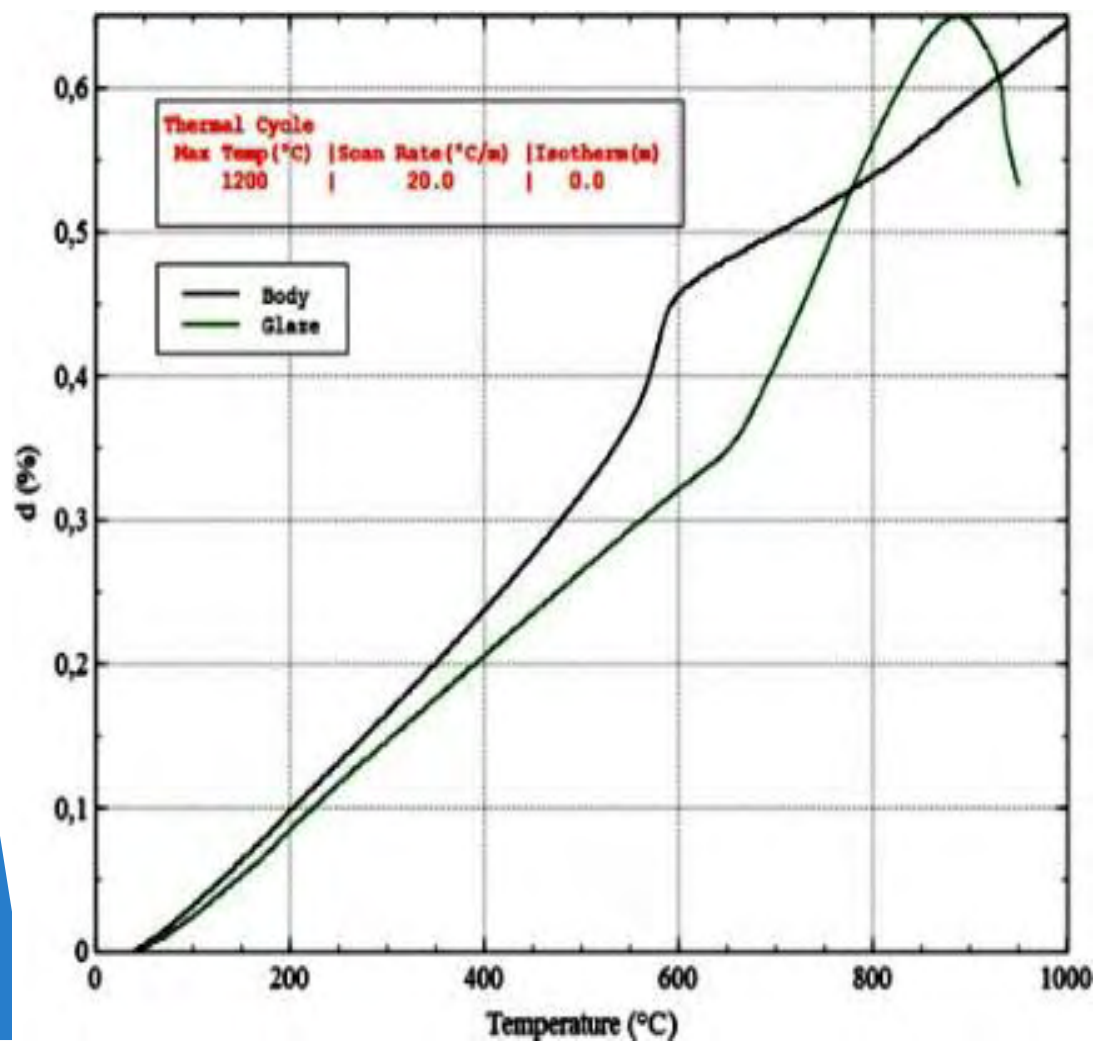
لعب تحت تنش کششی (تمایل به تقعر در کاشی)



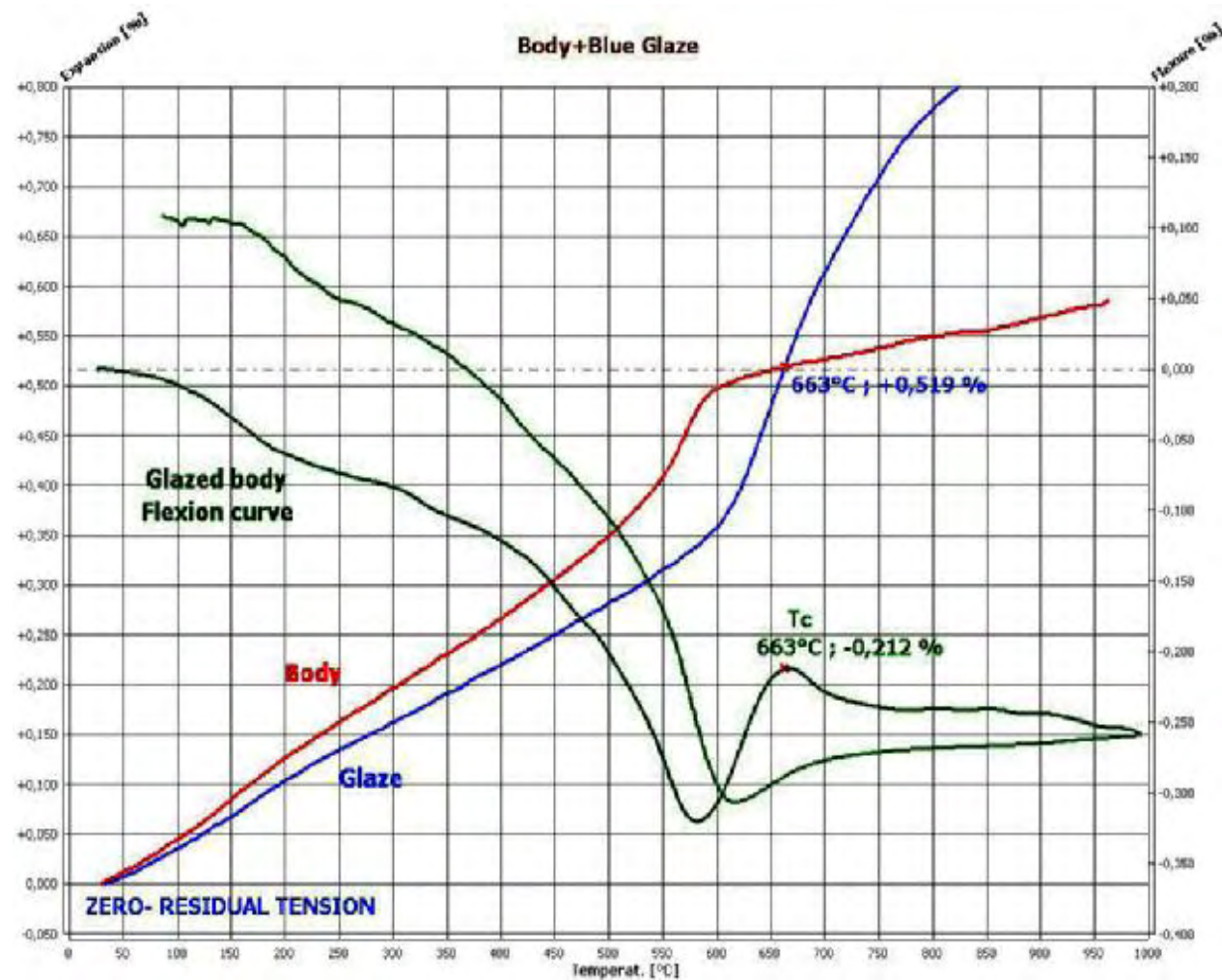
لعاب تحت تنش کششی (سرعت سرد کردن با توجه به دمای T_g لعاب)



تنش فشاری روی لعاب (تمایل به تحدب در کاشی)



لعب تحت تنش فشاری (سرعت سرد کردن با توجه به دمای T_g لعب)



*** تطابق ضریب انبساط حرارتی بین لعاب با بدنه

** اگر ضریب انبساط حرارتی بدنه ($20-540^{\circ}\text{C}$) در حدود $52 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ تا 72 باشد؛ و ضریب انبساط حرارتی لعاب بین $62 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ تا 82 باشد؛

یعنی آلفا لعاب حدود $10 \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ از ضریب انبساط حرارتی بدنه بزرگتر باشد؛

لعاب حتی هنگام خروج از کوره هم دچار ترک سطحی است.

دلایل ترک تاخیری در کاشی های با جذب آب بالا

- u در کاشی هایی که دارای جذب آب بالا باشند:
- u *** حال اگر ضریب انبساط حرارتی لعاب در حدود $(-10 \text{ to } 0) \times 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ نسبت به ضریب انبساط حرارتی بدنه های متخلخل کمتر باشد؛
- u لعاب پس از چند روز بعد از خروج از کوره کاشی (برحسب جذب آب بیشتر) دچار ترک سطحی می شود؛
- u زیرا لعاب ابتدا تحت تنش فشاری بسیار جزیی بوده ولی پس از چند روز به خاطر جذب رطوبت بدنه از محیط، تنش فشاری جزیی از بین رفته و تنش کششی روی لعاب بوجود آمده و به مرور بیشتر می شود.
- u تغییر طول رطوبتی در حدود $(0.1-0.05 \%) \times (100 \Delta l / l_0)$ افزایش می یابد؛ این اختلاف باعث ترک مویی (ترک شبکه ای) در سطح لعاب می شود

استاندارد تفاوت آلفا لعاب با بدنه

*** u مقدار تحمل تنش فشاری لعاب

*** u مقدار تحمل تنش فشاری لعاب در کاشی در حدود 15-20 Mpa بوده بطوری که این مقدار تنش 10-15 برابر بیش تر از تحمل تنش کششی برای لعاب در کاشی است.

u لذا در کاشی ارتن ور حداکثر حدود 0.04% + تفاوت تغییرات طول نسبی بدنه نسبت به لعاب یعنی + مناسب است.

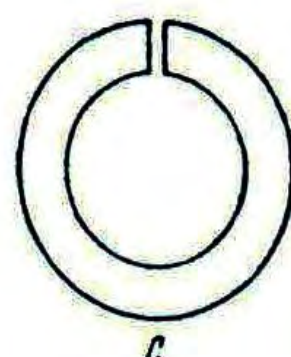
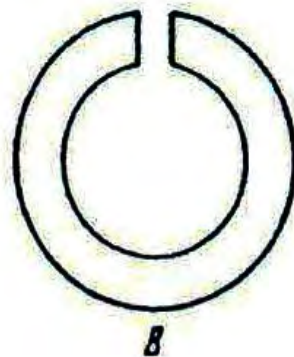
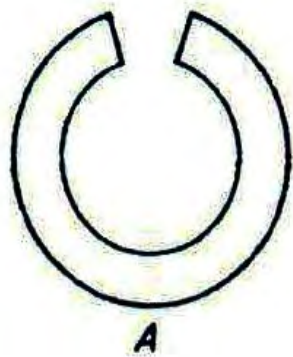
مقایسه ضریب انبساط حرارتی بین لعاب با بدنه

الف- با دستگاه دیلاتومتری

ب- با حلقه های سرامیکی با تعیین حدودی نوع تنش در لعاب

ب- تنش کششی

ج- تنش فشاری



انگوب

- انگوب دوغابی به منظور پوشاندن رنگ سطح بدنه و جلوگیری از واکنش های ناخواسته لعاب با بدنه
- زمان مناسب اعمال انگوب ، بدنه تا حدودی آب خود را از دست داده ولی هنوز به طور کامل خشک نشده باشد
- انقباض تر به خشک انگوب ها و نیز درجه حرارت پخت مشابه بدنه های اصلی باشد

دلایل استفاده از انگوب

- 1- جلوگیری از بروز عیوبی مثل سوزنی و جوش
- 2- جلوگیری از واکنش مزاحم لعاب با بدنه
- 3- افزایش چسبندگی خام لعاب به بدنه
- 4- تغییر و یا مخفی نمودن رنگ بدنه و ایجاد پوشش یکنواخت
- تر از بابت رنگ در زیر لعاب اعم از اپک یا ترانسپارنت
- 5- اصلاح کننده تاب حاصل از بر هم کنش لعاب و بدنه به ویژه در روش پخت سریع

مواد تشکیل دهنده انگوب

- مواد تشکیل دهنده انگوب: فریت، کائولن، زیرکن، سیلیس، آلومینا،

CMC و TSPP

- مواد تشکیل دهنده لعاب: فریت، دو نوع کائولن، CMC و تری پلی

فسفات سدیم

- جهت تعلیق در لعاب های اپک، 10% کائولن و لعاب های شفاف

فریتی، 5% کائولن

- فریت از لحاظ ضریب انبساط و کیفیت سطحی، جوش، حفره و شروع

ذوب

ویژگی های انگوب

u انگوب بطور قابل توجهی میزان انحنای کاشی را تحت تاثیر قرار می دهد،

u فقط کنترل ضریب انبساط حرارتی بدنه و لعاب برای مهار میزان تابیدگی در کاشی کافی نیست.

u ضخامت لایه آنگوب اعمال شده به طور قابل توجهی روی انحنای کاشی تاثیر می گذارد لذا می تواند در کنترل انحنای کاشی استفاده شود.

u از دیدگاه اقتصادی این روش همیشه امکان پذیر نیست، به طوری که مناسب ترین گزینه برای جلوگیری از تابیدگی در کاشی طراحی فرمول انگوب با ویژگی های مناسب تر است تا مانع از ظهور انحنای بزرگ در کاشی باشد.

u نتایج بررسی ها بیانگر این است که دیرگدازی و ضریب انبساط حرارتی انگوب؛ دو ویژگی پیشنهادی است که باید در نظر گرفته شود تا انحنای کاشی مناسب و کنترل شود.

Engobes	Engobe I	Engobe II	Engobe III
Characteristics			
Linear shrinkage (%)	3.70	1.86	0.64
Coeff. of Thermal Exp.: α 60–325°C (°C ⁻¹)	88.7×10^{-7}	90.6×10^{-7}	86.8×10^{-7}

