بهینه‌سازی شفافیت در چینی مظروف با استفاده از فلدسپار

علی آراسته نوده
دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان
پست الکترونیکی: aliarastehnodeh@yahoo.com

چکیده

چینی بدنه‌ای است متراکم سفید و شفاف که نتیجه ترکیب ۳ ماده اصلی سیلیس، فلدسپار و کائولن می باشد که هرکدام نقش تعیین کننده‌ای در ۳ خصوصیت اصلی آن یعنی استحکام مکانیکی، شفافیت و سفیدی دارد. شفافیت خاصیتی است که بر عبور نور از درون بدنه چینی دلالت دارد و اصلی ترین عامل رسیدن به آن داشتن فاز آمرف بدون بلور و تخلخل با ضریب شکست نور متفاوت است. در طراحی یک فرمول مناسب ترکیب مواد باید طوری انتخاب شود که علاوه بر این ۳ خاصیت اصلی شرایط لازم از جمله استحکام خام، بیسکوییت و پخت، انقباض و مقابله باافتادگی را در طی مراحل تولید دارا باشد. در این مقاله به جهت چاره‌اندیشی برای رسیدن به بالاترین شفافیت ممکن قابل تولید با ثابت نگه داشتن میزان رس در ۶۵ درصد و با تغییر میزان سیلیس و فلدسپار با استفاده از خاک رس شسته شده مرند، سیلیس ملایر و فلدسپار همدان ترکیبات متفاوت تهیه و خواص اشاره شده با استفاده از آزمایشات فیزیکی، تصاویر اسکن شده و آنالیز با اشعه X مورد بررسی قرار می‌گیرد تا شفافیت لازم حاصل گردد. نتایج نشان می دهد که در نسبت ۲۰ درصد سیلیس و ۱۵ درصد فلدسپار می توان با ایجاد یک فاز آمرف کامل با میزان تخلخل و فاز بلورین کریستوبالیت کمینه با بیشترین میزان عبور نور در کنار ویسکوزیته فاز مذاب مناسب همراه با داشتن خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب رسید.

واژگان کلیدی: چینی مظروف - فلدسپار - شفافیت - ترانسلوسنسی

۱ـ مقدمه:

چینی بدنه‌ای است متراکم و سفید و شفاف با قابلیت عبور نور که استحکام، مقاومت در برابر تغییرات ناگهانی دما و مقاومت در برابر ضربه از نیازهای تلویحی آن به شمار می‌آید. برای حفظ اصول بهداشتی باید تخلخل و جذب آبی در حدود صفر داشته و به سبب زیبایی باید ترانسلونس بوده و قابلیت عبور نور داشته باشد. کاربرد کاملاً شناخته شده بدنه چینی برای ظروف هنری، مظروف رومیزی، چینی هتلی و... می‌باشد.

یک بدنه چینی شامل ترکیبی از فلدسپار - سیلیس - وکائولن است که نیازهای متفاوت، بدنه‌هایی با ترکیبات متفاوت به وجود می‌آورد. همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده بدنه‌های چینی سخت[1] بدنه‌هایی غنی از کائولن بوده و دمای پخت نسبتاً بالایی دارند، این امر سبب تشکیل فازهایی نظیر مولایت $3Al_2O_3.2SiO_2$ می‌گردد که به آن مقاومت در برابر شوک پذیری و استحکام می‌دهد. بر عکس در بدنه‌های چینی نرم[2] به دلیل حضور فلدسپار و در نهایت فاز آمرف بیشتر، ترانسلوسنسی افزایش یافته ولی استحکام بعد از پخت و شوک‌پذیری آن‌ها کاهش می‌یابد. در این میان چینی مظروف جزء بدنه‌های نیمه شفاف است .[۱]

تعریف ساده شفافیت نسبت شدت نور عبور کرده از بدنه به نور وارد شده به آن است. بدنه‌های چینی پخته شده شامل فاز شیشه به همراه بلور در یک شبکه از خلل و فرج می‌باشد. نور از میان تعداد زیادی از مسیرهای کوتاه عبور می‌کند (فاز بلوری از فاز شیشه در بازتاب نور وهمچنین در میزان جذب نور متفاوت است) جذب کمتر نور باعث می‌شود که بدنه شفافیت بیشتری داشته باشد .[۲]

1-Hard Porcelain

2-Soft Porcelain

رس‌ها با اندازه ذره ریز، پلاستیسیته را برای شکل دادن آسان فراهم می‌آورند، استحکام خام‌کافی برای بدنه ایجاد می‌کنند تا جابه‌جایی ایمن بین فرآیند شکل دادن و پخت فراهم آید. تولید یک چینی با کیفیت مطلوب به وسیله استفاده از فلدسپار پتاسیک - سیلیس و آلومینا امکان‌پذیر است. استفاده از مواد اینچنین غیر پلاستیک باعث تولید یک بدنه باکیفیت با استحکام و سفیدی بالا می‌شود. به عبارت دیگر از نظر آنالیز شیمیایی هیچ نیازی به مواد رسی برای رسیدن به یک بدنه باکیفیت نمی‌باشد. ولی خاصیت بی‌نظیر پلاستیسته رس‌ها عامل استفاده از آن‌ها است به طوری‌که خداوند نیز بر اساس همین خاصیت حضرت آدم را از توده‌ای از خاک آفرید. این خاصیت است‌که باعث شکل‌پذیری قطعات می‌شود و ما مجبور به استفاده از آن‌ها با همه ناخالصی‌هایی که وارد می‌کند هستیم.[۳]

فلدسپارها، گداز آوری را برای کمک به تشکیل مایع ویسکوز در دمای پخت ایجاد می‌کنند که مسؤول استحکام محصول پخته شده است. فلدسپار به صورت طبیعی در شکل‌های متعددی در طبیعت مشاهده می‌شود. انواع اصلی آن عبارتند از: ارتوکلاز، آلبیت که سیلیکات‌های آلومینیومی از پتاسیم و سدیم هستند. برای مثال ارتوکلاز دارای فرمول تجربی $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ می‌باشد که معمولاً به طور خالص مشاهده نمی‌شود.

سیلیس، به عنوان پرکننده، تشکیل یک مایع ویسکوز در دمای پخت بدنه را می‌دهد و انبساط حرارتی بدنه پخته شده را نیزکنترل می‌کند[۴]. در طبیعت سیلیس به ۳ شکل کریستالی کوارتز، کریستوبالیت، تریدیمیت یافت می‌شود که هر سه دارای فرمول شیمیایی یکسان SiO_2 می‌باشند. چگونگی ترکیب اتم‌های اکسیژن و سیلیس در ساختمان آن‌ها متفاوت است. تریدیمیت و کریستوبالیت دارای تعداد اتم کمتری در یک فضای بسته محصور شده اند و به همین دلیل دانسیته کمتری از خود نشان

۱- استون ویر[1] ۲- چینی سخت ۳- چینی نرم ۴ - چینی دندان

شکل۱- ترکیب انواع مختلف چینی

می‌دهند. کریستوبالیت و تریدیمیت شکل‌های سیلیس در دماهای بالا می‌باشند ولی کوارتز شکل پایدار سیلیس در دمای ۸۷۰ درجه سانتیگراد است. این ماده در دمای ۱۷۱۰ درجه سانتیگراد ذوب شده و از حالت بلورین خارج می‌شود اما به علت حضور فلاکس‌ها (نظیر فلدسپار) سیلیس در دمای خیلی پایین‌تر از دمای معمولی ذوب می‌شوند و تشکیل فاز غیر بلورین می‌دهد .[۵]

۲- مراحل انجام آزمایش:

با بررسی‌های صورت‌گرفته برروی مواد اولیه ایرانی برای حذف عوامل مخرب ترانسلوسنسی و رسیدن به بهترین ترکیب مواد اولیه، ۳ ماده اولیه رس، فلدسپار و سیلیس باآنالیز شیمیایی ذکر شده در جدول ۱ به نحوی انتخاب شده اندکه حداقل مواد زاید در ایجاد ترانسلوسنسی در مواد اولیه موجود باشند.

جهت بررسی تأثیر میزان فلدسپار بر خصوصیات چینی به ویژه شفافیت و گذردهی نور (ترانسلوسنسی) با ثابت گرفتن میزان رس، سیلیس و فلدسپار را با درصدهای مختلف مطابق با جدول ۲ با یکدیگر مخلوط و در جار میل‌های گلوله‌ای (شکل ۲) آسیاب شده و مقداری از دوغاب حاصل برروی لوح‌های گچی به گل با ففرکورن ۱۶ تبدیل و گل حاصل در اکسترو در به صورت میله‌های با مقطع مستطیل شکل در ابعاد ۱cm × ۲cm اکسترود شده و سپس در خشک‌کن خشک می‌گردند. مابقی دوغاب در قالب‌های گچی به صورت فنجان‌های کوچک با ضخامت‌های یکسان ریخته شده در خشک کن با دمای $100\pm10^{\circ}C$ خشک می‌شوند. فنجان خشک شده درکوره با دمای ماکزیمم $1000^{\circ}C$ به مدت ۲۰ساعت پخت و سپس به صورت غوطه‌وری لعاب می‌خورند و درکوره‌های لعاب با سیکل سرد به سرد ۴.۵ ساعت و دمای ماکزیمم $1365\pm5^{\circ}C$ مطابق منحنی شکل ۲ پخت می‌شوند. میله‌ها بر روی آجرهای تهیه شده به شکل ۱۵ قرارگرفته و درکوره لعاب قرار می‌گیرند تا میزان افتادگی به عنوان میزان تمایل به دفرمگی آن مشخص گردد. مقداری از گل نیز به صورت میله‌های با مقطع در ابعاد ۱cm × ۰/۵cm × ۱۰cm اکسترود شده و سپس با استفاده از کولیس علامت‌هایی به اندازه ۵cm بر روی آن‌ها گذاشته می‌شود و جهت اندازه‌گیری انقباض و انبساط در داخل خشک‌کن وکوره بیسکوییت وکوره لعاب قرار می‌گیرند. برای اندازه‌گیری انقباض با استفاده ازکولیس فواصل اندازه‌گیری شده در هر مرحله اندازه‌گیری و با رابطه ۵/ (فاصله جدید -۵)×۱۰۰ میزان انقباض آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برای اندازه‌گیری استحکام از استحکام سنج ۳ تکیه‌گاهی استفاده می‌شود و قطعات حاصل از این آزمون وزن شده و در آب به مدت یک ساعت جوشانده تا میزان جذب آب آن‌ها اندازه‌گیری شود.

فازهای کریستالی بدنه پخت شده به وسیله دیفراکسیون اشعه x(XRD) اندازه‌گیری می‌گردد. برای اندازه‌گیری شفافیت،سفیدی وگذر نور نمونه‌ها پس از پولیش توسط دستگاه رنگ سنج و عبور نور اندازه‌گیری

1-Ston Ware

جدول۱ - آنالیز شیمیایی مواد اولیه مورد استفاده در آزمایشات برحسب درصد

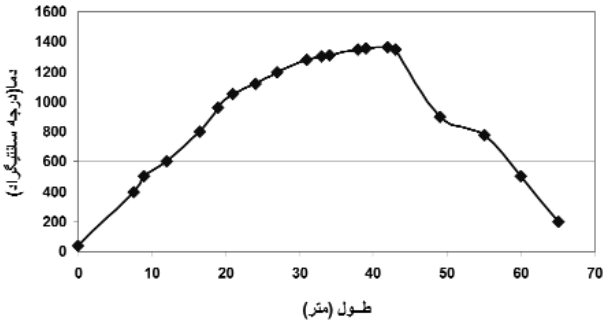
ردیف	نام ماده	سیلیس ملایر	فلدسپار همدان	کائولن سوپر
۱	SiO2	۹۹/۶۶	۶۶/۰۹	۶۲/۴
۲	Al2O3	۰/۱۲	۱۸/۳	۲۵/۹۴
۳	K2O	۰	۱۲/۰۴	۰/۱۴
۴	Na2O	۰/۰۲	۲/۸۲	۰/۱۲
۵	CaO	۰	۰/۲۹	۰/۷۸
۶	MgO	۰	۰/۱۳	۰/۲۲
۷	TiO2	۰	۰/۰۱	۰/۰۲
۸	Fe2O3	۰	۰/۰۴	۰/۴۱
۹	L.O.I	۰/۱۴	۰/۲۶	۹/۹۱

جدول ۲: ترکیبات مورد استفاده در آزمایش (درصد)

	کائولن رشته‌ای سوپر	فلدسپار همدان	سیلیس ملایر
A	۶۵	۵	۳۰
B	۶۵	۱۰	۲۵
C	۶۵	۱۵	۲۰
D	۶۵	۲۰	۱۵
E	۶۵	۲۵	۱۰

شکل۲ - نمونه جارمیل مورد استفاده جهت آسیاب مواد

می‌گردد. ساختار میکروسکوپی نمونه‌ها به وسیله دستگاه میکروسکوپ الکترونی اسکن شده است.



شکل ۳ منحنی پخت کوره مورد استفاده

۳- بررسی نتایج آزمایشات و بحث:

۳-۱ - آنالیز شیمیایی بدنه:

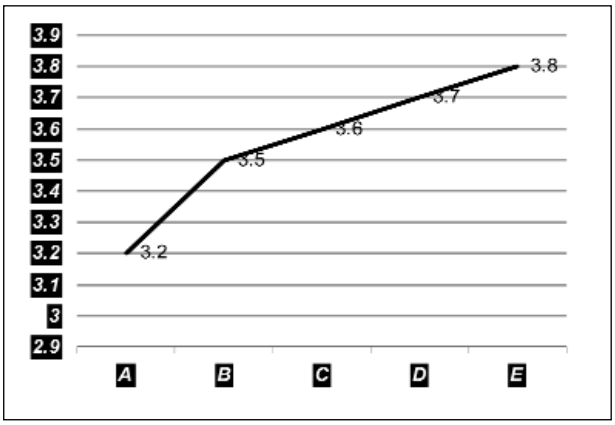
آنالیز شیمیایی ترکیبات بر اساس محاسبات انجام شده به شرح جدول ۳ می‌باشد. در تمام ترکیبات میزان اکسید آهن و اکسید تیتانیم، منیزیم و کلسیم در حداقل ممکن و باکمترین تغییرات به دست آمده است وغالب تغییرات در میزان قلیایی K_2O و Na_2O، سیلیس واکسید آلومینیوم مشاهده می‌شود. به این صورت‌که به ترتیب میزان سیلیس کم شده و میزان اکسید آلومینیوم، K_2O,Na_2O افزایش می‌یابد. افزایش اکسید آلومینیوم مربوط به وجود این اکسید در فلدسپار می‌باشد. جهت مقایسه آنالیز شیمیایی با بدنه‌های حال حاضر، آنالیز این بدنه نیز آمده است.

۳-۲ - انقباض خشک:

شکل ۴، میزان انقباض خشک در بدنه‌ها را نشان می‌دهد. به دلیل ماهیت یکسان سیلیس و فلدسپار در حالت خام، انقباض در یک رنج یکنواختی می‌باشد. این مقدارکم انقباض مقاومت بیشتری برای ترک خوردن از خود نشان می‌دهد و میزان انقباض آن‌ها در مقابل بدنه‌های با فرمولاسیون عرفی (با انقباض خام ۵/۱)کمتر است.

جدول ۳ - آنالیز شیمیایی ترکیبات مختلف

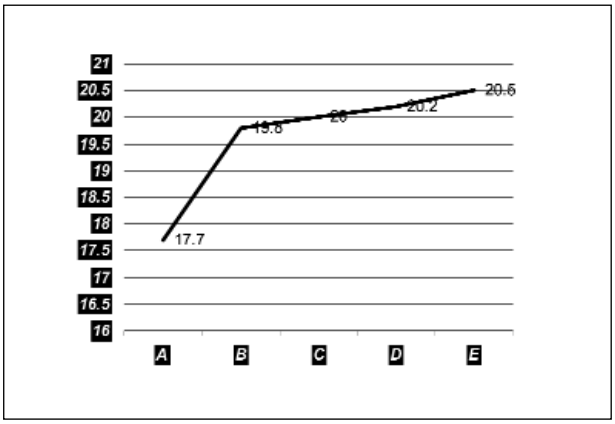
	A	B	C	D	E	عرف
SiO2	۷۳/۷۶	۷۲/۱	۷۰/۴	۶۸/۷۲	۶۷	۶۳/۵
Al2O3	۱۷/۸۱	۱۸/۷	۱۹/۶۳	۲۰/۵۴	۲۱/۴۵	۲۴/۶
K2O	۰/۶۹	۱/۳	۱/۹	۲/۵	۳/۱	۱/۳۶
Na2O	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۵	۰/۶۵	۰/۷۹	۰/۴۱
CaO	۰/۵۲	۰/۵۴	۰/۵۵	۰/۵۶	۰/۵۸	۱/۰۷
MgO	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۳۱
Fe2O3	۰/۲۶۸	۰/۲۷۰	۰/۲۷۲	۰/۲۷۴	۰/۲۷۶	۰/۴۲
TiO2	۰/۰۱۳	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۴
LOI	۶/۴۹	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۵۱	۸/۲۱



شکل۴ - میزان انقباض خشک بدنه‌ها برحسب درصد

۳-۳ - استحکام خام:

شکل ۵ استحکام خام ترکیبات را نشان می‌دهد، استحکام خام بدنه‌ها نیز در مقابل بدنه عرفی با استحکام ۲۵/۵کیلوگرم بر سانتیمتر مربع به دلیل حضور سیلیس و فلدسپار کمتر است و این کاهش استحکام مشکلاتی را در شکل‌دهی ایجاد می‌نماید که شاید بهترین روش شکل‌دهی آن استفاده از پرس پودری است که برای کاهش میزان استحکام می‌توان از بایندرهای سری PVA استفاده نمود.



شکل ۵: استحکام خام بدنه‌ها برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

۳-۴- مطالعه با اشعه x و اسکن الکترونی:

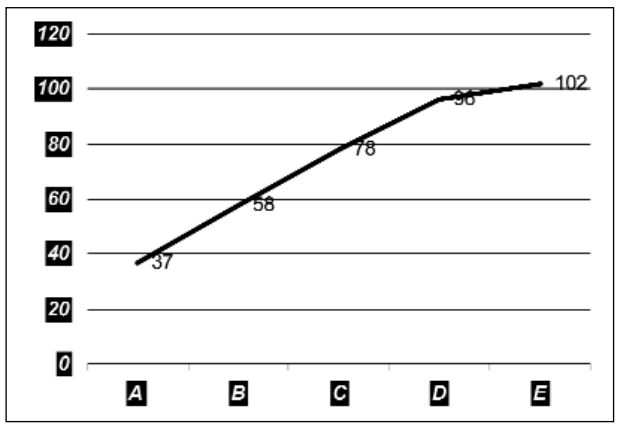
اندازه‌گیری اشعه X برای تشخیص فازهای کریستالی بدنه پخته شده به ویژه مقدار کریستو بالیت شکل گرفته انجام می‌گردد. کریستوبالیت عامل ایجاد تنش و ترک‌های ریز و کاهش شفافیت بدنه است [۶]. بیشترین پیک‌های کریستوبالیت شناسایی شده در بدنه با سیلیس بالا و فلدسپار کم (بدنه A) بوده و ضعیف‌ترین پیک‌ها در بدنه E مشاهده می‌شود. و برعکس بالاترین میزان فاز مولایت در بدنه E وکمترین آن در بدنه A مشاهده می‌گردد. ذرات مولایت، کریستوبالیت یاکوارتز در SEM بدنه‌ها نیز مشاهده می‌شوند (اشکال شماره ۷ الی ۱۴). آنچه مشخص است یکنواختی فازی وکاهش تفرق نور با حذف بلورهای مولایت در بدنه c مشاهده می‌شود. همچنین حذف تخلخل به عنوان اصلی‌ترین عامل کاهش ترانسلوسنسی قابل رویت است .[۶]

جدول ۴ - نتایج حاصل ازآزمایشات شناخت فازها با اشعه X

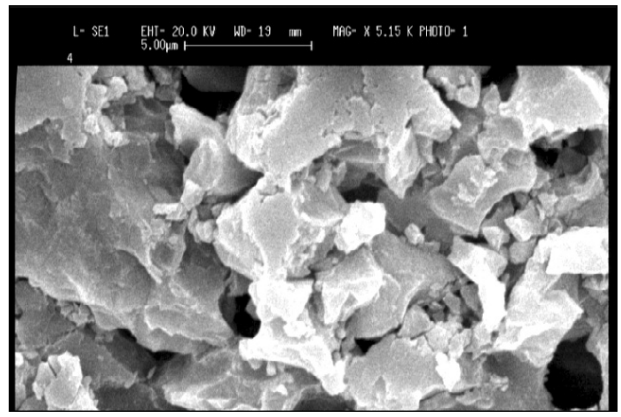
نام بدنه	میزان سیلیس	میزان فلدسپار	شدت پیک فاز مولایت	شدت پیک کریستوبالیت
A	۳۰	۵	۰	۷۵
B	۲۵	۱۰	۱	۱۲
C	۲۰	۱۵	۱/۳۳	۸
D	۱۵	۲۰	۲/۵	۷/۵
E	۱۰	۲۵	۵	۵/۲۵

۳-۵- استحکام خمشی بیسکوییت:

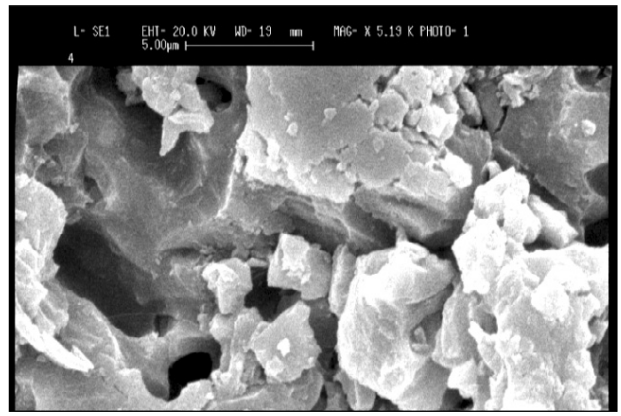
در شکل ۶ استحکام خمشی بدنه‌ها با هم مقایسه شده است. این استحکام پارامتر اصلی درکنترل ضایعات حین حمل و نقل و ذخیره سازی است. بدنه‌های با سیلیس کم و فلدسپار بالا به دلیل شروع انجام واکنش‌های شیمیایی از استحکام بیسکوییت بالاتری برخوردار هستند. بدنه‌های عرفی در استحکام میانه ۶۶کیلوگرم بر سانتیمتر مربع قرار دارند. رشد استحکام بیسکوییت در حد ۳ برابر در بدنه E نسبت به بدنه A قابل تأمل است.

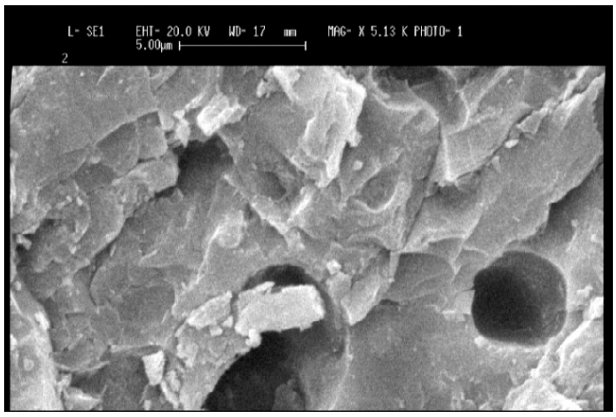


شکل ۶ - استحکام بیسکوییت بدنه‌ها برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

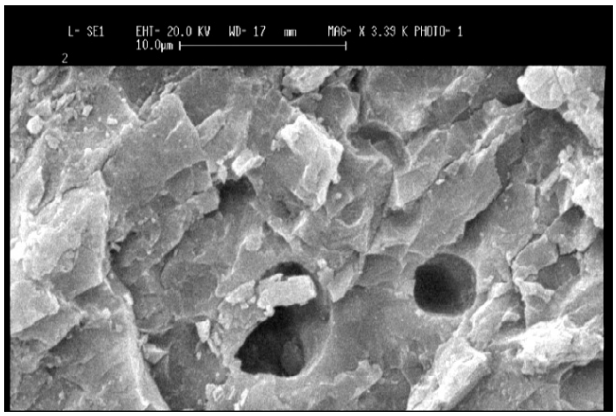


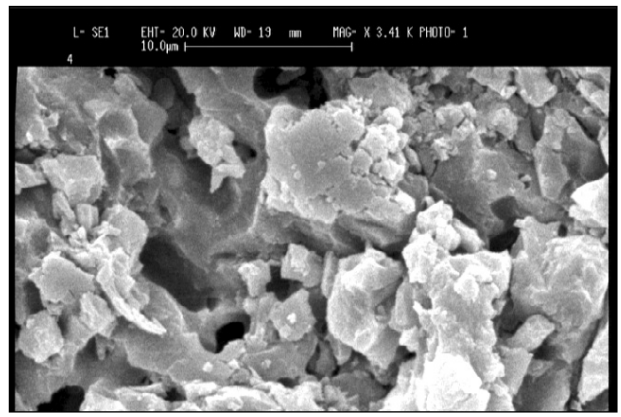
شکل۷- بررسی ساختار داخلی بدنه A با بزرگنمایی بالا



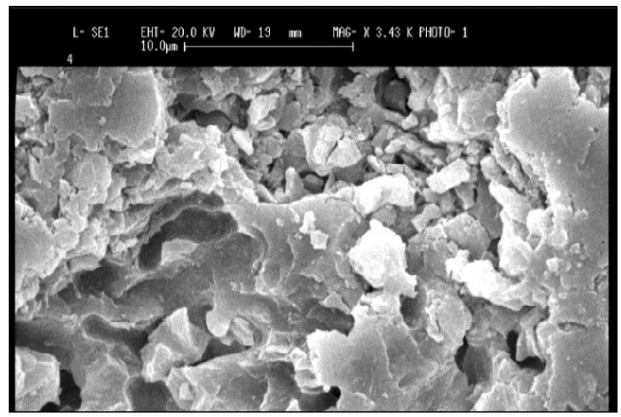


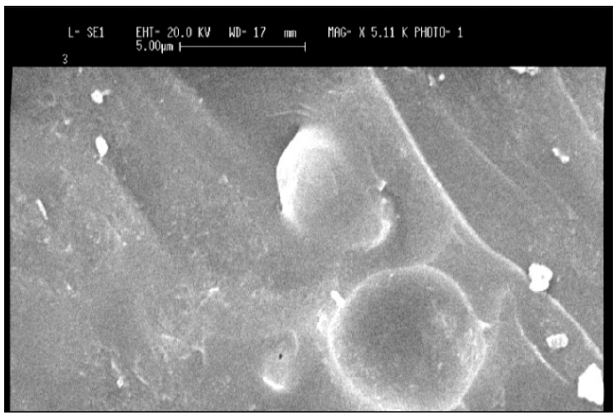
شکل۹- بررسی ساختار داخلی بدنه B با دو بزرگنمایی

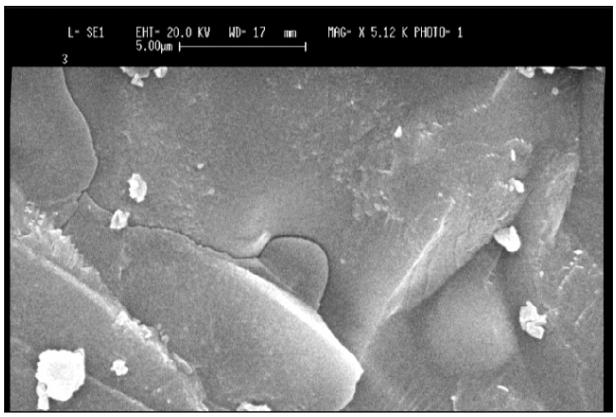




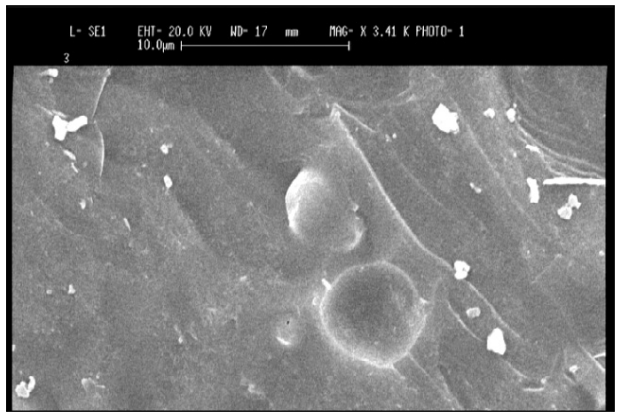
شکل۸- بررسی ساختار داخلی بدنه A با بزرگنمایی کم

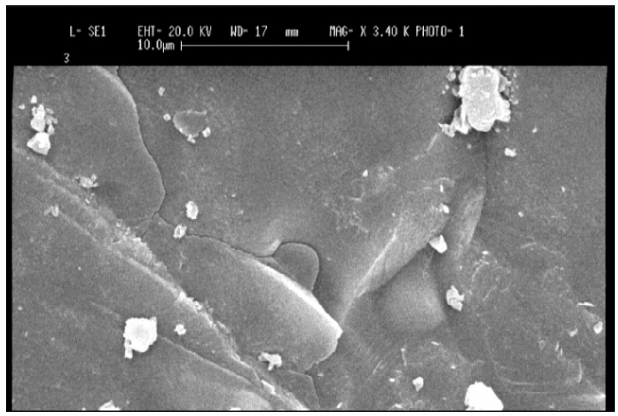




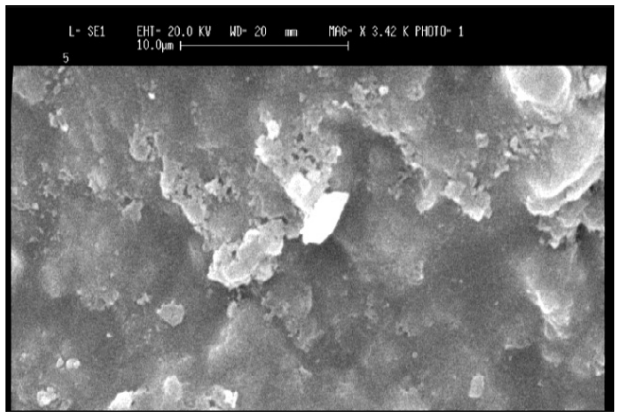


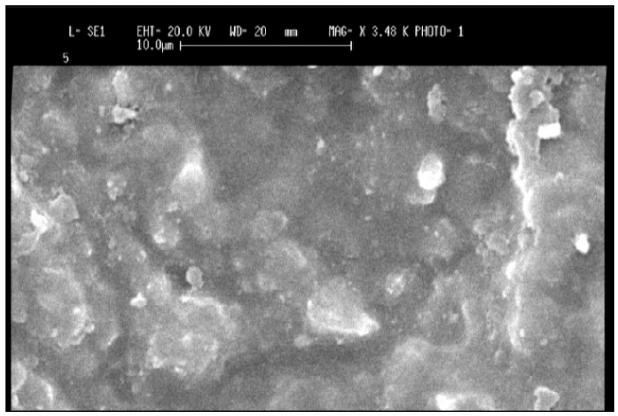
شکل۱۰- بررسی ساختار داخلی بدنه C با بزرگنمایی بالا



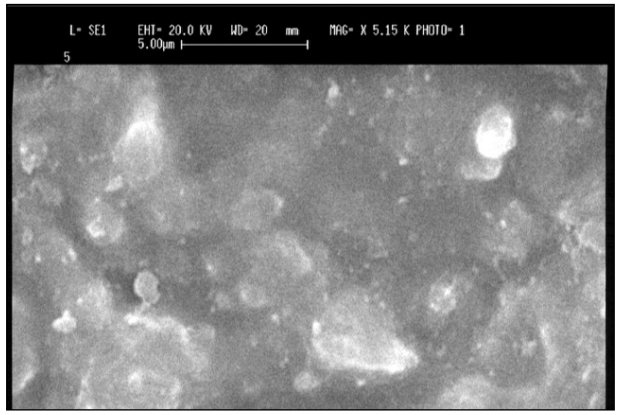


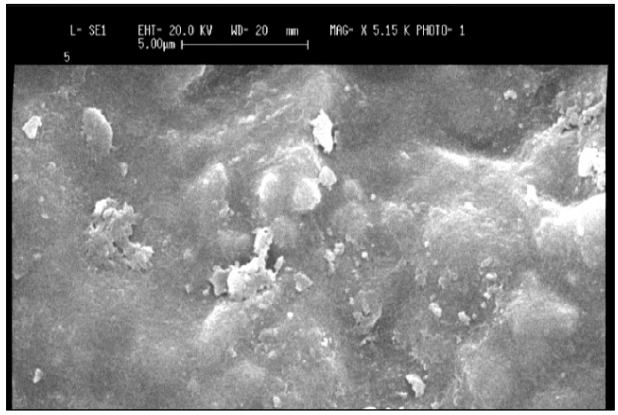
شکل۱۱- بررسی ساختار داخلی بدنه C با بزرگنمایی کم



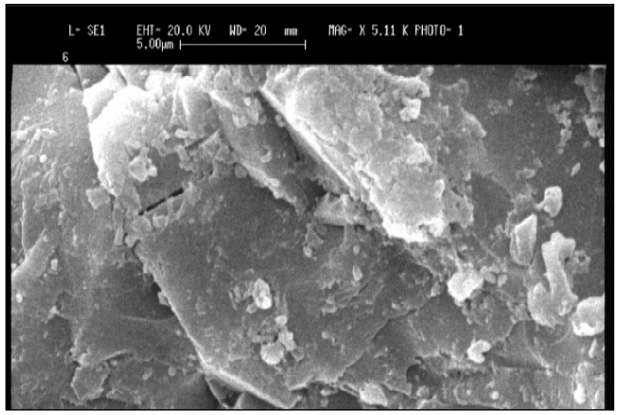


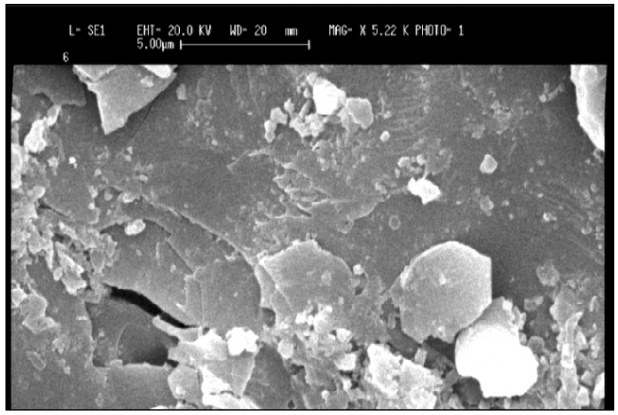
شکل۱۳- بررسی ساختار داخلی بدنه D با بزرگنمایی کم





شکل۱۲- بررسی ساختار داخلی بدنه D با بزرگنمایی بالا

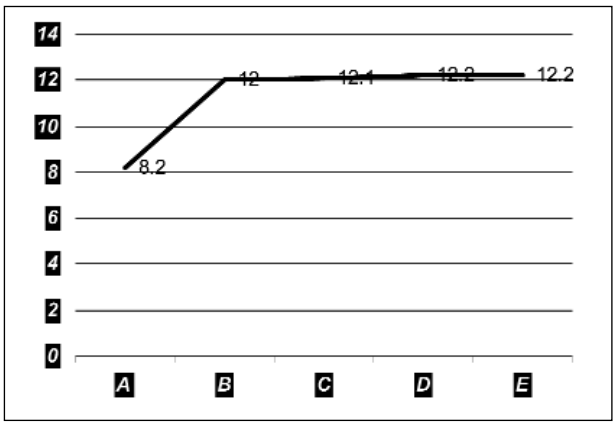




شکل۱۴- بررسی ساختار داخلی بدنه E با بزرگنمایی بالا

۳-۶- انقباض پخت:

در شکل ۱۵ میزان انقباض پخت بدنه‌ها نشان داده شده است، میزان انقباض پخت در بدنه A نشان می‌دهدکه به دلیل کمبود گدازآورهای لازم عمل زینترینگ به طورکامل در این بدنه انجام نشده است. این مسأله از آنالیز مینرالی محاسبه شده به صورت نرم‌افزاری برای فرمول خام نیز با ۶ درصد فلدسپار قابل تشخیص است، از بدنه B به بعد عمل زینترینگ کامل صورت‌گرفته است.



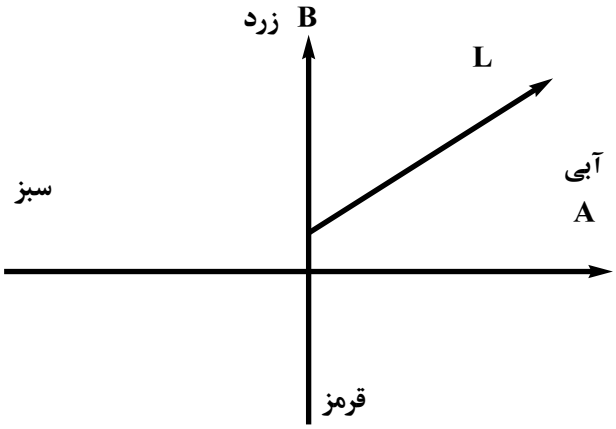
شکل ۱۵ - انقباض پخت بدنه‌ها (درصد)

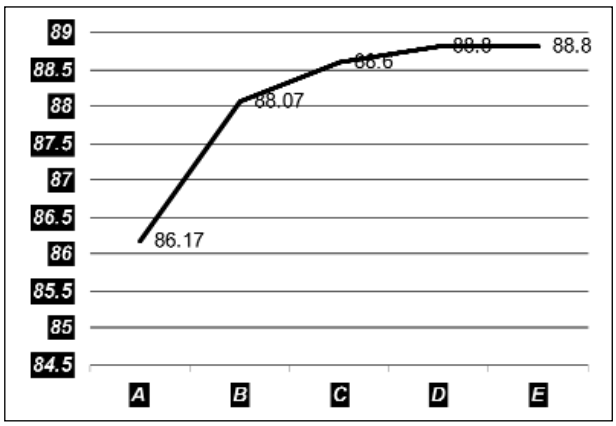
۳-۷- میزان افتادگی:

در شکل۱۶ میزان افتادگی بدنه‌ها با ترکیبات متفاوت محاسبه شده است. میزان افتادگی قابلیت تغییر شکل قطعات در حین پخت را نشان می‌دهد. با افزایش میزان فلدسپار میزان افتادگی شدیداً افزایش می یابد و این معضل بزرگی برای استفاده از بدنه‌های با فلدسپار بالا در مقایسه با بدنه عرفی با ۱۳ میلی متر افتادگی می‌باشد.

۳-۸- سفیدی:

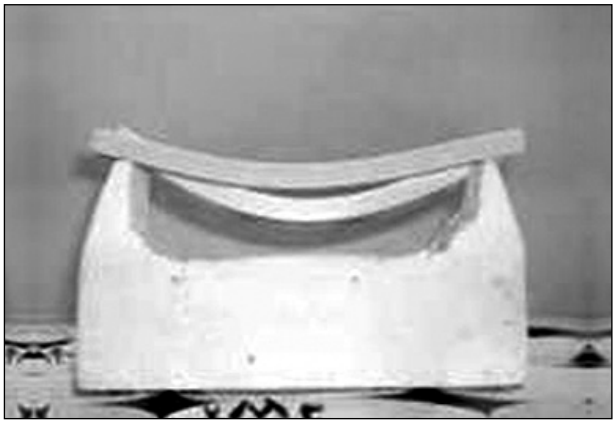
شکل ۱۷و جدول ۵ اثر ترکیب بر روی طیف انعکاس یافته و سفیدی مطالعه شده است. با افزایش میزان فلدسپار میزان سفیدی افزایش یافته است ولی بدنه‌های B تا E که به طورکامل زینتر شده‌اند، سفیدی تقریباً یکسانی را نشان می‌دهند. در این جدول عبارت L بیانگر اپسیته و بر اساس نمودار زیر می‌باشد.

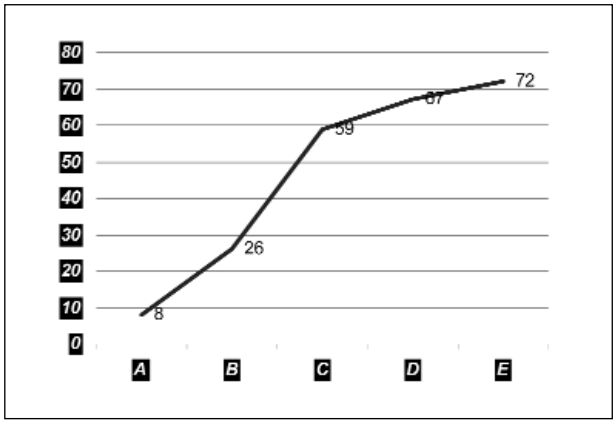




شکل ۱۷ - میزان سفیدی بدنه‌ها

این آزمایش نشان می‌دهدکه به دلیل وجود اکسید آهن دو ظرفیتی ناشی از احیاً ناخالصی اکسید آهن موجود بدنه‌ها به ترتیب به سمت آبی تمایل داشته ولی همگی از یک میزان سفیدی برخوردارند. میزان سفیدی از رابطه $W=100-\sqrt{((100-l)^2+(a^2+b^2))}$ به دست می‌آید. جهت مقایسه، سفیدی برگ A4 معمولاً ۸۶.۴ می‌باشد.





شکل۱۶- افتادگی بدنه‌ها برحسب میلی‌متر

جدول ۵- تعیین پارامترهای میزان سفیدی

	A	B	C	D	E
L	۹۱/۶	۸۹/۶	۹۰/۴	۹۰/۶	۹۰/۸
a	-۳/۸	-۴/۶	-۴/۸	-۴/۹	-۵
b	۱۰/۳	۳/۶	۳/۶	۳/۶	۴
W	۸۶/۱۷	۸۸/۰۷	۸۸/۶	۸۸/۸	۸۸/۸

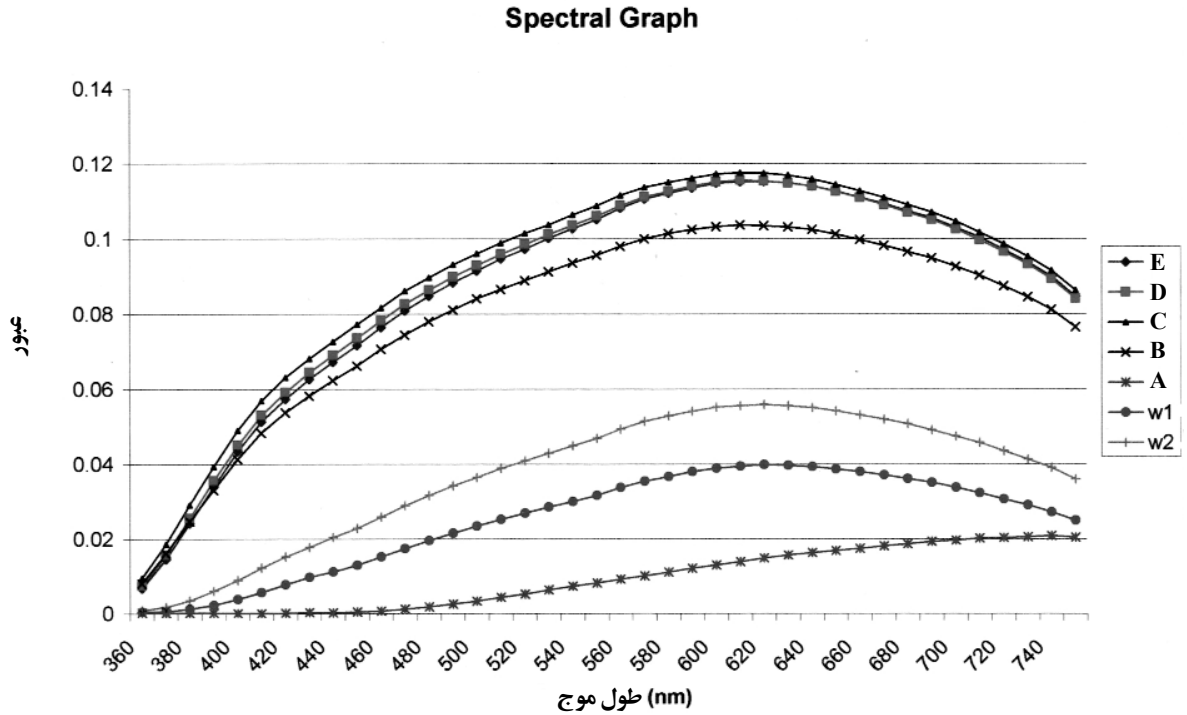
۳-۹- ترانسلوسنسی:

جدول ۶ و شکل ۱۸ نتایج حاصل از بررسی عبور نور از بدنه‌ها را نشان می‌دهد. عبور نور بر اساس فرمول A=EBC محاسبه می‌شود. که در آن E مختص نوع ماده، Cضریب تراکم ماده و B ضخامت ماده می‌باشد. هم‌چنان‌که در نتایج مشاهده می‌شود بدنه C برتری نسبی نسبت به سایر بدنه‌ها دارد. این برتری ویژه در شکل ۱۹ به صورت عینی با قرار دادن در مقابل یک لامپ هالوژنه کاملا قابل مشاهده است. در شکل ۱۸ میزان عبور نور در طول موج‌های متفاوت از این بدنه‌ها نشان داده شده است. همچنین در این شکل بدنه عرفی با دو زمان سایش متفاوت در آزمایشگاه و در خط تولید با این بدنه‌ها مقایسه شده است (W1,W2) میزان دقیق شفافیت از تقسیم متوسط عبور نور بر ضخامت به دست آمده است. مقایسه نتایج (W1,W2) تأثیر دانه‌بندی را بر میزان عبور نور نمایان می‌سازد.[۷]

جدول ۶ - میزان عبور نور از بدنه‌های مختلف

نام بدنه	متوسط عبور	ضخامت	متوسط عبورنور درهر میلیمتر ضخامت
A	۰/۸۶۶	۱۸۹	۴/۵۸
B	۸/۶۳۱	۱۵۶	۵۵/۱
C	۹/۸۴۹	۱۶۴	۶۰/۰۵
D	۹/۵۷۲	۱۷۲	۵۵/۶
E	۹/۴۹۳	۱۸۶	۵۱/۳
W1	۲/۷۴۴	۱۸۸	۱۴/۴۹
W2	۴/۰۶۶	۱۵۳	۲۶/۵۷

شکل ۱۸- مقایسه بدنه به لحاظ میزان عبورنور



شکل ۱۹- مقایسه بدنه حاصل از فرمول c و بدنه عرفی از لحاظ شفافیت

۴ـ نتیجه‌گیری:

۱ـ در شرایط یکسان پخت به لحاظ دما و محیط احیا، درکنار حذف ناخالصی اکسیدهای رنگی‌نظیر، Fe_2O_3وTiO_2شفافیت یا ترانسلوسنسی نتیجه کاهش فازهای بلورین و حذف تخلخل با ضریب شکست نور متفاوت با فاز آمرف می‌باشد.

۲ـکاهش مولایت با افزایش فلاکس‌ها و حل شدن مولایت در فاز مایع حاصل می‌شود. فاز آمرف که همان فاز غالب می‌باشد یک فاز شیشه متشکل از سیلیس و اکسیدهای قلیایی است‌که سیلیس و فلدسپار عامل اصلی تعیین‌کننده آن است.

۳ـ تخلخل مخرب‌ترین عامل کاهش ترانسلوسنسی بدنه می‌باشد، درچینی‌ها با افزایش فلدسپار و کوارتز و تشکیل فاز روان مذاب این تخلخل‌ها پر می‌شوند اما این‌کاهش ویسکوزیته باید در حدی‌کنترل شود که باعث حفظ شکل قطعات‌گردد. بنابراین‌کنترل فلدسپار در یک مقدار بهینه نتیجه‌بخش است.

۴ـ افزایش فلدسپار باعث ایجاد ترکیب مستحکم و افزایش انقباض می‌شودکه در طراحی باید مد نظر قرارگیرد.

۵ـ شفافیت بستگی به میزان‌کریستوبالیت دارد.نمونه باکریستوبالیت کمتر شفافیت بیشتری دارند. بنابراین سیلیس در حد معینی‌که در فاز مذاب حل‌گردد بایدکنترل شود.

۶ـ حضور فلدسپار باعث حل شدن فازهای مولایت سوزنی می‌شود اما این انحلال وقتی صورت می‌گیردکه مقدار زیادی کوارتز در ترکیب بدنه باشد به طوری‌که همه آن‌ها را به بلورهای سوزنی تبدیل‌کند.

۷ـ متناسب‌کردن میزان سیلیس و فلدسپار در ترکیب بدنه باعث بهبود سفیدی و شفافیت چینی مظروف می‌شودکه تنها عامل نگران‌کننده در این میان کاهش استحکام خام و کاهش ویسکوزیته مذاب می‌باشدکه باعث افزایش میزان ضایعات و تغییر شکل در قطعات می‌شود. استحکام خام با استفاده از رس‌های مرغوب یا افزودنی‌های شیمیایی قابل بر طرف کردن است اما برای حل مشکل دفرمگی لازم است میزان و ویسکوزیته مذاب در حد مطلوبی‌کنترل شود با بررسی نقش دانه‌بندی در این حالت نتایج مطلوب تری حاصل خواهد شد.

۵ـ مراجع

[1] T.Sugiyama, " Translucency of High Silica Porcelain Bodies", Interceram, vol46,7-11, 1997

[2] T,Sugiyama,"Study on high silica porcelain bodies",Interceram 44,1995

[3] W.kingary,H.bowenT"Introduction to ceramics",John wiley,newyork, second, 1979

[4] Wallacep bolen,"Silica", The American ceramic bulletin, june 1998

[۵] علی آراسته نوده،" تولید چینی مظروف به روش پرس ایزواستاتیک"، نشرگل آفتاب، مشهد، ویرایش اول،۱۳۷۹

[6] Gillbert Goodman,"Relation of microstracture Translusency of Porcelain ",Jornal of the American Ceramic Society,33,1950

[7] Gullen W.parmelee"Some note on the measurement of Translucency of Ceramic Bodies",Jornal of the American Ceramic Society,6,1923