بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

بررسی خواص فیزیکی و نوری سطح لعاب با اضافه شدن اکسیدهای کلسیم، منیزیم و آلومینیم بعنوان فریت در کاشی های سرامیکی

فرزانه کرم پورراد ، محسن خواجه امینیان و محسن حکیمی

[1]دانشکده فیزیک دانشگاه یزد، خیابان پژوهش، یزد

چکیده - فریت ترکیبی سرامیکی و بخشی از لعاب است که پس از ذوب و سرد شدن به ذرات شیشه ای تبدیل گردیده است. زیرکن یا سیلیکات زیرکونیم یکی از اجزاء اصلی در ترکیب لعاب سرامیک برای بازتاب نور و ایجاد سفیدی سطح است که قیمت بالای این ترکیب باعث پژوهش هایی برای جایگزینی آن با مواد ارزان تر شده است. برای ایجاد سفیدی سطح لازم است که اختلاف ضریب شکست نانوذرات پخش شده در لعاب و لایه شفاف لعاب تا حد امکان زیاد باشد. هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر جایگزینی اکسید منیزیم،کلسیم و آلومینیوم بجای زیرکن بعنوان فریت در لعاب سرامیک بر خواص فیزیکی سطح می باشد. نتایج آزمایش ها نشان می دهد با جانشین کردن زیرکن با اکسیدهای منیزیم، کلسیم و آلومینیوم در انگوب خواص فیزیکی سطح لعاب مانند جذب آب و به ویژه سفیدی سطح با نمونه مرجع، زیرکن کامل، تقریبا برابر است.

کلید واژه- انگوب، زیرکن، فریت، لعاب.

Study of the Physical and Optical Properties of Tile Surface by Using CaO, MgO and Al_2O_3 in Frit

Karampour rad, Farzane[1]; Khajeh Aminian, Mohsen [1]; Hakimi, Mohsen [1]

[1] Department of Physics, University of Yazd, Yazd

Abstract- Frit, with a ceramic composition, is a part of the tile glaze formed like glass particles after melting and fast cooling. Zircon (zirconium silicate) is used in ceramic glaze composition to reflect light and make a white surface. Since this material is expensive, some research has been done to find a cost-effective alternative for it. To make a white surface, it is necessary to maximize the difference between the refractive index of dispersed nanoparticles and glaze transparent layer as much as possible. In this paper zircon was substituted by CaO, MgO, Al_2O_3 as frit in the ceramic glaze and the effects on the physical properties of the surface were studied. Experimental results shown the sample, synthesized with CaO, MgO and Al_2O_3 in the engobe composition, had almost the same glazed surface physical properties as full zircon sample.

Keywords: Engobe, Zircon, Frit, Glaze

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-21]

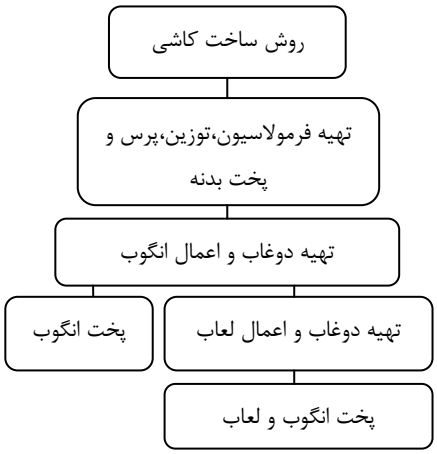
۱- مقدمه

فریت شیشه ای است که توسط ذوب مواد اولیه مناسب در یک کوره گازی، نفتی یا الکتریکی تهیه می شود. دلیل اصلی برای استفاده از فریت این است که برخی از اجزاء مورد نیاز در لعاب (پوشش شیشه ای که به منظور ایجاد ویژگی هایی از قبیل: زیبایی و نفوذ ناپذیری در برابر رطوبت و ... در سطح بدنه های سرامیکی مورد استفاده قرار می گیرد) و پشت پوش کننده (انگوب - یک لایه حد واسط بین لعاب و بدنه) در آب محلولند. اگر چنین موادی مستقیما استفاده شوند، بکار بردن روش های معمول تهیه لعاب، یعنی سایش تر و اعمال آنها به صورت سوسپانسیون آبی میسر نخواهد بود. این اجزاء محلول در آب باید ابتدا نامحلول شوند. این کار با مخلوط کردن ماده خشک آن با تمام یا برخی از اجزاء لعاب و پیش ذوب کردن و تبدیل آن ها به یک ماده شیشه مانند به نام فریت انجام می شود[۱] و [۲] خواص مورد نیاز برای تولید فریت، دانه بندی مناسب، دمای ذوب مناسب و سفیدی ماده اولیه می باشد. سفیدی در لعاب های سرامیکی از طریق افزودن ماده ای که بصورت ذرات مجزایی در لعاب پخش شده و مقداری از نور تابیده را پراکنده یا بازتاب می کند، ایجاد می شود. برای ایجاد سفیدی سطح، ضریب شکست ماده پخش شده باید اختلاف زیادی با ضریب شکست لعاب سرامیکی شفاف داشته باشد[۲]. از جمله ترکیبات مختلفی که برای بازتاب نور و ایجاد سفیدی سطح در صنعت کاشی های سرامیکی بعنوان فریت استفاده می شود، سیلیکات زیرکونیوم (زیرکن) است. با توجه به قیمت بالای این ترکیب، ارائه مواد جایگزین با قیمت ارزان تر از اهمیت زیادی در صنعت کاشی برخوردار است.

۲- بخش تجربی

۲-۱- مواد

مواد مورد استفاده در این تحقیق از نوع صنعتی بودند. شکل ۱ روش ساخت نمونه ها را نشان می دهد که اجزاء تشکیل دهنده آنها در جدول ۱ گزارش شده است. این تحقیق بر روی نمونه صنعتی از کاشی های دیوار انجام شده است. این کاشی ها به روش تک پخت و در دمای ۱۱۰۹ °C با زمان ۴۸ دقیقه پخت شده اند.



شکل ۱ : روش ساخت نمونه ها.

جدول ۱ : اجزاء تشکیل دهنده لعاب و انگوب مورد استفاده در نمونه ها.

مواد	نسبت در ترکیب انگوب	نسبت در ترکیب لعاب
زدلیتز	۱۳	۱۰
Tpp	۰/۲	۰/۲
cmc	۰/۱	۰/۱
آب	۵۰	۵۰
فریت با ۱۷٪ زیرکن	۵۱	۹۰
سیلیس	۱۹	-
WBS	۱۷	-

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-21]

نمونه ها با توجه به پشت پوش کننده و لعاب مورد استفاده در جدول ۲ نام گذاری می شوند. جدول ۲ عامل سفیدکننده مورد استفاده در لایه لعاب و پشت پوش کننده را نیز نشان می دهد. فریت با ۱۷٪ زیرکون با فریت با اکسیدهای آلومینیم، منیزیم و کلسیم جایگزین شده است. از آنجا که هدف از این تحقیق انتخاب یک جایگزین مناسب برای زیرکن و یا کاهش مقدار مصرف آن بوده است، بنابراین نمونه B_1 به عنوان نمونه مرجع برای مقایسه با نمونه های دیگر انتخاب شد.

جدول ۲ : نام گذاری نمونه ها.

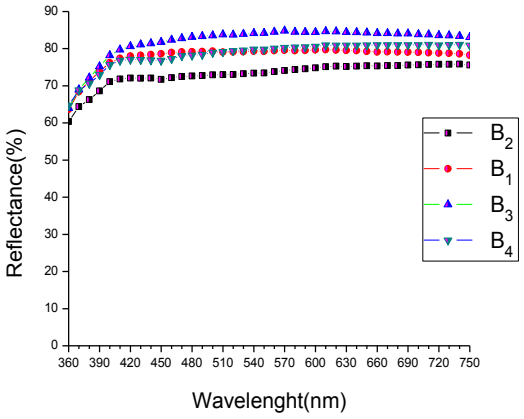
نمونه	پشت پوش کننده(انگوب)		لعاب	
	زیرکن	اکسید کلسیم،منیزیم، آلومینیم	زیرکن	اکسید کلسیم،منیزیم، آلومینیم
B_1	*	–	*	–
B_2	*	–	–	*
B_3	–	*	*	–
B_4	–	*	–	*

۲-۲- مقایسه مختصات رنگی و شاخص سفیدی ترکیبات .

جدول ۳ مختصات رنگی و شاخص سفیدی نمونه های مختلف را نشان می دهد. از داده های جدول ۳ مشاهده می شود مقدار شاخص سفیدی نمونه ها به میزان اکسید کلسیم، منیزیم و آلومینیم مورد استفاده در نمونه وابسته است و با افزایش اکسید کلسیم، منیزیم و آلومینیم شاخص سفیدی کاهش می یابد. همچنین مشاهده می شود که تاثیر مقدار جایگزینی بر کاهش شاخص سفیدی نمونه در لعاب بیش از پشت پوش کننده است. از این آزمایش نتیجه می شود که جایگزین کردن ۵۰٪ از زیرکن با اکسید کلسیم، منیزیم و آلومینیم در پشت پوش کننده شاخص سفیدی تقریبا برابر با نمونه مرجع می دهد و نمونه مناسبی به شمار می آید (نمونه B_3).

جدول ۳ : مختصات رنگی و شاخص سفیدی نمونه های مختلف.

Name	Illuminant	L*	a*	b*	Whiteness Index
					CIE GANZ 82
B_1	D۶۵	۹۱/۳۹	-۰/۰۶	۰/۵۴	۷۶/۷۹
B_2	D۶۵	۸۸/۸	۰/۶۳	۱/۲۹	۶۷/۵۷
B_3	D۶۵	۹۳/۴۹	-۰/۳	۱/۶۴	۷۶/۵۵
B_4	D۶۵	۹۱/۵۹	۰/۰۸	۱/۹۲	۷۰/۸۳



شکل ۲ : نمودار طیف بازتاب نمونه ها بر حسب طول موج.

شکل ۲ طیف بازتاب نوری بر حسب طول موج در نمونه های مختلف را نشان می دهد. مطابق این شکل بازتاب

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-21]

نوری از طول موج ۴۰۰ nm تا ۷۵۰ nm یکنواخت و حدود ۸۰ درصد است. در این شکل یک روند مشابه با فامی نزدیک به سفید برای کلیه نمونه ها را نشان می دهد. سطح زیر منحنی نمونه B_3 از تمام نمونه ها بیشتر می باشد که خود دلیلی بر تایید بالاتر بودن میزان روشنایی و در نتیجه سفیدی این نمونه در مقایسه با نمونه های دیگر است.

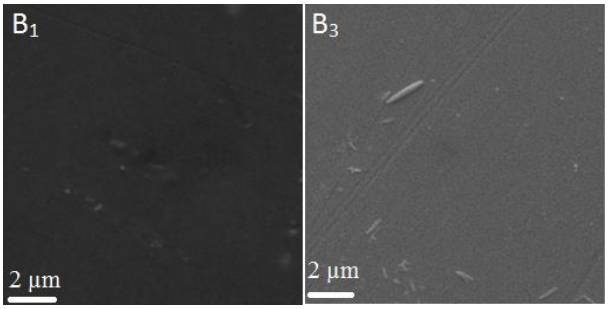
۲-۳- مقایسه دو نمونه مرجع(B_1) و نمونه B_3.

جدول ۴ : تست جذب آب از نمونه مرجع(B_1) و نمونه B_3..

ردیف	شماره نمونه	وزن اولیه	وزن ثانویه	درصد جذب آب
۱	B_1	۵۶/۲۷	۶۵/۸۶	۱۷/۰۴
		۴۵/۲۶	۵۲/۶۱	۱۶/۲۴
		۵۴/۸۷	۶۳/۸۳	۱۶/۳۳
۲	B_3	۳۲/۶۷	۳۷/۲۵	۱۴/۰۲
		۳۲/۸۴	۳۷/۷۹	۱۵/۰۷
		۳۹/۸۳	۴۳/۱۹	۸/۴۴
		۳۷/۵۴	۴۵/۳۵	۲۰/۸۰

جدول ۵ : تست مقاومت خمشی از نمونه مرجع(B_1) و نمونه B_3..

ردیف	شماره نمونه	نیرو(N)	مدولار گسیختگی N/mm^2
۱	B_1	۲۸۶/۱۰	۳۰/۱۹
۲	B_3	۴۸۸/۱۸	۲۲/۸۶



شکل ۳ : تصویر میکروسکوپ نوری از نمونه مرجع(B_1) و نمونه B_3.

شکل ۳ تصویر میکروسکوپ نوری از نمونه مرجع(B_1) و نمونه B_3 را نشان می دهد. هر دو سطح صاف و یکدست، اختلاف پستی و بلندی و زبری چشمگیر نیست.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج آزمایش های گرفته شده از نمونه ها، با جانشین کردن زیرکن با اکسیدهای منیزیم، کلسیم و آلومینیوم در انگوب (نمونه ۳)، خواص فیزیکی سطح لعاب مانند مقادیر مولفه های رنگی L* ، a* و b*، ریز ساختار سطح، جذب آب با نمونه مرجع، زیرکن کامل، تقریبا برابر است. همچنین نمودار طیف بازتاب نوری نمونه ها بر حسب طول موج، خود دلیلی بر تایید بالاتر بودن میزان روشنایی و در نتیجه سفیدی این نمونه ها در مقایسه با نمونه های دیگر است. بنابراین جایگزین کردن بخشی از زیرکن توسط اکسیدهای منیزیم، کلسیم و آلومینیوم که میزان سفیدی تقریبا برابر با نمونه زیرکن کامل را دارد چه از نظر قیمت و چه از نظر تامین داخلی به صرفه است.

مراجع

[۱] میرهادی، بهمن، ***تئوری و فناوری سرامیکهای ساختمانی(مصالح ساختمانی)***، تهران، شهاب، ۱۳۸۵.

[۲] اپلر ، ریچارد و داگلاس ، ***لعاب ها و پوشش های شیشه ای***، تربیت مدرس- واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۲.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-21]