

لعاب های پولیش پورسلان با گلاسی و خش پذیری بالا

تهیه کننده : امید هلاکوئی

خلاصه: تحقیق حاضر معطوف فرمولاسیون لعابه‌های پولیش پورسلان با مقاومت خش پذیری مکفی است که به رغم تامین این منظور پس از پولیش از شفافیت سطحی مناسبی نیز برخوردار باشند. ترکیب چنین لعابه‌هایی شامل مؤلفه شیشه سازه‌ای است که پس از پخت دربرگیرنده جزء کریستالینی با ساختار غالب اسپینل و آنورتیت و نیز فاز باقیمانده شیشه‌ای باشد. لعاب مورد اشاره از خانواده لعابه‌های ترانس و بعضاً مقادیر قابل تغییری از اوپالینسی سطحی و عمقی است.

*

*

*

فریتهای تشکیل دهنده لعاب مورد اشاره از ترکیبی در حدود مقادیر جدول 1 برخوردارند، با این توضیح که نسبت اسیدیته لعاب به جهت ممانعت از کاهش مقاومت اسیدی تحت کنترل نگاه داشته شده است. جزء کریستالین لعاب مورد اشاره می‌تواند 20 تا 60 درصد وزنی لایه لعاب را در برگیرد. درخصوص جزء کریستالین لایه لعاب این امکان نیز وجود دارد که علاوه بر ساختار کریستالین اسپینل و آنورتیت از دیگر گروه‌های کریستالین شامل فورستریت، ولامیت، تیتانات روی، تیتانات منیزیم، کوردیت، آلومینو تیتانات منیزیم و روتایل نیز بهره برد.

لعابه‌های پولیش پورسلان شامل اجزای پولی کریستالینی هستند که در ماتریس شیشه‌ای لعاب قرار دارند. کریستالیزاسیون اجزای کریستالین و دنسیفیکیشن اجزای شیشه‌ای با هم تلاقی می‌نمایند. کنترل این دو مکانیسم مهمترین فاکتور در فرمولاسیون این لعاب‌ها محسوب می‌گردد. لعاب‌های پورسلان می‌بایست به نحوی فرموله گردند که زینترینگ فاز شیشه قبل از کریستالیزاسیون به وقوع پیوندد. لازم است تا ملازم با دنسیفیکیشن فاز شیشه، تخلخل‌های باز مکفی به منظور تسهیل خروج گازهای ناشی از پخت وجود داشته باشد. همبستگی و ارتباط بین غیر زجاجی شدن (devitrification) و فرآیند زینترینگ آشکار می‌سازد که کریستالیزاسیون هنگامی آغاز می‌گردد که فرآیند زینترینگ متوقف شده باشد. در فریتهای پایه کریستالین پورسلان، تشکیل کریستال با فرآیند زینترینگ تلاقی می‌نماید. و تنها یک استثناء مشاهده میشود که مربوط به آنورتیت است. در فریتهای پایه آنورتیتی غیر زجاجی شدن (devitrification) ناشی از کریستالیزاسیون مشاهده نمی‌شود. به همین سبب از نقطه نرمی پایینی برخوردار می‌باشند. ساختار آمورف فریتهای پایه آنورتیت نیز از همین اصل ناشی می‌شود. به همین سبب حضور فازهای کریستالین اسپینل و آنورتیت در ماتریس شیشه‌ای لعاب‌های پولیش پورسلان از یک سو بواسطه حضور فاز اسپینل متضمن استحکام، خش ناپذیری و تطابق ضریب انبساط حرارتی لعاب و بدنه، و از سوی دیگر بواسطه حضور فاز آنورتیت متضمن نرمی سطح و گلاسی مورد انتظار از این گونه لعاب‌ها است.

سختی سطوح کاشیهای لعاب خورده بر اساس مقیاس mohe و شفافیت آنها بر اساس بازتابش آینه‌ای شعاعهای تابشی به سطح اندازه گیری می‌گردد. شفافیت بسته به زاویه شعاع تابشی تغییر می‌نماید. بنابراین مقایسه مقادیر شفافیت می‌بایست تحت شعاع تابشی یکسان صورت پذیرد. شفافیت بر اساس کمیت شعاعهای بازتابش سطحی و در مقایسه با استاندارد سطوح آینه‌ای با 100% انعکاس شعاعهای تابشی، اندازه گیری و بیان گردیده است.

پیشتر با شمار متعددی از لعابه‌های با خش پذیری (سختی) بالا و یا شفافیت خوب برخورد کرده ایم، ولی به ندرت لعابها هر دو ویژگی مورد اشاره را با هم داشته اند. لعابه‌های شفاف مورد مصرف در بازار به ندرت خش پذیری بالاتر از چهار mohe دارند. و این در حالی است که لعابه‌های ضد خش معمولاً که سختی در حدود شش تا هفت mohe دارند نیز از شفافیت مناسبی برخوردار نبوده و شمار متعددی از آنها سطوحی زبر و خشن دارند. دستیابی به لعابه‌های ضد خشی با شفافیت بالا از جمله علائق مشترک صنایع تولید کاشی و خصوصاً تولید کنندگان کاشیهای فو پولیش با چاپ دیجیتالی زیر لعابی می‌باشد.

فریتهای مورد نظر بر اساس آنالیزهای اشاره شده در جدول 1 تهیه گردیدند. درصد مصرف این فریت‌ها در لعابها در محدوده 35 تا 50 درصد و ترجیحاً در حدود 45 درصد می‌باشد. کریستالیزاسیون لعاب مذکور به سرعت و بدون نیاز به تسریع کننده‌های کریستالیزاسیون انجام میپذیرد. کریستالهای اسپینل تشکیل شده در حین پخت، از ضریب انبساط حرارتی در حدود $7 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ تا $80 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ برخوردار است که تطابق دیلاتومتریک مناسبی با بدنه‌های مرسوم پورسلان لعابدار دارد، لذا نیازی به افزودن عوامل تصحیح کننده ضریب انبساط حرارتی نیست. ترکیب لعاب حاصله می‌تواند دربرگیرنده شمار متنوعی از افزودنیهای بل، میل متعارف از قبیل روانسازها، چسبها، رنگدانه‌ها، ... باشد. لعاب مورد نظر را میتوان با غالب سیستمهای استعمال لعاب به کار برد. بدین منظور معمولاً از بل، و یا آبشار لعاب استفاده می‌گردد.

توزیع دانه بندی 10 تا 30 میکرون برای لعاب های پولیش بازه مورد اطمینانی است . و این در حالی است که دوغابه لعاب میتواند حاوی 23 تا 38 درصد وزنی آب و یا هر سیل[□] مناسب دیگری باشد .دانه بندی و درصد آب دوغابه در این موارد پارامترهای چندان بحرانی نیستند و میتوانند بسته به روش استعمال[□] لعاب تغییر نمایند .

لعاب با گرماژی در حدود 0.5 تا 1 کیلوگرم بر متر مربع بر روی سطح کاشی انگوب خورده استعمال[□] میگردد. این گستره باز بوده و محدودیت چندان ندارد .اما جهت حصول[□] شفافیت بهتر محدوده ای بین 0/7 تا 0/8 کیلوگرم بر متر مربع مناسب تر است .

درجه حرارت بلوغ لعابهایی مورد بحث در محدوده 1150 تا 1250 درجه سانتیگراد قرار دارد که نسبتاً درجه حرارت پخت بالایی محسوب می گردد . و بدین جهت برای سیکلهای غیر پورسلان که معمولاً از درجه حرارت پخت پایین تری برخوردارند مناسب نمی باشد . چنین حرارت پخت بالایی به منظور تشکیل فاز شیشه ای لعاب و حصول[□] شفافیت مناسب لازم است . در خلا[□] پخت و در حدود 700 تا 800 درجه سانتیگراد ، لعاب شروع به کریستاله شدن مینماید . در این مرحله علاوه بر فاز اسپینل ، فازهای الومینو سیلیکات قلیائی و قلیائی خاکی ، آنورتیت و یا بتا کوارتز تشکیل می گردد .این فازهای کریستاله اضافی نتیجه عدم بلوغ حرارتی کامل لعابند و اگر کاشی را پیش از رسیدن به پیک حرارتی آن از کوره خارج نموده و تحت آزمون اشعه X قرار دهیم ، الگوهای حاصله هیچگونه اثری از فاز شیشه ای را نشان نمی دهند . با افزایش درجه حرارت ، آنورتیت و فازهای الومینو سیلیکات قلیائی یا قلیائی خاکی متحمل یک تبدیل فاز جامد – جامد گردیده و نهایتاً به هنگام رسیدن به حرارت 1100 تا 1250 درجه سانتیگراد ذوب می گردند . آنورتیت در خلا[□] سرمایش متحمل کریستالیزاسیون مجدد نگردیده و بنابراین به صورت یک فاز شیشه ای باقی مانده و موجد شفافیت سطحی می گردد .با توجه به اشارات فوق مشاهده می گردد که در درجه حرارتهای کمتر از 1100 درجه سانتیگراد ، به دلیل حضور فازهای کریستالین حصول[□] شفافیت مناسب امکانپذیر نمی باشد .

پس از پخت ، ترکیب لعاب شامل ساختار کریستالین اسپینل است که فاز غالب محسوب می گردند ، اما در کنار آن درصدی از فازهای دیگر از قبیل آنورتیت ، فورستریت ، ولامیت ، تیتانات روی ، تیتانات منیزیم ، کوردربیت ، آلومینو تیتانات منیزیم و روتایل نیز بسته به فرمولاسیون فریت و لعاب قابل مشاهده اند .در این شرایط 20 تا 60 درصد لایه لعاب را فازهای کریستالین (با کریستالهای غالب اسپینل و آنورتیت) و الباقی را فاز شیشه ای که موجد شفافیت سطحی لعاب میباشد ، تشکیل میدهد .

ساختار کریستالین اسپینل میتواند متشکل از $MgAl_2O_4$ (اسپینل) و یا $ZnAl_2O_4$ (اسپینل روی) باشد . اسپینل و اسپینل روی هم ساختار بوده و الگوهای اشعه X آنها کاملاً یکسان می باشند . یونهای Mg و Zn تقریباً هم سایز و قادر به جایگزینی با یکدیگر در ساختار مورد بحث می باشند . اسپینل مینرالی است که از سختی در حدود هشت mohe برخوردار است .اسپینل روی فاقد چنین سختی است ، اما گدازآوری بیشتری دارد . ما در این بحث جهت سهولت به هردو این فازها اسپینل اطلاق می نماییم ، مگر در مواردی که تمایز بین آنها ضروری باشد . ترکیب فاز شیشه ای و ساختار کریستالین اسپینل ، سطحی را ایجاد می نماید که از شفافیت مناسب و نیز سختی در حدود شش تا هفت mohe (بر اساس استاندارد EN 101) برخوردار باشد .

برخی افزودنیهای خاص از قبیل آلومینا نیز کیفیت چنین لعابهایی را ارتقاء می دهند . در ادامه بحث به بررسی مثالهایی عملی از تولید و کاربرد چنین لعابهایی می پردازیم .

- در هر 3 مثالی که متعاقباً بیان می گردند ، جهت تست از بدنه و انگوبی یکسان استفاده شده است . جدول[□] 1 ترکیب 3 فریت تحت آزمون را نشان می دهد .

جدول[□] 1

فریت شماره 3	فریت شماره 2	فریت شماره 1	اکسید های تشکیل دهنده
% 50 - 52	% 56 - 60	% 54 - 58	SiO ₂
% 24 - 26	% 20 - 22	% 18 - 20	Al ₂ O ₃
% 1 - 3	% 1 - 3	% 2 - 4	Na ₂ O,K ₂ O
% 18 - 20	% 12 - 14	% 10 - 12	CaO,MgO
% 0 - 3	% 4 - 6	% 6 - 8	ZnO
% 0 - 3	% 0 - 3	% 0 - 3	Li ₂ O

TiO ₂	% 0 - 3	% 0 - 3	% 0 - 3
B ₂ O ₃	% 2 - 4	% 1 - 3	% 3 - 5

جهت تهیه کامپاوند لعاب های پولیش مورد نظر از ترکیب فریت و اجزای خام افزودنی به شرح لیست زیر استفاده گردیده است.

لیست افزودنیهای کامپاوند لعاب پولیش : کائولین IMERYS-1C ، بنتونیت سفید پخت ، سیلیس SIBELCO ، آلومینا AC45 ، فلدسپار پتاسیک هندی ، نفلین سینیت A270 ، والسنتایت چینی ، دولومیت و اکسید روی 99.8%.

کامپاوند لعاب پولیش 1 :

■ 45 قسمت وزنی فریت شماره 1 به همراه 55 قسمت وزنی افزودنیهای خام کامپاوند ، 0.3% سدیم تری پلی فسفات ، و 0/2% سدیم کربوکسی متیل سلولز به با [] میل افزوده و تا حصول [] به زبره 2 تا 3 درصد بر روی الک 38 میکرون ، سایش داده شدند . سپس لعاب با دانسیته 1.82 تا 1.84 گرم بر سانتیمتر مکعب و ویسکوزیته 40 تا 45 ثانیه با فورده کاپ 4 و با گرماژی در حدود 0/6 تا 0/7 کیلوگرم بر متر مربع بر روی يك بدنه خام انگوب خورده استعمل [] ، و در سیکل 1195 درجه سانتیگراد و 85 دقیقه پخت داده شد .
سطح حاصله نرم و پس از پولیش و استعمل [] نانو کوتینگ از عدد شفافیت 97 (اندازه گیری شده تحت زاویه 60 درجه (، سختی 5 mohe (بر اساس استاندارد En 101 و مقاومت اسیدی کلاس AA (بر اساس استاندارد En122 برخوردار بود .

کامپاوند لعاب پولیش 2 :

■ 45 قسمت وزنی فریت شماره 2 به همراه 55 قسمت وزنی افزودنیهای خام کامپاوند ، 0.3% سدیم تری پلی فسفات ، و 0/2% سدیم کربوکسی متیل سلولز به با [] میل افزوده و تا حصول [] به زبره 2 تا 3 درصد بر روی الک 38 میکرون ، سایش داده شدند . سپس لعاب با دانسیته 1.82 تا 1.84 گرم بر سانتیمتر مکعب و ویسکوزیته 40 تا 45 ثانیه با فورده کاپ 4 و با گرماژی در حدود 0/6 تا 0/7 کیلوگرم بر متر مربع بر روی يك بدنه خام انگوب خورده استعمل [] ، و در سیکل 1195 درجه سانتیگراد و 85 دقیقه پخت داده شد .
سطح حاصله نرم و و پس از پولیش و استعمل [] نانو کوتینگ از عدد شفافیت 92 (اندازه گیری شده تحت زاویه 60 درجه (، سختی 6 mohe (بر اساس استاندارد En 101 و مقاومت اسیدی کلاس AA (بر اساس استاندارد En122 برخوردار بود .

کامپاوند لعاب پولیش 3 :

■ 45 قسمت وزنی فریت شماره 3 به همراه 55 قسمت وزنی افزودنیهای خام کامپاوند ، 0.3% سدیم تری پلی فسفات ، و 0/2% سدیم کربوکسی متیل سلولز به با [] میل افزوده و تا حصول [] به زبره 2 تا 3 درصد بر روی الک 38 میکرون ، سایش داده شدند . سپس لعاب با دانسیته 1.82 تا 1.84 گرم بر سانتیمتر مکعب و ویسکوزیته 40 تا 45 ثانیه با فورده کاپ 4 و با گرماژی در حدود 0/6 تا 0/7 کیلوگرم بر متر مربع بر روی يك بدنه خام انگوب خورده استعمل [] ، و در سیکل 1195 درجه سانتیگراد و 85 دقیقه پخت داده شد .
سطح حاصله پوست پرتغالی و پس از پولیش و استعمل [] نانو کوتینگ از عدد شفافیت 46 (اندازه گیری شده تحت زاویه 60 درجه (، سختی 7 mohe (بر اساس استاندارد En 101 و مقاومت اسیدی کلاس AA (بر اساس استاندارد En122 برخوردار بود .