دراسة المشاكل الفيزيائية للسطح الخزفي الناتجة من إضافة القواعد الترابية الى الزجاج القلوي

حافظ كاظم جواد سامر أحمد الكرادي

ملخص البحث

يمتاز فن الخزف بتنوع خاماته بشكل قد يفوق أي فن آخر من حيث المواد المستخدمة وطرق معالجتها وطرق التطبيق والحرق، لذلك نجد أن هنالك أنواع عديدة من الخزفيات من حيث الشكل ولون السطح والملمس، وفن الخزف هو فن وعلم. فن لما ينتجه من أشكال والوان متعدد تحمل معاني وأفكار، وعلم لأنه يتضمن اختيار الخامات المناسبة لكل نوع من أنواع الخزف وطرق معالجتها للحصول على أفضل النتائج . إن معرفة الخزاف بخاماته وطرق معالجتها تعد عامل مهم في إبداع أشكال وألوان متعددة ومن تلك التقنيات هي العتمة الناتجة من إضافة مواد مقاومة للانصهار ضمن تركيب زجاج الخزف الواطئ الحرارة ومن تلك المواد هي القلويات الترابية (Alkaline Earth) لكن إضافة هذه القلويات الترابية إلى زجاج واطئ الحرارة والذي يمتاز بارتفاع نسبة القلويات والرصاص على حساب السيلكا (SiO_2) والألومينا (AL_2O_3) أدى إلى ظهور مشكلة كبيرة جداً وهي حدوث إجهاد كبير جداً بين طبقة الزجاج والجسم الفخاري أدى إلى انفصال الطبقتين بعد عملية الحرق والتبريد وعليه تطلب ذلك إيجاد حل لهذه المشكلة من خلال معالجة طبقة الزجاج أو الجسم الفخاري.

Abstract

Ceramic art enjoys a range of raw materials may outweigh any other art in terms of materials used and methods of treatment and methods of application and burning, so we find that there are many types of ceramics in terms of shape and surface color and texture, the art of ceramics is an art and a science. Qv art because of forms and colors-carry meanings and ideas, and science because it includes selection of appropriate materials for each type of ceramic processing methods to get the best results. Knowing potter Boukhamath and methods of treatment is an important factor in the creation of forms and colors and those techniques are darkness resulting from the addition of resistance to melting within glazing porcelain low heat and these materials are alkali dirt (Alkaline Earth) but add these alkali dirt to glass and low temperature and which is characterized by the high proportion of alkali and lead at the expense of silica (SiO2) and alumina (AL2O3) led to the emergence of a very big problem is a stress very large between layer glass and body potter led to the separation of classes after the burning process and cooling it so requests to find a solution to this problem by addressing layer of glass or body potter.

1 – 1 أهمية البحث : معالجة ظاهرة انفصال طبقة الزجاج عن الجسم الفخاري .

1 – 2 هدف البحث :إنتاج زجاج بتقنية المواد المعتمة باستخدام القلويات الترابية يلائم الجسم الفخاري الواطئ الحرارة .

1 – 3 حدود البحث :

1- الجسم الفخاري : تم استخدام طينة محافظة بابل (المحاويل) لإنتاج جسم فخاري .

2- الزجاج الشفاف : تم استخدام الزجاج القلوي الجاهز .

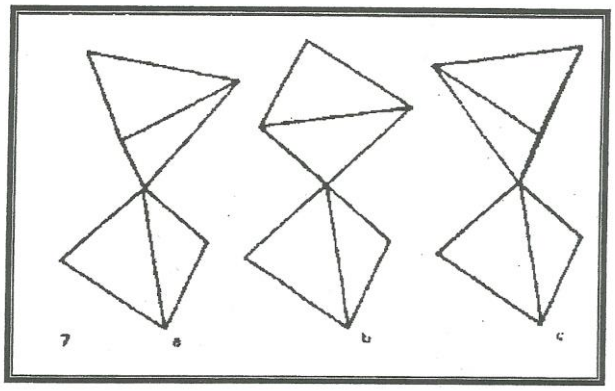
3- المواد المضافة :

- $CaCO_3$ كاربونات الكالسيوم
- Pb_3O_4 أوكسيد الرصاص الأحمر
- $MgCO_3$ كاربونات المغنيسيوم
- $Na_2O2B_2O_3\ 10H_2O$ البوراكس

الفصل الثاني

2 – 1 تطابق الزجاج

تعد السيلكا من أهم المركبات في إنتاج الأعمال الخزفية إذ يكون أحد المركبات في خلطة الزجـــاج ويحدد طبيعة الزجاج ودرجة حرارته تعتبر السيلكا زجاج لوحدها درجة انصهارها(1710مْ)[1] وهي درجة حرارة خارج حدود عمل الخزاف كما تعتبر السيلكا عامل مهم ومؤثر في الأطيان التي تحدد نوع الطينة من حيث إمكانية الملائمة لإنتاج أجسام فخارية وتوجد في الأطيان ثلاثة أنواع مـــن الســـليكا وهـــي الكـــوارتز والكرستوبولايت "الصوان" وتريدمايت "الرمل" (*) [2].



مخطط يبين طرق اتحاد الرباعيات

(A . الكوارتز – B . كرستوبولايت – C. تريد مايت)

إن لكل نوع من أنواع السيلكا نقطة انقلاب(*) معينة ويرافق الانقلاب تمدد حراري والمخطـــط (2) يوضـــح نقطة الانقلاب ومدى التمدد الحراري لكل نوع من الكواتز والكرستوبولايت والتريدمايت .

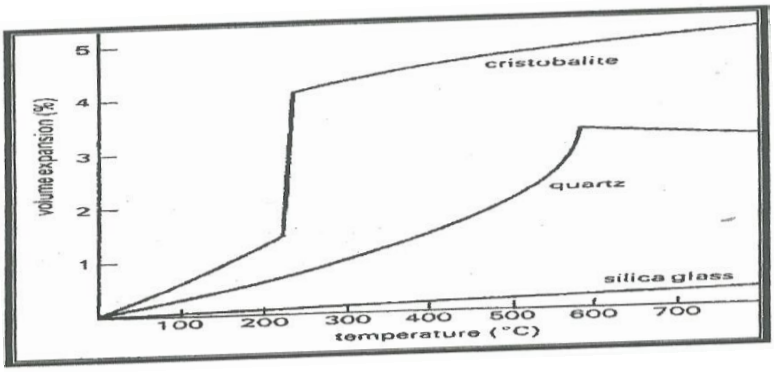
---

[1] الزمزمي ، معتصم عبد الله : تكنولوجيا السيراميك ، مكتبة طرابلس ، ليبيا ، 1988 ، ص 148 .

(*) وهما أسماء مختلة لصيغة واحدة (Sio_2) لكنها تختلف في طريقة ترابط ذراتها .

[2] Taylor W,E Ceramic Glaze Technology , London , 1986 , p 78 .

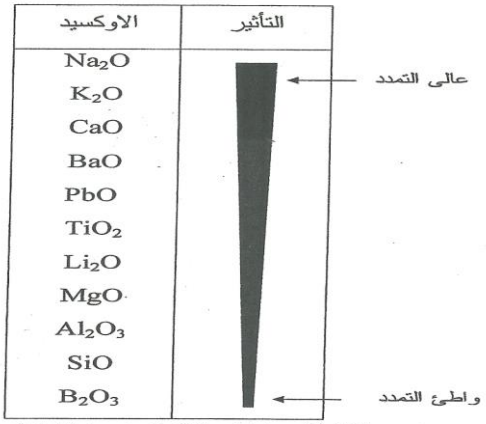
(*) نقطة الانقلاب : الانقلاب هو التمدد الحاصل في حجم ذرة السيلكا نتيجة ارتفاع درجة الحرارة .



شكل (2) يبين نقطة الانقلاب والتمدد الحراري
(HAMER . 1975 .p 272)

إن التمدد الحراري المصاحب لعملية الانقلاب ينعكس في حالة التبريد أي يحدث انكماش في حجم السيلكا وهذا التمدد والتقلص يؤثر على طبيعة الطينة ومدى ملائمة الزجاج من حيث التوافق في معاملات التمدد والاختلاف الذي يؤدي إلى عدم التطابق بين الجسم والزجاج[1] .

إن نظام تطابق الزجاج مقيد بقابلية الزجاج على تكوين تراكيب تتلائم مع السطح الفخاري من حيث معامل التمدد ويتم التحكم في معامل التمدد من خلال إضافة بعض المواد المساعدة على زيادة التمدد أو مواد تعمل على تقليل معامل التمدد والمخطط (3) يوضح ترتيب الأكاسيد المستخدمة في الخزف من حيث التمدد الحراري .



مخطط (3) يبين ترتيب الاكاسيد من حيث التمدد الحراري

إن الغرض من شرح تطابق الزجاج هو التأكيد على ثلاث حالات للزجاج والجسم :

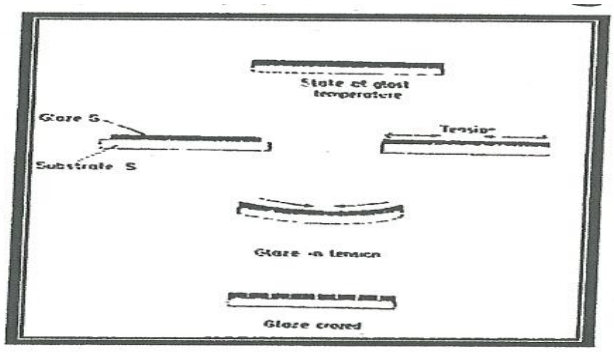
1. المطابقة . 2. التصدع . 3. التقشر .

1. المطابقة : (B = G)[*] حيث سيتقلص الزجاج والجسم في تناغم ولن يتولد إجهاد .
2. (G > B) في هذه الحالة سيختلف معامل التمدد بين الجسم والزجاج إذ أن معامل تمدد الزجاج أكبر من معامل تمدد الجسم لذلك لن يتقلص الجسم والزجاج بصورة متساوية . سوف يضغط الزجاج على الجسم

---

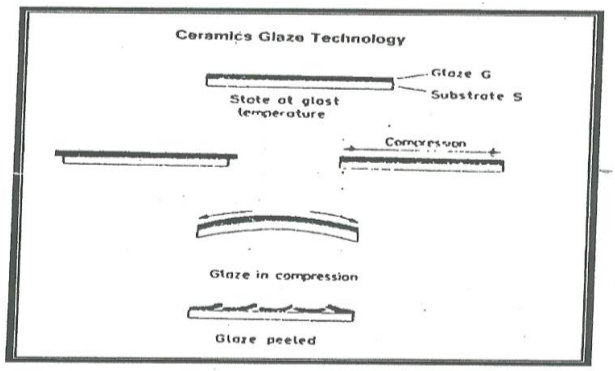
(1) Hamer , Frank , Dictionary of material and Technologyes , New York , 1975 , p. 272 .
(*) B = BODY Glaze = G

وهنالك حالتين الأولى إذا كانت طبقة (الجسم – الزجاج) تتحمل الإجهاد وسيتقوس الجسم وإذا لم تتحمل سيتصدع الزجاج[2] والمخطط (4) يوضح ذلك .



شكل (4) يبين عدم حدوث التطابق وحدوث التصدع
(TAYLAR . 1963 . p 79)

3. (G < B) هنا سوف يضغط الجسم على الزجاج بسبب معامل التمدد الأعلى للجسم ويحدث التحدب إذا كانت طبقة (جسم – زجاج) قوية بما فيه الكفاية لمنع الانفصال وإذا لم تتحمل طبقة (الجسم – زجاج) الإجهاد سيتقشر الزجاج من سطح الجسم الفخاري[1] والمخطط (5) يوضح ذلك .



شكل (5) يبين عدم التطابق في الجسم الخزفي " تقشر "
(TAYLAR . 1963 . p 79)

الفصل الثالث

في البحث الحالي نحاول أن نخلق نوع من الانسجام والتطابق بين طبقة الزجاج والجسم الفخاري (Glaze Fit) . إن إضافة القلويات الترابية إلى خلطة الزجاج الواطئ الحرارة للحصول على سطح يحاكي الخزف العالي الحرارة من خلال اللون والملمس مع ما يمتلكه من خصوصية أدت تلك الإضافة إلى حدوث مشاكل من خلال تشقق طبقة الزجاج والبينية [*] عن الجسم الفخاري وهذه المشكلة نجدها تعطي نتائج مختلفة مع اختلاف حجم الجسم الفخاري ونوعه . فعند تطبيق الزجاج الواطئ الحرارة مع المضاف الترابي على النماذج المختبرية (البلاطات) نجد حدوث ظاهرة التشقق. ومع تطبيق الزجاج على الأعمال الكبيرة نجد عدم قدرة طبقة الزجاج والبينية على الانفصال من الجسم الفخاري لذلك نجد أن القوة الرابطة للزجاج مع الطبقة

---

(2) Tayler , W . E , previous source , p . 80 .
(1) علي ، كمال الدين : علم السيراميك ، جامعة حلب ، كلية العلوم ، ط 1 ، مديرية الكتب والمطبوعات ، حلب ، 1973 ، ص 61 .
(*) البينية : وهي الطبقة الواقعة بين الزجاج والجسم الفخاري والتي تكونت بفعل انصهار الزجاج ودخوله في مسامات الفخار .

البينية قد تحطمت ونفصل الزجاج على شكل تكتلات على سطح الجسم الفخاري شكل (1) وفي محاولة لحل هذه المشكلة من خلال تطبيق الزجاج على سطح فخاري من طينة الكاؤولين للحصول على جسم فخاري أكثر قوة وتماسك من خلال رفع درجة حرارة الفخر إلى (1150مْ) وعند تطبيق الزجاج وكما في الشكل (2) نجد حدوث ظاهرة الانسحاب والتكتل على سطح الجسم الفخاري . وعليه ومن خلال التجارب الاستطلاعية وجد أنه من الأفضل أن نغير من تركيبة الزجاج الواطئ الحرارة من خلال إضافة بعض المواد المختلفة مع رفع درجة حرارة حرق النماذج الفخارية من الطين الأحمر إلى أقصى حد مع المحافظة على الشكل الخارجي وهذه الدراسة توضح آلية عمل تلك التجربة .

3- 1 نوع الطينة : تم اختيار طينة محافظة بابل (المحاويل) لكونها الطينة الأكثر استخداماً في إنتاج الخزف الفني المحلي .

3 – 2 يقوم الخزاف بإضافة 20% رمل أسود إلى 80% طينة حمراء وذلك للحصول على طينة جيدة من حيث قابلية التشكيل على دولاب الخزاف والبناء اليدوي مع أقل نسبة تقلص عند الجفاف في البحث الحالي لن نضيف الرمل الأسود ويتم تشكيل النماذج باستخدام الطينة الحمراء فقط لخلق أكبر قدر من الانسجام أثناء التبريد .

3 – 3 تهيئة النماذج :

تم تهيئة النماذج على شكل بلاطات صغيرة بقياس (6×8×1.5) سم.

3 – 4 تجفيف النماذج

تركن النماذج وهي مغطاة بقطعة قماش لمدة سبعة أيام لكي تجف بشكل تدريجي بعدها وضعت في فرن كهربائي بدرجة حرارة (150مْ) لمدة خمسة ساعات للتأكد من خروج ماء التشكيل .

3 – 5 حرق النماذج :

تم حرق النماذج بفرن كهربائي بقياس (48 × 30 × 30) سم بدرجة حرارة (1125مْ) والشكل (3) يوضح الفرن الكهربائي وحسب الجدول التالي :

من حرارة الغرفة	⟵	400 مْ	خلال أربعة ساعات
من 400 مْ	⟵	1125 مْ	خلال أربعة ساعات

3 – 6 تحضير خلطات الزجاج القلوي مع الرصاص :

إن للزجاج القلوي خصوصية من حيث القيمة اللونية الناتجة وطبيعة السطح الخزفي من حيث الملمس واللمعان لذلك وللمحافظة على تلك الخصوصية لن نقوم باستبدال الزجاج الواطئ الحرارة من القلوي إلى زجاج الرصاص الذي يمتاز بانصهارية عالية جداً ومن الصعب الحصول على تلك التأثيرات اللونية باستخدام زجاج الرصاص لذلك يتم صياغة خلطة الزجاج باستخدام الزجاج القلوي مع إضافة نسبة قليلة وحسب التجربة من أوكسيد الرصاص الأحمر (Pb_3O_4) مع رفع درجة حرارة خلطة الزجاج من الواطئ إلى الواطئ المتوسط لإعطاء فرصة أكبر للأكاسيد للتفاعل .

خلطة رقم (1)

Low Medium ⟶ **1 – 2.5**
Transparent ⟶ **1—10**

0.25 = R_2O_3

Na_2O	B_2O_3	Pb_3O_4	AL_2O_2	SiO_2	N	M.P	M.W	P.W	%
0.2	0.4				Borax	0.2	381	76.2	18.9
0.7					Sodium Carbonate	0.7	106	74.2	15.8
		0.1			Lead Oxide	0.1	658	65.8	32.7
			0.25	0.5	C.C	0.25	258	64.5	16
				1.6	Flint	1.6	60	96	164
								376.7	99.8

خلطة رقم (2)

Low Medium ⟶ **1----2.5**
Transparent ⟶ **1---10**

0.25 = R_2O_3

Na_2O	B_2O_3	Pb_3O_4	AL_2O_2	SiO_2	N	M.P	M.W	P.W	%
0.2	0.4				Borax	0.2	381	76.2	18.9
0.6					Sodium Carbonate	0.6	106	63.6	15.8
		0.2			Lead Oxide	0.2	658	131.6	32.7
			0.25	0.5	C.C	0.25	258	64.5	16
				1.6	Flint	1.6	60	96	164
								431.9	99.8

خلطة رقم (3)

Low Medium ⟶ **1----2.5**
Transparent ⟶ **1---10**

0.25 = R_2O_3

Na_2O	B_2O_3	Pb_3O_4	AL_2O_2	SiO_2	N	M.P	M.W	P.W	%
0.2	0.4				Borax	0.2	381	76.2	18.9
0.5					Sodium Carbonate	0.5	106	53	15.8
		0.3			Lead Oxide	0.3	658	197.4	32.7
			0.25	0.5	C.C	0.25	258	64.5	16
				1.6	Flint	1.6	60	96	164
								487.1	99.8

3 – 7 إضافة القلويات الترابية

تم إضافة القلويات الترابية ($MgCO_3$ – $CaCO_3$) فوق النسبة المئوية كما هو الحال مع الأكاسيد المعدنية الملونة وحسب الجدول التالي :

رقم الخلطة		
1	20غم $MgCO_3$	لكل 100 غم زجاج
1	20غم $CaCO_3$	
2	20غم $MgCO_3$	
2	20غم $CaCO_3$	
3	20غم $MgCO_3$	
3	20غم $CaCO_3$	

3 – 8 تطبيق الزجاج

تم تطبيق الزجاج على الأجسام الفخارية باستخدام مسدس الرش (Spray Gun)

3 – 9 برنامج الحرق والتبريد

تم وضع النماذج داخل الفرن لإجراء عملية الحرق ولغرض التأكد من تبخر الماء الناقل للزجاج يتم تسخين الفرن لمدة ساعة واحدة بدرجة حرارة 150مْ بعدها يتم رفع درجة الحرارة بشكل تدريجي وصولاً إلى درجة حرارة 1000مْ . بعد الوصول إلى درجة النضج المطلوبة يترك الفرن لكي يبرد مع ترك فتحات الفرن مغلقة إلى اليوم التالي يتم إخراج النماذج .

نموذج رقم (1)
($MgCO_3$ مع خلطة رقم (1))

نموذج رقم (2)
($CaCO_3$ مع خلطة رقم (1)

نموذج رقم (3)
($MgCO_3$ مع خلطة رقم (2)

نموذج رقم (4)
($CaCO_3$ مع خلطة رقم (2)

نموذج رقم (5)
(MgCO3 مع خلطة رقم (3)

نموذج رقم (6)
(CaCO3 مع خلطة رقم (3))

مناقشة النتائج :

لقد تم الاعتماد على زجاج الرصاص لكونه يعمل على توازن تركيب خلطات الزجاج ويقلل الأخطاء كثيراً ويقلل من درجة لزوجة المنصهر الزجاجي ومن ذلك نجد أن إضافة أوكسيد الرصاص كانت بصورة تدريجية مع نسبة (0.1) جزء جزيئي ضمن مجموعة الصواهر وتعتبر تلك نسبة قليلة جداً وذلك للمحافظة على التأثيرات الخاصة للزجاج القلوي مع القواعد الترابية علماً أن الرصاص له القابلية على زيادة معامل الانكسار الضوئي للزجاج ويؤكد تألقه وإشراقه في جو الاحتراق التأكسدي . ومن خلال العينة رقم (1) نجد أن إضافة (20) غم ($MgCO_3$) لكل 100غم زجاج حسب الخلطة رقم (1) مع (0.1) جزء جزيئي رصاص نلاحظ انصهار طبقة الزجاج بشكل جزئي أي سطح مستوي لكن مع عتمة واضحة بسبب ارتفاع نسبة ($MgCO_3$) مع انخفاض نسبة أوكسيد الرصاص مع حدوث ظاهرة التشقق في طبقة الجسم والزجاج بسبب الشد السطحي العالي واللزوجة العالية التي يتميز بها أوكسيد المغنيسيوم وبذلك لم تتمكن نسبة الرصاص (0.1) من تحقيق الغرض وهو المطابقة بين الجسم والزجاج في نموذج كاربونات المغنيسيوم ($MgCO_3$) . في النموذج رقم (2) نجد الانصهارية بشكل أفضل من النموذج رقم (1) سطح مستوي ولون أقل قوة وكثافة والأهم هو عدم حدوث ظاهرة التشقق وبذلك تكون نسبة (0.1) جزء جزيئي رصاص قد حققت المطلوب مع كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) . وبارتفاع نسبة أوكسيد الرصاص إلى (0.2) جزء جزيئي نجد في النموذج رقم (3) حدوث انصهار أكثر قوة وتجانس في مكونات الزجاج وكذلك هو الحال في النموذج رقم (4) ونفس نسبة الإضافة من أوكسيد الرصاص مع كاربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) حيث بدء الفعل الصاهر للرصاص في تحقيق الغاية وهي التطابق من حيث الجسم والزجاج ومع ارتفاع نسبة الإضافة (0.3) جزء جزيئي أوكسيد الرصاص في النماذج (5 – 6) حدوث انصهار أكثر في طبقة الزجاج مع تدرج واضح في قيمة الزجاج المعتم وبداية انصهار تدريجي نحو الشفافية مع انعدام ظاهرة التشقق في الطبقة البينية والجسم الفخاري .

النتائج :

1- لم تحقق نسبة (0.1) جزء جزيئي أوكسيد الرصاص مع كاربونات المغنيسيوم ($MgCO_3$) النجاح بسبب حدوث ظاهرة التشقق .

2- حققت نسبة (0.1) جزء جزيئي أوكسيد الرصاص النجاح مع كاربونات الكالسيوم .

3- في النماذج (3 – 4 – 5 – 6) مع نسبة إضافة (0.2 – 0.3) جزء جزيئي لم يحدث أي تشقق

المصادر

1 -- الزمزمي ، معتصم عبد الله : تكنولوجيا السيراميك ، مكتبة طرابلس ، ليبيا ، 1988 ، ص 148 .

2- علي ، كمال الدين : علم السيراميك ، جامعة حلب ، كلية العلوم ، ط 1 ، مديرية الكتب والمطبوعات ، حلب ، 191a11111111a11a111aa73 ، ص 61 .

3- Hamer , Frank , Dictionary of material and Technologyes , New York , 1975 , p. 272 .

4- Taylor W,E Ceramic Glaze Technology , London , 1986 , p 78 .

5- Tayler , W . E , previous source , p . 80 .

شكل رقم (2) تكتل الزجاج على سطح فخار طينة الكاؤولين

شكل رقم (1) تكتل الزجاج على سطح العمل الخزفي

شكل رقم (3) الفرن الكهربائي