دراسة بعض الخواص الفيزيائية لنماذج بورسلينية مكونة من (كاؤولين دويخلة, رمل زجاج ارضمة , فلدسبار البوتاسيوم)

A study some of physical properties of A porcelain models made by (Kaolin Alien, Glass sand earth, Potassium Feldspar)

جاسم محمد منصور
كلية العلوم/ جامعة ديالى
قسم علوم الفيزياء

الفت احمد محمود
كلية العلوم/جامعة ديالى
قسم علوم الفيزياء

ردينة علي لطيف
كلية العلوم/جامعة ديالى
قسم علوم الفيزياء

الخلاصة:

تم قياس بعض الخواص الفيزيائية (التقلص الطولي, الكثافة الإجمالية , المسامية الظاهرية , امتصاصية الماء) لنماذج بورسلينية محضرة باستخدام(كاؤولين دويخلة, رمل زجاج ارضمة, فلدسبار البوتاسيوم) . أجريت على المواد الأولية عمليات الغسل والتجفيف والطحن وتوزيع الحجم الحبيبي , ثم خلطت المواد الأولية بالطريقة الانزلاقية حيث حضرت ثلاث مجاميع للمواد (الملدنة, الرابطة , المزيتة) بالاعتماد على الهرم الثلاثي لهذه المكونات وبنسب مختلفة وبعدها حضرت مجموعة من المواد السيراميكية التي تتكون من (٩٥%) من كل من(٣٥% كاؤولين دويخلة, ٣٥% فلدسبار البوتاسيوم,٢٥% رمل زجاج ارخمة) مضافا إليها ٥% من خلطات المواد الملدنة مع بقاء المدى الحبيبي لكل من كاؤولين دويخلة ورمل زجاج ارخمة وفلدسبار البوتاسيوم ثابت للمجاميع كافة. وبعدها شكلت النماذج بطريقة الكبس الحار. وحرقت النماذج بدرجات حرارية مختلفة (1250,1300,1350 C^o) وبزمن إنضاج (2hr) وسرعة ارتفاع في درجة الحرارة (2 C^o/ min) . أجريت الفحوصات الفيزيائية على النماذج المحضرة . وان أفضل درجة حرارة الحرق هي (1350 C^o) , كما ان أفضل النتائج المتحققة للخواص الفيزيائية للأجسام السيراميكية المنتجة كانت تعود للمضاف (75%B +15%P +10%L) . بينت النتائج أهلية الأطيان العراقية المستخدمة في تحضير الاجسام البورسلينية المصنعة (Injection mouldiy) .

Abstract:

It had been measure some of Physical properties (linear shrinkage, total density, apparent porosity, water absorption) for a porcelain models have been made by using (kaolin alien , glass sand earth , Potassium feldsapr) . the raw materials were prepared by washing , drying , grinding , and particles size distribution process . Then there groups of the raw materials which preparation by (Binder , Plasticizer , lubricant) depending on the three pyramidal substances of variable rates . After that many groups of ceramic materials were

introduced that consist of (95%) of each the (35%) kaolin alien , (35%) of potassium feldspar and (25%) of glass sand earth each plus (5%) of amount of the plasticized materials of of previous groups and leaving over the grains rate of each of the kaolin lien , the glass sand earth , and the potassium feldspar on all the groups. These samples were formed by Hot compression. Then the models were incinerated under three different temperatures (1250,1300,1350C^{o}) with a maturity period of (2hr) and an elevation speed of (2C^{o}/mine). After that the Physical properties were measure on these samples . The results of this research has shown that the best temperature degree for felting the models is (1350C^{o}) . Though the best results achieved was for the additive (75% B+ 15%P+10%L). The results of this research has shown that the Iraqi caly is liable for use its raw materials.

المقدمة: Introduction

تعد الأجسام السيراميكية المحضرة باستخدام (كاؤولين دويخلة , ورمل زجاج ارخمة , وفلدسبار البوتاسيوم) مهمة جدا في صناعة المواد الكهربائية العازلة . إذ إن المواد الأولية الداخلة في صناعة الأجسام البورسلينية هي متوفرة في الطبيعة داخل العراق وسهولة استخراجها وكلفتها المالية القليلة , منها مادة الكاؤولين الذي يعد احد الأطيان العراقية المهمة الداخلة في صناعة المواد السيراميكية بمختلف المجالات الصناعية منها الميكانيكية والحرارية والكهربائية بالإضافة إلى الاستخدامات الأخرى العديدة, وكذلك فان رمل زجاج ارخمة الذي يستخرج منها السليكا المتوفرة محليا , إما فلدسبار البوتاسيوم فيوجد في الطبيعة على شكل خامات صخور نارية وتوجد بكميات كبيرة داخل العراق .

إن دراسة الخواص الفيزيائية لهذه الأجسام السيراميكية له أهمية كبيرة في تقييم المنتجات البورسلينية المنتجة في صناعة العوازل الكهربائية وصناعة الاسنان والتغليف الالكتروني [1,2] .

الجزء العملي : Experimental procedures

اولا: تحضير الجسم السراميكي (الجسم البورسليني):

ان مراحل التصنيع للمنتجات السيراميكية لها تأثير كبير على الخواص الفيزيائية والميكانيكية والكيميائية للمنتج السيراميكي[3] , تم خلال هذا البحث اختيار ثلاث مواد لتحضير الجسم السراميكي (البورسليني) المستخدم في هذا البحث وهي (كاؤولين دويخلة , رمل زجاج ارضمة , فلدسبار البوتاسيوم) حيث تم غسل هذه المواد المستخدمة بالماء المقطر . وبعدها تم تجفيف هذه المواد باستخدام مجفف كهربائي ثم أعقبتها عملية الطحن باستخدام طريقة الطحن بالكرات[4] . ثم نخلت المواد المطحونة بثلاث مناخل ذات احجام (150, 70, 60) μm للحصول على المديات الحبيبية المطلوبة .

بعد ذلك تمت عملية خلط المواد بطريقة الخلط الانزلاقي حيث حضرت ثلاث مجاميع للمواد (الملدنه , الرابطة , المزيتة) وكانت نسبة المادة المزيتة (Lubricant) ثابتة للمجاميع كافة واستخدم (Polyvinyl Butyral) كمادة رابطة و(Phathlicacid ester) كمادة ملدنه و (Paraffin wax pastillated)

كمادة مزيتة . وتم اذابة هذه المواد باستخدام مذيب (xylolzul analyses) حيث يوضح الجدول (1) النسب الوزنية المستخدمة لتكوين المجاميع الثلاث . اذا تم تحضير المجاميع الثلاثة (A_1 , A_2 , A_3) وحضرت هذه المجاميع باذابة كل من المادة الرابطة (Polyvinyl Butyral) والمادة الملدنة (Phathlic acid ester) , والمادة المزيتة (Paraffin wax pastillated) وبنسب وزنية مختلفة في (100 ml) من مذيب (xylolzul analyse) في حمام مائي بدرجة حرارة تصل الى $90C^o$ مع استمرار الخلط باستخدام الخلط ذي الارباش الى ان يتم الحصول على خلطات متجانسة . وبعد ذلك تم تحضير خلطة المواد السيراميكية واضافة نسبة (5%) من خلطات المواد الملدنة (A_1 , A_2 , A_3) الى المواد السيراميكية (كاؤولين دويخلة , رمل زجاج ارخمة , فلدسبار البوتاسيوم) كما هو مبين في الجدول (٢) . بعدها اجريت عملية التشكيل (forming process) فتم تشكيل المكبوسات بطريقة مقاربة لطريقة القولبة بالحقن (Injection moulding) ويتم ذلك باستخدام الضغط والحرارة في ان واحد [5]. حيث تشكل المكبوسات بطريقة الكبس الحار (Hot prossing) باستخدام مكبس كهربائي وباستخدام قوالب فولاذ وبقوة تشكيل مقدارها (5 Ton) وباستخدام العلاقة(1) تم حساب مقدار الضغط المسلط على العينة :

$$P = F / A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث F :- القوة المسلطة , (P) الضغط اللازم لتشكيل (Mpa)

A :- مساحة النموذج (mm^2)

وكان الضغط يساوي (70 Mpa) تقريبا واخذ زمن كبس مقداره (5 min) لضمان حصول انسياب الحبيبات بين بعضها البعض وتمت عملية الحرق (firing process) فقد تم حرق النماذج وبظروف تلبيد أذ كانت درجات الحرق هي (1250,1300,1350) درجة سيليزي وسرعة ارتفاع بدرجة الحرارة ($2c^o$/min) وبزمن انضاج (2 hr) وبسرعة هبوط بدرجة الحرارة ($5c^o$/min) وبعدها أخرجت النماذج بعد ان برد الفرن لدرجة حرارة ($40\,C^\circ$) ومن ثم وضعت النماذج في حاوية التجفيف مفرغة لدرجة (10^{-2} *Toor*) لإغراض القياسات والفحص .

جدول رقم (١): يوضح نسب مكونات الخلطات (الملدنة , الرابطة , المزيتة) .

رقم المجموعة	رمز المجموعة	المادة الرابطة Binder	المادة الملدنه Plasticizer	المادة المزيتة Lubricant	المادة المذيبة Solvent
		Polyvinyl Butyral	Phathlicacid ester	Paraffin wax pastillated	Xylolzul analyse
		النسبة الوزنية %	النسبة الوزنية %	النسبة الوزنية %	النسبة الوزنية %

1	A1	65	25	10	100
2	A2	70	20	10	100
3	A3	75	15	10	100

جدول رقم (٢): يوضح النسب الوزنية المستخدمة في تكوين الجسم السيراميكي

رقم الخلطة	المواد الملدنة		كاؤولين دويخلة		رمل زجاج ارخمة		فلدسبار البوتاسيوم	
	رمز الخلطة	النسبة الوزنية %	النسبة الوزنية %	مدى الحجم الحبيبي μm	النسبة الوزنية %	مدى الحجم الحبيبي μm	النسبة الوزنية %	مدى الحجم الحبيبي μm
D1	A1	5	35	150	25	60	35	70
D2	A2	5	35	150	25	60	35	70
D3	A3	5	35	150	25	60	35	70

ثانيا : القياسات

١. قياسات التقلص **Shrinkage measurement**

يعرف التقلص الطولي(Linears Shrinkage) بأنه التقلص الحاصل في الطول الاصلي للعينة السيراميكية نتيجة عملية الحرق ويعبر عنه بالنسبة المئوية [6] . تم قياس مقدار التقلص الطولي وذلك من قياس طولي النموذج قبل وبعد الحرق . ومن استخدام العلاقة (٢) تم حساب مقدار التقلص الطولي للمجموعات D1,D2,D3 حسب المواصفة الامريكية(ASTM(C326-82 [7] ,وكما موضح في الجدول (٤) .

$L.Sh\ \% = L_o - L\ /\ L_o \times ١٠٠\%$ .....(2)

$L.Sh$:- التقلص الطولي %
L_o:- طول النموذج قبل الحرق (mm)
L:- طول النموذج بعد الحرق (mm)

جدول رقم (٤): يوضح قيم التقلص الطولي الحاصل في طول النموذج السيراميكي

درجة حرارة الحرق C°	المجموعة D1 التقلص الطولي	المجموعة D2 التقلص الطولي	المجموعة D3 التقلص الطولي
1250	8.51	9.09	9.38
1300	8.69	10	12.5
1350	10.4	13.89	14.28

٢. قياسات الكثافة الإجمالية Total Density measurement :

تعرف الكثافة الإجمالية على أنها العلاقة بين وزن المادة وحجمها في هذه الدراسة حسبت كثافة النماذج بقياس أبعاد كل نموذج (بعد الحرق) من ناحية القطر والسمك بواسطة (المايكرومتر) (Verne) , ومن ثم وزن النموذج (بعد الحرق) بميزان حساس واستعملت العلاقة (٣) حسب المواصفة الامريكية المرقمة(ASTM,C134) [8] , لحساب الكثافة الإجمالية للنماذج السيراميكية, ويبين الجدول رقم (٥) قيم الكثافة الاجمالية للنماذج السيراميكية حسب المجاميع D1,D2,D3 .

$\rho = W / V$ .....(3)

حيث ان :-
ρ :- الكثافة الاجمالية (gm/cm^3)
w :- وزن النموذج بعد الحرق (gm)
v :- حجم النموذج بعد الحرق (cm^3)

جدول رقم (٥) : يوضح قيم الكثافة الإجمالية للنماذج السيراميكية

درجة حرارة الحرق C°	المجموعة D1 الكثافة الإجمالية gm/cm^3	المجموعة D2 الكثافة الإجمالية gm/cm^3	المجموعة D3 الكثافة الإجمالية gm/cm^3
1250	1.67	1.73	2.02

1300	1.83	1.96	2.26
1350	1.98	2.06	2.4

٣. قياسات المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء
Apparent Porosity and Water absorption measurements

تمثل المسامية الظاهرية نسبة حجم المسامات المفتوحة إلى الحجم الكلي للنموذج , أما امتصاصية الماء فهي نسبة حجم المسامات المفتوحة إلى وزن النموذج [9] .

حسبت المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء للنماذج المشكلة والمحروقة بدرجات الحرارة (1250,1300,1350) C° حسب المواصفة الامريكية (ASTM,C373-72) [10] , حيث تم وزن النموذج بعد التجفيف ويرمز لها بالرمز (D) وبعدها وضعت النماذج في إناء يحتوي على الماء المقطر . بحيث تكون العينات مغطاة بالماء , تكون مفصولة قدر الإمكان عن جدران وقاعدة الإناء ويسخن الإناء إلى درجة الغليان لمدة خمس ساعات مع التأكد بان تكون العينات مغطاة بالماء المقطر طول مدة التسخين اذ سخنت باستعمال سلك يعلق بأسفل الميزان , وبالتالي نحصل على وزن العينة وهي معلقة بالماء ويرمز لها بالرمز(S), بعدها أخرجت العينات من الماء المقطر وتم مسحها بقطعة قماش مبلله وبعدها تم وزن العينات وتمثل هذا الوزن وزن العينة وهي مشبعة بالماء ويرمز لها بالرمز(M) . ومن هذه الأوزان وحسب العلاقات أدناه تم حساب مقدار المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء

Exterior Volume (V) = M .S …….(4)

Apparent Porosity = [M-D/V]*100 …….. (5)

Water absorption (A) = [M-D/D]*100 …… (6)

وبعد استخدام العلاقتان رقم (٥) و(٦) اعلاه تم حساب المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء للنماذج السيراميكية الموضحة في الجدول (٦).

جدول رقم (٦): يوضح قيم المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء للنماذج السيراميكية.

درجة حرارة الحرق C°	المجموعة D1		المجموعة D2		المجموعة D3	
	المسامية الظاهرية %	امتصاصية الماء %	المسامية الظاهرية %	امتصاصية الماء %	المسامية الظاهرية %	امتصاصية الماء %
1250	0.62	16.6	0.97	11.1	0.39	6.68
1300	0.6	4.08	0.32	5.83	0.04	2.25
1350	0.5	3.2	0.23	5.74	0.01	0.25

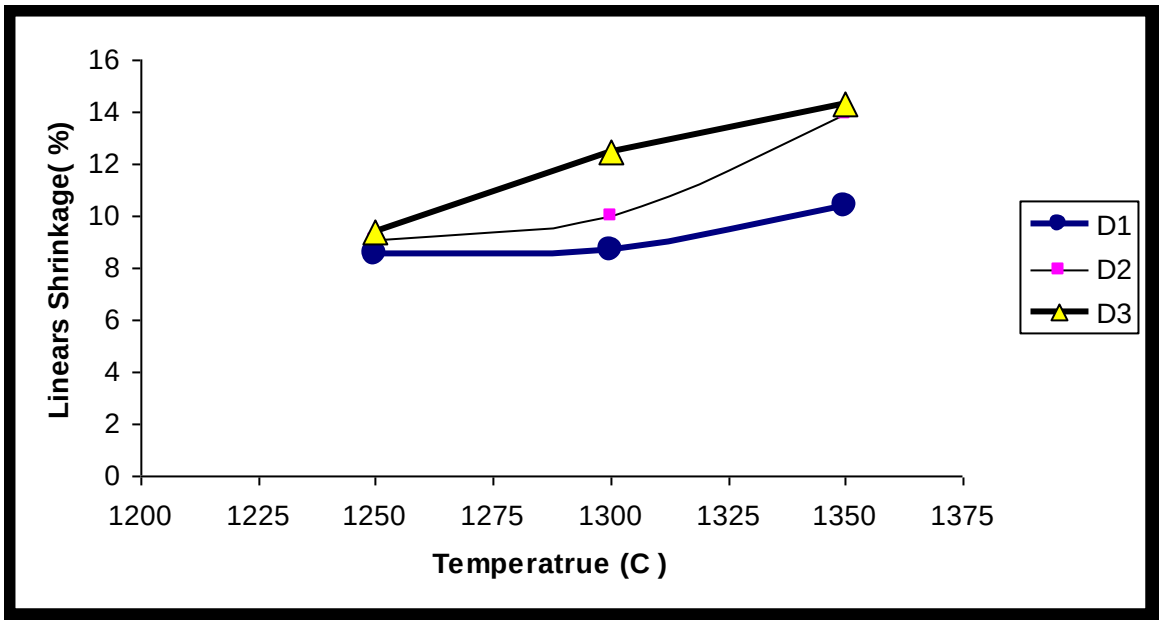
مناقشة النتائج :Discussion Results

من ملاحظة نتائج البحث نلاحظ ان هنالك زيادة واضحة في قيمة التقلص الطولي والكثافة الحجمية بازدياد نسبة المادة الرابطة ودرجة حرارة الحرق ضمن المدى الحراري من (1250 – 1350 Co) ان قيمة التقلص الطولي لمجموعة المضاف (65%B + 25%P) تراوحت من %(8.51 - 10.4) والمضاف (70%B + 20%P) من % (9.09 - 13.89) والمضاف (75%B + 15%P) تراوحت بين %(8.5 -14.28) وان قيمة الكثافة الإجمالية ولنفس المضافات وعلى التوالي وضمن نفس المدى الحراري تراوحت بينgm/cm^3(1.67 - 1.98) gm/cm^3, (1.53 - 2.06) gm/cm^3, (2.02 - 2.4) .

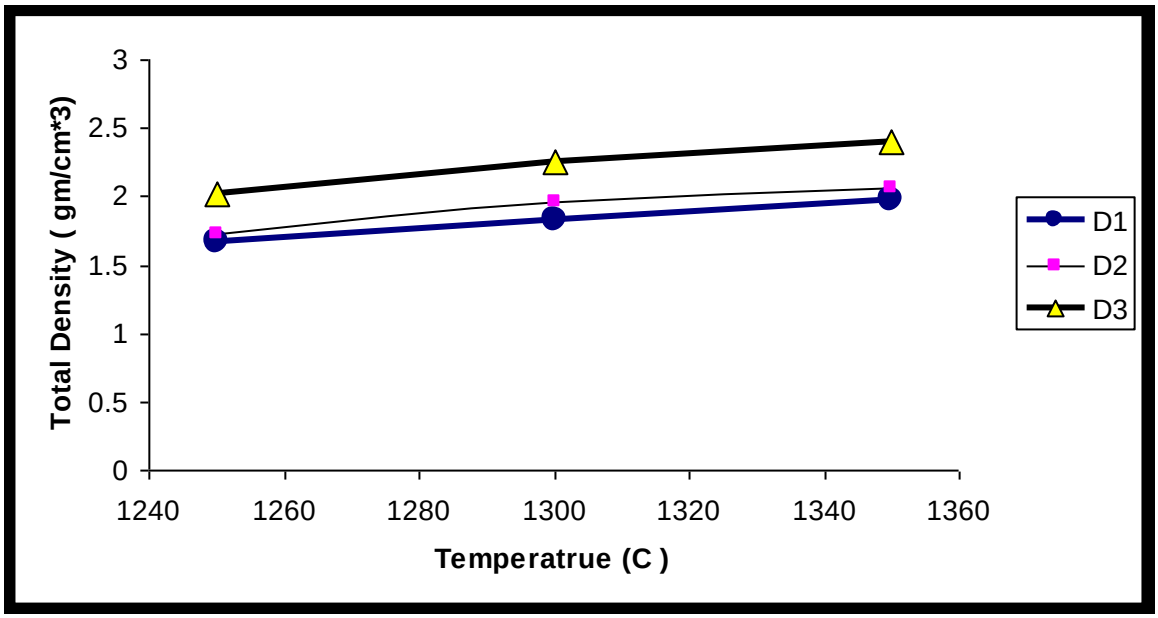
ان السبب في هذه الزيادة مع زيادة نسبة المادة الرابطة مع ازدياد درجة حرارة الحرق C° (1250–1350) يرجع الى زيادة فاعلية اندماج المسامات وتقارب الحبيبات الى الدرجة التي يتوقع ان تتحول المسامات الى احجام صغيرة وهذا ما نلاحظه بصورة واضحة على نتائج المجاميع كافة من خلال ملاحظة الجدول(٤), والجدول(٥) والشكل ( ), ( ) حيث ان اعلى قيم كانت تعود للمكون (95%) من كل من [فلدسبار البوتاسيوم (35%) , كاؤولين دويخلة (35%) , كوارتز (25%) والمضاف (5%) من كل من (10%L + 15%P + 75%B)] .

ونلاحظ ان قيم الكثافة الإجمالية ازدادت مع زيادة درجة حرارة الحرق ويعزى سبب حدوث ذلك الى عملية التلبيد التي تعمل على تقارب وتلاحم الحبيبات وبالتالي محاولة غلق المسامات مؤديا ذلك الى زيادة قيم الكثافة الإجمالية للعينات . اما بالنسبة للمسامية الظاهرية وامتصاصية الماء فنلاحظ انخفاض واضح في قيم من المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء بشكل كبير وهذا يعزى الى حدوث انصهار للمواد المضافة وانتشار هذه المادة المنصهرة ضمن المادة الصلبة حيث تعمل هذه المادة على ملئ او غلق اغلب المسامات الظاهرية تقريبا وجعلها مسامات مغلقة وهذا مايبدو واضحا من خلال النتائج الخاصة بالمسامية وامتصاصية الماء حيث قلت قيمة المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء بزيادة نسبة المادة الرابطة حيث تراوحت قيم المسامية الظاهرية للمضاف (65%B + 25%P) من (0.25% - 0.62), والمضاف (70%B + 20%P) من (0.23% - 0.097), والمضاف (75%B + 15%P) من (0.01% - 0.39) . إما بالنسبة لامتصاصية الماء وحسب المضافات أعلاه فقد كانت النسب المتغيرة من (3.2% - 16.6), (5.74% - 11.1) , (0.25% - 6.86)على التوالي, كما يلاحظ من النتائج تناقص واضح في نسبة المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء مع زيادة درجة حرارة الحرق ضمن المدى

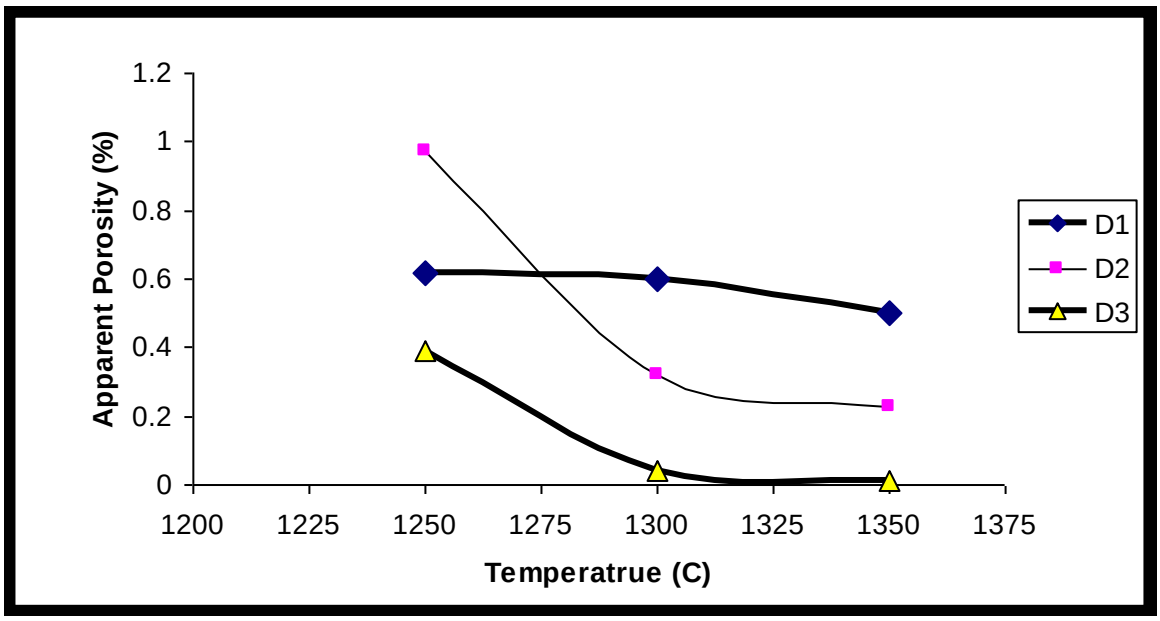
الحراري من C° (1350 – 1250) ويعود السبب الى حدوث عملية التلبيد التي تعمل على زيادة التقارب والتلاحم بين الحبيبات مع بعضها البعض ومحاولة غلق المسامات وبالتالي حدوث نقصان في قيمة المسامية . بالإضافة إلى حدوث عملية انصهار للمواد المضافة بصورة اكبر كلما زادت نسبة المادة الرابطة عند درجة حرارة C° (1350) التي عملت أيضا على نقصان قيمة المسامية الظاهرية للعينات التي تحتويها وهذا واضح في الجدول (٦) والإشكال (3) , (٤).



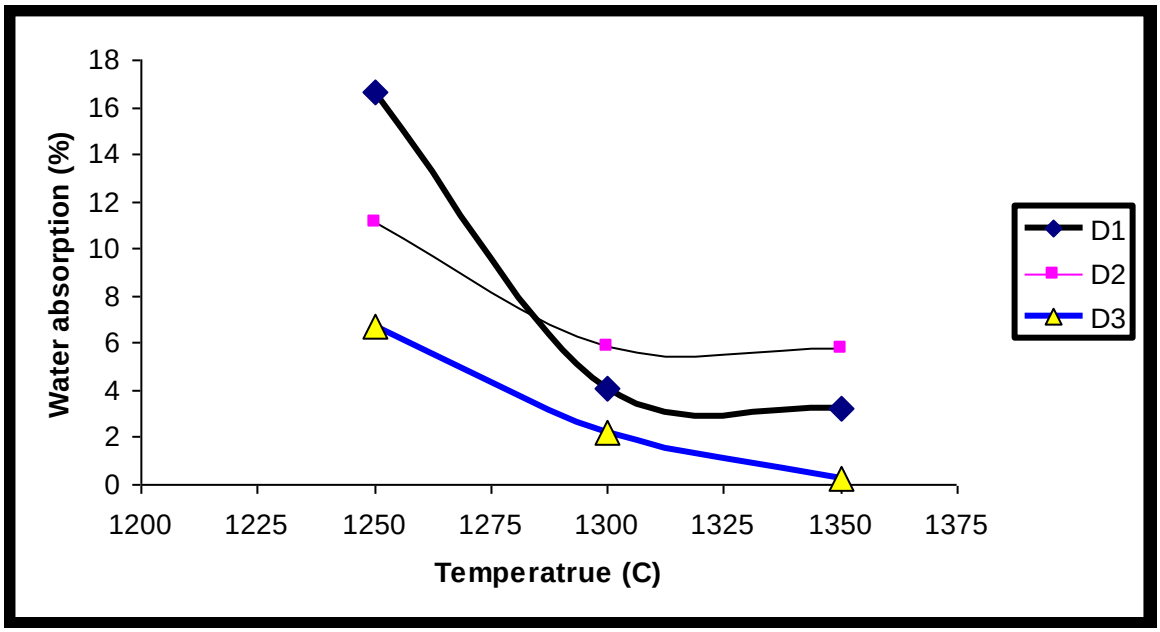
شكل (١) يوضح العلاقة بين نسبة التقلص الطولي (%) دالة لدرجة حر ارة الحرق للمجاميع السيراميكية D1,D2,D3



شكل (٢) يوضح العلاقة بين الكثافة الإجمالية (gm/cm^3) دالة لدرجة لحرارة الحرق للمجاميع السيراميكية D1,D2,D3



شكل (٣) يوضح العلاقة بين المسامية الظاهرية (%) دالة لدرجة حرارة الحرق للمجاميع السيراميكية D1,D2,D3 .



شكل (٤) يوضح العلاقة بين امتصاصية الماء (%) دالة لدرجة حرارة الحرق للمجاميع السيراميكية D1, D2,D3

المصادر References:

1. Chesters J.H, ″ Refractories ″,production and properties, 5th ed. House press. London 1973.
2. Y. Hong , H . X iaoli & L . Znengqun, interceram , Vol. 43, No.4, (1994).

٣. و. ريان,ترجمة فاضل بندر عيسى , ماجد محمد عكاشة , فوزي عبد الهادي السيد, " خواص المواد المواد الخام السيراميكية " , مؤسسة المعاهد الفنية دار التقني للطباعة والنشر , (1986). (٣,٥, ٧ -٢١ ,٣٦-٤٩).

٤. محمد قاسم سلمان الربيعي, " تأثير الحجم الحبيبي لمادة فلسبار البوتاسيوم على الخواص الفيزياوية للبورسلين عالي الصهر". رسالة ماجستير مقدمة الى جامعة بغداد, كلية التربية ابن الهيثم , (٢٠٠٣).

5. Martin E.R and walker J.S, ″ Injection moulding of the plastics″ , plastics institute publications.
6. Petrzelli,G. Guldi, G & Sequi, P. Electro optical Measurement of clay Shrinkage, Clay Minerals Vol. 11,(1979).PP[81-84].
7. American Standard Test Methods for “ Linear and Volume of Fired While Ware Products” , ASTM, C326-82.
8. American Standard Test Methods for “ Size and Bulk Density of Refractory Brick Insulation Fire Brick” ASTM, C134-70C.

9. الطائي, محمد حيدر الرمضاني , خيرية عبدالله ," تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية للطابوق الناري الطيني" , مجلة الهندسة والتكنولوجيا, بغداد, العراق, المجلد الاول, العدد الثاني ,ص ١٣٤-١٢٦ , ١٩٨٤ .

10. American Standard Test Methods for “ Water Absorption, Bulk Density, Apparent porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired While ware Products” ASTM, C134-72.