مجلة ديالى
للعلوم
الهندسية

ISSN 1999 - 8716

المجلد السابع، العدد الرابع، صفحات البحث (20-26)، كانون الأول 2014

تأثير إضافة الألومينا على بعض الخواص الفيزياوية للبورسلين عالي الصهر المحضر من كاؤلين دويخلة، رمل زجاج أرضمة وفلدسبار البوتاسيوم باستخدام الطريقة العملية

محمد قاسم سلمان بسام
مدرس مساعد / كلية الهندسة / جامعة ديالى
(الاستلام:-2013/4/28، القبول:- 2013/10/6)

الخلاصة

تعتبر الالومينا من المركبات المهمة في تحسين الخواص الفيزياوية للمركبات السيراميكية ولهذا تم في هذا البحث تصنيع نماذج بورسلينية باستخدام كاولين دويخلة ورمل زجاج أرضمة وفلدسبار البوتاسيوم واضافات من الالومينا. وقد تم تشكيل النماذج بطريقة الكبس شبه الجاف ولبدت النماذج بدرجة حرارة تلبيد ℃ 1300 وتم قياس بعض الخواص الفيزياوية للنماذج البورسلينية ووجد ان اضافة الالومينا تحسن من خواص المنتج البورسليني لغاية 18% من نسبة الالومينا المضافة وبازدياد النسبة عن 18% تبدأ خواص المنتج بالانخفاض ويعزى هذا الى ان الالومينا تساعد على تكوين الطور السائل للفلدسبار ولحد معين ولكن زيادتها تؤدي الى بقاء نسبة منها غير منصهرة لاحتياجها درجة تلبيد عالية.

الكلمات الدالة: البورسلين عالي الصهر، فلدسبار البوتاسيوم، كاؤلين دويخلة.

المقدمة

تعتبر الاجسام السيراميكية من المواد المهمة صناعيا وذلك لتوفر موادها الاولية وقلة تكاليفها وكذلك للخواص الفيزياوية الجيدة التي يمتلكها الجسم السيراميكي كالمقاومة الميكانيكية والحرارية والكهربائية [1 , 2].

لقد خضعت المنتجات السيراميكية للعديد من التصنيفات فمنهم من صنفها حسب درجة حرارة الاستعمال ومنهم من صنفها حسب موادها الخام، وغيرها من التصنيفات[3].

من المواد الاولية المستخدمة في صناعة الاجسام السيراميكية هي الكاؤلين والكوارتز وفلدسبار البوتاسيوم والالومينا، ويسمى المنتج السيراميكي المكون من هذه المواد بالبورسلين. وان اضافة الالومينا للجسم البورسليني تعطيه خواصا فيزياوية افضل [4].

ان الالومينا من المواد المهمة في تصنيع المنتجات السيراميكية حيث انها تحسن خواصها لانها تساعد على تكوين الطور السائل للسليكا ولهذا تضاف الالومينا الى خليط المكون السيراميكي اضافة الى وجودها في تركيب مواده الخام

الجانب العملي:

تحضير الجسم البورسليني:

تم تحضير الاجسام البورسلينية المستخدمة في هذا البحث باستخدام الخامات العراقية وهي كاؤلين دويخلة، رمل زجاج أرضمة، فلدسبار البوتاسيوم والالومينا. حيث تم الطحن باستخدام تقنية الطحن بالكرات (Ball Milling) واستمر الطحن لمدة 6 ساعات وذلك لضمان الحصول على الحجوم الحبيبية المطلوبة لعمل النماذج البورسلينية.

بعد ذلك تمت عملية النخل (Sieving Process)، فقد استخدمت تقنية التحليل بالمناخل [5]، حيث اخترنا ثلاثة مقاسات للمناخل وهي µm(32 , 50 , 106) لأجراء التصنيف الحجمي، ويوضح الجدول رقم (1) احجام المناخل المستخدمة لكل مادة.

بعد عملية النخل تمت عملية الخلط (Mixing Process) وحسب النسب المبينة في الجدول رقم (2) حيث تم استخدام تقنية الخلط الانزلاقي (Slip Mixing) [6]. حيث حضرت خمس خلطات تختلف فيما بينها بنسب الالومينا المضافة وكذلك اختلاف النسب للمواد الاخرى. وتم استخدام مادة رابطة وهي بولي فاينيل الكحول (PVA) وبتركيز 1%، وتم الخلط لمدة 6 ساعات لضمان حصول التجانس، ومن ثم جففت الخلطات بالمجففات الكهربائية ولاربعة مراحل متتالية وهي ℃(110, 70 , 40 , 25) و لمدة عشر ساعات للحصول على تجفيف تام غير مفاجيء.

وبعد عملية الخلط تمت عملية التشكيل (Forming Process) للمكبوسات بطريقة الكبس شبه الجاف [7]. وبمحتوى رطوبة (10%) باستخدام مكبس كهربائي وبقوالب من الفولاذ وبقوة تشكيل (5 Ton) باستخدام العلاقة (1) حسب مقدار الضغط المستخدم للتشكيل هو (70 MPa) وبزمن كبس مقداره (1 min) كي تتساب الحبيبات فيما بينها بشكل افضل .

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

حيث : P : الضغط المستخدم (MPa)

F : قوة الكبس (N)

A : مساحة العينة (mm^2)

بعد عملية الكبس تم تجفيف النماذج البورسلينية باربعة مراحل كل مرحلة لمدة 24 hr كانت درجة الحرارة للمراحل هي ℃ (110 , 70 , 40 , 25).

بعد عملية التجفيف اجريت عملية الحرق (Firing Process) فقد تم تلبيد النماذج في فرن كهربائي بدرجة حرارة تلبيد ℃ 1300 وبزمن إنضاج hr 2 كانت سرعة ارتفاع درجة الحرارة ℃/min 2 وسرعة انخفاضها ℃/min 5 [8].

القياسات:

قياس الكثافة الحجمية والمسامية الظاهرية وامتصاصية الماء:

استخدمت طريقة ارخميدس في هذا الاختبار [9]. تم حساب قيم كل من الكثافة الحجمية، المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء. كما مبين في الأشكال (1 – 2 – 3).

قياس الخواص الميكانيكية:

الصلادة: تعرف الصلادة على انها مقاومة المادة لاختراق او خدش سطحها. تم قياس صلادة روكويل (Rockwell hardness-15N) باستخدام حمل مسلط (15 kgf) وزاوية مخروط (120) [10]. كما مبين في الشكل(6).

مقاومة الصدمة: وهي قدرة المادة على الصمود بدون تكسر عند تعرضها لاجهاد ميكانيكي عالي بتعرضها لصدمة سريعة ومفاجئة. تم اختبار مقاومة المادة للصدمة (Impact Strength)[11]. كما مبين الشكل (4).

مقاومة الثني: هي مقاومة الجسم السيراميكي للاجهاد الناتج عن ثنيه بدو كسر [12]. وتم اختبار مقاومة المادة للثني و النتائج مبينة في الشكل (7).

مقاومة الانضغاط: هي مقاومة الجسم السيراميكي للكسر المتسبب من تسليط ضغط على المادة. حيث تم حساب مقاومة المادة للانضغاط باستخدام الطريقة البرازيلية[13]. وتم الحصول على النتائج المبينة في الشكل (5).

النتائج ومناقشتها:

من خلال الدراسات السابقة تم اختيار الحجم الحبيبي لمادة فلدسبار البوتاسيوم (D<32 μm) ودرجة حرارة تلبيد 1300 ℃. يعمل اوكسيد الالمنيوم على ايجاد حالة وسط بين السليكا وثاني اوكسيد الكالسيوم ويساعد على تحسين الخواص الميكانيكية ، وان اضافة الالومينا يقلل من احتمال تكون التشققات والتي تكون سببا رئيسيا في ضعف مقاومة الجسم السيراميكي للاجهادات التي يتعرض اليها. ان اضافة نسب قليلة من الالومينا تعمل كعامل صهر قوي (Powerful Flux) للسليكا، حيث تخفض بسرعة من درجة انصهاره. حيث يمثل المركب الذي يحوي كلا من الالومينا والسليكا مركبا يوتكتيا حيث يبدأ جزء منه بالانصهار مكونا طورا سائلا اضافة الى الطور السائل المتكون من فلدسبار البوتاسيوم حيث يبدأ الطور السائل بملأ المسام الموجودة في الجسم السيراميكي مما يؤدي الى زيادة كثافته وبالتالي تتحسن خواصه الميكانيكية.

نلاحظ في الأشكال (1 – 2 – 3) ان خواص الجسم السيراميكي تتحسن بزيادة نسبة الالومينا المضافة الى ان تصل النسبة الى 18% ولكن بعدها تبدأ الخواص بالاضمحلال، حيث نلاحظ زيادة الكثافة الحجمية مقابل تناقص في المسامية الظاهرية وامتصاصية الماء الى ان تصل نسبة الألومينا المضافة الى 18% اما بعدها فتبدأ الكثافة بالتناقص وتزداد كلا من المسامية الظاهرية وأمتصاصية الماء. ويرجع سبب هذا الى ان الفلدسبار يكون طورا سائلا عند الانصهار بعد درجة حرارة 1050 ℃ وكذلك تبدأ الالومينا بمساعدة السليكا الموجودة في رمل الزجاج وكذلك السليكا الموجودة في تركيب الفلدسبار على الانصهار ويبدأ المصهور بملأ المسام فتقل المسام وتزداد الكثافة حيث ان الميولايت يبدأ بالتكون من اتحاد الالومينا مع الكرستوبلايت. أما في الاشكال (4 – 5 – 6 – 7) نلاحظ تحسن الخواص الميكانيكية الى ان تصل نسبة الالومينا المضافة الى 18% اما بعد زيادة نسبة الالومينا المضافة عن 18% تبدأ الخواص بالانخفاض. وذلك بسبب تكون الميولايت ذو التركيب الابري الشكل حيث انه يعمل كتسليح للجسم السيراميكي وهذا مايفسر تحسن الخواص الميكانيكية للجسم السيراميكي اضافة الى ان هذه النماذج تكون كثافتها اكثر. اما عند انخفاض الخواص بعد نسبة 18% من الالومينا المضافة فيعزى هذا الى ان نسبة من الالومينا تكون زائدة عما هو مطلوب لاتمام عملية الانصهار وهذه الكمية لاتنصهر عند تلك الدرجة الحرارية المستخدمة للتلبيد لكون درجة انصهار الالومينا اعلى من ذلك فتبقى في الجسم السيراميكي مكونة مسام فيه وتشققات ولايتكون الميولايت بشكل كامل وبالتالي نقصان الكثافه والتي تقلل من خواصه الميكانيكية. كما ان الالومينا عندما تتحد مع السليكا تكون طورا زجاجيا لزج يقوم بربط الحدود الحبيبية والتكتلات مع بعضها البعض منتجة خواصا افضل للجسم السيراميكي [14 – 16].

الأستنتاجات:

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها وظروف التصنيع للمنتج البورسليني تم التوصل الى ان اضافة نسب معينة من الالومينا تحسن من خواص المنتج البورسليني ولكن زيادة هذه النسبة لاكثر من 18% يضعف خواص المنتج وذلك لان الالومينا يجب اضافتها بنسب معينة تتلائم مع نسب فلدسبار البوتاسيوم ورمل الزجاج لان كميتهما تتطلب نسبة معينة من الالومينا لتساعدهما على الوصول الى الطور السائل الذي يلعب دوره في تحسين الخواص الفيزياوية للمنتج البورسليني. كما ان نسبة الالومينا المطلوبة تعتمد على الحجم الحبيبي لكل من فلدسبار البوتاسيوم ورمل الزجاج حيث كلما

استخدم حجم حبيبي اقل كانت النسبة المطلوبة من الالومينا المضافة اقل وذلك لان نقصان الحجم الحبيبي لهذه المواد يخفض من درجة الحرارة اللازمة لصهرها.

المصادر:

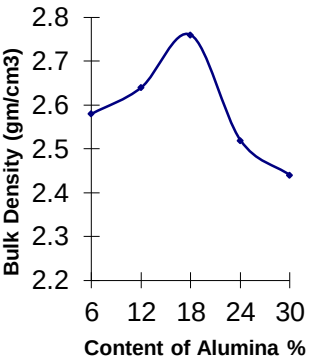
1. W. D. Kingery "Introduction to Ceramics" 2nd edition, a wiley – Interscince Publication (1975). 3
2. J. A. Pask, Ceramic Bulletin, Vol.58, No.12, (1979)
3. M. Cohen & F. H. Norton, "Physical Ceramics for Engineers", by Addison – Wesley Publishing Company. (1964). 3, 99
4. W. Bolton, "Engineering Materials Technology", Prentice Hall. (1998)
5. Anil Kumar Sinha, Powder Metallurgy, 2nd edition, (1987), 759-805
6. W. Ryan, "Properties of Ceramic Raw Materials", 2nd edition, by Pergamon Press, (1978), 42 – 43
7. P. Rado, "An Introduction to the Technology of Pottery", 2nd edition, by Pergamon Press, (1988), 29 – 32
8. F. A. Rassen, "The Use of Iraqi Siliceous Rocks as Electrical Insulators in Industry", Ph.D. Thesis, Al – Nahrain University. (1998), 105 – 110
9. ASTM: C 373, 1998
10. J. S. Anderson & K. D. Leaver "Materials Science", 1st edition , By Butler & Tanner Ltd (1969), 120
11. Japanese Industrial Standards (JIS), R 1601, 1981
12. F. N. Norton, "Refracting", 4th edition. (1968)
13. Muhsin Tunay, e-Journal of New World Science Academy, 2007, Volume: 2, Number: 4
14. A.O. Oladiji, J. O. Borode, B. O. Adewuyi & I. O. Ohijeagbon. USEP: Journal of Research Information in Civil Engineering, Vol. 7, No. 1, 2010
15. Sung R. Choi, Journal of Computational and Applied Mechanics, Vol. 3, No. 1 (2002) 15-26
16. K. Chitre, Journal of Electronic Materials, Vol. 34, No. 5, (2005)

جدول (1): يوضح احجام المناخل المستخدمة لكل مادة.

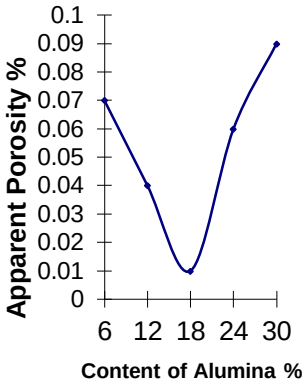
المادة	كاؤلين دويخلة	رمل زجاج أرضمة	فلدسبار البوتاسيوم	الألومينا
حجم المنخل المستخدم µm	D<106	D<50	D<32	D<50

جدول (2): يوضح الخلطات الخمس ونسب الخلط ومدى الحجوم الحبيبية المستخدمة لكل مادة.

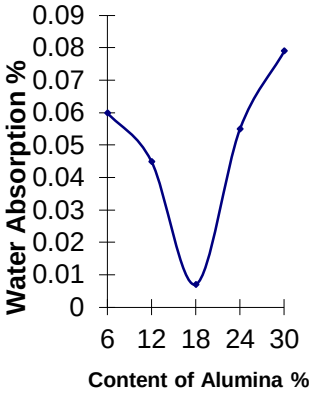
رمز المجموعة	المادة الرابطة PVA	كاؤلين دويخلة		فلدسبار البوتاسيوم		رمل زجاج أرضمة		الألومينا	
	النسبة الوزنية %	النسبة الوزنية %	معدل الحجم الحبيبي µm	النسبة الوزنية %	معدل الحجم الحبيبي µm	النسبة الوزنية %	معدل الحجم الحبيبي µm	النسبة الوزنية %	معدل الحجم الحبيبي µm
A	1	38	7.046	37	1.437	18	4.917	6	5.322
B	1	36	7.046	35	1.437	16	4.917	12	5.322
C	1	34	7.046	33	1.437	14	4.917	18	5.322
D	1	32	7.046	31	1.437	12	4.917	24	5.322
E	1	30	7.046	29	1.437	10	4.917	30	5.322



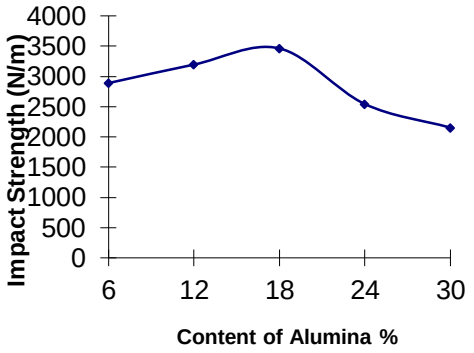
شكل (1): العلاقة بين الكثافة الحجمية ونسبة الالومينا



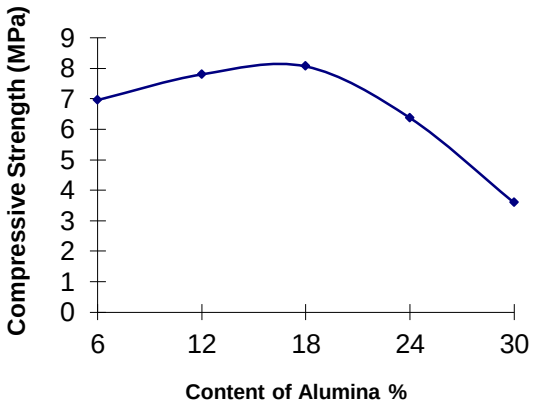
شكل (2): العلاقة بين المسامية الظاهرية ونسبة الالومينا



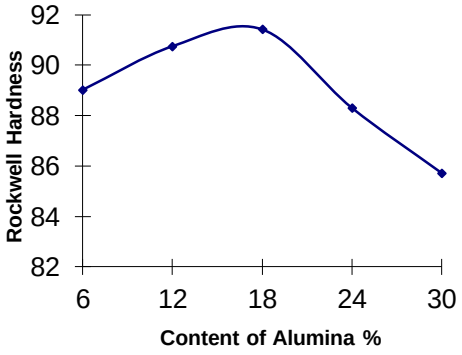
شكل (3): العلاقة بين إمتصاصية الماء ونسبة الالومينا



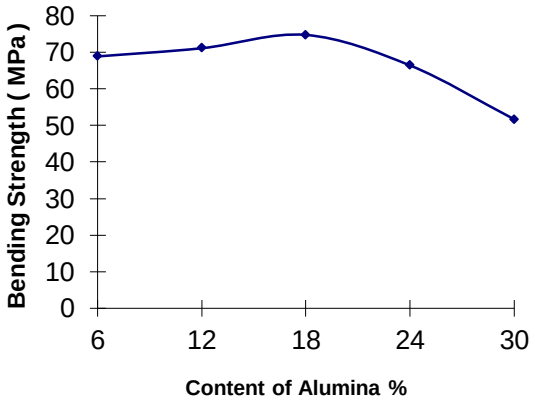
شكل (4): العلاقة بين مقاومة الصدمة ونسبة الالومينا



شكل (5): العلاقة بين مقاومة الأنضغاط ونسبة الالومينا



شكل (6): العلاقة بين صلادة روكويل ونسبة الالومينا



شكل (7): العلاقة بين مقاومة الثني ونسبة الالومينا

EFFECT OF ADDITION ALUMINA ON SOME PROPERTIES OF HIGH FUSING PORCELAIN PREPARED FROM KAOLIN DWEKHLA, ARDUMA GLASS SAND AND POTASSIUM FELDSPAR BY USING EXPERIMENTAL METHOD

Mohammed Qasim Salman
Assistant Lecturer
College of Engineering / Diyala University

ABSTRACT: This research investigates manufacturing of Porcelain samples by using Dwekhla Kaolin, Arduma glass sand, Potassium Feldspar in addition to add some Alumina. Alumina is considered as one of the most significant components that can be used to improve the physical properties of ceramic components which is the main aim of this study.

Samples have been formed by using semi dry compressing then, they have been sintered at 1300 ^{o}C. The study shows that by adding Alumina the Porcelain product properties have improved up 18% of the added Alumina percentage. By increasing the percentage more than 18%, as the study shows, the product properties began to drop, because Alumina forms feldspar liquid phase, but increasing the amount of Alumina more than 18% leads to keep some of it (Alumina) un melted , because it needs a high sintering temperature.