قياس معامل التوصيل الحراري للكاؤولين عالي الألومينا

قاصد عبد الستار صالح

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة النهرين ، الجادرية ، بغداد ، العراق.

الخلاصة

ان قياس الموصلية الحرارية للطين الناري (الكاؤولين الابيض) بعد زيادة محتوى الالومينا فيه الى اكثر من ٧٠% يساعد على التعرف على أحد أهم الخواص الحرارية الاساسية للمواد (الموصلية الحرارية – التمدد الحراري – الحرارة النوعية).

تم قياس الموصلية الحرارية لنماذج الطين الناري حيث انخفضت قيمة الموصلية بارتفاع درجة حرارة الحرق مع زيادة ملحوظة في الموصلية بارتفاع درجة حرارة تسخين النموذج الحراري من (٤٠°- ٩٠°) مئوية. وان زيادة محتوى الالومينا في الطين سوف يؤدي الى تحسين خواصها الفيزيائيه، فضلاً عن خاصية التوصيل الحراري للمنتج النهائي وان قياس المقاومة الحرارية للطين الناري يؤكد على ان المواد السيراميكية بشكل عام تمتاز بمقاومية حرارية عاليه جداً.

المقدمة

ان الحديث عن دور الفونونات في عملية التوصيل الحراري هو نتيجة منطقية للنظرية اللاتوافقية (inharmonic) في البلورات حيث يمكن ان تتفاعل فونونات البلورة الواحدة مع بعضها البعض في حين لا يحدث مثل هذا التفاعل لو كانت موجات اهتزاز البلورة توافقية بصوره تامة [١]. ان اختيار طريقة قياس معامل التوصيل الحراري ودقة نتائجها عند درجات الحرارة الواطئة او العالية يحدده نوع المادة الحرارية او العازل الحراري المراد دراسته وعلى درجة الدقة المطلوبة لتحديد استخدامها كمواد حرارية ذات موصلية عالية او واطئة.

الطريقه التي استخدمت في هذا البحث لقياس معامل التوصيل الحراري للطين بعد رفع محتواه من الالومينا اعتمدت على التعيين المباشر للانحدار الناشيء في درجة حرارة جسم النموذج من خلال رفع درجة حرارة الماء المبرد المار خلال القرص العلوي المجوف وبذلك تكون محصلة التيار الفونوني لا تساوي صفر. ثم تحتسب قيمة معامل التوصيل عند حالة الاتزان والتي فيه كمية الحرارة التي يتسلمها قرص جسم النموذج من القرص النحاسي العلوي في الثانية الواحدة مساويا لكمية الحراره التي يشعها الثرص السفلي الصلد. وبما ان معظم الحراريات تتالف من تجمعات متبلورة وغير متبلورة ، فان الموصلية الحرارية لها تكون نتيجة للمساحة من قبل كل من المكونات المتبلورة والمكونات الزجاجية.

طريقة التحضير

تم تحضير نماذج الطين الناري بمحتوى الومينا اكثر من ٧٠% وشكلت النماذج باعتماد طريقة الكبس شبه الجاف لتقليل المسامية الناجمة عن فقدان الجسم السيراميكي للماء في اثناء الحرق وبمحتوى مائي يتراوح بين (٦% – ٩%) وضغط تشكيل ٣٠٠ كغم/سم^{٢}.

وقد حددت مواصفات العينة باستخدام قالب اسطواني الشكل بابعاد (٥٠x٥٠) ملم وسمك (١سم). احرقت النماذج بدرجات حرق(١١٠٠، ١٢٠٠، ١٣٠٠، ١٤٠٠، ١٥٠٠) درجه مئوية وبمعدل حرق ٢٠٠°م/ ساعة وزمن انضاج ساعتان. يبين الجدول رقم (١) بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية التي اجريت لثلاث نماذج من العينة ثم اخذ المعدل لها ولدرجات حرق (١٢٠٠، ١٣٠٠، ١٤٠٠، ١٥٠٠) درجه مئوية.

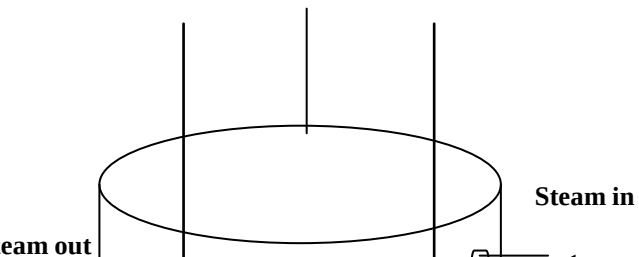
جدول رقم(١)

الخواص الفيزيائية والميكانيكية للطين الناري.

The Property	Degree (C^0)			
	1200	1300	1400	1500
Weight loss by burning wt%	9.49	10.29	13.96	15.90
Apparent porosity %	15.82	14.33	11.0	8.52
Apparent density (gm/cm^3)	1.58	1.62	1.64	1.65
Water absorption %	1.21	0.94	0.63	0.52
Compressive strength (kg/cm^3)	145	178	210	245
Vickers hardness (hv) N/m^3	38.4	40	47	54.8

❖ **قياس معامل التوصيل الحراري (K)**

تعتبر عملية قياس معامل التوصيل الحراري من العمليات المهمة التي يستعان بها في تحديد كفاءة اداء الجسم السيراميكي. تم الاستعانة بطريقة قرص ليز (LEES DISK METHOD) حيث يوضع النموذج (الذي يكون سمكه اقل من ١ سم وقطره مساوي لقطر الاقراص النحاسية) بين قرصين من النحاس "قرص علوي مجوف" يمر من خلاله الماء الساخن والاخر "صلد"، وكما هو موضح في الشكل رقم (١).



شكل رقم (١): أجزاء المنظومة.

حيث ان:

T_1: درجة الحرارة للحالة المستقرة للقرص العلوي

T_2 : درجة الحرارة للحالة المستقرة للقرص السفلي

A : القرص العلوي.

B : النموذج المراد قياس معامل التوصيل الحراري له.

C : القرص السفلي.

وتحتسب قيمة معامل التوصيل الحراري للطين الناري عالي الالومينا من العلاقه التالية [٢]:

$$dQ / dT = - K A (dQ / dX)$$

حيث ان :

Q: المعدل الزمني لتدفق الطاقة الحرارية في وحدة الزمن.

K: معامل التوصيل الحراري.

A: مساحة سطح الجسم.

dQ/dX: الانحدار في درجة الحرارة.

وتحتسب قيمة dQ/dT برسم منحني التبريد للقرص الصلد ومن خلال احتساب الموصلية يتم احتساب المقاومية الحرارية (P) للطيف.

النتائج والمناقشة

تتأثر قيمة معامل التوصيل الحراري(**k**) للأجسام الصلبة بالعوامل التالية:

١) درجة الحرارة

من الشكل رقم (٢) نلاحظ تأثير درجة حرارة الحرق على قيمة (**k**) ولدرجات حرارة تسخين مختلفة للنموذج الناري. حيث نجد ان قيمة الموصلية تنخفض بارتفاع درجة حرارة

الحرق نتيجة تأثيرها على الطبيعة البلورية للطبق الناري، وبمعنى اخر ما يحتويه النموذج الناري من المكون المتبلور (CRYSTALLINE) والمكون غير المتبلور (AMORPHOUS)[٣].

حيث تنخفض نسبة المتكون من المولايت في المنتج الحراري نتيجة رفع نسبةاوكسيد الالمنيوم في الطين الناري، يقابله ارتفاع طفيف في قيمة الموصلية نتيجة الارتفاع بدرجةحرارة التسخين وكما مبين في الشكل رقم (٣).

٢) الشوائب ويضمنها المواد المضافة (ADDITIVES):

مقارنة بالقيم المنشورة في البحوث والدوريات السابقة لمعامل التوصيل الحراري لاطيان الكاؤولين العراقية، نجد ان اضافة الالومينا وبنسب عالية سوف يزيد من موصلية الكاؤولين وذلك يعود الى انه في حالة احتواء هذه الاطيان على كمية من المواد المضافة او الشوائب ذات درجة تميّع (Softening Point) عالية كالالومينا سيؤدي الى زيادة موصلية هذه الاطيان وبالمقابل توجد هنالك مواد اخرى ذات درجة تميّع واطئة (Materials Flux) اضافتها تخفض من قيمة (K) [٤]. وبذلك نستنتج انه ليس بالضرورة أن تنخفض قيمة (K) باضافة الشوائب او المواد الاخرى الى الاطيان.

٣) المسامية:

الشكل(٤) يبين تأثير المسامية على معامل التوصيل الحراري حيث تزداد موصلية الطين الناري بنقصان مساميته [٥]، وبذلك نستنتج ان للمسامية وتوزيعها تأثير كبير على خاصية العزل الحراري للمنتج السيراميكي .

٤) الجدول رقم (١) يبين تحسن ملحوظ في الخواص الفيزيائية والميكانيكية للطين الناري وامكانية رفع الموصلية بخفض مسامية المنتج من خلال الارتفاع بدرجات الحرق حيث يبدأ بظهور الكورندم وانحسار المولايت مما تؤثر ايجاباً في تلك الخواص.

الاستنتاجات

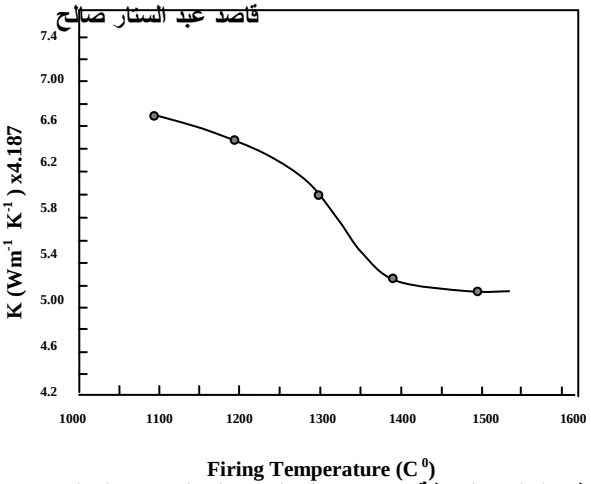
١- ان رفع نسبة الالومينا في اطيان الكاؤولين يؤدي الى تحسين الخواص الفيزيائية والميكانيكية فضلاً عن التحسن في خاصية التوصيل الحراري من خلال رفع قيمة معامل التوصيل الحراري.

٢- ان زيادة محتوى الالومينا في الطين الناري يؤدي الى خفض مساميته وبالتالي زيادة في قيمة المعامل (K) مما يدخل المنتج النهائي ضمن تصنيف المواد السيراميكية ذات درجات حرارة عالية (High Temperature Ceramic).

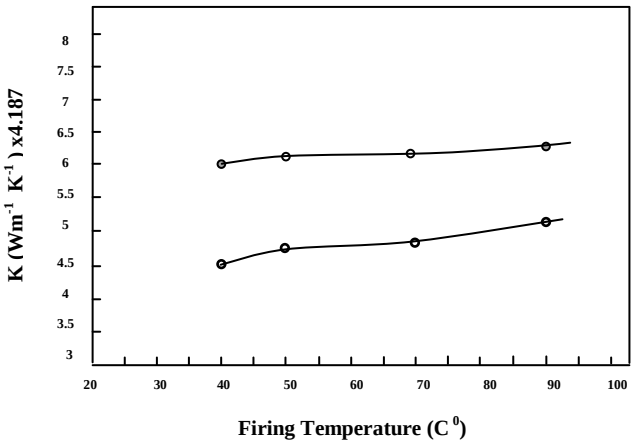
٣- ان الزيادة في الكثافة الظاهرية والانضغاطية والصلادة بأرتفاع درجة حرارة الحرق وطبقاً الى منحني الاتزان لنظام سيليكا- الومينا [٦] مع زيادة محتوى الالومينا يعود الى ظهور الكورندم وبدء المولايت بالانحلال عند رفع درجة حرارة الحرق.

٤- امكانية صناعة منتجات سيراميكية حرارية كالطابوق الناري عالي الالومينا من مواد اولية متوفرة والتوسع في مجال استخدامها كتبطين الافران وفي صناعة العوازل الحرارية والكهربائية مما يغطي حاجة القطر المستقبلية لانتاج هذا النوع من الحراريات بعد تحسين خواصها لرفع كفاءة اداءها.

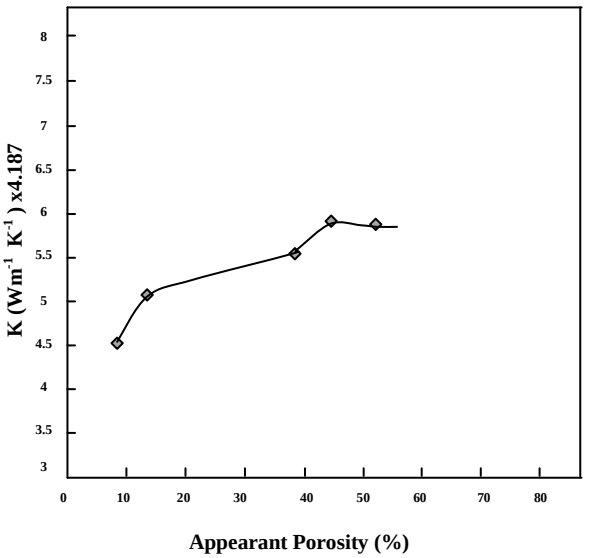
٥- ان اول شرط في تحقيق منتج حراري قوي (High Strength) هو تحقيق عملية التزجج (Vitrification) حيث خلال فترة التزجج تتناقص مسامية المنتج وتزداد صلادته وقوته [٧].



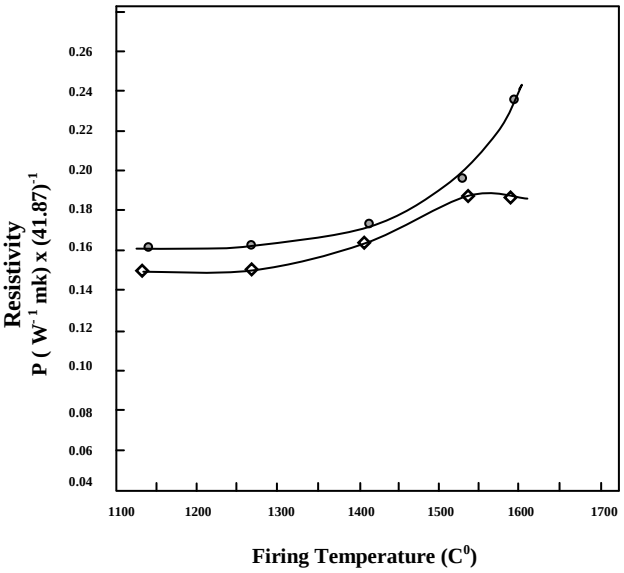
شكل رقم (٢) : العلاقة بين معامل التوصيل الحراري (K) وتغير درجة حرارة الحرق عند درجات حرارة (40– 90).



شكل رقم (٣) : العلاقة بين تغير معامل التوصيل الحراري (K) وتغير درجة الحرارة للكاؤلين عالي الألومينا بدرجتي حرق (1200 -1500) C^0.



شكل رقم (٤): العلاقة بين معامل التوصيل الحراري والمسامية الظاهرية.



شكل رقم (٥) : العلاقة بين القاومية ودرجة حرارة الحرق.

References

[1] Smyth, C.P, Dielectric Behavior and Structure, New York, 1955.

[2] Norton, F.H., Elements of Ceramics, 2nd Edition, Addison wesely publishing company, Inc., United state of America, 1974.

[3] Zbigniew, D., Jastr Zebski, The Nature and Properties of Engineering Materials, vol(1), 2nd Edition, John Wiley and Sons Ltd., Malta, 1985.

[4] AL –Taie, M.H., Al – Ramadani, K h. A., Improving the physical and Chemical properties of fire caly Brick, Engineering & Technology, vol (3), no.(2)1984.

[5] Shigeyuki Somiya, Advanced Technical Ceramic press, Inc, Japan, 1989.

[6] Skoog Andrew J., Moore Robert, E., Mullite and its uses As Bonding phase, ceramic Bulletin, vol.(67), No.(7), 1988.

[7] I. J McColm, M. M. Rebbeck, M. Rachmawati, and S. M. Faeta Boada., Relationship between microstructure and mechanical properties of fired Ecuadorean, British Ceramic Transactions, vol. 99, No.3, 2000.