إمكانية استخدام خام البورسلينايت والكاؤولينايت الأبيض في تصنيع حراريات عازلة

الباحثون

م.م. عباس صبر سروان الوطيفي
كلية الزراعة/جامعة بابل

م.م. حيدر رؤوف سعيد الطاهر
كلية الفنون الجميلة/جامعة بابل

أ. د. سلمان خلف عيسى
كلية الزراعة/جامعة بغداد

المستخلص

تم خلال البحث تصنيع حراريات عازلة من مواد أولية عراقية على شكل خلطات من خام البورسلينايت بتدرج حبيبي (١ - ٢ ، ٠,٥ - ١ ، < ٠,٢٥ ملم) وبنسب وزنية (٢٠ ، ٣٠ ، ٥٠ %) والكاؤولينايت الأبيض بنسبة (٢٠%) مع إضافة ماء التشكيل بنسبة (٩%) والزيوت المستهلكة بنسبة (١٠%) ليتم تشكيلها بقوالب متعددة الأشكال والأحجام وبكبس مقداره (٢٥٠ كغم / سم. (٢

جففت العينات وحرقت بدرجة حرارة (١٢٠٠م (oفي أفران كهربائية لمدة (٦ ساعة) وبزمن انضاجي (٢ ساعة) . أجريت لها الفحوصات الفيزيائية التي كانت نتائج بعضها مقاربة للمواصفة القياسية البريطانية (BS, 1902, part B, 1976) كالمسامية والكثافة الظاهرية والمقاومة الانضغاطية.

أما الفحوص الحرارية فان مقاومة الصدمة الحرارية في نتائجها قد اجتازت حدود المواصفة القياسية الألمانية (DIN, 51068 part2, 1867) بينما أظهرت نتائج متغيرات إعادة الحرق ضمن الحدود المسموح بها (٢%) واقل من ذلك ، أما التوصيل الحراري لهذه العينات المنتجة كان واطئاً وبذلك تعد من الحراريات ذات الكفاءة الجيدة في العزل الحراري.

كما بينت نتائج التحليل المعدني (XRD) أن العينات المنتجة تتكون بصورة رئيسة من الكرستوبلايت والمولايت فضلاً على طوري التريدمايت والكينايت.

نتيجة لذلك يمكن استخدامها كحراريات عازلة في عزل وتبطين المنشات الهندسية والزراعية وكذلك الحيوية ذات الأهمية العالية والتي يمكن حمايتها من الحريق.

المقدمة Introduction

تحظى المعادن الطينية والصخور المرافقة لها والموجودة في الصحراء الغربية بالاهتمام لما لها أهمية جيولوجية وصناعية، فمن الناحية الجيولوجية تعد أدلة جيدة عن ظروف المناخ القديم والوضع التكتوني والعوامل الترسبية والتحورية التي أثرت على الصخور الأم (parent material) i ومن الناحية الصناعية تعد مواد أولية أو ثانوية للعديد من الصناعات كصناعة الورق والأدوية ومبيدات الحشرات والصناعات السيراميكية التي من ضمنها الحراريات العازلة التي أصبحت

ضرورة ملحة للحفاظ على الطاقة الحرارية والكهربائية نتيجة العجز المتزايد فيهما بسبب التطور الصناعي وكبر وتوسع حجم المنشآت الزراعية والهندسية كحقول الدواجن والثروة الحيوانية ومعامل الإنتاج الهندسي والزراعي التي تحتاج إلى أجهزة كهربائية للتبريد والتدفئة.

إن خام البورسلينايت يتكون من ظروف بحرية رسوبية ومن تجمع كميات كبيرة من الكائنات الحية الغنية بالسليكا التي يؤدي تفسخها إلى إحلال السليكا محل المعادن الكاربوناتية ، إذ يستخدم كمواد ترشيح في عمليات الكبريت والسوائل الغذائية وكذلك صقل المعادن وفي صناعة العوازل الحرارية(. (٥

أما طين دويخلة الكاؤوليني (الأبيض) لتكوين الكعرة الذي يعد المعدن الرئيسي للصخور الطينية الرسوبية في الصحراء الغربية ويدخل في كثير من الصناعات منها السمنت والأصباغ والزيوت وكذلك الصناعات السيراميكية.

ونتيجةً لما يتمتع به القطر من احتياطات كبيرة للمواد الأولية وبالأخص هاذين المعدنين ، تؤهله أن يكون رائداً في العديد من الصناعات ومنها الحراريات العازلة (Insulating Refractorres) .

مشكلة البحث Research Problem

لإيجاد بدائل تنافسية بمواصفات فنية واقتصادية من موارد طبيعية متوفرة في القطر بكميات هائلة في تصنيع حراريات عازلة.

أهداف البحث Research Aims

إنتاج حراريات عازلة من مواد قابلة للحرق تعمل على حفظ الأبنية والمنشآت الهندسية والحيوية والزراعية المختلفة تكمن في استغلال الموارد الطبيعية والمتوفرة في القطر بكميات هائلة لإيجاد بدائل تنافسية بمواصفات فنية واقتصادية التي تكون اغلب موادها ذات استيرادية عالية الكلفة

المواد وطرائق العمل Materials and Methods

تم تصنيع المنتوج الحراري بسلسلة من العمليات المختبرية تبدأ بجلب المواد الأولية الخام من الصحراء الغربية وتحليلها كيميائياً كما في الجدول (١) وتكسيرها وطحنها إلى الأحجام المطلوبة ، الكاؤولينايت (٠,٠٧٥ ملم) وخام البورسلينايت بتدرجات حبيبية (١ – ٢ ، ٠ – ١ ، ٠,٢٥< ملم) وبنسب وزنية موضحة في الجدول (٢) ، مع إضافة الزيوت المستهلكة بنسبة (١٠%) وماء التشكيل بنسبة (٩%) من وزن المواد الصلبة ليتم تماسكها بسبب النسبة العالية من مادة البورسلينات (الغير لدنة) مما يؤدي إلى صعوبة تشكيلها بطريقة الكبس شبه الجاف Semi-dry Pressing . بعدها تم تشكيل العينات بضغط مقداره (٢٥٠ كغم / سم٢) وبقوالب ذات أشكال وأحجام مختلفة لغرض إجراء الفحوصات الفيزيائية.

تم تجفيف العينات المشكلة بطريقة الكبس شبه الجاف هوائياً وكذلك في أفران حرارية بدرجة حرارة (١١٠م oلمدة (٢٤ ساعة) ، بعدها حرقت بدرجة حرارة (١٢٠٠م oفي أفران كهربائية لمدة (٦ ساعة) وبزمن إنضاجي (٢ ساعة).

جدول (١)
التحليل الكيميائي للمواد المستخدمة في البحث

Raw Materials	SiO_2%	Al_2O_3%	Fe_2O_3%	TiO_2%	Na_2O%	K_2O%	MgO%	CaO%	SO_3%	L.O.I%
Porcelainte	68.1	2.9	1	-	-	-	6.75	6.4	-	13.2
White Kaolinite	50	32	1.25	0.1	0.7	0.35	1.1	1.4	0.25	11.13

جدول (٢)
النسب الوزنية والتدرجات الحجمية للمواد المستخدمة في البحث

رمز العينات	الكاؤولينايت الأبيض %	البورسلينايت %	التدرجات الحجمية الحبيبية للبورسلينايت (%)		
			(1.2)	(0.5 – 1)	(- 0.25)mm
A1	20	80	50	20	30
A2	20	80	30	50	20
A3	20	80	20	30	50

النتائج والمناقشة Result and Discussion

يبين الجدول (٣) الفحوصات الفيزيائية للعينات المنتجة والمحروقة بدرجة حرارة (١٢٠٠ م (oبان المسامية والكثافة الظاهرية ذات نتائج مقاربة للمواصفة القياسية البريطانية(١) والتي حددت بان تكون المسامية أكثر من (٥٠%) والكثافة الظاهرية (١ - ١,٢ غم/سم. (٣

وقد تعزى الأسباب ربما إلى خام البورسلينايت الذي يمتاز بمسامية قد تصل حوالي (٥٠%) عندما يكون بهيئته الطبيعة(٢) ، وقلة المادة الرابطة التي عند زيادتها تعمل على زيادة المساحة السطحية وبذلك تزيد من سرعة التفاعلات ومساحة اتصال الحبيبات مع بعضها لمكونات العينة الواحدة(٣).

إذ يتبين إن هنالك علاقة عكسية بين المسامية والكثافة الظاهرية نتيجة لحدوث عملية التلبد (Sintering) التي تعمل على اختزال قسماً من هذه المسامات فتتحول إلى النوع المغلق ، وبالتالي تزيد من الكثافة الظاهرية وقلة المسامية(٤)،(٥)، وكذلك إلى حدوث عملية التزجج (Vitrification) التيَ تكون مسؤولة عن زيادة الكثافة الكلية وقلة المسامية (٦)، (. (٧

أما امتصاصية الماء فترتبط بعلاقة طردية مع المسامية ، إذ أن المسامية تزداد بزيادة نسبة المادة غير اللدنة مما يساعد ذلك على زيادة قابلية العينات المنتجة في امتصاصية الماء ، وبذلك فان امتصاصية الماء تزداد بازدياد المسامية وتقل بانخفاضها(٨).

بينما كانت نتائج التقلص الطولي اقل من حدود التقلصات التي ذكرها (9) (Grim) للحراريات مثل الكاؤولينايت (٢ - ١٧%) ، والتي تحصل كنتيجة طبيعية في التحولات الطورية للمواد المستخدمة أثناء عملية الحرق ، فعند تحول الكاؤولينايت إلى ميتا كاؤولينايت في درجة حرارة (٥٠٠ م أ (oبعدها تبدأ تقلصات سريعة نتيجة لحدوث عملية التزجج ، وقد يستمر حدوث التقلصات إلى أن تكتمل عملية التلبد(٩) ، (. (١٠

ويتضح من خلال الجدول (٣) أن قيم الوزن النوعي للعينات المنتجة تتأثر بالتدرج الحبيبي لخام البورسلينايت وكذلك بوجود المادة الرابطة التي قد تزيد من المسامية السطحية فتعمل على تسريع التفاعلات بين مكونات العينة الواحدة وكذلك وجود الأكاسيد الصاهرة (Fluxes) التي تعمل على تكوين منتوجات حرارية ذات أوزان نوعية واطئة ، كل ذلك يخفض من قيم الوزن النوعي (. (١١

لقد كانت المقاومة الانضغاطية المبينة نتائجها في الجدول مقاربة إلى المواصفة القياسية البريطانية المذكورة والتي حددت بان تكون المقاومة الانضغاطية بين (٣٠ - ٤٠ سم٢) وأكثر من ذلك مع الحفاظ على الصلادة ، وقد يعود السبب في ذلك إلى وجود طور الكينايت الذي يعمل على إعاقة التشققات الحاصلة بين مكونات

العينة الواحدة وكمادة رابطة قوية وكذلك إلى وجود طوري المولايت والكرستوبلايت اللذان يعملان على تسريع صلابة المنتوج الحراري مما يمنحاه قوة ومتانة عاليتين (١٢) ، (١٣) والمبينة في نتائج التحليل المعدني (XRD) للعينات المنتجة في الشكل (.١

وفيما يخص الفحوصات الحرارية فقد أظهرت نتائج مقارنة الصدمة الحرارية للعينات المنتجة والمحروقة بدرجة حرارة (١٢٠٠م (٥ أعلى من الحد المسموح بها في المواصفة القياسية الألمانية(١٤) (أكثر من ١٥ دورة) ، ربما تعود الأسباب إلى وجود الأطوار المتحققة ذات التمدد الحراري الواطئ والتي بينتها نتائج التحليل المعدني (XRD) ذات التمدد الحراري الواطئ والتي تعد اطوار رابطة قوية تعمل على اعاقة التشققات الحاصلة في مكونات العينة المنتجة حرارياً(.١٥

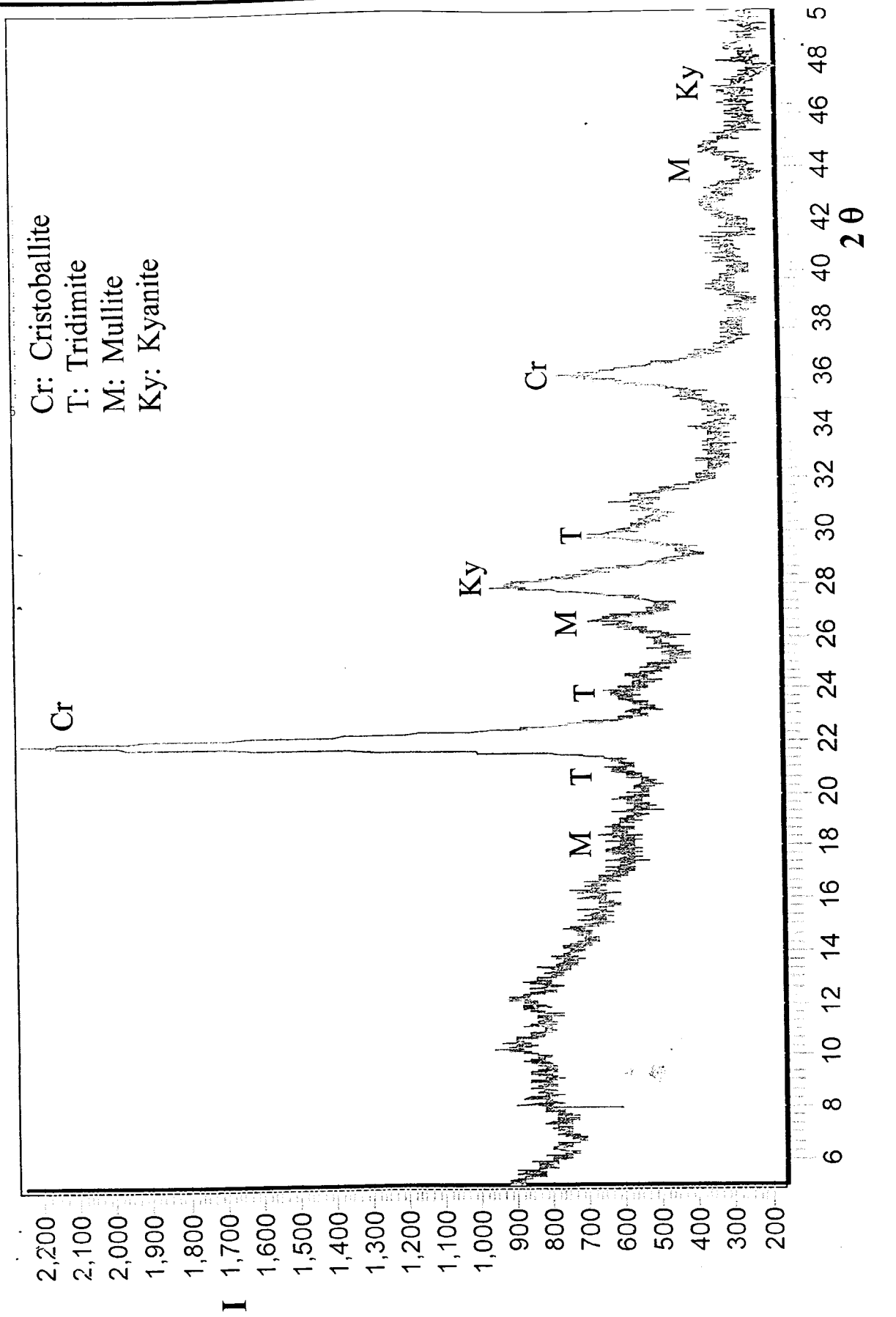
كذلك فان نتائج متغيرات إعادة الحرق كانت ضمن الحدود المسموح بها (٢%) والتي ذكرها i (16)(Chester) وقد يعزى السبب إلى وجود الأطوار المذكورة التي تمنح المنتوج الحراري متانة عالية ضد تأثيرات إعادة الحرق (١٧) ولاسيما وجود طور المولايت في مكونات الجسم السيراميكي الذي يعزز إمكانية استخدامه في المباني المتعرضة إلى حرارة عالية نتيجة لتمدده الحراري الواطئ ومتانته العالية ضد المؤثرات الخارجية.

بينما كانت نتائج التوصيل الحراري واطئة واقل من الحدود (١,٠٠٨ – ١,٧٢٨ واط /م ٠م٢) التي ذكرها i (16)(Chester) وقد يعود ذلك إلى المسامية العالية التي امتازت بها العينات المنتجة نتيجة للتدرج الحبيبي الملائم لخام البورسلينايت والنسبة العالية للمادة غير اللدنة(١٦)، (١٧) وكذلك الأطوار المتحققة التي تكون رديئة التوصيل الحراري.

جدول (٣)

الفحوص الفيزيائية للعينات المنتجة

رمز العينة	المسامية %	الكثافة الظاهرية غم/سم٣	امتصاصية الماء %	انكماش طولي %	الوزن النوعي	المقاومة الانضغاطية كغم/سم٢	مقاومة الصدمة الحرارية (دورة)	اعادة متغيرات الحرق %	التوصيل الحراري W/m.c°
A1	٤٤,١٠٠	١,٣٦٠	٢٣,٥٥٠	٢,٣١٦	٢,٥٥٠	٧٠,٠٧٣	<٢٥	-٢,٠٧٤	٠,٦٢٠
A2	٤٧,٨٣٨	١,٣٠١	٢٨,١١٦	٤,١٨٧	٢,٤٣٦	٣٩,٢٤٠	٢١ – ٢٣	-٠,٥٢١	٠,٥٣٠
A3	٤٨,٩٨٠	١,٢٨٢	٣٤,٥٠٦	٢,٥٠٠	٢,٤٣٢	٣٦,٤٣٨	١٦ – ٢٠	-٠,٥٠٨	٠,٦٠٩



الشكل (1)
نتائج التحليل المعدني (XRD)

Abstract

This research, insulating refractories that manufacturing from Iraqi raw materials (Porcelainite raw) of (1 - 2 , 0.5 - 1 , less than 0.25mm grain size distribution) and (20 , 30 and 50% by weight) and (white kaolinite) of (20%) by weight also formation water of 9% and exhausted oil 10% by weight were added together into these mixtures, to prepare with multi forms and sizes blocks.
The samples were dried and fired with (1200 c) in electric furnaces for along time (6h) and soaking time (2h).

The productive samples were evalua--ted through physical tests that some results were nearly to the British standard specification (BS, 1902, part B, 1976)
Such as porosity, bulk density and compressive strength either, thermal tests of thermal shock resistance passed DIN, 51068 part 2, 1967 limits white results of re-firing changes were within over weight limits of (2%).
Results of thermal conductivity were very low, so that these were one of insulating refractories which reflect a good efficiency in thermal insulation.
Also the XRD showed that productive samples consist of cristobllite and mullite phases, as well as tridmite and kyanite phases.
Resultant of that, they can be using as a insulating refractories padding and insulating of engineering, agricultural and a living structures to protect them from firing.

الاستنتاجات Conclusions

١ــ بالامكان استغلال الموارد الطبيعية المتوفرة في القطر بكميات هائلة لإيجاد بائل تنافسية بمواصفات فنية واقتصادية لتصنيع حراريات عازلة تستخدم في تبطين وحفظ الأبنية ذات الأهمية العالية من الحريق وكذلك كبطانات ثانوية للأفران الحرارية

٢ــ إن استخدام الزيوت المستهلكة وإضافة نسبة قليلة من الماء أدى إلى التشكيل الجيد لهذه العينات وبقوالب مختلفة الأشكال والأحجام على الرغم من استخدام نسبة عالية من المادة غير اللدنة وقلة نسبة المادة الرابطة

٣ــ إن تعدد التدرج الحبيبي لخام البورسلينايت والنسبة الوزنية للمواد المستخدمة في البحث أدت إلى تحسين الخواص العامة للمنتوج الحراري

٤ــ بالامكان استخدام الطابوق المصنع من هذه الخلطات لإغراض التبطين نتيجة لمقاومته للصدمة الحرارية والثبات العالي ضد متغيرات إعادة الحرق مما يجعله ذا أبعاد حجمية ثابتة

٥ــ بالامكان استخدام المنتوج الحراري لأغراض التبطين والعزل وذلك نظراً لانخفاض توصليه الحراري الواطئ

التوصيات Recommendations

١ــ إمكانية إضافة بعض المواد العضوية بدلاً من الزيوت المستهلكة ودراسة تأثيرها على الخواص العامة للمنتوج الحراري

٢ــ بالامكان إجراء تغطية لمسامية هذه العينات من زجاج السيراميك بهدف استخدامها لغرض التسطيح والعزل معا

٣ــ بالامكان استخدام العينات المنتجة كمواد ترشيح نتيجة للمسامية العالية. (Filtrate Materials)

References المصـــادر

1. BS, 1902, part B, 1976, Method of testing refractories materials.

٢عبد الحسين ، علي ؛ محمد ، احمد جاسم ؛ عبد الواحد ، خالد ؛ نجم ، وفاء عبد الله ، ١٩٩٥ ، رفع الاحتياطي لخام البورسيلينايت في منطقة الطريفاوي إلى الصنف i (B) تقدير رقم ٢٣١٣ ، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين ، بغداد.

3. Budnikov, P.P., 1964, The Technology of Ceramic and Refractories, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, p. 647.

4. Pivinskii, I.Y.E., 1995, Effect of Silica sol of different routes on the properties of law cement castable, Refractories, 63, p.229.

5. Singer, F. and Singer, S.S., 1963, Industrial Ceramic, Chemical publishing company, New York.

6.. Studart, A.R.; Zhong, W. and Pandolifelli, V.C., 1999, Effect of Silica sol of different routes on the properties of law cement castables, Soc. Bull. 65, Am Ceramic.

7..Serry, M. A.; Naga, S.M. and Kabesh, A.M., 1985, Firing characteristics of Sinai Kaoline, Interceram, No.5, p. 59 - 61.

8.. Warrir, K.G.; Mukundan, P.; Pillai, P.K. and Damodran, A.D., 1989, Particle size of quartz and verification of porcelain bodies, Interceramics, Vol. 38, No.5, p. 19 - 21 .

9.. Grim, R.E., 1962, Applied clay , Mineralogy McGraw - Hill book Co. Inc., New York.

10.0. Sikolids, C.A.; Kafritsas, A. and Alexiads, C.A., 1989, Kaolin of Lesbos and their Suitability for the ceramic industry, Interceramic, Vol. 38, No. 1, p. 11 - 14 .

11. Vanicheva, I.L. and Schmidt, S.P., 1966, Phase Analysis of high alumina refractories, Refractories, Vol. 60, No. 7, p.236 - 238.

12. Daniel, M. Dabbs; Van Yao and Aksay, A., 1999, Nancomposite mullite/mullite powders by spray pyrolysis, Nanoparticle of journal Res.1, p. 127-130.

13.. Micheal, Potter, 1999, Kyanite and related materials, Mines, U.S. Bureau.

14.. DIN, 51068, part2, 1967, Determination of thermal shock resistance test procedures and evaluation.

15.. O'Driscoll Mike, 1999, Sillimanite minerals, Industrial Minerals, No. 379.

16.. Chester, H. J., 1973, Refractories production and properties, London.

17. Litorsky, E.Ya. and Micheal, S., 1992, Gas pressure and temperature dependence of thermal conductivity of porous ceramic materials part 19, J. Am. Ceram. Soc., p. 25 - 39.

18. Kingery, W.D., 1963, Introduction to ceramics, John Wiley and sons Inc., New York.