استخدام خبث سباكة الألمنيوم في تصنيع الطابوق الحراري عالي الالومينا

خالد عبد الحسين محمد
كلية الهندسة / جامعة ذي قار

ملخص البحث
في هذا البحث تم استخدام المخلفات الناتجة من عملية صهر الألمنيوم في معامل سباكة الألمنيوم لإنتاج الطابوق الحراري عالي الالومينا المستخدم في بناء الأفران الحرارية حيث تم إجراء الفحوصات الكيمياوية لتراب الخبث الناتج من عملية الصهر دون إجراء أية اضافات كيمياوية وبعد ذلك تم تهيئة الركام الحراري المستخدم لانتاج الطابوق بآضافة الكاؤلين الابيض بنسبة ١٥% والماء بنسبة ١٠% الى الخبث الناتج من عملية صهر الالمنيوم وأجريت الفحوصات الكيمياوية للركام الناتج وكانت نسبة الالومينا ٨٠% وبعد ذلك تم كبس الخليط في قوالب اسطوانية تحت جهد ٧٥٠Mpa و حرقه بدرجة حرارة ١٣٠٠مْ، النتائج اثبتت ان نسبة الالومينا العالية والمواصفات الكيمياوية والفيزياوية للطابوق المنتج هي مناسبة وذلك بمقارنتها مع المواصفات الواردة في المواصفة العراقية المرقمة ١٩٩٦/٢٠٣٢ مع حصولنا على مقاومة انضغاط ضعف المواصفة تقريبا .

المقدمة :
أجريت بحوث عديدة سابقآ لدراسة إمكانية أنتاج الطابوق عالي الالومينا فقد جرى التفكير في إنتاج هذا النوع من الطابوق لاستخدامه كبديل عن الطابوق الزركوني في الشركة العامة لصناعة الزجاج والسيراميك حيث تم استخدام البوكسايت العراقي عالي الالومينا لتحضير ركام حراري وذلك بحرقه لغاية (١٣٥٠مْ) في افران دوارة و تم أنتاج تسعين طابوقة بأبعاد (٣٠cm*30cm*60cm) بطريقة الرص شبه الجاف (Ramming)، بعد خلط الركام المدرج مع ٣٠%من الكاؤلين الأبيض غير المحروق ومن ثم تم حرق النماذج بأفران غرفية لغاية ١٥٠٠ م٠ وبفترة إنضاج ثلاثة أيام وبالحرارة القصوى وكانت النتائج جيدة من حيث مقاومة الانضغاط والكثافة وتحمل الصدمة الحرارية أما نسبة الالومينا فقد كانت بحدود ٧٠ %.

في العام(١٩٩٨) قامت الشركة العامة لصناعة السمنت الجنوبية بإجراء تجربة إضافة مسحوق الالومينيا المستورد الى البوكسايت لغرض رفع نسبة الالومينا في الطابوق المنتج ولم تكن النتائج مشجعة حيث تطلب الأمر استخدام درجات حرق عالية لم تكن متوفرة مختبريآ وكذلك غير متوفرة عمليا [١] .
يتم أنتاج صفائح ومقاطع الألمنيوم من صهر سكراب الألمنيوم بدرجة حرارة (٦٥٠-٧٠٠مْ) في افران عمودية في شركة اور العامة للصناعات الهندسية [٢]، حيث تضاف له أملاح إزالة الخبث والتي هي عبارة عن كلوريد الصوديوم ٥٠% و كلوريد البوتاسيوم ٣٤%و فلوريد الألمنيوم ١٦% وينتج من هذه العملية مادة الخبث التي تشكل حوالي ١٠%من وزن المادة المصهورة ويحتوي هذا الخبث على ٢٠%من الألمنيوم [٣] ويتم تنقية هذا الخبث مرة أخرى بإضافة الأملاح المذكورة أعلاه أما مادة تراب الخبث فهي مخلفات ضارة للبيئة ويفترض أن

تحتوي على نسبة عالية من الالومينا (أوكسيد الألمنيوم (AL2O3 المتكونة نتيجة عملية الصهر المشار أليها [٤]. وفي هذا البحث تم تحضير و انتاج الطابوق الحراري عالي الالومينا باستخدام الخبث الناتج من عملية صهر الالمنيوم وذلك بالاستفادة من تراب الخبث لسد حاجة المسابك المختلفة لهذه الأنواع من الحراريات باستخدام تكنولوجيا متوفرة محليا وهذا العمل تم بالمقارنة مع المواصفة القياسية العراقية ١٩٩٦/٢٠٣٢ [٥] لغرض معرفة أفضلية ما توصلنا له.

الجانب العملي:

المواد الاولية وفحوصاتها:-

تراب الخبث :- تم أجراء الفحص الكيمياوي لتراب الخبث دون إجراء اية معالجة عليه باستخدام جهاز التحليل الطيفي (جدول (١ ويلاحظ أن نسبة الالومينا ليست عالية كما ان نسبة الفقدان بالحرق عالية نسبيا مما يدل على وجود مواد ذات طبيعة غازية في حالة تأكسدها. كما ويمكن تأشير النسبة المرتفعة للحديد(٢.٢٣%)في حين يفترض في المواد الحرارية أن لا تزيد عن(١%) .

الاوكسيد	النسبة المئوية
اوكسيد السيلكون SiO_2	10.28
الالومينا Al_2O_3	66.14
Fe_2O_3	2.23
اوكسيد الكاليسيوم CaO	2.11
اوكسيد المغنيسيوم MgO	1.31
SO_3	----------
نسبة الفقدان بالحرارة	17.60
Total	99.66

جدول-١- التحليل الكيمياوي لتراب الخبث

الركام الحراري:-

تهيئة الركام الحراري :-

نظرا لوجود نسبة عالية من الفقدان بالحرق لتراب الخبث كما مبين في الجدول (١) مما يدل على عدم استقراره الحراري، فانه من الضروري حرقه بدرجة حرارية معينة بحيث يمكن الوصول به الى حالة الاستقرار الحراري إضافة إلى أن تلبيده يخدم عملية تكسيره والحصول على التدرجات المطلوبة .

الخطوات اللازمة لتهيئة الركام الحراري:-

١. استبعاد الحجم الخشن (اكبر من ٢.٨ ملم).
٢.إضافة ١٥% من الكاولين الأبيض الناعم .
٣.خلط المادة بعد إضافة الماء بنسبة (١٠-١٢ %)
٤. كبس النماذج بعينات اسطوانية بأبعاد x5٥ سم بجهد كبس . ٧٥٠Mpa
٥.تجفيف النماذج المكبوسة لمدة ٢٤ ساعة في جو الغرفة و٢٤ ساعة بحرارة ١١٠مْ كما تم إجراء فحص التدرج ألحجمي للركام وكانت النتائج كما في جدول (٢).

Size (mm)	Retained %
4.75	14
2.8	7
1.18	12.5
0.71	16
0.30	15
0.15	14.5
0.075	14
0.075	9
	100%

جدول (٢) التحليل ألحجمي لتراب خبث الألمنيوم

بعد أن تم تهيئة نماذج الركام الحراري تم حرقها بدرجة حرارة وقدرها ١٣٠٠مْ بمعدل حرق ١٠٠مْ/ ساعة شكل(١) علما انه تم تجربة الحرق لغاية ١٤٠٠ مْ إلا إن النماذج انصهرت عند هذه الدرجة الحرارية .

فحوصات الركام الحراري:-

تم إجراء الفحوصات الكيمياوية على الركام الحراري المحضر وفق الفقرة أعلاه وكانت النتائج كما موضحة في جدول (٣)حيث يلاحظ انعدام الفقدان بالحرق مما يدل على وصول المادة الى حالة الاستقرار الحراري إضافة إلى ارتفاع في نسبة الالومينا نتيجة لذلك إضافة إلى الامونيا الناتجة من إضافة الكاؤلين الأبيض، كما أن نسبة الحديد لاتزال مرتفعة وفوق المسموح بها للاستخدامات الحرارية .

الاوكسيد	النسبة المئوية
اوكسيد السيلكون SiO_2	11.48
الالومينا Al_2O_3	80.68
Fe_2O_3	3.21
اوكسيد الكالسيوم CaO	2.69
اوكسيد المغنسيوم MgO	1.72
SO_3	----------
نسبة الفقدان بالحرارة	----------
Total	99.78

جدول (٣) التحليل الكيمياوي للركام الحراري

إما الفحوصات الفيزياوية ' جدول (٤) فتبين وجود مسامات عالية ويستدل ايضا من ذلك ان كثافة للمنتوج قليلة الا ان نسبة التقلص ألحجمي بعد إعادة الحرق لنفس الدرجة(١٣٠٠ مْ) هي نسبة قليلة.

الخاصية	النتيجة
الكثافة الظاهرية غم/سم^3	1.44
المسامية الظاهرية %	50
الوزن النوعي الظاهري	2.9
التقلص ألحجمي %	0.83

جدول (٤) الفحوصات الفيزياوية للركام الحراري

خلطات الطابوقة النهائية:-

تم تهيئة نماذج الطابوقة النهائية باختيار احجام للركام الحراري مشابهة لتلك التي تستخدم لإنتاج الطابوق البوكسايتي وبنفس ترتيب المسار التكنولوجي لإنتاج الطابوق البوكسايتي حيث تم الإنتاج الصناعي دون معوقات وقد تم تشكيل النماذج بالكبس الجاف وباستخدام كمية ماء ١٠-١٢%)) وبجهد كبس قدره ٧٥٠ Mpa/ ساعة ويبين الجدول(٥) النسب المئوية للكميات النهائية للطابوقة المنتجة .

الركام الحراري			الطابوقة النهائية			
تراب الخبث	كاولين ابيض	ماء	ركام			كاولين ابيض
			1-28mm	0.1-1mm	<0.1mm	.075mm
73-75%	15%	10-12%	25%	25%	30%	20%

جدول (٥) خلطة الطابوقة النهائية

النتائج والمناقشة :-

تم إجراء الفحوصات الفيزياوية والكيمياوية على الطابوق الناري المنتج من الركام الالومينى المحضر وفق الخلطة المذكورة في الجدول ((٥ وكانت النتائج كما في الجدول ٦ والجدول ٧ :

الخاصية	الطابوقة النهائية	حدود المواصفة العراقية 1996/2032
الكثافة الظاهرية غم/سم^3	2.05	2.3
المسامية الظاهرية %	30	27
الوزن النوعي الظاهري	3	------
مقاومة الانضغاط كغم/م^3	500	294
التقلص ألحجمي %	-0.22	------

جدول (٦) الفحوصات الفيزياوية للطابوق النهائي

نلاحظ ان مواصفات الطابوق المنتج تختلف عن المواصفة القياسية العراقية ٢٠٣٢/١٩٩٦ حيث نلاحظ ان الطابوق المنتج ذي كثافة اقل من الكثافة للطابوقة المنتجة حسب المواصفة العراقية ويعود ذلك لظهور طور الكاؤلين شكل((٢ والالومينا وكذلك لوجود مواد قد يؤدي حرقها إلى تكون أطوار زجاجية (glassy phase) تؤثر على الكثافة[٦] ألا إن التأثير بسيط ولا يبدو انه يؤثر على قيمة مقاومة الانضغاط التي تبلغ حوالي ضعف القيمة الواردة في المواصفة العراقية وذلك لأن الطور الزجاجي قد لعب دورا كمادة رابطة إضافية أدت الى تقوية الروابط السيراميكية الناتجة من التلبيد. أما المسامية الظاهرية فهي أعلى بقليل من المواصفة ويعود ذلك الى وجود مواد قد تتحول الى غازات إثناء تأكسدها بالحرق مما يؤدي الى تحرر بعض الغازات التي تزيد من كمية المسامية الا ان ذلك لم يؤثر على قوة التحمل العالية للطابوقة ، أما التغير ألبعدي عند إعادة الحرق فانه ضمن حدود المواصفة عند الحرق لغاية ١٣٠٠مْ ، إما عند الحرق لغاية ١٣٥٠مْ فانه يحصل تمدد يؤدي الى زيادة الحجم بشكل كبير شكل((٣ويلاحظ ان ذلك يترافق بانخفاض في الكثافة بحدود ١٢% مما يدل على حصول تفاعلات أدت إلى تحرر بعض الغازات التي سببت زيادة الحجم .

الاوكسيد	النسبة المؤية	حدود المواصفة
اوكسيد السيلكون SiO_2	19.8	-------
الالومينا Al_2O_3	72.82	حد ادنى 70%
Fe_2O_3	2.95	--------
اوكسيد الكالسيوم CaO	2.38	--------
اوكسيد المغنسيوم MgO	1.52	--------
SO_3	0.1	--------
نسبة الفقدان بالحرارة	-------	--------
Total	99.66	

جدول (٧) الفحوصات الكيمياوية للطابوق النهائي

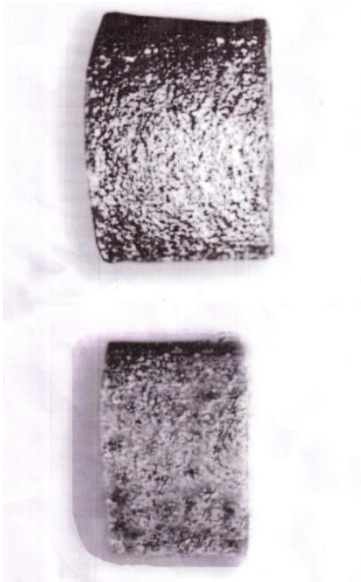
الاستنتاجات والتوصيات:-

١. ان الطابوق المصنع من تراب الخبث لا يمكن استخدامه بحرارة أعلى من ١٢٠٠مْ وذلك لاحتوائه على مواد مصهورة تؤثر على خواصه الحرارية عند الدرجات الحرارية العالية رغم نسبة الالومينا العالية.

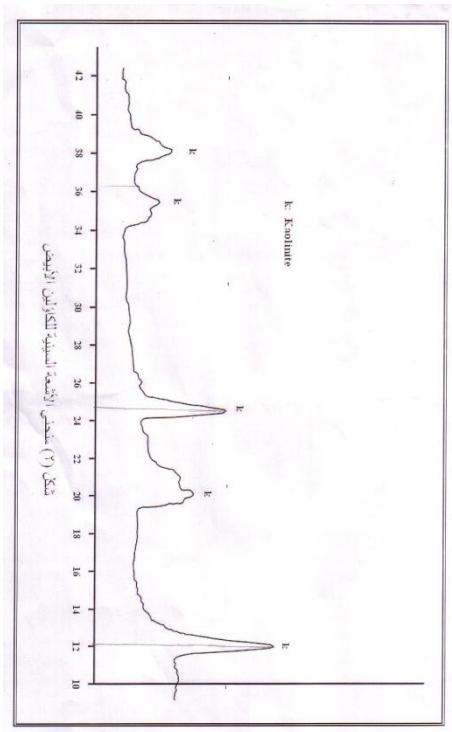
٢. يحضر الركام الحراري لحرق النماذج المشكلة بحرارة لا تزيد عن ١٣٠٠مْ تجنبا لانصهارها بسبب المواد المصهورة.

٣. أن الطابوق المصنع لا يخدم الصناعات التعدينية بسبب محدودية استخدامه لانخفاض تحمله الحراري بالمقارنة مع الطابوق عالي الالومينا الخالي من المواد المصهورة.

٤. يمتاز الطابوق المصنع من تراب الخبث بمقاومة الانضغاط العالية مما يشجع على استخدامه المناطق التي لا تتعرض لدرجات حرارة أعلى من ١٢٠٠مْ مع وجود اجهادات عالية.



شكل (١)
يمثل نماذج الركام الحراري بعد ان تم حرقها بدرجة حرارة وقدرها ١٣٠٠مْ



شكل (٢)
منحني الأشعة السينية للكاؤلين الأبيض

شكل (3)
يمثل الطابوق الحراري عند حرقه بدرجة حرارة ١٣٥٠مْ حيث يلاحظ زيادة الحجم

Abstract

In this work the slug of aluminum melting process was used to producing high alumina fire bricks. The slag of this process was pressed in cylindrical container, and then compressed at 750 Mpa with addition of about 15% of white (Choline) and12%water. Then these green slap were fired by 1300^0C. By chemical testing we were found that the alumina became 80% as a percentage of the product. The final high alumina fire bricks was found to be more suitable as comparing with Iraqi engineering standard 2032/1996 which shows that this product sustain a compression stress more by double than the same product which shows by this standard .

المصادر:

١- مجلة الصناعات الهندسية ، العدد الاول ، آب ٢٠٠٢، المعهد المتخصص للصناعات الهندسية.

٢- الوثيقة الفرنسية "AFNOR , A5O411" تكنولوجيا الألمنيوم، الصب العمودي. شركة أور العامة للصناعات الهندسية.

٣- Kingery W.D, Bowen H. K, and Uhlmann D.R, " Introduction to Ceramics". John Wiley and Sons, New York, 1976

٤- Atkins P.W, " Physical Chemistry ". Oxford University press 1978

٥- المواصفة القياسية العراقية المرقمة ٢٠٣٢/١٩٩٦. الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية.

٦- William D. Callister, Jr. "Material Science and Engineering An Introduction" John Willy and Sons, 2000