تحضير طابوق حراري مغنيسي بدرجة حرارة (١٢٠٠) م° باستخدام هيدروكسيد المغنيسيوم

محمود فاضل عبد ، غازي عطية زراك

قسم علوم الأرض التطبيقية ، كلية العلوم ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: ٢١ / ١٠ / ٢٠١٠ ---- **تاريخ القبول:** ٢٧ / ٩ / ٢٠١١)

الملخص

يتناول هذا البحث إمكانية استخدام مادة هيدروكسيد المغنيسيوم [$Mg(OH)_2$]، المستخلصة من مياه البحر، من خلال توظيفها في تحضير طابوق مغنيسي. تم تحضير ١٠ عينات تحتوي على نسب مختلفة من مادة هيدروكسيد المغنيسيوم، فضلا عن مخلفات الأفران من طابوق مغنيسايت و مغنيسايت – كروم وإضافات أخرى.تم حرق هذه العينات بعد كبسها ميكانيكيا بضغط ١٠٠٠ كغم / سم ^{2} إلى درجة حرارة ١٢٠٠ درجة مئوية، ببرنامج حرق ١٠٠ درجة مئوية لكل نصف ساعة ولمدة ساعتين ضمن درجة الحرارة القصوى ١٢٠٠. أجريت الفحوصات الحرارية والفيزيائية والميكانيكية المطلوبة للطابوق والمتمثلة بالتغير الخطي عند إعادة الحرق بدرجة حرارة ١٢٠٠ درجة مئوية، المسامية الظاهرية، الكثافة الظاهرية، ومقاومة الانضغاط. أظهرت النتائج إمكانية تحضير طابوق مغنيسي قريب من مواصفات طابوق المغنيسايت، فضلا عن طابوق قليل الكثافة.

المقدمة

يعد أوكسيد المغنيسيوم (MgO) العنصر الخامس من حيث الوفرة في القشرة الأرضية، بتركيز يصل معدله إلى حوالي (٤%) ، كذلك يعد المكون الرابع من حيث الوفرة في مياه البحر بتركيز يتراوح بحدود (١٣٠٠ جزء من المليون). من أهم الصخور الغنية والحاوية على عنصر المغنيسيوم هي صخور مجموعة الكلورايد (Chloride) ، والصخور الكاربوناتية وأهمها معدن الدولومايت [$CaMg(CO_3)_2$] الذي يحصل إحلال لعنصر المغنيسيوم محل الكالسيوم (٣). كما يوجد عنصر المغنيسيوم بشكل اكاسيد مغنيسيوم MgO ، ومعدن البروسايت Brucite $Mg(OH)_2$. كذلك يوجد في معدن المغنيسايت (MgCO3) ، في معدن البروسايت (Brucite MgOH2)، في الترسبات الملحية بصيغة معدنية مثل معدن الكارنالايت Carnallite ($KMgCl_3.6H_2O$) ، ايبسومايت Epsomite ($MgSO_4.7H_2O$) ، ومعدن كيسرايت Kieserite ($MgSO_4.H_2O$).

يعد العراق من البلدان الغنية بوفرة عنصر المغنيسيوم من خلال تواجد تكوينات لصخور كاربوناتية هائلة حاوية على صخور الدولومايت وتكوينات لترسبات ملحية كبيرة، بالإضافة إلى تواجدها كايونات في مياه البحر وفي الخليج العربي.

ان صناعة طابوق المغنيسايت Magnesite Brick، تعتمد بشكل اساسي على توفر المغنيسايت المطفئ dead – burned magnesite، الذي يحضر من حرق هيدروكسيد المغنيسيوم Mg(OH)2 أو كاربونات المغنيسيوم MgCO3 في درجات حرارة عالية جدا (فوق ١٦٥٠ درجة مئوية) في فرن دوار، بكثافة عالية ٣,٢ – ٣,٤ غم / سم ٣ ، وذات مسامية قليلة ٥ – ١١ %.[١] ،

يمكن أن تتوفر مادة هيدروكسيد المغنيسيوم في العراق عن طريق استخلاصها من مياه البحر بكلفة واطئة، والتي تمثل الخطوة الاولى في تحضير طابوق المغنيسايت، بالإضافة إلى توفرها من المحاليل المنتجة عرضيا بعد أن يتم استخلاص ملح كلوريد الصوديوم في مملحة السماوة والبصرة والذي يطلق عليه المحلول المر الغني بمادة هيدروكسيد المغنيسيوم.

هناك حاجة ملحة إلى استخدام طابوق المغنيسايت وخاصة في تبطين الأفران الحرارية وافران القوس الكهربائي Arc – Electric Furnace، التي تستخدم في صهر الحديد وافران صناعة السمنت نظرا لدرجة انصهار المغنيسايت العالية (تصل إلى ٢٨٠٠ درجة مئوية)، بالإضافة إلى مقاومته الممتازة لعمليات التآكل أو لهجوم اكاسيد الحديد أو القلويات، التي تؤثر على معدات وهياكل الأفران.[٢]

يهدف البحث إلى استغلال مادة هيدروكسيد المغنيسيوم التي من الممكن أن تنتج محليا من مياه البحر ثم استخدامها مع إضافات وعوامل مساعدة أخرى، في تحضير طابوق مغنيسي واستخدامه كبطانة لأفران حرق بدرجة حرارة ١٢٠٠ درجة مئوية. تم انتاج مادة هيدروكسيد الصوديوم بصيغة تجارب رياضية في العراق خلال تسعينيات القرن الماضي.

استخلاص المغنيسيوم من مياه البحر Magnesium extraction from seawater

إن ترسيب المتبخرات الملحية من مياه البحر يتكون من خلال زيادة عمليات التركيز بطريقة التبخير evaporation . عندما تصل تراكيز المواد الملحية إلى درجة الإشباع super saturation ، تبدأ الأملاح بالترسيب أولا وهي التي تمتلك قابلية ذوبان قليلة أما التي تمتلك قابلية ذوبان عالية فإنها تترسب في نهاية سلسلة عمليات ترسيب الأملاح المتتالية. بما ان ماء البحر يحتوي على ٣,٥% من وزنه أملاح، فعندما يقل الحجم إلى ٥٣% من الحجم الأصلي للمياه، يبدأ الكالسايت بالترسيب أولاً، وعندما يصل الحجم إلى(خمس ١٥)من الحجم الأصلي للمياه يبدأ الجبسوم أو الانهيدرايت بالترسيب بعده ثم يترسب ملح الطعام او الهالايت عندما يصل الحجم إلى (عشر ١٠١) من الحجم الأصلي ثم يتبعها بالترسيب كل من كبريتات المغنيسيوم

وكلوريد المغنيسيوم على التوالي [٣] ،في المراحل الأخيرة من سلسلة عمليات الترسيب سوف يترسب بروميد الصوديوم والملح المر (Bittern Salt). جدول رقم (١) يوضح سلسلة عمليات ترسيب الأملاح من مياه البحر.

إن عمليات استخلاص المغنيسيوم من مياه البحر معروف عالميا منذ عشرينيات القرن الماضي حيث تم إنتاج مادة هيدروكسيد المغنيسيوم في دول عديدة ، وتم ذلك بواسطة حرق الحجر الجيري (لايمستون أو دولومايت) لإنتاج مادة أوكسيد الكالسيوم (CaO) التي تضاف إلى مياه البحر لزيادة تركيز المغنيسيوم إلى الحد الذي يؤدي إلى ترسيب مادة هيدروكسيد المغنيسيوم وبطريقتين (١). كما في المعادلتين التاليتين:-

$$CaO\ (lime) + (MgSO_4 + MgCl_2 + H_2O)_{Sea\ Water} \rightarrow 2Mg(OH)_2\downarrow + CaSO_4 + CaCl_2 \quad \ldots\ldots (1)$$

$$CaO + .MgO\ (Dolomite) + (MgSO_4 + MgCl_2 + H_2O)_{Sea\ Water} \rightarrow 2Mg(OH)_2\downarrow + CaSO_4 + CaCl_2 \quad (2)$$

جدول (١) يوضح استخلاص المغنيسيوم من مياه البحر.

الأملاح المترسبة	الحجم	نسبة المواد الصلبة من الأملاح	النسبة من الوزن	اسم المركب
	١,٠٠	٠	٩٦,٢٤	water
Fe2O3 CaCO3	0.53	77.76	2.94	NaCl
	-----	10.88	0.32	MgCl2
CaSO4 . 2H2O	0.19	4.74	0.25	MgSO4
NaCl MgSO4 MgCl2	0.095	3.60	0.14	CaSO4
	-----	-----	0.06	NaBr
Na Br	0.039	2.47	-----	K2SO4
Bitter Salt	0.016	0.35	0.01	CaCO3
	-----	-----	0.0003	Fe2O3
	-----	0.22	-----	MgBr2

المصدر : (Shand,2006)

طابوق المغنيسايت magnesite bricks

يتألف طابوق المغنيسايت بشكل رئيسي من اوكسيد المغنيسيوم MgO او معدن البيركليس Periclase الذي يتكون من حرق المغنيسايت الخام Mg(OH)2 في درجة حرارة (٣٠٠ – ٩٠٠) درجة مئوية. حيث تبدأ عمليات تحلل المغنيسايت عندما يصل إلى درجة ٣٥٠ درجة مئوية وتحرر بخار الماء، كما في المعادلة التالية

$$Mg(OH)_2 \rightarrow MgO + H_2O$$

تكون بلورة المعدن على شكل مكعب تبدأ بالنمو مع زيادة في الكثافة كلما زادت درجة الحرارة والوقت المستغرق في عملية الحرق إلى ان تصل إلى الحالة المستقرة بين درجة حرارة (١٧٠٠ – ١٨٠٠) درجة مئوية، عندها تقل خاصيتي الانكماش shrinkage والاماهة hydration بشكل ملحوظ [٤].

ان احتواء المغنسايت المحروق على شوائب او مضافات معلومة يؤدي إلى تحسين نوعية وصلابة طابوق المغنيسايت حيث يؤدي إلى زيادة الكثافة (٣,٥٥ – ٣,٦٣ غم/سم٣) وتقليل نسبة المسامية (١٥ – ١٧ %)، هذه الشوائب هي SiO_2 ، Fe_2O_3 ، Al_2O_3 و CaO . يتم عمل قوالب من خلطة طابوق المغنيسايت على شكل اقراص Pellets تحت ضغط عالي ثم تعريضه بعد ذلك إلى الحرق في درجة حرارة عالية.

صناعة طابوق المغنيسايت production of magnesite brick

تمر صناعة طابوق المغنيسايت بعدة مراحل اساسية وهي [٢]:-

١- تهيئة ومعالجة المادة الخام Preparation the raw materials

تتألف المواد الخام التي تدخل في صناعة طابوق المغنيسايت بصورة رئيسية من هيدروكسيد المغنيسيوم Mg(OH)2 بنسبة تتراوح من (٥٠ – ٩٠ %) مع وجود إضافات أخرى بدرجات نسب مختلفة تعتمد على صلابة وجودة الطابوق المنتج وهي اكاسيد السيليكون، الحديد، الالمنيوم، الكالسيوم، الزركونيا والكروم. تخلط هذه المكونات جميعا ويتم تغذيتها إلى فرن حراري على شكل طين سائل (Slurry). تدخل هذه المواد إلى عمليات كلسنة وهي عبارة عن معالجة بدرجات حرارة عالية تستخدم لطرد المواد الكيميائية الطيارة والتلبيد لغرض التخلص من عمليات الانكماش المفرط في عملية الحرق النهائية اللاحقة للمنتج ولضمان استقرار حجمي في المنتجات غير المحروقة. تستخدم هذه الطريقة كذلك لتحويل المواد الخام إلى شكل متبلور مستقر. هذه المواد المكلسنة تدعى أحيانا بالكروك (grog) وهو عبارة عن فتات فخاري متصلب. تستخدم عادة في عمليات الكلسنة كافة أنواع الأفران، سواء كانت دوارة rotary ، نفقية tunnel او عمودية shaft ، وفي بعض الحالات تذاب أو تصهر المواد الحرارية الخام في فرن القوس

الكهربائي arc-electric furnace لتحقيق المتطلبات أعلاه، وعموما هذه العملية تنتج مادة متجانسة أكثر وذات مسامية قريبة من الصفر.

٢- التكسير والتنعيم Crushing and Grinding

أثناء عملية حرق المواد الخام، تؤدي هذه العملية إلى حصول متكتلات من المواد الخام مما يتطلب إعادة طحنها وتكسيرها إلى حبيبات صغيرة مناسبة. ان المعدات المستخدمة للتكسير هي الكسارة الفكية والدوارة وتصمم عملية الطحن والتكسير على شكل دائرة مغلقة حيث تعاد المواد الكبيرة إلى المطحنة لغرض إعادة طحنها وتكسيرها ثم تمرر على هزازات لأغراض النخل.

٣- النخل Sieving

من المهم جدا ان تكون منتجات الطابوق الحراري كثيفة قدر الإمكان، وان إحدى الخطوات الأولية في الحصول على منتج عالي الكثافة هو إيجاد حجم حبيبي مناسب للمزيج والذي هو أقل من ١ملم، مع كافة الأحجام الحبيبية الناعمة. ان المادة الخام المطحونة تغذى إلى مناخل هزازة ذات طاقة استيعابية مناسبة أو هزازات مسخنة لمنع حصول انسداد في ثقوب الهزازات، وتعاد المادة التي لا تمر من المناخل إلى جهاز تنعيم من اجل إتمام اختزال إضافي للحجم.

٤- الخلط Mixing

يستخدم في الحراريات كما في العمليات السيراميكية الأخرى أكثر من نوع واحد من المواد الخام في صناعة المنتج. ان الغرض من عملية الخلط هو للحصول على خلطة متجانسة للمكونات المتنوعة وتوزيع جيد للإضافات والمواد المزيتة الأخرى. عموما، لا تحتوي الخلطة المعدة لصناعة الطابوق القاعدي على رطوبة أكثر من ٥%.

٥- القولبة Molding

تجرى عملية صنع قوالب الطابوق بواسطة الكبس الميكانيكي أو الهيدروليكي أو بالطرق، حيث يتراوح الحمل المسلط بين ١٠٠٠٠ – ٥٠٠٠٠ باوند/انج^{٢} ، ليعطي طابوق أكثر كثافة من الطابوق المنتج بالكبس اليدوي. ان الطابوق المكبوس بقوة كبيرة يظهر انكماش حراري اقل نوعا ما.

٦- التجفيف Drying

حتى فترة متأخرة من سنة ١٩٣١ اعتبر تشقق طابوق المغنيسايت المستخدم في الأفران الحرارية والمجففات لغزا إلى حدا ما، وقد اظهر العالمان جستر وويل Chester & Weyl ان هذا التشقق ينتج عن:

١- استخدام مغنيسايت محروق ضعيف.

٢- وجود مواد ناعمة جدا في الطابوق تمتلك سرعة اماهة اكبر من المواد الخشنة.

٣- حرارة عالية جدا في المجفف.

وقد اظهر شرينر Schreiner ان الاماهة تبدأ عند المراكز الفعالة في الطابوق وتتقدم على طول السطوح الفاصلة بين بلورات البيركليس والمواد الرابطة الأخرى وان الطابوق يكون عرضة للتشقق إذا ما تفاعل ٢% من الماء ليكون هيدروكسيد المغنيسيوم.

٧- الحرق Firing

وهي العملية الأخيرة من سلسلة عمليات تصنيع الطابوق الحراري، حيث يخضع الخليط الخام لعملية حرق حراري لتطوير الخواص الفيزيائية والكيميائية لجعله أكثر كثافة وتحملا لدرجات الحرارة العالية. ان الفرن الاكثر شيوعا لهذا الغرض هو الفرن النفقي الذي ينقسم إلى ثلاثة مقاطع وهي نطاق تسخين (تحمية) الفرن، ونطاق الحرق ثم نطاق التبريد. تتراوح درجة الحرارة في نطاق الحرق بين ١٢٠٠ – ١٩٠٠ درجة مئوية.

خواص طابوق المغنيسايت Properties of Magnesite Brick

- الخواص الفيزيائية physical properties

ان من أهم الخصائص الفيزيائية التي تحدد نوعية الطابوق المغنيسي هي الكثافة الحجمية bulk density والتي تعتمد بشكل رئيس على الوزن النوعي للمواد الخام الداخلة في تصنيع الطابوق المغنيسي. المسامية porosity هي الخاصية المهمة الثانية والتي يتم السيطرة عليها من خلال السيطرة على مسامية المواد الخام ونسيج الطابوق. عند الحرق تتفاعل حبيبات الخليط كافة مع بعضها لتكون ربط سيراميكي إما بشكل ربط زجاجي أو ربط مباشر بين الحبيبات الصلبة. إن وجود المضافات الأخرى مثل (SiO_2,CaO,Al_2O_3.Fe_2O_3) بعضها متواجد في أطيان دويخلة تؤدي عند ارتفاع درجة الحرارة إلى تكوين سائل غشائي يحيط ببلورات المغنيسايت كما يملأ المسامات والفراغات عند ارتفاع درجة الحرارة، الذي يؤدي إلى وجود قوى ربط وشد بين الحبيبات لتعطي صلابة وقوة إلى الطابوق المغنيسي . إن تفاعل التلبيد هذا يكون مصحوب عادة بخاصية الانكماش ما لم تتكون مركبات جديدة أثناء عمليات الحرق تسبب التمدد وهذا هو الذي يحصل في الطابوق الحراري جيد النوعية. إن طريقة التشكيل وعملية الحرق تحدد نسيج الطابوق ، وان نفاذية الطابوق تتعلق بالمسامية المتصلة وشكل المسامات والتي تعتمد بدورها على نسيج الطابوق حيث تتراوح المسامية الظاهرية للطابوق الحراري بين ١٤ – ٢٣ % وقيم الكثافة الحجمية بين ٢,٧٧ – ٣,١٠ [٢] .

- الخواص الميكانيكية mechanical properties

إن قوة وصلابة المادة الحرارية تحددها درجة الربط بين حبيبات المادة الحرارية، وهكذا يكون الطابوق ناعم الحبيبات أقوى من الطابوق خشن الحبيبات، والطابوق واطئ المسامية أقوى من الطابوق عالي المسامية، وان الصلابة والقوة العالية للطابوق تنتج من تكون نسيج رابط زجاجي بين الحبيبات خلال عملية الحرق.

الجانب العملي Practical Side

تم في هذا الجانب تهيئة المواد الأولية وتحضير النماذج واجراء الفحوصات اللازمة ومن ثم مناقشة النتائج.

- المواد الأولية Raw Materials

ان المواد الأولية المستخدمة لتحضير الطابوق المغنيسي هي :

١- هيدروكسيد المغنيسيوم Magnesium Hydroxide $Mg(OH)_2$

وتمثل المادة الاساسية المستخدمة في تحضير الطابوق حيث من الممكن استخلاصها بكلف اقتصادية بسيطة من مياه البحر وكما تم ذكره سابقا، حيث تتراوح نسبة اوكسيد المغنيسيوم MgO فيها بين ٥٠– ٩٠ % والتي تمثل معدن البيركليس ويتم اضافتها بنسبة لا تقل عن ٥٠%.

٢– مخلفات طابوق المغنيسايت أو مغنيسايت – كروم Magnesite & Magnesite – Chrome bricks wastes

لقد تم استخدام مخلفات الأفران من الطابوق المغنيسي أو مغنيسايت – كروم كمقترح أو فكرة جديدة في هذا البحث حيث ان الطابوق المغنيسي يحتوي على المغنيسايت المحروق المطفأ، ولكون حرارة الحرق البالغة ١٢٠٠ درجة مئوية المستخدمة في انجاز تجارب هذا البحث غير كافية لاطفاء هيدروكسيد المغنيسيوم كليا، لذلك تم تعويض جزء من هيدروكسيد المغنيسيوم بالمغنيسايت المحروق المطفأ لغرض تقليل خاصيتي الاماهة والانكماش.

تم استخدام عدة مواد بشكل إضافات إلى الخليط الخام لغرض تحسين النوعية وتقوية الصلابة وهي كما يلي:

١– الالومينا Aluminum Oxide Al2O3

تم اضافتها بنسبة بين ٣ – ١٠ % إلى الخلطة الخام. تلعب الالومينا كمادة رابطة في درجات الحرارة العالية مكونة طور صلب متجانس يزيد من مقاومة الطابوق للصدمة الحرارية thermal-shock resistance من خلال عمل غطاء بلوري حول بلورات معدن البيركليس يؤدي إلى زيادة مقاومة الطابوق لخاصية الاماهة [٥].

٢– اوكسيد الحديد (هيماتايت) Iron Oxide Fe2O3

تم إضافة نسبة بحدود ٣% من خام اوكسيد الحديد إلى الخليط. يحصل لاوكسيد الحديد إذابة تامة في درجة حرارة ١٢٠٠ مما يؤدي إلى حصول إحلال بين ايونات الحديد وايونات المغنيسايت، وبالتالي يؤدي إلى زيادة كثافة الطابوق مع تقليل خاصية الاماهة.

٣– أطيان دويخلة الكاؤولينية البيضاء White Kaolinitic clay

تم إضافتها بنسبة قليلة لا تتجاوز ٢% التي تعمل كمادة رابطة وكذلك لزيادة لدونة النموذج وسهولة تشكيله وكبسه أثناء تهيئة العينة للحرق.

٤– ماء Water

استخدم الماء الصالح للشرب لتشكيل العينات وتم إضافته بنسبة ٦%.

تهيئة وفحص الطابوق Preparing & Testing Bricks

تم تحضير عشرة نماذج من الطابوق المغنيسي الخام كما موضح في جدول (٢)، حيث طحنت المواد الأولية بنعومة جيدة(الحجم الحبيبي للمواد الداخلة في تشكيل النموذج يتراوح من (١)ملم الى (١٥٠)مايكرون،لضمان حصول تجانس جيد للحبيبات وتقليل المسامية. تم خلطت النماذج يدويا وبشكل جاف لغاية حصول التجانس التام، ثم أضيف لها الماء بنسبة ٥ – ٦%، وكبست ميكانيكيا على شكل نماذج اسطوانية بقوة ضغط ١٠٠٠ كغم/سم٢ ، ثم جففت في المرحلة الأولى في فرن تجفيف بدرجة حرارة ١١٠ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة لضمان سهولة نقل وتحريك النماذج، ثم أحرقت في فرن رقمي نوع Nabertherm لغاية درجة الحرارة القصوى ١٢٠٠ درجة مئوية ببرنامج حرق متسلسل ١٠٠ درجة مئوية لكل نصف ساعة ولمدة إبقاء ساعتين ضمن درجة الحرارة القصوى.

اجريت فحوصات الطابوق المغنيسي في مركز بحوث البناء والزجاج في بغداد.

جدول رقم (٢) نسب مكونات عينات الطابوق الحراري المحضر للدراسة

رقم العينة	Mg(OH)2%	مغنسايت %	مغنسايت كروم %	AL2O3%	Fe2O3%	كاؤولين دويخلة %	الماء %
١	٦٠	٣٠	---	٥	٣	٢	٥,٧
٢	٥٠	٤٠	---	٥	٣	٢	٦
٣	٦٠	---	٣٠	٥	٣	٢	٦
٤	٥٠	---	٤٠	٥	٣	٢	٦
٥	٥٠	٤٨	---	---	---	٢	٥
٦	٥٠	---	٤٣	٣	٣	٢	٥
٧	٥٠	٢١,٥	٢١,٥	٣	٣	٢	٥
٨	٥٠	٤٣	---	٣	٣	٢	٥
٩	٩٠	---	---	١٠	---	---	٥
١٠	٩٠	---	---	١٠	---	---	٥

النتائج والمناقشة

تم إدراج النتائج ضمن الجدول رقم (٣)

جدول رقم (٣) نتائج فحص نماذج الطابوق الناري المحضر في الدراسة

رقم النموذج	الكثافة الظاهرية غم / سم ٣	المسامية الظاهرية %	مقاومة الانضغاط كغم / سم٢	التغير الخطي عند إعادة الحرق بدرجة ١٢٠٠ م %
١	٢,٢٤	٣٠,٥٥	١٦٨,٨٣	+ ٠,١٩
٢	٢,٣٩	٢٧,٢٢	١٧٠,٨٠	+ ٠,٣٨
٣	٢,٢٠	٣١,٥٧	١٤٣,٨٢	– ٠,١٩
٤	٢,٢٥	٣١,٠٠	١٣٩,٤٥	+ ٠,٢٩
٥	٢,٣٣	٣٢,٦٢	٣٨٢,٠٠	– ٠,٩٥
٦	٢,٣٣	٣٠,٣٣	٣٧٣,٠٠	صفر
٧	٢,٣٣	٢٩,٨٢	٣٥٨,٠٠	صفر
٨	٢,٣٠	٣٢,٣٩	٣٣٧,٠٠	صفر
٩	١,٨٤	٤٢,٣٢	٣٣٢,٠٠	– ٥,٧٢
١٠	١,٥٩	٥١,٦٩	٩٥,٠٠	– ٣,٩٩
طابوق المغنسايت حسب المواصفة الألمانية	**٢,٧٠**	**٢٣**	----	**2±**

تم إجراء الفحوصات وفق المواصفة الألمانية (DIN 51 067 part 2)

يلاحظ من الجدول أعلاه إن قيم الكثافة الظاهرية قد تأثرت بشكل واضح بالوزن النوعي لمكونات النموذج ، وهي نسبة إضافة كل من اوكسيد الحديد ومخلفات طابوق المغنسايت والمغنسايت كروم لامتلاكها وزن نوعي عالي وهذا يلاحظ في النماذج من ١ الى ٨ اما النموذجين ٩ و ١٠ فيمتلكان كثافة ظاهرية قليلة لعدم احتوائها على المواد اعلاه ، اضافة الى ارتباط الكثافة الظاهرية بعلاقة عكسية مع المسامية الظاهرية.

إما بالنسبة لقيم المسامية نلاحظ انها تأثرت بعدد من العوامل منها التوزيع ألحجمي للحبيبات ونسبة كل من المادة الرابطة ومخلفات طابوق المغنسايت والكروم – مغنسايت حيث أن التوزيع ألحجمي الجيد يقلل من المسامية اما المادة الرابطة فإنها تؤثر في المسامية اعتمادا على نسبتها في النموذج.

اما وجود مخلفات طابوق المغنسايت او المغنسايت كروم فأنه يؤدي الى تقليل نسبة المسامية لأحتوائها على المغنسايت المطفأ الذي يمتلك خاصيتي الأماهة والأنكماش الحراري بدرجة اقل من هيدروكسيد المغنيسيوم المحروق بدرجة حرارة (١٢٠٠) درجة مئوية.

بالنسبة لقيم مقاومة الأنضغاط فهي تعتمد على درجة الترابط بين الحبيبات وهذا بعتمد على النسبة المثلى للمادة الرابطة التي تكون ربط سيراميكي بين الحبيبات كما تؤثر نسبة الماء أيضا على مقاومة الأنضغاط حيث تقل مقاومة الأنضغاط مع زيادة نسبة الماء.

فيما يتعلق بالتغير الخطي للنماذج عند اعادة الحرق بدرجة حرارة ١٢٠٠ مْ والذي يعكس التحمل الحراري والتي ترتبط بنسبة كل من المادة الرابطة والتي هي الألومينا ومخلفات الطابوق المغنيسي حيث ان زيادة نسبة الألومينا تؤدي الى حصول زيادة في نسبة الأنكماش للنموذج وكما هو ملآحظ في النموذجين رقم ٩ و ١٠ وحصول استقرار في نسبة الأنكماش والتمدد عند اضافة نسبة اضافية من مخلفات الطابوق المغنيسي .ان الخليط الخام الذي يحتوي على مضافات كما مبينة في الجدول رقم ١ للنماذج رقم ٦ ، ٧ و ٨ التي تحتوي على المغنيسايت المطفأ حصل لها استقرار من حيث الانكماش أو التمدد في درجة الحرارة ١٢٠٠ مْ ، أما التمدد الحاصل في بعض النماذج الأخرى فيعزى إلى حصول تفاعلات لمكونات الخليط الخام في درجات الحرارة العالية أدى الى تكوين مركبات جديدة .

الاستنتاجات

تبين من خلال هذا البحث إمكانية تحضير طابوق ناري يتحمل درجة حرارة ١٢٠٠ مْ بأستخدام خليط من هيدروكسيد المغنيسيوم ومخلفات المغنيسايت والمغنيسايت . كروم.

لوحده يقلل من كثافة الطابوق ويزيد من نسبة $Mg(OH)_2$ إن استخدام هيدروكسيد المغنيسيوم مساميته وهذا يعزى الى عدم تحول هيدروكسيد المغنيسيوم عند حرقه بدرجة حرارة ١٢٠٠ مْ الى المغنيسايت المطفأ لذلك ان اضافة المغنيسايت المطفأ يعطي للنموذج صفة الكثافة العالية والمسامية الواطئة.

التوصيات

١- رفع نسبة هيدروكسيد المغنيسيوم المستخدم في صناعة الطابوق الحراري نسبة الى الألومينا

لغرض تقليل نسبة المسامية .

٢- حرق نماذج الدراسة بدرجة حرارة أعلى من ١٢٠٠ درجة مئوية في حالة توفر الإمكانية اللازمة لذلك وإجراء الفحوصات المطلوبة لها لغرض تقليل خاصيتي الإماهة والانكماش.

المصادر

1- Magnesia Refractories, (2004). landy, A. Richard. Marcel Dekker, Inc., U.S.A.

2- منصور، إبراهيم محمود وعبد اللطيف، نوال عزت وعباس، منى خضير (١٩٩٢)، الوقود والافران والحراريات،الجامعة التكنولوجية ٢٩٥ صفحة.

3- Shand, A, Mark. 2006, The chemistry and technology of magnesia, A john wiley & sons, inc. pp 266.

4-Norton, F.H., 1968, refractories, 4th ed. McGraw-hill book.

5- Zhou, shuxin. 2004, Hydration mechanisms of magnesia – based refractory bricks , thesis of master of applied science, The university of British Colombia.

6- website: http://www.mahavir_india.com.

Preparing of Magnesite Refractory Bricks in (1200) Cº By using Magnesium Hydroxide

Mahomood Fadhil Abed , Ghazi Atia Zarraq

Deparment of Applied Geologe , College of Science , Tikrit Univ. , Tikrit , Iraq

(**Received:** 31 / 10 / 2010 ---- **Accepted:** 27 / 9 / 2011)

Abstract

This Research dealt with the possibility of exploiting magnesium hydroxide [$Mg(OH)^2$] which extracted from sea water for preparation magnesia refractory bricks .This kind of bricks are utilized in lining of high temperature furnace, and for refractory application because of their a very high melting point (1200 C°), It does not oxidize and it has excellent resistance to attack by iron oxide and alkalis.

Ten samples were used which contain different percentages of magnesium – hydroxide as well as some of dead–burned magnesia and magnesia–chrome and other additives. These samples were mechanically compacted under pressure of (1000) Kg/cm² and then burned up to (1200C°) within schedule-burned of (100C°) for each half an hour, and delaying time for two hours at the maximum temperature (1200C°).

All samples tested for mechanical, physical, linear variation, porosity and density at Building and Glass Research Centre, which indicate to the possibility of manufacturing Magnesia Refractory Bricks of low porosity and high density.