

دراسة تأثير اضافة السليكا على الخصائص الفيزيائية لطين البنتونايت العراقي

شذى هاشم مهدي

قسم الفيزياء ، كلية التربية ابن الهيثم ، جامعة بغداد، بغداد- العراق.

الخلاصة

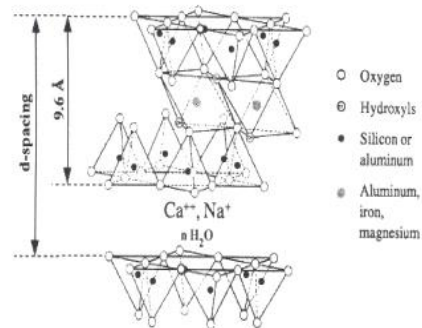
تم الحصول على نماذج سيراميكية من البنتونايت العراقي بوصفها مادة أساس باضافات محدودة من السليكا تتحمل درجات حرارة اعلى من درجة حرارة انصهار البنتونايت العراقي (1200°C) حيث حققت درجات حرارة تتحمل (1300°C) ولذلك اعطت خواص فيزيائية متميزة للمنتج الجديد. إن من أفضل الخلطات التي تم خلالها الحصول على جسم سيراميكي معامل بدرجة حرارة (1300°C) هي (C_4) و نلاحظ خلال الشكل الخاص بمقدار المسامية الظاهرية أن مقدار المسامية يتناقص بزيادة درجة حرارة التليد، حيث كانت أقل قيمة للمسامية عند درجة حرارة التليد (1300°C) عند نسبة وزنية مقدارها 75% من البنتونايت.

الكلمات المفتاحية: طين بنتونايت عراقي، سيراميك، خواص فيزيائية، توصيلية حرارية.

المقدمة

فيما يلي تعريف بالمواد الأولية المستخدمة في هذا البحث :

1- البنتونايت اسم صخرة تتكون بصور رئيسة من معدن المونتمورلونيت وصيغته الكيميائية $\text{Mg}_2\text{Al}_6(\text{OH})_2[\text{Na},\text{Ca}]$ يحتوي المونتمورلونيت على طبقة ثمانية بين طبقتين رباعيتين وتوجد بين هذه الطبقات الثلاث جزيئات من الماء التي يمكن ابعادها بدون تحطيم التركيب الذري الداخلي لهذا المعدن عند التسخين الى درجة حرارة لا تزيد عن 100°C [1,2]، وكما موضح بالشكل (1).



شكل (1) يوضح تركيب المونتمورلونيت [1].

البنتونايت لأول مرة كمادة اساس في انتاج جسم سيراميكي بتأثير اضافة الالومينا والمغنيسيا [5] وحسب علمنا لم يتطرق الباحثين الى معالجة طين البنتونايت بأضافة السليكا. لذلك تهدف هذه الدراسة الى إمكانية استعمال البنتونايت كأساس مع اضافة من السليكا بنسب مختلفة للحصول على مقاومة حرارية أعلى من درجة انصهار البنتونايت التقليدية (1200°C) ودراسة الخواص الفيزيائية لتغير درجة الحرارة وصولاً الى 1300 درجة مئوية. اما المادة الضافة السليكا يوجد ثلاثة اشكال بلورية رئيسة للسليكا (Silica) وهي الكوارتز (Quartz) والترديمايت (Tridymite) والكرستوبلايت (Cristobalite)، وان هذه الاشكال الثلاثة تمتلك الصيغة الكيميائية نفسها وهي (SiO_2) ولكنها تختلف بطريقة ترتيب ذرات السيليكون والاكسجين في التركيب البلوري. فالاجسام الخزفية تحتوي على (76%-72%) سليكا وان (35%) منها تكون على شكل سليكا حرة (Free-Silica) بهيئة فلنت و(35%) منها تكون على شكل سيليكات متحدة وموجودة في الاطيان وفي المواد المساعدة على الصهر (Fluxes). وان التمدد الحراري ومقاومة الصدوع في الجسم السيراميكي يعتمدان بصورة رئيسة على السليكا الحرة الموجودة في الجسم السيراميكي لامتلاكها تمداً حرارياً أكبر من السليكا المتحدة او المرتبطة، فالسليكا تضاف الى الجسم السيراميكي الذي يحتوي على اطيان لتقليل اللدونة والمتانة ويسهل التجفيف ويعطي صلابة للجسم السيراميكي ويقلل الانكماش والتقلص اللذان يحدثان اثناء عمليتي التجفيف والحرق ولها

ولحساب الكثافة الظاهرية (Apparent Density) نعتمد المعادلة (3) :- [11]

$$p = \frac{W_d}{W_s - W_i} \dots\dots\dots (3)$$

ρ = الكثافة الظاهرية (gm/cm³).

W_d = كتلة العينة وهي جافة (gm).

W_s = كتلة العينة وهي مشبعة بالماء (gm).

W_i = كتلة العينة وهي مغمورة بالماء (gm).

3- المسامية Porosity :

تعرف المسامية بأنها طور موجود في معظم المواد السيراميكية المحضرة من اندماج المساحيق والمعاملة الحرارية، ويمكن وصفها بأنها فراغات ولها مقياس وشكل وترتيب معين وغالبا ما يكون هناك اتصال او تشابك بين الاكثريه منها [12].

تعتمد المسامية الظاهرية (A.P) على كمية الماء الممتص والذي يستطيع املاء المسامات المفتوحة حيث يتم حساب المسامية الظاهرية من العلاقة: [13]

$$A.P = \left[\frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right] \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

W_s : وزن الأتمودج رطب بعد غمره بالماء وأمتلاء المسامات المفتوحة وإزالة قطرات الماء العالقة على سطح الأتمودج بقطعة قماش نظيفة بعد اخلاله من الماء.

W_d : وزن الأتمودج جاف.

W_i : وزن الأتمودج وهو مغمور في الماء.

هناك عدة عوامل تؤثر في المسامية مثل المقاس الحبيبي وشكل الحبيبات والتدرج الحبيبي وطريقة التشكيل ومقدار ضغط التشكيل وكمية المادة الرابطة ودرجة حرارة الحرق وزمن الإنضاج. [14]

4- الامتصاصية الظاهرية Water Absorption

يعرف إمتصاص الماء بأنه قابلية الجسم على جذب الماء خلال مساماته ويعبر عنها بنسبة مئوية كما في العلاقة [5].

تأثير مهم في تطوير التركيب الدقيق للمواد السيراميكية لتفاعلها مع المحتويات البلورية الاخرى ومع الطور الزجاجي اثناء عملية الحرق [6].

2 - الخواص الفيزيائية Physical Properties

1- التقلص Shrinkage

إن حساب التقلص الحجمي والطولي ضروري جداً لإيجاد مقدار النقصان الحاصل في أبعاد العينة السيراميكية لكي تؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم النماذج (sample) والقوالب (molds). [7]

فالتقلص الطولي يصف لنا حساسية الانموذج السيراميكي تجاه عملية الحرق ويحسب من العلاقة الآتية :

$$\text{Liner Shrinkage (L.S \%)} = \frac{L_0 - L}{L_0} * 100\% \dots\dots (1)$$

L_0 = طول الإنموذج قبل الحرق.

L = طول الإنموذج بعد الحرق.

يزداد مقدار التقلص لأبعاد النموذج السيراميكي عند الحرق بدرجات حرارة اعلى من (1100 °C). [8] للحصول على قياسات دقيقة للتقلص الذي يحدث للأتمودج السيراميكي بعد الحرق يتم قياس حجم الانموذج قبل وبعد الحرق. يحسب التقلص الحجمي بنفس الاسلوب الذي يتبع لحساب التقلص الطولي من العلاقة الآتية :-

$$\text{Volume Shrinkage (V.sh \%)} = \frac{V_0 - V}{V_0} * 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

إذ أن :-

V_0 = حجم الإنموذج قبل الحرق.

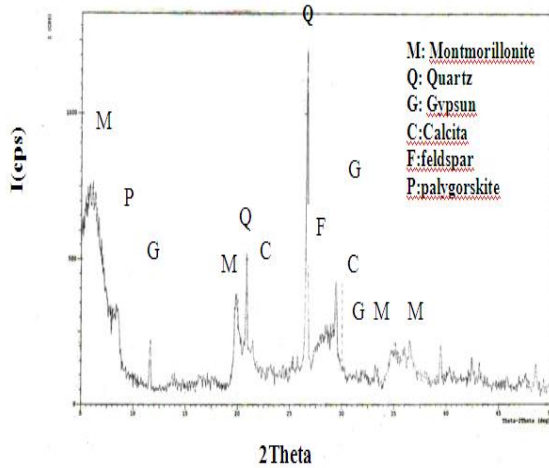
V = حجم الإنموذج بعد الحرق.

ومن العوامل التي تؤثر في التقلص الحجمي [حجم الحبيبات، طريقة التشكيل، الضغط المسلط، درجة حرارة الحرق، نوع المادة الأولية، وجود الغازات][9].

2- الكثافة . Density

هناك عدة طرق اختبارية لحساب الكثافة بمقارنتها بكثافة مواد معروفة مثل (الماء او الزئبق). حسب المواصفات الامريكية (ASTM(C373 - 71)). [10].

الشعاع السيني من النموذج بخطوات 0.05° وبسرعة مسح 5° لكل دقيق [5].



الشكل (2) مخطط حيود الشعاع السيني لطين البنتونايت (منطقة الصفرة). [5]

أتضح من الشكل (2) أن المونتموريلونيت هو السائد عند $d = 15.857 \text{ \AA}$ يليه البلورسكايت $d = 10.2885$ و الكوارتز $d = 3.4455 \text{ \AA}$ والفلدسبار $d = 3.2527 \text{ \AA}$ ثم الجبسات والكلسايت وذلك عند مقارنتها مع ملفات ASTM وهذه اشارة الى بنتونايت Ca-. خطط لتكون مجموعة الخلطات السيراميكية بالنسب المئوية لكل من مكوناتها موضحة بالجدول (1).

رمز الخلطة	Bentonite %	SiO ₂ %
C1	90	5
C2	85	10
C3	80	15
C4	75	20
C5	70	25

بعد تهيئة النسب الوزنية للمواد الأولية تم خلط المواد بطريقة الخلط الرطب (الحراري) وذلك يتطلب ضبط قيمة $6 = \text{pH}$ للماء المقطر ثم وضع المادة الرابطة (PVA) بنسبة وزنية مقدارها 1 % لكل لتر من الماء المقطر وباستخدام Magnetic stirrer ترك لمدة نصف ساعة بدرجة حرارة (80°C) و بعدها تم الحصول على محلول غروي خالٍ من أي راسب. بعد ذلك اضيفت السليكا وتركت تمتزج لمدة نصف ساعة، ومن ثم اضيف البنتونايت واستمرت عملية

$$(W.A)\% = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100\% \quad (5)$$

٥- التوصيلية الحرارية.

يمكن حساب التوصيلية الحرارية ومن المعادلة الآتية:

[١٥]

$$K \frac{T_u - T_M}{d_s} = h \left[T_M + \frac{2}{r} \left(d_M + \frac{1}{4} d_s \right) T_M + \frac{1}{2r} d_s T_u \right] \quad (6)$$

حيث ان:

$$h = \frac{H_t}{\pi_r (T_c - T_M)^{r+2} \left[d_M T_M + \frac{1}{2} d_s (T_M + T_u) + d_u T_u + d_c T_c \right]} \quad (7)$$

$$H_t = VI$$

حيث ان

I : التيار المار (A).

V : الفولتية المسلطة (volt).

T_c, T_u, T_M : درجة حرارة الأقراص (C,U,M).

r : نصف قطر القرص (mm).

d_s : سمك العينة.

d_c, d_u, d_M : سمك الأقراص (C,U,M).

الجزء العملي

تم استعمال نفس طين البنتونايت في مصدر [5] طحن المادة الأولية باستعمال مطحنة ذات كرات بورسلينية وتمت غريلتها باستعمال جهاز Retsch ويمنخل من نفس الشركة Mesh No: 500 للحصول على حجم حبيبي $(25 \mu\text{m})$ التحليل الكيميائي له اتضح أن النسب المئوية لمكوناته هي: [5]

SiO₂ = %54.6, Fe₂O₃ = %4.82, Al₂O₃ = %14.93, TiO₂ = %0.69, CaO = %6.06, MgO = %3.5, SO₃ = %1.02, Na₂O = %1.22, K₂O = %0.51, L.O.I = %10.72

اما السليكا فقد تم تجهيزها من شركة Fluka وبنقاوة 99.99% وبمقاس حبيبي $10 \mu\text{m}$ (10). أما تركيبه المعدني فقد تم الاستدلال عليه باستعمال تقنية حيود الشعاع السيني جهاز Siemens X-Ray Diffraction Unit Model يعمل ب $\text{Cu-}\alpha \text{ line}, \lambda = 1.54060 \text{ \AA}$ وبجهد 40Kv و تيار 30Ma يزودنا ببيانات نمط حيود

(Digital Vernia) وتم قياس ابعاد الأنموذج قبل وبعد عملية التلييد وحساب النقلص الحجمي من المعادلة (٢).

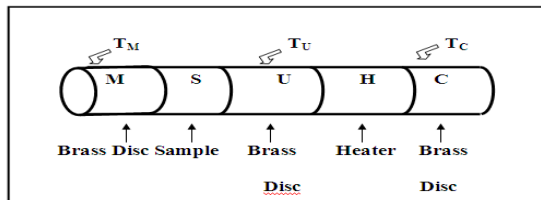
٢- قياس الكثافة الظاهرية.

تم قياس الكثافة الظاهرية للنماذج الملبدة باستعمال طريقة التغطيس وحسب قاعدة ارخميدس حيث تم حساب وزن النماذج الملبدة وهي جافة، بعدها تم غمر النماذج في ماء مقطر لمدة (٢٤) ساعة لضمان تغلغل الماء الى داخل المسامات المفتوحة بعدها تم حساب وزن كل أنموذج وهو مغمور بالماء وبعد ذلك تم اخراج الأنموذج وازيل الماء من سطح الأنموذج وبعدها تم وزن الأنموذج وهو رطب. ويجب انجاز عملية اخراج النماذج وتنظيفها ووزنها بسرعة، وذلك لتقليل من نسبة الخطأ الناشئة نتيجة لتبخر الماء من السطح، وقد تم حساب الكثافة الظاهرية من المعادلة (٣).

٣- المسامية الظاهرية والامتصاصية الظاهرية. تم حساب المسامية الظاهرية والامتصاصية بواسطة قاعدة ارخميدس الموضحة في الفقرة السابقة، وبأستعمال المعادلتين (٤ و ٥).

٤- التوصيلية الحرارية.

لإجراء الإختبار تم اتباع طريقة قرص لي (Lee's disc) حيث توضع العينة بين لوحين من البراص موصلين (U,M) وهناك ملف التسخين (Heating Coil) الموصل الى طرفي البطارية بين اللوحين (C,U) ومن قياس درجات الحرارة (Tc,Tu,Tm) وقياس سمك العينة التي تكون على شكل قرص ونصف قطر القرص بإستعمال الميكروميتر الرقمي ومن معرفة التيار الكهربائي الذي مقداره (0.25Amp) والفولتية المسلطة (6V) وحساب الطاقة الحرارية H_t المارة عبر ملف التسخين يمكن حساب التوصيلية الحرارية بتطبيق المعادلة (٦) حيث تم استعمال قرصين من البراص وبقطر (25mm) وهو نفس قطر العينة تقريبا كما مبين بالشكل الآتي:



المزج من (8-9) ساعات للحصول على أفضل تجانس ممكن للخلطات. بعد الحصول على مزيج كثيف، جفف بدرجة حرارة (70°C) للتخلص من المحلول المائي ثم أجريت عملية التفتيت يدويا للحصول على المزيج الأساس المطلوب.

تم تشكيل العينات كما جاء ذكر في الجدول (1) بطريقة الكبس شبه الجاف وذلك لتقليل المسامية الناشئة من خروج الماء من الجسم السيراميكي أثناء عملية الحرق. حيث تم أخذ مزيج بوزن (6g) من كل خلطة و كبسها بمكبس هيدروليكي نوع (RINLNG) انكليزي المنشأ بأستعمال قالب من مادة (stainless steel) بقطر (25mm) لقوة مقدارها (5MPa) و زمن كبس (5min). شكلت ست عينات لكل أنموذج من كل خلطة لإجراء الفحوصات عليها. معاملة المكبوسات حراريا انجز بأستعمال فرن كهربائي نوع (Carbolite) عند الضغط الجوي الأعتيادي وبمعدل زمني لصعود درجة الحرارة هو (5°C/min) و بأربع مراحل في كل مرحلة بعد أطفاء الفرن تترك النماذج لتبرد داخله الى اليوم الثاني وكما يلي: (100°C) وبقيت النماذج عندها لمدة ساعتين وفي اليوم الثاني رفعت درجة الحرارة الى (450°C) وبقيت عند هذه الدرجة لمدة أربع ساعات وفي اليوم الثالث رفعت درجة حرارة الى (700°C) لمدة ثلاث ساعات اما في اليوم الرابع تم رفع درجة حرارة الفرن إلى كل من درجات المعاملة الحرارية المطلوبة وهي 1000, 1100, 1200, 1250, 1300°C حيث بقيت العينات في كل من هذه الدرجات لمدة ساعتين و بعد اطفاء الفرن تترك لليوم الذي يليه. اعتمدنا هذه الطريقة كضمان للتخلص من المادة الرابطة والمواد العضوية والسماح للغازات المتحررة من جراء عملية الحرق بالخروج بصورة بطيئة لتقليل التشوهات التي قد تحصل للعينات خلال عملية المعاملة الحرارية.

أستخدم ميزان حساس (MH - 100 (100g / 0.01g)

نوع MH-Series Pocket Scale

و القدمة الفكية الرقمية (Digital Vernia) لقياس.

الخواص الفيزيائية

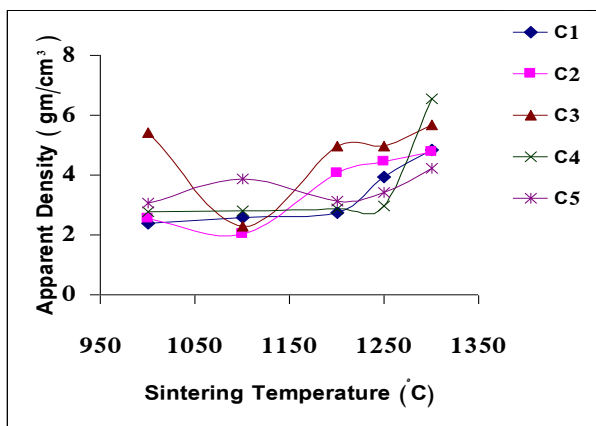
١- النقلص الحجمي

تم قياس النقلص الحجمي للنماذج باستعمال القدمة الفكية الرقمية

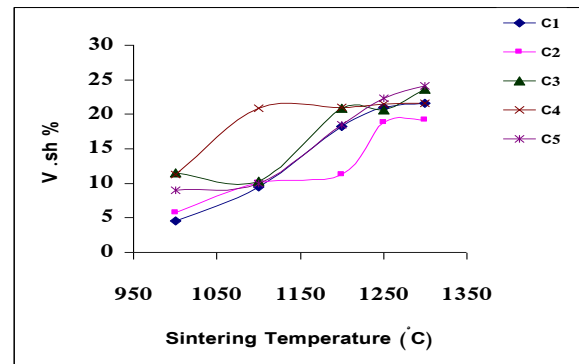
شكل (٣) يوضح طريقة قرص لي (Lee's disc).

٢- الكثافة الظاهرية.

من النتائج نلاحظ الكثافة تزداد مع زيادة درجة الحرارة، ويعزى سبب الى التركيب الكيميائي والمعدني للمواد له تأثير كبير على الكثافة، حيث احتواء المواد على بعض الشوائب ذات درجات حرارة انصهار واطنة سوف يؤدي وعند الدرجات الحرارية العالية الى تكون مركبات ذات درجة انصهار مختلفة، وربما تتساقط المنصهرات الناشئة إلى داخل مسامات العينة السيراميكية مسببة زيادة في الكثافة . كذلك طريقة التشكيل بالكبس مع الضغط العالي لها أهمية في زيادة تقارب الحبيبات المكونة للعينة المكبوسة مع بعضها البعض بفعل قوة ضغط المكبس الذي يؤدي الى زيادة كمية كتلة الحبيبات المرصوصة في وحدة حجم العينة وهو العامل الذي يعود اليه سبب ارتفاع كثافة العينة عند الكبس وهذا لا يعني الوصول الى الكثافة التامة للمواد السيراميكية (دون مسامات)، كذلك تقارب الحبيبات للعينات المكبوسة يؤدي الى زيادة تكون الأطوار الزجاجية والبلورية التي تزيد من كثافة العينة بعد الحرق، اما بالنسبة للعلاقة بين درجة حرارة الحرق والكثافة فهي علاقة طردية حيث تزداد الكثافة بزيادة درجة حرارة الحرق وذلك لان عدد المسامات ينخفض وتقل المسامية للعينة السيراميكية فتزداد بذلك الكثافة وكما واضح بالشكل (5).

النتائج والمناقشة
١-التقلص الحجمي.

بصورة عامة فان مقدار التقلص يزداد بزيادة درجة حرارة الحرق بسبب حدوث ذوبان داخل العينة وهذا يعني تقارب الحبيبات وتكاثفها بوجود سائل لزج (سائل السليكات) حيث يعمل على ربط الحبيبات بعضها مع بعض فتقل المسامات الموجودة بينهما ويزداد مقدار الشد السطحي مما يؤدي الى زيادة مقدار التقلص. وكذلك الزيادة في لزوجة السائل وحجم الحبيبات المتكاثفة قد يؤدي الى خفض عدد المسامات حيث يؤدي ذلك الى علاقة عكسية بين الارتفاع في درجة الحرارة مع التقلص وذلك لعدم وجود المسامات. وهناك عامل مهم آخر يؤثر في التقلص وهو صعوبة خروج وتحرر غاز (CO₂) (الناتج بسبب وجود المادة الرابطة) بسبب تناقص المسامات نتيجة تغلغل الطور السائل وغلق معظم المسامات وبالتالي نشوء ضغط داخلي قد يؤدي إلى زيادة التقلص مع ارتفاع درجة حرارة الحرق. نستنتج من ذلك ان التقلص يتضمن حالات الصهر واندماج حبيبات العينة السيراميكية وانه يعتمد بالدرجة الاساس على درجة حرارة الحرق وزمنه وهو مرتبط بالمسامية. وان معرفة مقداره مهم لانه يؤثر في ابعاد وحجم العينة النهائي ويبين مدى احتمالية حدوث الشقوق والتشوهات فيه. كما موضح بالشكل رقم (4).

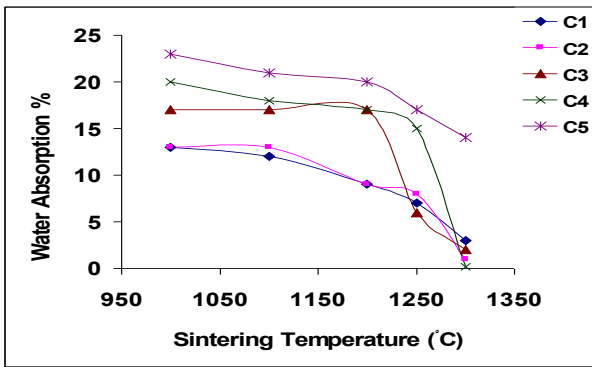


شكل (٤) يوضح التغير الحاصل في التقلص الحجمي مع درجة حرارة التلييد.

شكل (٦) يوضح التغير الحاصل في المسامية الظاهرية مع درجة حرارة التلييد.

٤- الامتصاصية الظاهرية.

أظهرت النتائج ان الامتصاصية تقل بزيادة درجة حرارة التلييد وهذا ما نلاحظه في الشكل (٧). لجميع النماذج، ويعود سبب هذا السلوك الى زيادة نسبة الطور السائل المتكون من انصهار بعض المركبات ذات درجات الانصهار الواطئة نسبياً وتلك الناتجة من تفاعلات الطور الصلب بين مكونات المنتج. وانخفضت قيم امتصاصية الماء، حيث هناك علاقة طورية بين نسبة امتصاص الماء والمسامية الظاهرية.



شكل (٧) يوضح التغير الحاصل في الامتصاصية الظاهرية مع درجة حرارة التلييد.

٥- التوصيلية الحرارية .

تتغير قيم التوصيلية الحرارية تبعاً لتغير درجة حرارة التلييد. وتأتي هذه النتيجة لاعتماد قيم التوصيلية الحرارية على المسامية التي تقل مع زيادة درجة حرارة التلييد. لأن ارتفاع درجة حرارة التلييد من $1000 - 1300$ °C أدى الى انخفاض بنسبة المسامية الظاهرية حيث تراوحت قيمها بين $10^{-4} \text{ W/m} \cdot \text{°C}$ * (12.62- 65.39). ويعود ذلك الى زيادة معدلات التحولات الطورية والتي تمتاز بقابليتها العالية نسبياً على زيادة التوصيل الحراري (الطور الزجاجي). هذا الانخفاض في المسامية ادى الى زيادة قابلية الخزن الحراري وبدوره يؤدي الى انخفاض قابلية العزل الحراري وذلك نتيجة انخفاض نسبة الهواء الداخل الى المسامات والذي يمتاز بانخفاض التوصيلية الحرارية.

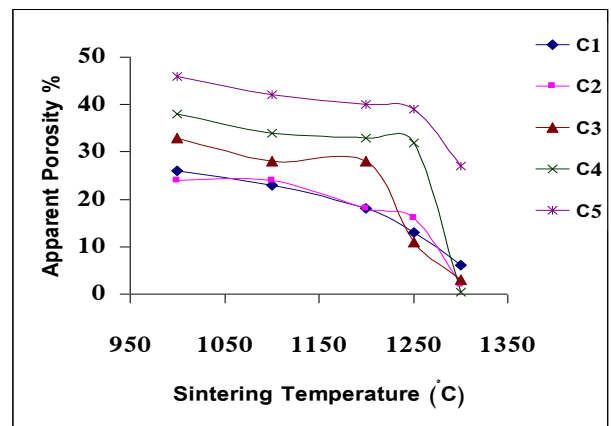
وتعتمد التوصيلية الحرارية أيضاً على حجم الحبيبات، حيث ان المواد الأولية ذات الحبيبات الناعمة لها توصيل حراري عالٍ نسبة إلى الحبيبات الخشنة وبخاصة في درجات

شكل (٥) يوضح التغير الحاصل في الكثافة الظاهرية مع درجة حرارة التلييد.

٣- المسامية الظاهرية.

تعتمد خاصية المسامية على عاملين مهمين، الاول هو تأثير عملية التلييد، والثاني تكون القنوات (المسامات المفتوحة) والفجوات داخل الجسم بسبب تحرر الغازات، ويكون تأثير تلك العوامل متعاكساً.

تبين النتائج ان قيم المسامية للأجسام السيراميكية الملبدة بدرجات حرارة $1000, 1100, 1200, 1250, 1300$ °C تتناقص مع زيادة درجة حرارة التلييد، ويعزى سبب ذلك الى تقارب الحبيبات مع بعضها البعض وسد المسامات وبالتالي حدوث انخفاض في قيم المسامية الظاهرية للجسم السيراميكي المنتج. كما تتأثر مسامية الجسم السيراميكي المنتج بمفقودات الحرق (L.O.I) التي ينتج عنها اوكسيد الكالسيوم واوكسيد الكربون الذي يسبب وجود الفجوات والقنوات ومسالك الارتباط بين الفجوات. وتتأثر المسامية بنوعية المواد الأولية المستعملة في تحضير الجسم السيراميكي المنتج حيث تتأثر بحجم الحبيبات وتوزيعها. فكلما كان حجم الحبيبات انعم كانت عملية الحرق اسرع و كذلك تتأثر مسامية الجسم بمقدار الضغط المسلط اثناء عملية كبس الأنموذج ويلاحظ تزايد وتناقص في قيمة المسامية الظاهرية للأنموذج الواحد المحروق بدرجات حرارة مختلفة تبعاً لذلك كما في الشكل (٦).



[4] A .H .AL Fouadi; "Dielectric properties of local clay – Based cordierite ceramics" ph. D, Thesis university of Mustansiryahn, P 7, 2007.

[5] شذى هاشم مهدي. (دراسة تأثير الإضافات على بعض خصائص طين البنتونايت العراقي)، جامعة بغداد، صفحة ١٦-٣١، ٢٠١٠.

[6] Tomi Zaki M.F, Sugi Yama T.; "Study on High-Silica porcelain Bodies" Interceram., Vol. 44, No.4, PP223-225, 1995.

[7] Ford R .W.; "Ceramic Drying", Published on be half of the institute of ceramics pergamon press oxford, New York, p 45, 1986.

[8] Viaene W.; "Clay based material for ceramic industry. in hnosbush" Elsevier applied science London, p 330, 1988.

[9] Worrall W .E.; "ceramic raw materials", Institute of ceramic textbook series, 1982.

[10] Reed J. S., "Principles of Ceramic Processing" New York College of Ceramics, 2nd edition, PP118-119, 1995.

[11] ASTM, Part15.52 (C373-72), Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity of fired white ware product, 1986.

[12] Boch P., J.C. Glandus, Interceram, No.3, PP 33-36, 1983.

[13] Aigbodion V.S., et al, "Microsture and Mechanical Properties of Ceramics" Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, Vol.9, No.6, PP 527-538, 2010.

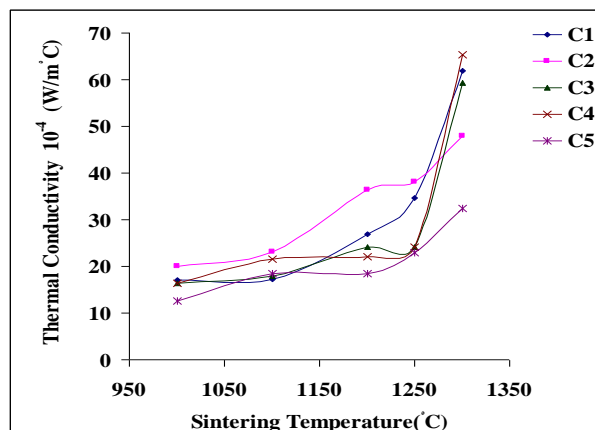
[14] Manisha V.M., Murali K.P., Potty S.N., Priyadarisini V., Ratheesh R., "Bull. Mater. Sci. "Vol.27, No.2, PP 149-153, 2004.

[15] Reed D.M., "Thermal Conductivity of PTEE and PTEE Composites Society. Florida, October, PP 579-584, 2000.

Abstract

Ceramic samples of bentonite as the base material are obtained by adding a finite amount of SiO₂. The prepared samples are standing for temperature up to 1300°C, The best ceramic samples treated at (1300) °C is C₄. Tables of the apparent porosity (A.P) presented, it decreases with increasing firing temperature and the lowest value for the

الحرارة الواطئة بسبب وجود الهواء في المسامات الذي يقلل من جريان الحرارة. ويعتمد معامل التوصيلية الحرارية على وجود المسامات في المواد حيث يزداد معامل التوصيلية الحرارية بنقصان المسامية في الجسم السيراميكي. [٨]



شكل (٨) يوضح التغير الحاصل في التوصيلية الحرارية مع درجة حرارة التلييد.

الأستنتاج

استناداً للنتائج المتحققة وظروف التصنيع تم الحصول على نموذج سيراميكي من البنتونايت العراقي بأضافة السليكا يتحمل درجة حرارة اعلى من درجة تحمل البنتونايت العراقي حيث حقق درجة تحمل (1300°C) حيث كانت افضل الخلطات التي ذات مسامية قليلة وكثافة عالية عند نسبة وزنية مقدارها ٧٥% من البنتونايت. النماذج المنتجة تؤكد وتدعم إمكانية استعمال البنتونايت مع تلك الإضافات في الصناعات السيراميكية للحرارة العالية.

References

- [1] Utracki L.A. and Kamal M.R.; "Clay Containing Polymeric Nanocomposites", The Arabian Journal for Engineering, Vol. 27, No. 1C, PP 43-63, 2002.
- [2] كريم حسن خويدم. "أستخدام أطيان البنتونايت والأتابلغايت المحلية في معالجة المطروحات الصناعية السائلة لمصنع الأحبار والعمل على تدويرها" جامعة بغداد، رسالة ماجستير، ٢٢، ٢٠٠٢.
- [3] ALJeboori SH. A.; "Bonded Silicon Carbide with Ceramic Raw Materials" ph. D, thesis University of Technology. P 2, 2005.

sample that contains 75% of bentonite at temperature (1300) °C.