مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية المجلد21 (4) 2008

دراسة تأثر عامل النوعية بالسلوكيات الديناميكية في مادة سيراميكية

* صباح سعيد عبد النور ، اكرام جميل عبد الغني ، انعام وادي وطن ، ماهر ناصر سرسم
* الجامعة التكنلوجية –قسم العلوم التطبيقية
قسم الفيزياء، كلية التربية– ابن الهيثم، جامعة بغداد

الخلاصة

اجريت هذه الدراسة باستعمال مادة سيراميكية(أطيان الكاؤلين) ملبدة بدرجات حرارة مختلفة لغرض تحديد قيم المتغيرات الصوتية باستخدام طريقة الفحص بالموجات فوق الصوتية طريقة غير اتلافية، مثل: سرعة النبضة، ومعامل التوهين، وعامل النوعية بهدف استنتاج علاقة واضحة بين عامل النوعية والتركيب الدقيق للمادة السيراميكية فضلا عن تحديد الخواص الميكانيكية الديناميكية (الحركية)(معامل المرونة ومعامل القص) الديناميكيين اذ وجدت علاقة واضحة لهذه الخواص مع عامل النوعية التي تعزى الى ميكانيكية التلبيد .

المقدمة

يعرف عمل السيراميك بانه المجال الذي يتعامل مع المواد والمنتجات المصنعة بوساطة المعاملة الحرارية للخامات الارضية أو لخليط المواد غير العضوية وغير الفلزية لانتاج مواد ذي خصائص معينة تتعلق بطبيعة ونوعية الاستخدام (1،2)،وفي الوقت الحاضر اصبح الكثير من المنتجات تصنف موادا سيراميكية مثل بلورات الكوارتز المستعملة في الاجهزة الالكترونية، والبلورات السيراميكية المستعملة في توليد اشعة الليزر،كما تستعمل المنتجات السيراميكية في المجال الطبي، مثل: زرع قطع سيراميكية

بوصفها بدائل عن العظام، وفي صناعة الاسنان باستعمال البورسلين والالومينا ، ولقد نالت هذه المواد اهتماما واسعا من الباحثين من حيث دراسة تركيبها وخواصها لاجل ملاءمتها للتطبيقات العديدة والمتزايدة ومن اجل تطوير ادائها ورفع كفايتها لما تتميز به هذه المواد من خصائص مثل مقاومتها ودرجات انصهارها العالية واستقرارها الكيميائي وخواص العزل الكهربائي (3)، ولذلك يعد عامل النوعية احد الطرائق المفيدة للتعرف على خصائص المادة ويصف قابلية الوسط على تبديد طاقة الموجة الميكانيكية، اذ ان الوسط يمتص الطاقة من الموجة المارة به وتعتمد كمية الطاقة المفقودة لوحدة مسافة الانتشار على مرونة وخواص الوسط (4)،اذ يعرف بأنه النسبة بين الطاقة المخزونة الى الطاقة المشتتة ويسمى عامل النوعية بمعامل الاحتكاك الداخلي تعبيرا عن جزء الطاقة المتبددة عن طريق الاحتكاك الناشئ من اصطدام الموجات بالسطوح البينية ،الشقوق ،الفجوات ،المسامات والعيوب الاخرى الموجودة داخل المادة ، ويدل مقدار التضاؤل على نوعية المادة ومدى مرونتها فكلما كانت المادة مرنه قل مقدار التضاؤل (4)، ولذلك تستخدم طريقة الفحص بالموجات فوق الصوتية لدراسة عدد من الاوساط (السيراميك ،التربة بأنواعها ،الكونكريت ،المواد المتراكبة) وتعد من الطرائق المفيدة في العديد من التطبيقات لأنها من الفحوصات غير الاتلافية كما تستعمل للكشف عن العيوب في المواد و دراسة خصائص المادة (مثل تقييم الخواص التركيبية والخواص الميكانيكية) والخواص الفيزيائية ثوابت المرونة (6).

وبالنظر لعلاقة المواد السيراميكية المصنعة للإغراض الصناعية والإنشائية بنوعيتها ومتانتها التي تتاثر بالمتغيرات الناجمة من عملية التلبيد فقد قام العديم من العلماء والباحثين بتوجيه بحوثهم وجهودهم لدراسة عامل النوعية وتاثره في خواص بعض المواد وباستخدام تقنية الفحص بالموجات فوق الصوتية سواء أكانت مادة السيراميك أم موادا أخر بغية قياس مدى تحمل تلك المواد ومتانتها وكذلك لأهمية استخدام هذه التقنية في العديد من المجالات التطبيقية والصناعية (7) فمن ضمن الدراسات التي اجريت في هذا المجال ما توصل اليه الباحث (Falah)عام (1997) ،اذ وجد علاقة تجريبية تربط عامل النوعية (Q)مع قابلية الانتفاخ والانهيار للترب المنتفخة والجبسية على التوالي باستخدام ترددات فوق صوتية ووجد تاثر عامل النوعية بنسبة الرطوبة ،الكثافة ،التركيب الداخلي ،نوع الترب والتركيب المعدني وهذه العوامل تؤثر بشكل كبير في قابلية الترب

للانتفاخ والانهيار وعليه فان هذه الدراسة فتحت المجال لاستخدام طريقة غير اتلافية لتقييم مدى خطورة تشييد منشات على هذه الترب (8) وقام (Yasir)عام (2001) بقياس عامل النوعية احد قيم المتغيرات الصوتية باستخدام تقنية التردد الرنيني وتقنية الموجات فوق الصوتية لمتراكبات خرسانية هجينة وقد وجد تاثر عامل النوعية بوجود الالياف وتناسبه عكسيا مع زيادة الكسر الحجمي للالياف وهذا يوكد دور الالياف في تشتت وامتصاص طاقة الموجات المرنة المنتشرة خلال الوسط الخرساني (9)

ووجد كل من (Masahiko)واخرين عام (2004) ان قيم عامل النوعية يقارب 3000 بعد اجراء المعامل الحرارية لسيراميك (LNN)وبدرجة حرارة $40C^{O}$ و قاموا ايضا بدراسة نوعية وخصائص السيراميك الكهروضغطي (PZT)ومقارنته بسيراميك (ليثيوم صوديوم نوبايت LNN)مما ادى بنتيجة البحث الى تفضيل استعمال السيراميك (PZT) مرشحا جيد للتطبيقات الكهروضغطية عالية القدرة (10).

في البحث الحالي يتم التركيز على دراسة تاثر عامل النوعية بسلوكيات الديناميكية الميكانيكية لمادة سيراميكية مختارة باستخدام طريقة الفحص بالموجات طريقا غير اتلافية لقياس بعض المتغيرات الصوتية المرتبطة ارتباطا واضحا بعامل النوعية (مثل: السرع، ومعامل التوهين).

الجز العملي

تقنية تحضير المادة

حضرت مادة سيراميكية مكونة من اطيان الكاؤلين بنسبة (30%)مضافا اليه مادة (الشاموت) مادة غير لدنة بنسبة (70%) لتقليل اللدونة العالية للاطيان وباستخدام مقاسات حبيبية مختلفة لمادة الطين المحروق (الشاموت)(1000,250,90) مايكرومتر لاعطاء افضل بناء للمادة السيراميكية ولغرض تشكيل المادة السيراميكة تم اضافة ماء بنسبة (7%)وقد تم اختيار درجات حراريه مختلفة (800,900,1050,1200,1300) درجة مئوية لتلبيد المادة السيراميكية واجري الحرق في وزارة العلوم والتكنلوجيا/ مركز البناء والزجاج قسم الافران ،استخدمت طريق الازاحة لارخميدس لحساب الكثاف الحجمية والمسامية والامتصاصية الظاهري للماء باستخدام المواصفة373 ASTM(11) وحسب العلاقات الاتية (12):.

$$\text{Bulk density}(\rho_B) = \frac{Wd}{ws - wi} \cdot D \qquad [1]$$

$$\text{Apparent porosity \%}(A\cdot p) = \frac{ws - wd}{ws - wi} * 100 \qquad [2]$$

$$\text{Water Absorption \%}(w.A) = \frac{ws - wd}{wd} * 100 \qquad [3]$$

حيث:

D :كثافة السائل المستخدم(gm/cm^3)، W_iكتلة الأنموذج وهو مغمور بالماء (gm)، W_d:كتلة الأنموذج جاف (gm)، W_s: كتلة الأنموذج رطب (gm)

تقنية الفحص

يعد طريق الفحص بالموجات فوق الصوتية احدى الطرق للتعرف على خصائص المواد وذلك خلال قياس سرع انتشار الموجات وعند ترددات فوق صوتية أي اكثر من (20)كيلو هرتز كونها غير اتلافية ،سهلة التنفيذ وسريعة الانجاز .ويتم توليد الموجات فوق الصوتية باستعمال محول طاقة (transducer)وهو جهاز يحول الطاقة الى اهتزازات ميكانيكية ومن ثم الى موجات صوتية، اذ يتم اجراء الفحص بربط محولين للطاقة على جهتي الانموذج وبعد تزييت وجهي الانموذج لغرض احكام الربط مع ملاحظة ان يكون وجهها الانموذج متوازيين وصقيلين (13) وقد تم قياس سرعة الموجة فوق الصوتية عن طريق زمن انتقال الموجة باستخدام جهاز صوتي (- Model 5217A)ياباني الصنع وطول الانموذج وباستخدام العلاقة الاتية (14):.

$$V=L/t \qquad [4]$$

اذ ان v:السرعة

L:طول الانموذج

t:زمن انتقال الموجة

وفي هذه الدراسة ولغرض قياس سرعة الموجة الطولية (الانضغاطية) فقد استعمل محول طاقة نوع (P.wave cryclal) ذي تردد (66KHz) وسرعة الموجة المستعرضة (القصية)باستخدام محول طاقة نوع (S.wave crystal)ذي تردد (33KHz) ومن ثم

حسب معاملات المرونة الديناميكية (معامل يونك ومعامل القص) عن طريق العلاقات الاتية (15):

$$E = 2G(1+\mu) \quad [5]$$

$$G = \rho v^2_S \quad [6]$$

$$\mu = \frac{0.5\,(v_p/v_s)^2 - 1}{(v_p/v_s) - 1} \quad [7]$$

اذ ان : E:معامل يونك الديناميكي ،G:معامل القص الديناميكي ، μ نسبة بوازون الديناميكية ، vp,vsسرع الموجات الطولية والقصية على التوالي ،ρ كثافة المادة ، ومن ثم تم ايجاد عامل النوعية (Q)عن طريق حساب معامل التوهين للموجات فوق الصوتية وباستعمال بلورات ذي ترددات مختلفةKHz (37,54,82,150) وبطريق اضمحلال سعة الموجة بالعلاقة الاتية (16):.

$$\alpha x = 20 \log [A(x_1)/A(x_2)] \quad /$$

النتائج والمناقشة

عامل النوعية (Q) يعبر عن فقدان طاقة الموجة المرنه المنتقلة خلال المادة وتحول قسم من هذه الطاقة الى حرارة بسبب عدم تجانس الوسط الناتج عن وجود المسامات (Pores)، والتكتلات (Aggregates)، والحدود البينية ما بين الحبيبات (Interfaces) .(4)

يوضح الشكل (1) تاثير تغير درجة حرارة التلبيد على عامل النوعية (Q) للموجات فوق الصوتية حيث نجد ان استمرار المعاملة الحرارية يؤدي الى زيادة عامل النوعية بسبب عملية التكثيف التي تؤدي الى تقارب الحبيبات بعضها مع بعضها الاخر اذ ان لدرجة حرارة التلبيد تاثيرا على تلبيد مكبوسات المساحيق السيراميكية وخلال معاملتها حراريا يتم تحويل مسحوق المكبوس ذي المتانة الواطئة الى منتوج قوي وكثيف (17)، ولذلك يمكن ملاحظة التغيرات الحاصلة في اثناء المعالجة الحرارية للمادة السيراميكية المستعملة خلال الصور الفوتوغرافية بوساطة المجهر الالكتروني الماسح الذي اجري في المجمع العلمي /مركز بحوث المواد وتاثير ذلك على عامل نوعيته ،اذ يبين الشكل (2)التركيب الدقيق للمادة السيراميكية عند درجة 800 م^0 ويلاحظ فيها نسبة عالية من المسامات

المفتوحة أي متانة قليلة وعامل نوعية قليل، في حين يوضح الشكل (3) المادة السيراميكة ملبدة عند درجة حرارة 1300 م^0 ويلاحظ فيها حدوث تغير في التوزيع الحجمي للمسامات متمثلا في تناقص عدد المسامات المفتوحة أي متانة وعامل نوعية عالية .

تعد الكثافة من الخواص المهمة في الصناعات السيراميكية وهي تحدد امكانية استعمال هذه المواد في الصناعات المختلفة (17) فنجد ان عامل النوعية يزداد مع زيادة الكثافة وهذا ما نلاحظه بالشكل (4) الذي يوضح تاثير تغير الكثافة الحجمية على عامل النوعية للموجات فوق الصوتية ، ونتيجة لذلك نجد ان عامل النوعية يتناقص مع زيادة المسامية بسبب قابلية المادة على امتصاص طاقة من الموجات المارة خلاله وهذا ما نلاحظه بالشكل (5) الذي يوضح تاثير تغير المسامية على عامل النوعية ، كما نجد ان العلاقة تكون عكسية ما بين الامتصاصية الظاهرية وعامل النوعيةوالموضح بالشكل (6) لان الطاقة تبدد بشكل اكبر بزيادة الامتصاصية الظاهرية للماء ،اما كل من الشكل (7) والشكل (8) فيوضحان تاثير تغير الخواص الميكانيكية الديناميكية(معامل المرونة ومعامل القص) مع عامل النوعية للموجات فوق الصوتية اذ نلاحظ زيادة عامل النوعية (Q) مع زيادة الخواص الميكانيكية الديناميكية نتيجة لعملية التكثيف التي تحدث خلال المعاملة الحرارية والتي تؤدي الى زيادة متانة وتماسك المادة السيراميكية أي يميل الوسط الى تقليل قابليته على امتصاص طاقة الموجات المارة خلاله (16،18).

الاستنتاجات

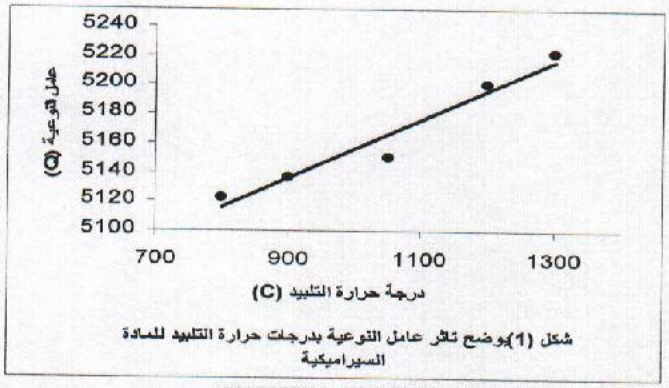
- يزداد عامل النوعية للموجات فوق الصوتية بزيادة درجات حرارة التلبيد ومن ثم زيادة كثافة المادة نتيجة اليه التاصر والترابط بين حبيبات المادة السيراميكية التي تعمل على رفع متانتها الميكانيكية أي تقل قابلية المادة على امتصاص طاقة الموجات المارة خلاله

-بينت النتائج تناقص عامل نوعية المادة السيراميكية مع زيادة مسامية المادة بسبب تاثر الموجة المنتقلة بمسامات المادة التي تعمل على تشتت الموجة فوق الصوتية وزيادة امتصاص طاقتها خلال انتقالها بالمادة السيراميكية .

- زيادة متانة وتماسك المادة السيراميكية ادى الى زيادة معاملات المرونه الميكانيكية الديناميكية (معامل يونك ومعامل القص)وزيادة عامل نوعية المادة السيراميكية .

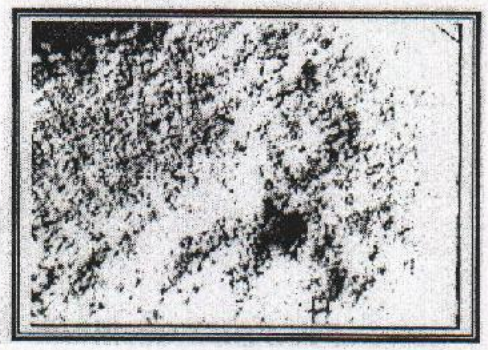
المصادر

1. Van Vlak, L.H. (1997),"Elements of materials science and engineering ",third edition,Addison Wesley Publishing company.
2. Bolton, W.(2000).Engineering materials technology, 3ed ,oxford,Butterworth:Heinmann.
3. Ryan, W. (1978),"Properties of ceramic Raw material".second edition,by pergeman Press.
4. Malcolm J. Crocker,(1998),"Hand Book of Acoustics"John wiley &sons,Inc.
5. Peter,A. thornton and VitoI.Colangelo,(1985),"Fundamental of Engineering Materials",Prentice-Hall,Inc.
6. Beyer, R.T. and letener,S.V.(1969), Physical Ultrasonic",2nd Edition ,Academic Press,New Yourk.
7. Holmshev, R.(1988), Introduction to the NDT of welded Joints,the welding Institute Cambridge-UK,p.48-75.
8. Falah.A.I-Hamdi,(1997).Eng&Technology, 16: (4) 251-257.
9. Yasir, K. Al Ani,(2001),static and dynamic behaviours of fiber concrete composites,ph.D.thrsis, thesis Baghdad university of Iraq,May.
10. Masahiko,K.(2004) ",Engineering Materials, 269:(3-6).
11. ASTM:C373(1998).
12. Kinger, W.D. (1975),"Introduction to ceramics ",second edition ,by Awiley Interscience Publication .
13. Peter A.Payne,(1994)"Ultrasonic Transducers:Design,Construction and Application,Newand Advanced Materials Technology Monitor Issue ,1.35.
14. Krauthrämer,J. and Krauthrämer, H. (1969)."UltrasonicTesting of Materials"Sprnger-Verlag, Berlin, Heidelberg.
15. Van Valk, L.H.(1987),Material for engineering concapls and application ,Addison Wesly Press,U.K.
16. Smith. R.L. (1987),"Ultrasonic material characterization ",Non-destructive Testing International ,Feb.
17. Chesters, J.H. (1973), Refractories Production and Properties ",5 th .ed, Pub.by the Iron and steel Institute,House Press,London.
18. Born,W.T.(1941).Geophys,6:132-148.

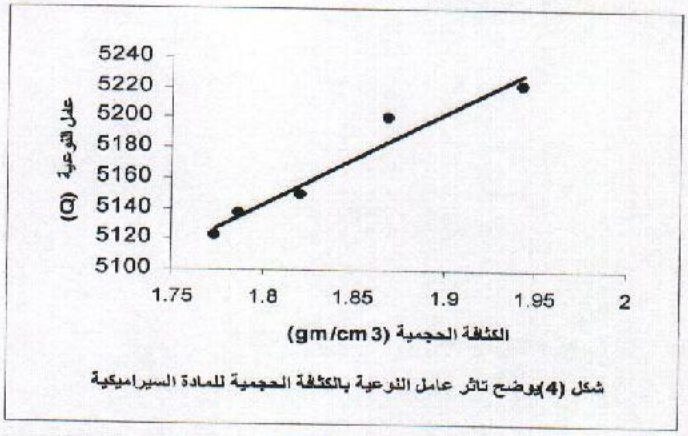


شكل (1)يوضح تاثر عامل النوعية بدرجات حرارة التلبيد للمادة السيراميكية

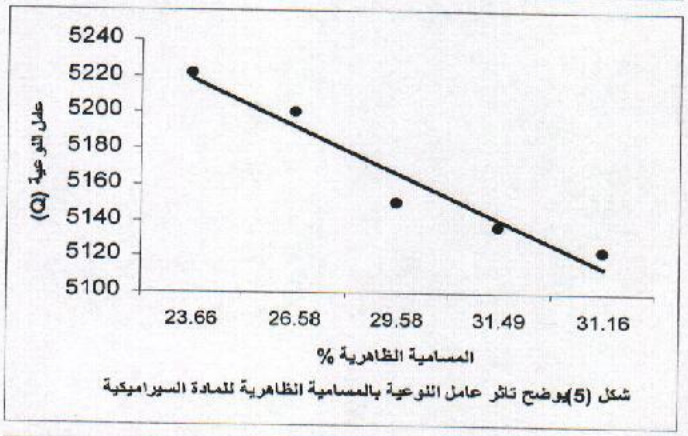
الشكل (2) يبين صور فوتوغرافية باستخدام تقنية المجهر الالكتروني الماسح لسطح كسر لمادة سيراميكية بدرجة حرارة تلبيد c^0 (800) ونلاحظ أشكال المسامات وتوزيعها بكثرة داخل المادة أي متانة واطئة وعامل نوعية قليل



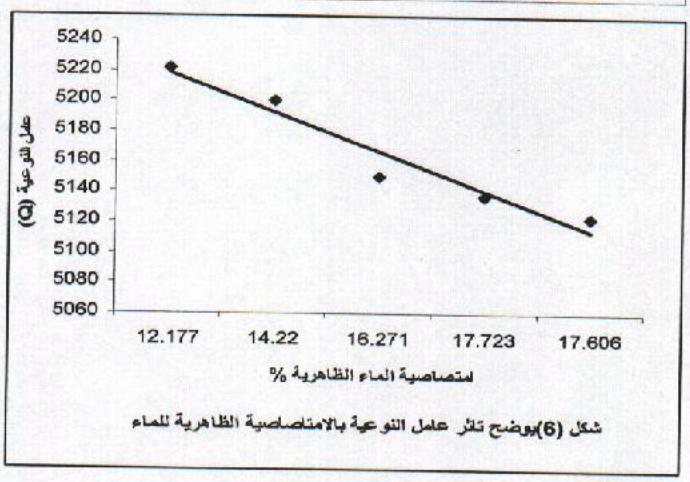
الشكل (3))يبين صور فوتوغرافية باستخدام تقنية المجهر الالكتروني الماسح لسطح كسرلمادة سيراميكية بدرجة حرارة تلبيد c^0 (1300) ونلاحظ نضج التركيب الدقيق وقلة المسامات أي متانة عالية وعامل نوعية عالي



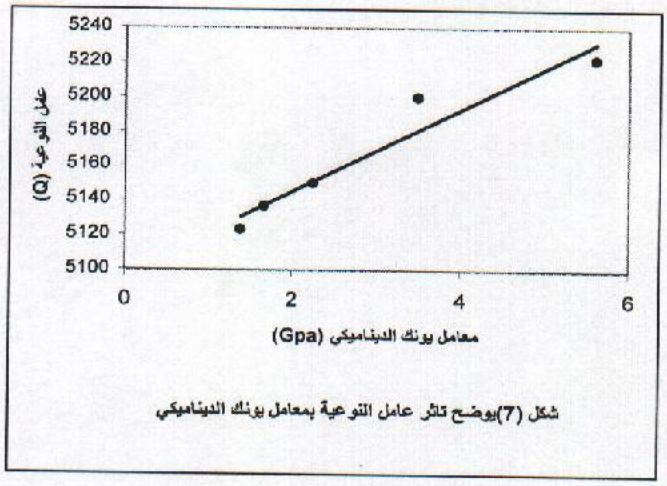
شكل (4)يوضح تاثر عامل النوعية بالكثافة الحجمية للمادة السيراميكية



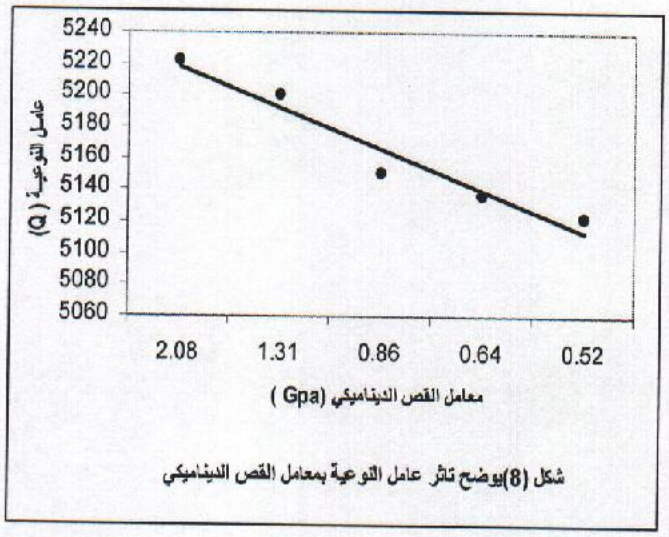
شكل (5)يوضح تاثر عامل النوعية بالمسامية الظاهرية للمادة السيراميكية



شكل (6)يوضح تاثر عامل النوعية بالامتصاصية الظاهرية للماء



شكل (7)يوضح تاثر عامل النوعية بمعامل يونك الديناميكي



شكل (8)يوضح تاثر عامل النوعية بمعامل القص الديناميكي

IBN AL- HAITHAM J. FOR PURE & APPL. SCI VOL.21 (4) 2008

Quality Factor Effects on The Dynamical Behavior of A Ceramic Material

S.S.Abdul noor, I. J. Abdul Ghani, A. W.Wtn and M.N Sarsam.*

***Department of Applied sciences, university of technology**

Department of Physics, College of Education/ Ibn al – Haitham , University of Baghdad

Abstract

Kaolin ceramic compacts sintered at various temperatures are investigated to correlate their microstructure with their acoustic parameters. Pulse velocity , attenuation coefficient, and quality factor values are ducts from ultrasonic attenuation measurements, moreover, the dynamical mechanics parameters(Young and shear modules) exhibited an explicit relationship with the acoustic quality factor.inturn are related to the microstructure which is heavily affected by the sintering mechanism.