Al-Khwarizmi Engineering Journal

Al-Khwarizmi Engineering Journal, Vol. 9, No. 2, P.P. 94- 102 (2013)

تأثير الحجم الحبيبي على مادة متراكبة ذات أساس بوليمري مقواة بدقائق من مادة (Reenia)

محمد عبد الصادق عبد الحسن * حيدر عباس صلال**

كاظم خيون كحلول ***

،،*** المعهد التقني- كوفة*

*البريد الالكتروني: Atlascom2007@yahoo.com

**البريد الالكتروني: Iron_man_hayder@yahoo.com

***البريد الالكتروني: Kahlol 2011@yahoo.com

(Received 9 April 2012; Accepted 24 March 2013)

الخلاصة

يركز هذا البحث على تحضير مادة متراكبة ذات اساس بوليمري بطريقة (الصب اليدوي)، ودراسة تأثير الحجوم الحبيبة المختارة (٣٢ , ٥٣ , ٦٣ , ٧٥ , ٩٠) مايكرون من مادة (Reenia) (وبكسر وزني ثابت ١٢%) على خواص المادة المتراكبة المحضرة، حيث أن مادة الاساس المستخدمة هي راتنج البولي يوريثان (PU).

عدد الاختبارات الميكانيكية التي أجريت لتقييم النظام المتراكب المحضر تتضمن (الشدّ، الانضغاط، الصدمة والصلادة)، بالإضافة الى الاختبار الفيزيائي (النسبة المئوية لامتصاصية الماء)، وكل الاختبارات اجريت في درجة حرارة الغرفة.

حيث اظهرت نتائج اختبار الشد (اقصى مقاومة شد ومعامل المرونة) ارتفاع عند الحجوم الدقائقية الصغيرة بينما قلت النسبة المئوية للأستطالة مع زيادة الحجم الدقائقي .كما ان مقاومة الانضغاط ازدادت مع الحجوم الدقائقية الصغيرة .وأيضا قيم الصلادة و طاقة الكسر تأثرت بالحجم الدقائقي حيث ارتفعت الصلادة وطاقة الكسر عند الحجوم الصغيرة للدقائق مقارنة بالحجوم الأكبر. بينما النسبة المئوية لامتصاص الماء ازدادت مع ارتفاع الحجوم الدقائقية .

بشكل عام أظهرت النتائج تحسن واضح بالخواص وكانت القيم القصوى التي تم الحصول عليها لمقاومة الشد والنسبة المئوية للأستطالة ومعامل يونك ومقاومة الانضغاط وطاقة الكسر والنسبة المئوية لامتصاص الماء كانت مرتبة كالتالي ((MPa٣٤.٨) (١٠%) ,(٢٦٨ نت/ملم^{٢}), (MPa٥٤.٢) ، (٠.٤٠٨ J) ، (٧٨.٩ Shor (D))، (٠.٢٦٦٨%) عند الحجوم (٣٢) مايكرون ماعدى الامتصاصية كانت عند الحجم (٩٠) مايكرون.

الكلمات المفتاحية: *بولي يورثان، مادة متراكبة حيوية، دقائق (Reenia).*

١. المقدمة

نظراً للتطور الصناعي والتكنولوجي والطبي الذي يشهده العالم في كافة المجالات ، أدت متطلبات الصناعة الحديثة إلى ايجاد مواد هيكلية حديثة ذات مواصفات هندسية عالية وكذلك الحصول على خواص لا نستطيع الحصول عليها من المواد الهندسية بشكل منفرد (كالمواد السيراميكية ، البوليمرية ، السبائك) [1]. لذلك كان من الضروري أيجاد بدائل تتكون من دمج مادتين أو أكثر لإنتاج مواد أوسع استخداماً عرفت بالمواد المتراكبة (Composite Material) وأن مثل هذه المواد أصبحت الأساس في تغيير وتطوير التصاميم الهندسية للكثير من التطبيقات الصناعية وأكثر ملائمة من الناحية الاقتصادية بحيث يمكن استخدامها في الصناعة [2]. أظهرت المواد المتراكبة بعض الخواص التي تتناسب مع العديد من التطبيقات الصناعية لذلك فأنها نالت مكانة مرموقة بين المواد الهندسية المختلفة، حيث أن المواد المتراكبة تجمع بين خواص مادتين أو أكثر متجاوزة مساوئ كل مادة إضافة إلى ذلك فهي تمتلك إمكانية التحكم بخواصها سواء عن طريق نوع ونسب المواد المكونة لها أو من خلال تصميمها وطرائق تصنيعها [١]. وتعد المواد المتراكبة ذات الاساس البوليمري من المواد الحديثة الاستخدام في معظم التطبيقات الهندسية والتكنولوجية ، ومن اهم متطلبات استخدام هذه المواد المتانة الجيدة والاداء العالي ومقاومتها للاجهادات الداخلية والخارجية المؤثرة عليها اضافة الى مقاومتها للظروف المحيطة من درجة حرارة وضغط وغيرها [١,٢] .فالبوليمرات هي مواد خاملة وخفيفة الوزن وعموماً تمتلك درجة عالية من المطيلية، وهي تمتاز بأنخفاض التوصيلية الكهربائية والحرارية لذلك تستعمل كعوازل كهربائية وحرارية، وعند مقارنتها مع المعادن فإنها تكون ذات كثافة واطئة واستطالة كبيرة عندما يكون هنالك تغير في درجات الحرارة، وتمتلك جساءة واطئة ومقاومة عالية للتآكل وهي لأتعد من المواد الصلدة [3] . أما المواد السيراميكية فهي مواد لاعضوية وغير معدنية مثل الاكاسيد والكاربيدات والنتريدات وغيرها، حيث تميل المواد السيراميكية

إلى أن تكون ذات توصيلية كهربائية وحرارية رديئة أي أنها مواد عازلة وتتصف بالهشاشية الناتجة عن أنخفاض المطيلية وبالتالي أنخفاض مقاومتها للصدمات ، ألا أنها تمتلك صلادة وقوة انضغاط وخمولا كيمياوياً، وعليه لا يستعمل السيراميك في التطبيقات الواقعة تحت تأثير الأحمال الصدمية مقارنة بالمعادن ، مع ذلك فأنها ذات مقاومة لدرجات الحرارة العالية [3,2] . وهناك بعض الباحثين الذين درسوا في هذا المجال ومنهم الباحثين (Malachy Sumaila وزميله Benjamin Iyenagbe) عام ٢٠٠٦ حيث درس تأثير مسحوق قشور الفول السوداني على الخواص الميكانيكية للبولي يورثان حيث كانت الإضافة كنسبة وزنيه من(٢- ١٠)% حيث تبين أن مقاومة الشد زادت مع الزيادة بالكسر ألوزني للمسحوق بينما مقاومة الصدمة نقصت مع الزيادة بمحتوى المسحوق [٤] . بينما الباحث (B. V. Suresh Kumar وزملائه) عام ٢٠٠٩ درس تأثير مادة الزيوليت (AlPO4-5) على خواص متراكبات البولي يورثان حيث أظهرت الدراسة تحسن في الأداء الميكانيكي للبولي يورثان من حيث مقاومة الشد ومعامل يونك وأيضاً تبين أن إضافة هذه المادة تعطي ثبات حراري [٥]. وفي عام ٢٠١٠ درس الباحث (Du-Xin Li وزملائه) تأثير إضافة الألياف الزجاجية القصيرة على الخواص الميكانيكية وخواص الاحتكاك للبولي يورثان الممزوج مع البولي أمايد ولاحظ من خلال الدراسة أن مقاومة الشد قد زادت عند إضافة هذه الألياف لكن مقاومه الصدمة قلت مع إضافة هذه الألياف بينما انخفضت قيم معامل الاحتكاك ونسبة البلى كما أن هذه القيم لمعامل الاحتكاك والبلى يمكن إن تزداد مع زيادة السرعة ونسبة التحميل [٦]. وفي عام ٢٠١٠ قام الباحث (S. H. Kim وزملائه) بدراسة تأثير إضافة الألياف الزجاجية على خواص البولي يورثان حيث لاحظ أن مقاومة الانضغاط ومقاومة الشد ومعامل يونك ازدادت مع إضافة الألياف الزجاجية وهذا دليل على اندماجها بشكل صحيح داخل الأرضية كما بينت النتائج أن التوصيل الحراري ازداد مع زيادة نسبة الألياف داخل الأرضية وأيضا زادت درجة حرارة التحول الزجاجية (Tg) مع زيادة نسبة الألياف الزجاجية داخل الأرضية [٧] .

٢. خطة البحث

يهدف هذا البحث الى دراسة تأثير التقوية بالحبيبات و التدرج الحبيبي على السلوك الميكانيكي والفيزيائي للبولي يورثان حيث أستخدمت مادة (Reenia) كمادة مقوية وهي مادة صيدلانية تستخدم لمعادلة حموضة المعدة وبما أن البولي يورثان أمن طبيا والمادة المقوية هي طبية أصلاً مما يعطي أمكانية في استخدام المادة المتراكبة المحضرة في هذا البحث في المجال الطبي كبدائل أو كمساند للعظام المتضررة التي لا تتعرض لأحمال قوية.

٣. الجزء العملي

تم حساب الكسر الوزني لكل من المادة الالساس والمادة المقوية بالاعتماد على قاعدة الخلط الخاصة بالمواد المتراكبة وحسب المعادلات اعلاه [٨].

$$\rho_c = \sum V_i \rho_i = V_1.\rho_1 + V_2.\rho_2 + \dots + V_n.\rho_n \quad \dots(1)$$

حيث أن(ρ) هي الكثافة و (V) هو الكسر الحجمي.

$$V_p = \frac{\upsilon_p}{\upsilon_c} * 100\% \quad \dots(2)$$

$$V_m = \frac{\upsilon_m}{\upsilon_c} *100\% \quad \dots(3)$$

(υ_p) حجم الدقائق و(υ_c) حجم المادة المتراكبة و(υ_m) حجم الارضية و(V_p) الكسر الحجمي للدقائق و(V_m) الكسر الحجمي للأرضية.

$$V_p = \frac{\rho_c}{\rho_p} W_p \quad \dots(4)$$

$$V_m = \frac{\rho_c}{\rho_m} W_m \quad \dots(5)$$

حيث أن (W_p) الكسر الوزني للدقائق و (W_m) الكسر الوزني للأرضية و(ρ_p)كثافة الدقائق و(ρ_m) كثافة الارضية و(ρ_C) كثافة المادة المتراكبة .

$$W_p = \frac{w_p}{w_c} *100\% \quad \dots(6)$$

$$W_m = \frac{w_m}{w_c} *100\% \quad \dots(7)$$

حيث أن (w_p)هي وزن الدقائق و(w_m)هو وزن الارضية و(w_c) وزن المادة المتراكبة .

$$W_p + W_m = 1 \quad \dots(8)$$

$$V_p + V_m = 1 \quad \dots(9)$$

١.٣. المواد المستعملة

أن المواد المستعملة في تصنيع عينات البحث مكونة من مادة الأساس البوليمرية (البولي يوريثان) المنتج من أنتاج شركة هنكل في (الامارات العربية – الشارقة) ومادة التقوية والتي هي عبارة عن دقائق من مادة (Reenia) الصيدلانية ((وهو مُنتَج صيدلي يستعمل لمعادلة حموضة المعدةِ الذي يتكون من خليط من ($CaCO_3$,$MgCO_3$) بنسب (٦٨٠ - ٨٠) mg على التوالي، بالأضافة إلى سكر الفركتوز وموادَ أخرى وهو على شكل حبوب)) .

٢.٣. تهيئة القالب

تتلخص عملية أعداد وتصنيع القالب لغرض صب العينات بالخطوات الآتية :

١- تهيئة قاعدة زجاجية بالإبعاد (30 × 30 × 0.6) cm وذلك لاستعمالها كقاعدة أساسية للقالب.
٢- تهيئة أشرطة زجاجية بالإبعاد (0.5cm × 2 × 25)وذلك لاستعمالها كجدران للقالب.
٣- يتم تغليف القاعدة الزجاجية والأشرطة الزجاجية بنايلون لاصق وذلك لمنع التصاق المادة الأساس بالقالب.
٤- يتم تثبيت الأشرطة الزجاجية بصورة متقابلة بوساطة السليكون الحراري.
٥- عملية التثبيت بالسليكون الحراري تكون من الداخل والخارج ومن الأركان .
٦- بعد أكمال عملية تهيئة القالب تجرى عليه عملية تنظيف دقيقة ثم تتبعها عملية تجفيف ، كما في الشكل رقم (١) .

الشكل -١- القالب المحضر.

٣.٣. تحضير العينات

أن طرائق تصنيع المواد المتراكبة عديدة ولكل منها ميزاتها ومساوئها وكذلك لكل من هذه الطرائق العديدة المجال المناسب الذي تطبق فيه، لقد تم أتباع الطريقة اليدوية (Hand Lay out) في تحضير العينات، وتتلخص طريقة تحضير وصب العينات بالخطوات الآتية:-

١- يتم وزن كمية من مادة البولي يوريثان على وفق حجم القالب المصمم ويتم إضافة المصلد بنسبة (١:٣) .

٢- يتم تحديد الحجم الحبيبي بواسطة المناخل وبذلك يكون الحجم كالتالي (-٣٢ , -٥٣ , -٦٣ , -٧٥ , -٩٠) كما أن الشكل الناتج لهذه الحبيبات يكون عشوائي نتيجة لعملية الطحن لأقراص مادة Reenia.

٣- يتم وزن كمية من مادة التقوية (Reenia) وحسب الكسر الوزني المطلوب (١٢%).

٤- تبدأ بعدها عملية مزج مادة التقوية ومادة الأساس عند درجة حرارة الغرفة ويخلط المزيج بشكل مستمر وببطء لتجنب حدوث الفقاعات خلال عملية المزج، ويستمر المزج مدة (٨-١٠) دقائق إلى أن يتجانس الخليط وثم نبدأ بأضافة المصلد حيث نلاحظ البدء بارتفاع درجة حرارة المزيج والذي يعد دليلاً على بدء عملية التفاعل.

٥- يتم صب المزيج السائل على شكل سيل من إحدى جوانب القالب (لتجنب حدوث فقاعات هوائية في المصبوبة والتي تسبب حدوث الفشل فيها) بحيث يسيل إلى كل مناطق القالب بصورة مستمرة ومنتظمة إلى أن يمتلئ القالب إلى المستوى المطلوب وهو (٥ ملم) الذي يمثل سمك العينة وهنا يجب أن يكون القالب بشكل مستو تماما.

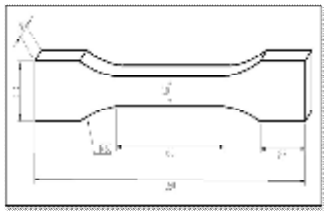
٦- يوضع القالب على هزاز كهربائي وتبدأ عملية هز القالب وذلك للتخلص من الفقاعات الموجودة في العينة (أن وجدت) وكذلك لتغلغل المادة الأساس في كل أركان القالب.

٧- تترك المصبوبة في القالب مدة (٢٤) ساعة لكي تتصلب بشكل نهائي حيث يتم الحصول على مصبوبة ثم توضع في فرن تجفيف مدة ساعة وبدرجة حرارة (55oC)، وهذه العملية مهمة لإكمال البلمرة وللحصول على أفضل تشابك ولازالة الاجهادات المتولدة من عملية التصنيع.

٨- يتم تقطيع العينات باستعمال منشار شريطي ذي أسنان ناعمة جداً وذلك لضمان عدم الاهتزاز أثناء قطع العينات وكذلك نعومة أسنان المنشار سوف تعمل على تلافي التشوهات التي قد تحصل أثناء القطع، أما مرحلة ضبط الأبعاد فيتم باستعمال جهاز الكوسرة الثابتة وبعدها تتم عملية الصقل بأوراق تنعيم بدرجة (٤٠٠).

٩- أختبار الشد أخذ طبقاً للمواصفة الامريكية (ASTM D638M- 87b) كما موضح بالشكل (٢-A) و(٢-B) والجهاز المستخدم لاجراء اختبار الشد هو جهاز نوع (Instron 1195) المصنع من قبل شركة (Instron) الانكليزية موضح بالشكل (٢- C).

B



A

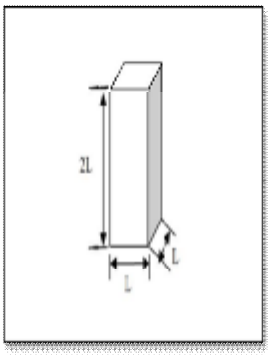
D

C

الشكل-٢- يبين A) أبعاد عينة الشد حسب المواصفة الامريكية B) العينات المصنعة C) Instron 1195 D) العينات بعد عملية الفحص.

١٠- أختبار الانضغاط أخذ طبقاً للمواصفة الامريكية (ASTM D695- 85) كما موضح بالشكل (٣) والجهاز المستخدم لاجراء اختبار الشد هو جهاز نوع (Instron 1195) المصنع من قبل شركة (Instron) الانكليزية موضح بالشكل (٢ -C).

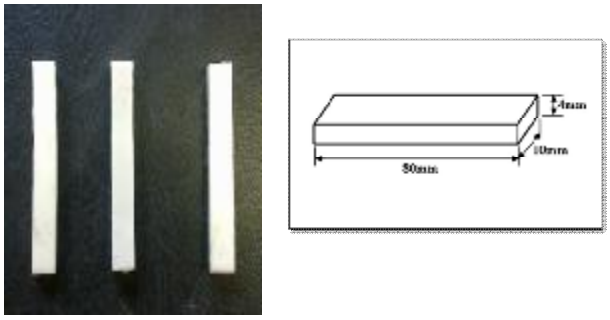
B



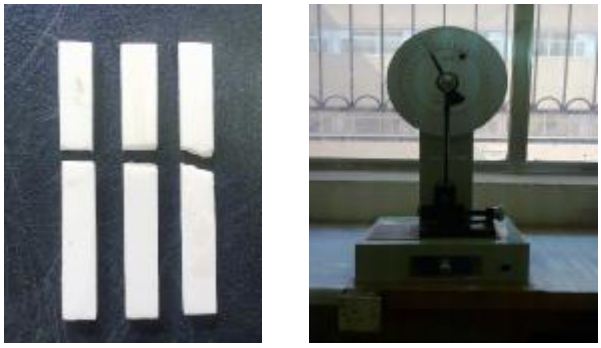
A

الشكل-٣- يبين A) أبعاد عينة الانضغاط حسب المواصفة الامريكية B) العينات المصنعة .

١١- وأختبار الصدمة أخذ طبقاً للمواصفة الامريكية (ISO-179) كما موضح بالشكل (٤) والجهاز المستخدم هو جهاز ايزود للصدمة كما موضح بالشكل (٤- C).



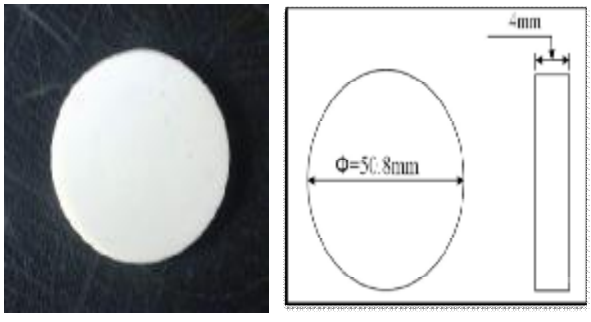
B A



D C

الشكل -٤- يبين A) أبعاد عينة اختبار الصدمة حسب المواصفة الامريكية B) العينات المصنعة C) جهاز ايزود D) العينات بعد عملية الفحص.

١٢- وأختبار الصلادة تم بأستخدام جهاز صلادة شور وأخذ طبقاً للمواصفة الامريكية (ASTM D 2240) كما موضح بالشكل (٥) وتم استخدام جهاز صلادة شور لقياس الصلادة كما موضح بالشكل (٥- C).

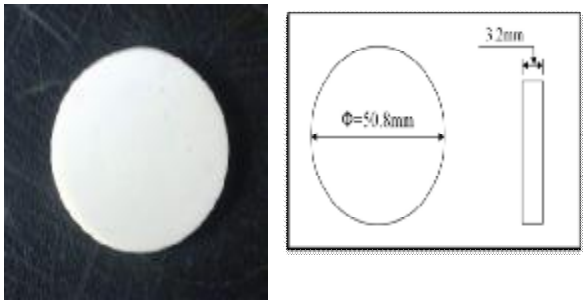


B A

C

الشكل -٥- يبين A) أبعاد عينة الصلادة حسب المواصفة الامريكية B) العينة المصنعة C) جهاز شور للصلادة .

١٣- وأختبار النسبة المئوية لأمتصاصية الماء أخذ طبقاً للمواصفة الامريكية (ASTM D 570- 98). كما موضح بالشكل (٦) .علماً ان جميع الاختبارات أجريت ظمن درجة حرارة الغرفة.



B A

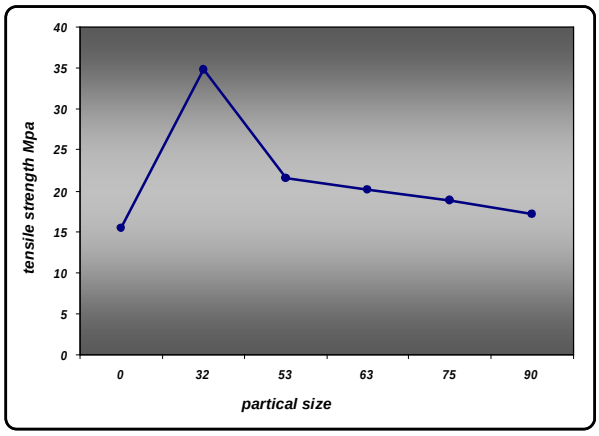
الشكل -٦- يبين A) أبعاد عينة أختبار النسبة المئوية لامتصاص الماء حسب المواصفة الامريكية B) العينات المصنعة .

٤. النتائج والمناقشة

١.٤. أختبار الشد(Tensile strength)

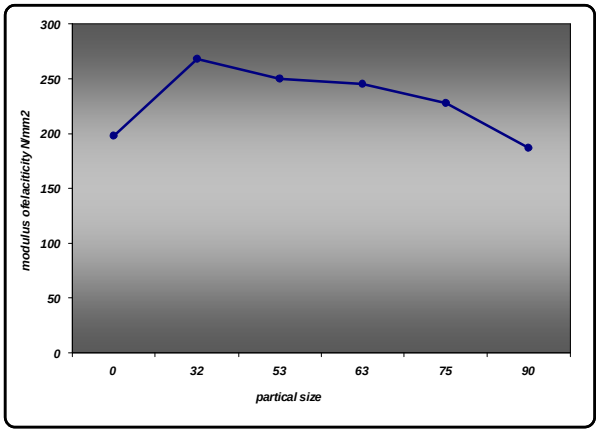
من خلال الشكل (٧) لوحظ ان قيم مقاومة الشد للمادة المتراكبة المصنعة تعتمد كثيراً على الحجم الدقائقي لدقائق مادة (Reenia) الداخلة في تكوينها وبالمقارنة بين قيم مقاومة الشد الخاصة لمادة البولي يوريثان النقية فقد لوحظ ان هذه القيم زادت عند الحجم الدقائقي (32 µm) حيث بلغت (٣٤.٨ mpa) وثم بدأت بالنقصان مع الزيادة بالحجم الدقائقي. ان تفسير ذلك هو وجود دقائق ذات مقاومة شد ومرونة جيدة والمتمثلة بدقائق مادة (Reenia) سوف يسهل من عملية تغلغلها في داخل مادة الاساس وخاصة عندما تمتلك احجام دقائقية صغيرة وهذا يقلل من حدوث عيوب داخل مادة الاساس [٩] ، كما ان هذا يزيد من قابلية الوسط المتمثل بمادة البولي يوريثان على الترطيب وخاصة عندما يكون الوسط عبارة عن مادة سائلة قبل الانتهاء من عملية تصلب المادة المتراكبة، ان زيادة خاصية التبلل بين الوسط ومواد التقوية توفر

زيادة في مساحة السطح البيني بين مواد التقوية ومادة الاساس وبين مواد التقوية نفسها [٩،٥] ، كما وأن المواد المتراكبة المدعمة بالدقائق لا تعتمد فقط على خواص مكوناتها ولكن تعتمد ايضاً على طبيعة السطح البيني بين المكونات وعلى الكسر الحجمي واحياناً على الشكل الهندسي لهذه الدقائق [١٠] . كما يلاحظ ان معدلات الزيادة في قيم مقاومة الشد تنخفض مع زيادة الحجم الدقائقي لدقائق مادة (Reenia) وهذا يعود الى ان زيادة الحجم الدقائقي لمواد التقوية الدقائقية سوف يقلل من مجموع مساحات السطوح البينية للمادة المتراكبة المتكونة بين مواد التقوية ومادة الاساس مما يقلل من قوى الترابط فيما بين هذه المواد وفي النهاية يجعل المادة المتراكبة تفشل بحمل اجهادي اقل وان تواجد الدقائق بأحجام دقائقية كبيرة داخل مادة الاساس يصعب عملية تغلغلها الى داخل مادة الاساس وخلق العديد من العيوب الداخلية وفي النهاية يؤدي الى فشل المتراكب بأحمال شدية قليلة [١١,٥] .



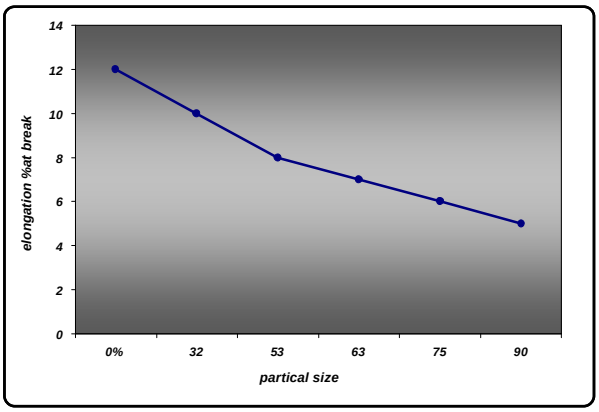
الشكل -٧- يبين العلاقة بين مقاومة الشد والحجم الحبيبي لمادة (Reenia) عند كسر وزني ثابت (١٢ % wt).

من خلال الشكل (٨) يلاحظ ان قيم معاملات مرونة الشد يعتمد كثيراً على الحجم الدقائقي لدقائق مادة (Reenia) حيث زاد معامل مرونة الشد مع انخفاض الحجم الدقائقي ، فقد كانت اعلى قيم لمعاملات المرونة من حصة العينات المقواة بدقائق ذات حجوم دقائقية صغيرة بحدود(32 µm) حيث كانت قيمة معامل المرونة (٢٦٨ نت/ملم^2).



الشكل -٨- يبين العلاقة بين معامل المرونة والحجم الحبيبي لمادة (Reenia) عند كسر وزني ثابت (١٢ % wt).

الشكل رقم (٩) يبين العلاقة بين النسبة المئوية للأستطالة المحسوبة عند نقطة الكسر والحجم الحبيبي لدقائق مادة (Reenia)، الذي أضيف إلى راتنج البولي يوريثان. حيث نلاحظ أنخفاض نسبة الاستطالة مع زيادة الحجم الحبيبي بالمقارنة مع راتنج البولي يوريثان النقي الخالي من الاضافة . أظهرت النَتائِجَ بأنّ أقصى نسبة مئوية للأستطالة كانت (١٢ %) وهي لمادة البولي يوريثان النقية حيث تنخفض هذة النسبة مع أضافة مادة (Reenia) ومع الزيادة بالحجم الحبيبي الذي يعمل كمناطق تركيز الإجهادِ الموقعية، لذا نسبة الإطالة المئوية عند نقطة الكسر ستنخفض مع زيادة الحجم الحبيبي, الذي يسبب تقليل حركة المادة الاساس ويخلق المزيد من العيوب داخل المادة المتراكبة [٥ ,١٠,١١].

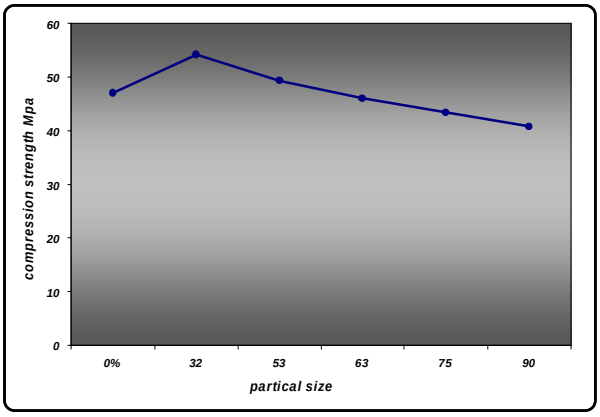


الشكل -٩- يبين العلاقة بين النسبة المئوية للاستطالة والحجم الحبيبي لمادة (Reenia) عند كسر وزني ثابت (١٢ % wt).

٢.٤. أختبار الانضغاط (Compression Test)

تمتاز الراتنجات المصلدة حرارياً بانها ذات مقاومة انضغاط عالية مقارنة بمقاومتها للشد، وذلك بسبب كبسها للشقوق المتولدة فيها بينما تؤدي اجهادات الشد الى زيادة الشقوق المتولدة فيها والتي تنمو بأتجاه عمودي على اتجاه قوة الشد ومن خلال قراءة جهاز الانضغاط يتم رسم العلاقة بين (القوة – انكماش الطول) والتي من خلالها ترسم العلاقة بين (الاجهاد–الانفعال) وبذلك يتم حساب قيم معامل مرونة الانضغاط واجهاد الضغط عند الفشل[١٢,١٣] . ويعد السلوك الانضغاطي للمواد المتراكبة من الخواص الميكانيكية المهمة وخاصة عندما تكون مادة الاساس بوليمرية مما حفز الكثير من الباحثين لدراستها أذ تعد مقاومة الانضغاط الواطئة للمواد المتراكبة من المشاكل الاساسية في بعض الأحيان [١٣]، فقد وصف الباحث (R. Chaplin) نظريتين للفشل الانضغاطي تمثلت نمط الانبعاج (buckling mode) ونمط القص (shear mode) الذي ينمو عبر الطبقات الداخلة ضمن المادة المتراكبة مما يؤدي الى حصول فشل بشكل متتابع نتيجة لزيادة التشوة القصي، وان احد اسباب حصول هذا النوع من الفشل يعود الى وجود بعض العيوب التصنيعية في المادة التي تشكل مناطق لتركيز الاجهادات لأنه من غير الممكن ان نصنع مادة خالية من العيوب بصورة تامة وبذلك يحصل الفشل في العينة [١٢] .من الشكل رقم (١٠) نلاحظ ان قيم مقاومة الانضغاط القصوى تنخفض مع زيادة الحجم الدقائقي لدقائق مادة (Reenia) حيث بلغت أعلى قيمة بحدود(٥٤.٢ mpa) عند الحجم(32 µm) ، وان هذا يعود الى ان وجود دقائق باحجام دقائقية صغيرة سوف تعمل على عرقلة حركة الشقوق وذلك

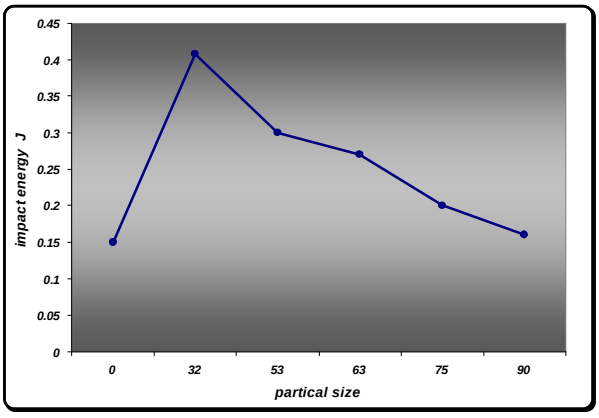
لسهولة ملئ الفسح والفجوات الهوائية الموجودة مابين مكونات المادة المتراكبة بالاضافة الى سهولة انسياب مادة الاساس مما تؤدي في النهاية الى تقليل قيم الانفعال علاوة على انها تعمل على زيادة الترابط بين مكونات المادة المتراكبة [١٤]، وعلى العكس فعند استخدام دقائق باحجام كبيرة سوف يساعد على زيادة نشوء الفجوات والفسح الهوائية وكذلك خلق الكثير من العيوب الداخلية مما يقلل من الترابط بين مكونات المادة المتراكبة عند تصلبها وعليه سوف يقلل من قيم مقاومة الانضغاط، ومما يزيد من انخفاض قوة التلاصق هو استخدام دقائق ذات احجام دقائقية كبيرة والتي سوف تقف عائقاً امام انسياب مادة الاساس السائلة بين دقائق التقوية وبالتالي سوف تقلل من قابلية التبلل مما يقلل من قوة الارتباط [١٤,١٥] .



الشكل -١٠- يبين العلاقة بين مقاومة الانضغاط والحجم الحبيبي لمادة (Reenia) عند كسر وزني ثابت (١٢% wt).

٣.٤. اختبار الصدمة (Impact Test)

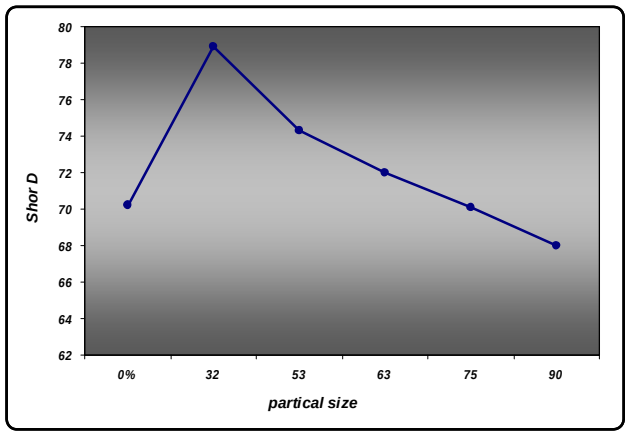
إن اختبار الصدمة هو أحد الإختبارات الديناميكية الميكانيكية المهمة التي تتعرض فيها المادة إلى حمل حركي سريع جداً [١٤]، وقد تمّ إجراء اختبار الصدمة للعينات بطريقة جاربي عند درجة حرارة الغرفة . من خلال الشكل رقم (١١) يلاحظ إن قيم طاقة الصدم الممتصة أرتفعت ومن ثم بدأت تنخفض مع زيادة الحجم الدقائقي لدقائق مادة (Reenia) حيث بلغت اقصى قيمة عند الحجم الدقائقي (32 µm) حيث بلغت (٠.٤٠٨ جول) مقارنة مع مادة البولي يوريثان النقية حيث كانت طاقة الصدم الممتصة لها (٠.١٥ جول) . وتعزى الزيادة في طاقة الكسر للمادة المتراكبة المحضرة إلى تحمل مواد التقوية جزءاً من الإجهاد الصدمي وذلك لزيادة الترابط بين المادة الأساس ومواد التقوية نتيجة لصغر حجمها الذي يؤدي الى تغلغل المادة الأساس بين الدقائق مما يؤدي ذلك إلى زيادة الطاقة اللازمة لكسر العينة [١٥], كما وتعمل دقائق مادة (Reenia) كمعوقات لتقدم الكسر وتعتمد هذه الإعاقة على مدى قوة الترابط للسطح البيني بين مواد التقوية ومادة الأساس وذلك لانتقال الكسر خلال السطح البيني حول دقائق مادة (Reenia) في حالة عدم فشل الدقائق، علاوة على اعتماد هذه العلاقة على نسبة الكسر الحجمي للمادة المقوية وشكلها وحجمها ونظام توزيعها ضمن المادة الأساس وان زيادة المناطق البينية بين المادة الأساس ومواد التقوية سوف يؤدي إلى زيادة العيوب ونقصان في مقدار الطاقة اللازمة لحدوث الكسر [١٦]. أن سبب الانخفاض الحاصل مع زيادة الحجم الدقائقي هو لصعوبة تغلغل الدقائق الكبيرة داخل مادة الأساس مما يقلل من قابلية تبلل مادة الأساس لمادة التقوية وأن هذا سوف يقلل مساحة التلامس ومن ثم ضعف قوة الترابط بين مكونات المادة المتراكبة المحضرة علاوة على خلق الكثير من العيوب والتي تعمل كمراكز لتركيز الاجهادات ويقلل من الطاقة اللازمة للكسر وبالتالي يقلل من قيم طاقة الصدم الممتصة مما يساعد على سرعة نمو الشق وبالتالي الى كسر العينة بحمل صدمي ادنى[١٤].



الشكل -١١- يبين العلاقة بين طاقة الصدم والحجم الحبيبي لمادة (Reenia) عند كسر وزني ثابت (١٢% wt).

٤.٤. اختبار الصلادة (Hardness Test)

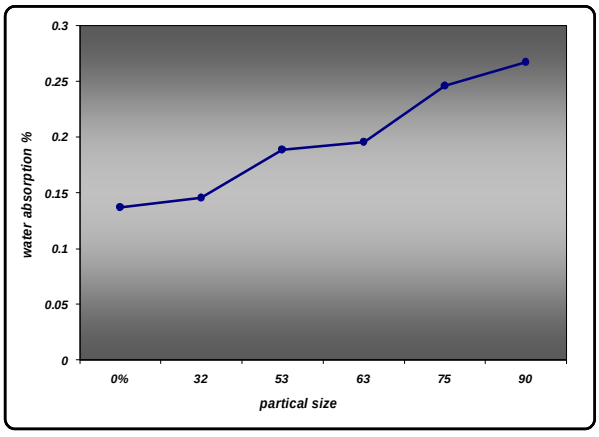
كما هو معروف ان اغلب اختبارات الصلادة تعتمد على مقاومة المادة للاختراقات عند سطحها الخارجي وهنالك طرق مختلفة تمثل دليلاً للصلادة [١٥]، ففي البحث الحالي تم اجراء فحص الصلادة باستخدام صلادة (Shore Durometer) نوع (shore D) حيث يتم خلال هذا الفحص وضع الجهاز المبين في الشكل (١٢)على سطح العينة المراد فحصها من الجهة التي تحتوي أبرة القياس المرتبطة بنابض يعمل على تحريك مؤشر الجهاز عن طريق الضغط على سطح العينة فيؤخذ أعلى ارتفاع للمؤشر عند بداية الضغط فهو يمثل قراءة الجهاز، ان قيم الصلادة في الشكل (٦) تزداد مع انخفاض الحجم الدقائقي حيث بلغت اقصى قيمة عند الحجم الدقائقي (32 µm) حيث بلغت (٧٨.٩ shor D) بالمقارنة مع عينات البولي يوريثان النقية الخالية من أي اضافة حيث بلغت (٧٠.٢ shor D) ولكن مع أرتفاع الحجم الدقائقي تبدأ الصلادة بالأنخفاض تدريجياً , وتفسير الزيادة في قيم الصلادة هو سهولة تغلغل الدقائق ذات الاحجام الصغيرة الى داخل المادة الاساس والى داخل الفسح البينية والى داخل المسامات البينية التي تتكون اثناء عملية تحضير المادة المتراكبة كل هذا ساعد في زيادة مساحة التماس ما بين مكونات المادة المتراكبة المحضرة ومن ثم زيادة الترابط فيما بينها وبشكل متكامل مما اعطى قيم اكثر ايجابية عند فحص الصلادة وعلى العكس فانه عند وجود دقائق كبيرة سوف تكون عائقاً امام انسياب مادة البولي يوريثان بشكل سلس وسهل الى مابين هذه الدقائق مما ادى الى زيادة خلق الكثير من الفجوات والمسامات الهوائية وبالتالي ادى الى انخفاض قيم الصلادة [١٤].



الشكل -١٢- يبين العلاقة بين الصلادة والحجم الحبيبي لمادة (Reenia) عند كسر وزني ثابت (١٢% wt).

٥.٤. أختبار النسبة المئوية لإمتصاص الماءِ (water absorption %)

الشكل رقم (١٣) يبين العلاقة بين الحجم الدقائقي والنسبة المئويةِ لأمتصاص الماء، حيث نُلاحظُ زيادةً في قيمةِ الإمتصاص عندما مادة (Reenia) أضيفت إلى البولي يوريثان كما أن الأمتصاصية تزداد مع زيادة الحجم الدقائقي, إنّ سببَ هذا هو أن المادة المضافة هي مادة سيراميكية وتعتبر مادة مسامية لها قابلية على أمتصاص السوائل وزيادة حجم الدقائق يعني زيادة بالمساحة المعرضة للماء أي كلما زاد الحجم الدقائقي زادت المساحة الماصة المعرضة للماء[١٤,١٥]. من خلال النتائج يلاحظ أن نسبة أمتصاص الماء للبولي يورثان (٠.١٣٧١٦%) حيث زادت هذة القيمة تدريجياً مع زيادة الحجم الدقائقي .



الشكل -١٣- يبين العلاقة بين النسبة المئوية لامتصاص الماء والحجم الحبيبي لمادة (Reenia) عند كسر وزني ثابت (١٢% wt).

٥. الاستنتاجات

وفي هذا البحث أظهرت النتائج مايلي :-

١- تحسنت مقاومة الشد ومعامل الشد عند الحجوم الدقائقية الصغيرة بينما انخفضت النسبة المئوية للاستطالة مع الزيادة بالحجم الدقائقي .

٢- تحسنت مقاومة الانضغاط عند اضافة دقائق ذات احجام صغيرة وبدأت المقاومة بالانخفاظ مع الزيادة بالحجم الدقائقي .

٣- تأثرت طاقة الكسر بالحجم الدقائقي ايضا حيث ازدادت طاقة الكسر مع انخفاظ الحجم الدقائقي.

٤- الصلادة ازدادت مع نقصان الحجم الدقائقي .

٥- ازدادت النسبة المئوية لامتصاص الماء مع الزيادة بالحجم الدقائقي .

٦- بشكل عام كان هناك تحسن واضح بالخواص وكانت القيم القصوى التي تم الحصول عليها لمقاومة الشد والنسبة المئوية للأستطالة ومعامل الشد ومقاومة الانضغاط وطاقة الكسر والنسبة المئويةلامتصاص الماء كانت مرتبة كالتالي((MPa٣٤.٨),(١٠%),(٢٦٨ت/ملم^{٢}), (MPa٥٤.٢)،(J ٠.٤٠٨)، Shor (D) ٧٨.٩)، (٠.٢٦٦٨%) عند الحجوم (٣٢) مايكرون ماعدى الامتصاصية كانت عند الحجم (٩٠) مايكرون.

٧- من خلال النتائج تبين ان الحجم الذي اعطى افضل الخواص هو (٣٢) مايكرون.

٦. المصادر

[1] Brain S. Mitchell, "An Introduction to Materials Engineering and Science for Chemical and Materials Engineers", 1st Edition, John *Wiley and Sons, Inc., 2004.*

[2] [K. Janaki, ," Development and Characterization of Polymer Ceramic Composites for Orthopedic Applications" published online 23 December 2008.

[3] Roger N. Rothon, " Particulate-Filled Polymer Composites ", by Rapra Technology Limited ,Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK. 2003.

[4] Malachy SUMAILA, Benjamin Iyenagbe," A Preliminary Mechanical Characterization of Polyurethane Filled withLignocellulosic Material",Leonardo Journal of Sciences, 2006. . (المكتبة الافتراضية).

[5] B. V. Suresh Kumar & Siddaramaiah & M. B. Shayan," Effect of zeolite particulate filler on the properties ofpolyurethane composite", Springer Science, 2009. . (المكتبة الافتراضية).

[6] Du-Xin Li a,*, Xin Denga, Jin Wangb, Jun Yangb, Xiangxiang Li a," Mechanical and tribological properties of polyamide 6–polyurethane blockcopolymer reinforced with short glass fibers" Science Direct, 2010 Elsevier. . (المكتبة الافتراضية).

[7] S. H. Kim • H. C. Park • H. M. Jeong," Glass fiber reinforced rigid polyurethane", Springer Science, 2010. (المكتبة الافتراضية) .

[8] Jones R. M, "Mechanics of Composite Materials" published by Mc. Graw- Hill, New York, 1996.

[9] K. K. Chawla, "Composite Materials", springer-verlag , NewYork , Inc, (1987).
[10] Jask. R. Vinson , Tsv-Wei Chou , "Composite Materials & their Use in Structure", publisher by LTD, (1975).
[11] John W. Weeton , Dean M . Peters , Karyn L . Thomas ,"Engineering Guide to Composite Materials", published by American Society for Metals , (1987).
[12] [C.R.Chaplin, "Journal of Material Science", Vol. 12, P.P.(347-352), (1977).
[13] "SP System Guide to Composite Engineering Materials", (2004), www. SP System. com.
[14] Rabab Asim Abdul-Aziz," Preparation and Characterization of Polymer- Ceramic Composite Bio-material", Master thesis, Materials Engineering Department, University of Technology,2009.
[15] [ismail ibrahim marhoon,"mechanical behavior of biomedical composites materials", Master thesis, Materials Engineering Department, University of mostanseria,2011
[16] Amanda C. Lima, Luiz Augusto H. Terrones. ,"IMPACT RUPTURE CHARACTERISTICS OF POLYETHYLENE COMPOSITES REINFORCED WITH JUTE FABRIC" , Acta Microscopic a Vol. 16. 2007, (المكتبة الافتراضية) .

Effect the Grain Size on the Polymer Matrix Composites Reinforced by Reenia Particles

Mohammed A.sadik A.hassan * **Hayder Abbas Sallal****
Kdhim khaion kahlol ***
,,***Technical Institute - Koufa*
*Email: Atlascom2007@yahoo.com
**Email: Iron_man_hayder@yahoo.com
***Email: Kahlol 2011@yahoo.com

Abstract

Synthetic polymers such as polyurethane are used widely in the field of biomedical applications such as implants or part of implant systems.

This paper focuses on the preparation of base polymer matrix composite materials by (Hand Lay-Up) method, and studying the effect of selected grain size (32, 53, 63, 75, and 90) μm of (Reenia) particles on some properties of the prepared composite.

Mechanical tests were used to evaluate the prepared system (Tensile, Compression, Impact, and Hardness) tests, and a physical test of (Water absorption %), and all tests were accomplished at room temperature.

Where results showed tensile test (maximum tensile strength and modulus of elasticity) high at small grain size while the percentage of elongation decreased with increasing size. As the compressive strength increased with small grain size. And also the values of hardness and fracture energy affected by particle size where the hardness and fracture energy increased at small particles size of compared to larger particles size. While the percentage of water absorption increased at large particle size.

In general the results showed clear improvement in properties and maximum values which get it of tensile strength, Modulus of elasticity, elongation percentage, compression strength, fracture energy, hardness and water absorption were as follows ((34.8 MPa), (10%), (268 N/mm^2), (54.2 MPa),(o.408 J), (78.9 Shor (D)), (0.2668 %)) at using (32μm)) except water absorption was at (90μm) .