P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2017,11 (3) :01-20

(*JUAPS*) **مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة**

Open Access

دراسة تأثير إضافة الدقائق النانوية أوكسيد الزركونيوم المطعم بالأيتيريوم ($ZrO_2Y_2O_3$) وأوكسيد الزركونيوم (ZrO_2) على الخواص الميكانيكية للبولي أستر غير المشبع

حسام ساكن حمد **وليد بديوي صالح**

جامعة الانبار، كلية التربية للعلوم الصرفة

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2017/09/10
تاريخ القبول: 2017/11/29
تاريخ النشر: 22/ 6 / 2018
DOI: 10.37652/juaps.2017.145240

الكلمات المفتاحية:

البولي أستر غير المشبع،
أوكسيد الزركونيوم المطعم بالايتيريوم النانوي أوكسيد الزركونيوم النانوي،
الاختبارات الميكانيكية،
الاختبارات المورفولوجية.

الخلاصة:

تم في هذا البحث تحضير مادة متراكبة نانوية ذات أساس بوليمري من النوع المتصلد بالحرارة وهو راتنج البولي أستر غير المشبع (Unsaturated Polyester Resin UP) لمجموعتين من المواد المتراكبة النانوية تتألف المجموعة الأولى من راتنج البولي أستر غير المشبع (UP) مدعمة بدقائق أوكسيد الزركونيوم المطعمة بالايتيريوم النانوي ($ZrO_2Y_2O_3$) بمعدل حجم حبيبي (83.98 nm), والمجموعة الثانية تتألف من راتنج البولي أستر غير المشبع (UP) مدعمة بدقائق أوكسيد الزركونيوم النانوي (ZrO_2) وبمعدل حجم حبيبي (47.23nm). تضمنت الدراسة تأثير الكسر الحجمي المختار 0.5% ،1% ،1.5% ، 2%،2.5%،3% كلاً على حِدة ولِكِلا مادتي التقوية، على الخواص الميكانيكية مثل(الشد، الإنضغاطية، والصلادة) وتم إجراء جميع هذه الإختبارات عند درجة حرارة المختبر وبطريقة الصب اليدوي (Hand Lay-up). وأظهرت نتائج هذا البحث أن قيم كل من (معامل مرونة الشد، الإنضغاطية، الصلادة) تزداد كلما إزداد محتوى الكسر الحجمي لدقائق التقوية ولكلا المادتين، أما قيمة مقاومة الشد فتنخفض كلما إزداد محتوى الكسر الحجمي لدقائق التقوية ولكلا المادتين أيضاً, وان راتنج البولي أستر المدعم بدقائق الزركونيوم فقط يمتلك خصائص ميكانيكية أعلى وأفضل من نظيرتها المدعمة بدقائق الزركونيوم المطعمة بالأيتيريوم النانوية.

المقدمة:

تعد الدراسة والبحث في المواد البوليمرية (Polymeric Materials) ومتراكباتها من العلوم الحديثة جداً التي يطورها ويبحثها ويحورها الانسان منذ ظهورها على سطح الارض؛ لكي يحصل على أفكار ونتائج جديدة ومفيدة، بحيث تكون ذات مواصفات ونوعية وهندسيه عالية بحيث لا تتوافر في أي مادة أُخرى من حيث خفة ألوزن وألكلفة وألخواص الأُخرى بصورة عامة لغرض إستخدامها في ألتطبيقات ألصناعية ألمتعددة كألطائرات وألسفن وألسيارات وألمباني وفي ألصناعات ألطبية وغيرها في ألعديد من ألمجالات. وتعد المواد المتراكبة (Composite Materials) بصورة عامة والمواد المتراكبة المدعمة بالدقائق النانوية بصورة خاصة من اهم المواد المتقدمة التي تستخدم الآن على مدى واسع في التطبيقات التكنلوجية والصناعية والهندسية لما تتمتع به من خصائص ميكانيكية وفيزيائية عالية وتكلفة واطئة [1]. وتعتبر ألمواد ألبوليمرية المدعمة بألدقائق النانوية من أَهم مجموعات ألمواد ألهندسية التي إزداد وبشكلٍ كبير إستعمالها وإستخدامها, حيث تمتاز بتراكيب جزيئية كبيرة وتنتج من عملية ألبناء بالربط للجزيئات الصغيرة. وتكون إما مواد طبيعية، وإما مواد مصنعة, والتي تمتاز بسهولة في تصنيعها, وكثافتها الواطئه، ومقاومة عالية للتآكل، وكلفتها الواطئة جداً. ولكن خواصها الميكانيكية تكون واطئة عند درجتي الحرارة ألعالية والواطئة [2] . ومن العوامل التي تؤثر على خواص المادة المتراكبة حجم وشكل دقائق التقوية وكيفية توزيعها داخل

* Corresponding author at: college education university of Al-anbar

E-mail address:

المادة الاساس بصورة جيدة، وبالإضافة الى طبيعة الترابط بين الدقائق المدعمة والمادة الاساس, وكذلك منطقة السطح البيني[3.] إن ألمواد المتراكبه النانوية الحبيبات والتي تعرف بإسم ألمتراكبات ألنانويه (Nanocomposite Materials)هي إحدى أهم فئات المواد المتقدمة التي ظهرت في نهايه القرن السابق وإزدهرت في مجالات إنتاج الفلزات والمواد الهندسية لتفتح إتجاهات مستقبليه مشرقه وعديدة مع حلول العالم لإلفيته الثالثه لإنتاج تطلعات كبيرة في حل مشاكل مستعصية وفي جميع المجالات الحياتيه والصناعيه.[4]

ونظراً للمتطلبات في مجال الصناعة فقد برزت الحاجة إلى استعمال مواد متراكبة تمتاز بخواص ميكانيكية عالية جداً، وذلك بطريقة دمج مادتين أو نوعين أو أكثر من مواد التقوية، مثلاً نوعين أو اكثر من الالياف أو الدقائق في مادة أساس واحدة، أو دمج مادتين مختلفتين او أكثر من نفس النوع من مادة الأساس كما في حالة الخلائط البوليمرية (polymer Blends) لتتكون مادة تُعرف ب المادة المتراكبة الهجينة(Hybrid Composite Materials). والتي تعد من أهم المواد المستخدمة حديثاً وبصورة نسبية للمواد المتراكبة[5].

يهدف عملنا الحالي الى تحضير ودراسة عينات لمتراكبات بوليمرية مدعمة بالدقائق النانوية تكون متانتها جيدة و كثافتها واطئة وذات كلفة قليلة تستخدم في العديد من التطبيقات الصناعية والهيكلية، لذلك تم تحضير خلطات بوليمرية مدعمة بدقائق نانوية و بنسب حجمية مختلفة ودراسة خواصها الميكانيكية والفيزيائية.

المواد و العمل التجريبي:

المواد المستخدمة :

تتكون المواد المستخدمة في تحضير العينات من احد انواع البوليمرات المصلدة حرارياً (Thermosets) وهو راتنج البولي استر غير المشبع (UP) ذات منشأ ايراني والمصنوع من شركة (Bonyan Kala Chemie) وهو سائل شفاف لزج وردي اللون في درجة حرارة المختبر تبلغ كثافته (1.19 g/cm^3) يضاف اليه المصلد (Hardener) وهو مركب شفاف اللون من بيروكسيد مثيل اثيل كيتون (MEKP) بنسبة (2gm) من المصلد لكل (100gm) من الراتنج ليتحول الى الحالة الصلبة.

مواد التقوية:

تم إستخدام نوعان من مواد التقوية في هذا البحث وهما أوكسيد الزركونيوم المطعمة بالايتيريوم النانوي ($ZrO_2Y_2O_3$) ذات حجم حبيبي (83.98nm) وبنقاوة (99.9%) والمصنوع من شركة (Hongwu international group Ltd) وأوكسيد الزركونيوم النانوي (ZrO2) ذات حجم حبيبي (47.23nm) وبنقاوة (99.9%) أيضاً والمصنوع من شركة (Hongwu Nanometer)

تحضير العينات:

تم استخدام الطريقة الشائعة وهي طريقة القولبة اليدوية (Hand Lay-Up Molding) لتحضير العينات حيث تم خلط جميع الخلطات التي تم تحضيرها عند درجة حرارة المختبر، ويمكن تلخيص طريقة تحضير العينات بالخطوات التالية: يتم وزن المادة الاساس وهو راتنج البولي أستر غير المشبع (UP) مع المصلد مع النسب الحجمية لمادتي التقوية (الزركونيوم المطعمة بالايتيريوم والزركونيوم) النانوية وحسب الكسر الحجمي الذي تم اختياره وهو (0.5%، 1%، 1.5%، 2% ، 2.5%، 3%) ثم يخلط المزيج بصورة مستمرة وببطء لمدة (5-10) دقائق لضمان عدم حصول فقاعات خلال عملية الخلط وعدم حصول تكتل للدقائق النانوية حتى يتجانس الخليط جيداً، ثم يُسكَب المزيج السائل داخل القوالب المحضرة بشكل مستمر وببطؤ حتى يمتلأ القالب الى مستواه المطلوب، ثم تترك العينات في القالب لمدة (48) ساعة حتى تتصلب بشكلها النهائي, ثم تبدأ عملية المعالجة الحرارية لأزالة الاجهادات المتولدة خلال عملية التصنيع، بوضعها في فرن كهربائي بدرجة (50^oC) لمدة ساعتان حسب التعليمات للشركة المنتجة لمادة البولي أستر غير المشبع.

3 - الاختبارات

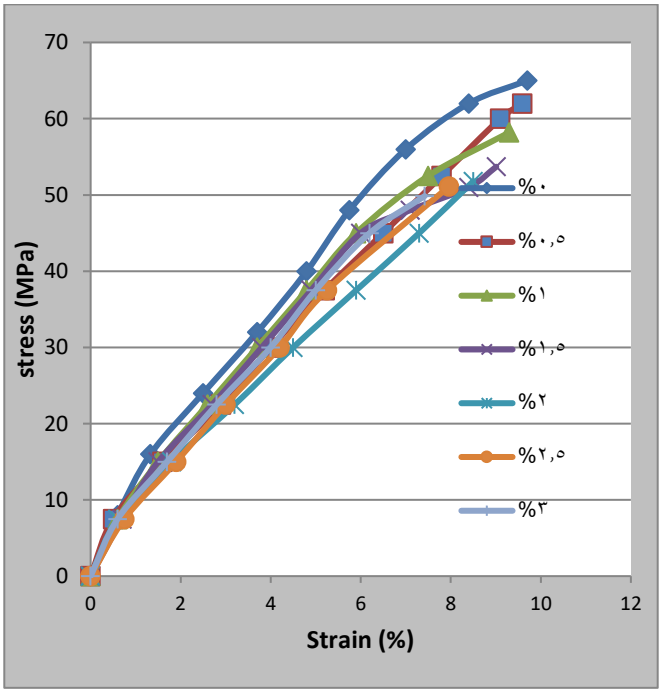
تم تقطيع العينات المحضرة لغرض إجراء اختبار الشد بأبعاد قياسية حسب المواصفات العالمية الامريكية لإختبار الشد (ASTMD638-03) [6]، حيث تم استخدام جهاز اختبار الشد نوع (LARYEE Yaur Tasting Solutione)، وتم أجراء الاختبار بتسليط قوة شد ثابتة قدرها (5mm/min) في درجة حرارة المختبر. حيث تم تسليط حمل إجهاد الشد على عينات الاختبار حتى حصول عملية الفشل. أما اختبار مقاومة الانضغاط فقد تم تقطيع العينات بأبعاد حسب المواصفات الأمريكية (ASTM D695) [7] . وتم اجراء

الاختبار بتسليط حمل إنضغاطي وبمعدل إنفعال قدره (mm/min 5) في درجة حرارة المختبر أيضاً. بينما إختبار الصلادة فتم إجراءه بطريقة (Shore D) وهذه الطريقة مناسبة للمواد البوليمرية المطاوعة للحرارة وكذلك المواد البوليمرية المتصلدة بألحرارة، في درجة حرارة المختبر, تم تقطيع العينات حسب المواصفات العالمية ASTM (D2240) [8]. حيث أجري أختبار الصلادة في (5) مواقع مختلفة لكل عينة وحساب المعدل للقراءات ولجميع العينات المحضرة من كِلا المادتين.

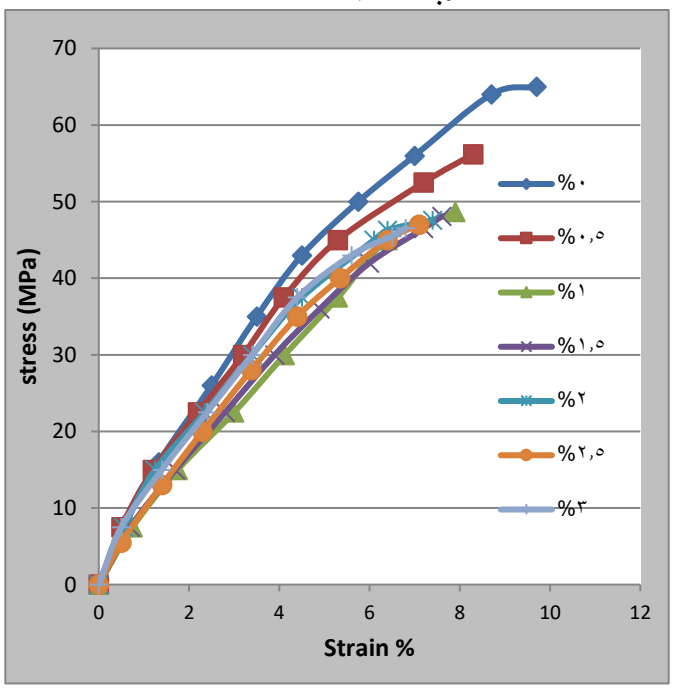
4_النتائج والمناقشة:

4_1 إختبار الشد:

يُعتبر إختبار الشد من أحد الاختبارات الميكانيكية الهامة حيث يعد مقياس لقابلية المادة على مقاومة قوة السحب للمادة وحصول الكسر, والاشكال (1) و(2) تبين سلوك المنحنيات (الإجهاد–الإنفعال) لجميع العينات التي تم تحضيرها من راتنج البولي أستر غير المشبع المقوى بدقائق أوكسيد الزركونيوم المطعمة الايتيريوم ($ZrO_2Y_2O_3$) ودقائق اوكسيد الزركونيوم (ZrO_2) النانويتين وعلى التوالي. حيث ان سلوك هذه المنحنيات يعتمد على طبيعة المادة الاساس ومادتي التقوية، ونلاحظ ان منحنيات (الإجهاد–الإنفعال) تتكون عند المنطقة المرنة التي تشمل العلاقة الخطية بين الإجهاد والانفعال، حيث عن طريق هذه المنطقة تم حساب معامل المرونة للشد، ان المادة البوليمرية تعاني في هذه المنطقة سلوك مرن ناتج من شد وإستطالة السلاسل البوليمرية بدون حصول تكسر في الآواصر، ثم يحصل إنحراف لهذا المنحني عن السلوك الخطي بسبب حصول شقوق وتصدعات دقيقة داخل المادة البوليمرية، ومع زيادة الاجهاد المؤثر على العينة تنمو هذه الشقوق وتتجمع حيث ينتج منها شقوق اكبر, تستمر هذه الشقوق أو التصدعات بالنمو مع زيادة الاجهاد حتى يحدث كسر للعينة. ان قوة الترابط بين مكونات الخليط البوليمري وبين السلاسل البوليمرية لن يسمح بتكوين عيوب داخلية بشكل سريع (شقوق او تصدعات) حيث يؤدي هذا الى تقليل حركة الجزيئات فيؤدي هذا الى إنخفاض الانفعال وانزلاق السلاسل البوليمرية عند الشد، وهنالك حالات أخرى يبدأ الكسر عند سطوحها الخارجية في مواقع التشوهات أو العيوب كـ (الخدوش أو الشقوق الداخلية أو الثلمات) التي تكون مناطق تتركز عليها الإجهادات التي تؤدي إلى ارتفاع قيمة الإجهاد إلى درجة تتجاوز فيها قوة التآصر الداخلية وبذلك يحدث الكسر[9,10].

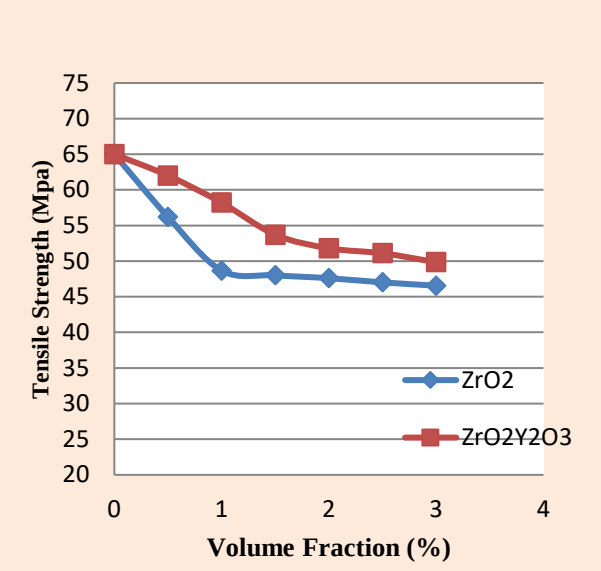


الشكل (1) منحني (الإجهاد–إنفعال) لعينات البولي أستر غير المشبع المدعم بدقائق الزركونيوم الطعمة بالايتيريوم(ZrO2Y2O3) النانوية وبنسب حجمية مختلفة

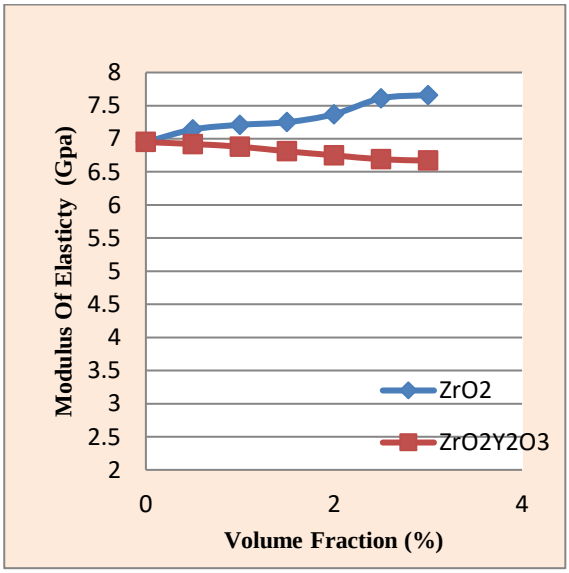


الشكل (2) منحني (الإجهاد–إنفعال) لعينات البولي أستر المدعم بدقائق أوكسيد الزركونيوم(ZrO2) النانوي وبنسب حجمية مختلفة

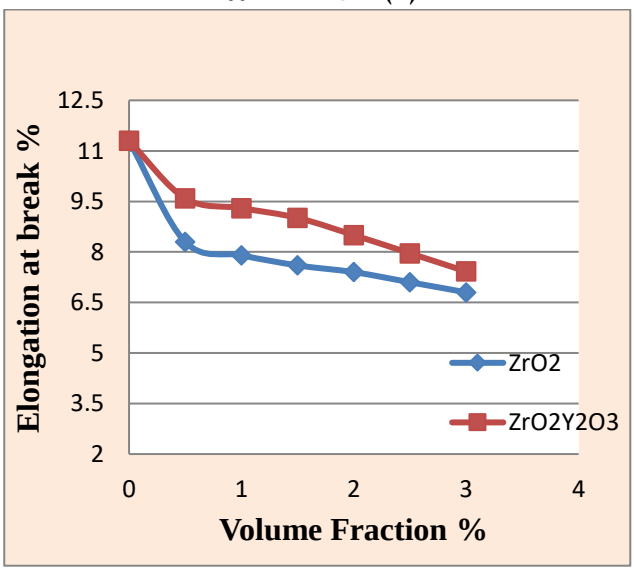
والاشكال (3) و(4) و(5) توضح تأثير إضافة دقائق (الزركونيوم المطعمة بالايتيريوم و الزركونيوم) النانوية على مقاومة الشد (Tensile Strength) ومعامل المرونة للشد(Modulus of Elasticty) والنسبة المئوية للإستطالة (Elongation at break %) للمادة المتراكبة المحضرة المدعمة بهذه الدقائق وعلى التوالي, حيث نلاحظ إنخفاض في قيمة مقاومة الشد وكذلك النسبة المئوية للإستطالة عند الكسر كُلما إزداد محتوى الكسر الحجمي لدقائق التقوية النانوية في المادة المتراكبة المحضرة ولكلا المادتين، وقد يعود سبب هذا الى طبيعة التوزيع لدقائق التقوية النانوية داخل المنصهر لمادة الأساس (الخليط البوليمري) وكذلك ضُعف التبلُلية مع المادة الأساس، فيؤدي ذلك الى تقليل مساحة التلامس البَيني ما بين المادة الأساس ومادة التقوية، كما إنَ تجمع (تكتل) الدقائق النانوية داخل مادة الاساس سيؤدي الى ضعف قوة الترابط أيضاً بين مكونات المادة المتراكبة, وبالإضافة الى أن التكتل (التجمُع) وتلاصق هذه الدقائق النانوية معاً ستلعب دورا مهماً في تركيز الأجهاد، فعندما يبدأ تطبيق إجهاد الشد على العينة، ستزداد شدة تركيز الضغوط بشكل كبير قريباً من التجمعات النانوية (المتكتلة), وهذا بدوره يؤدي إلى فك الترابط ما بين المسحوق النانوي والمادة الأساس المتمثلة بالخليط البوليمري, وهذا سيساهم في سرعة إنتشار الشقوق داخل المادة البوليمرية، مما يؤدي ذلك الى حصول الكسر المبكر للعينة [11,12], أما قيم معامل المرونة للشد للعينات المحضرة والمقواة بدقائق بالزركونيا النانوية تزداد عند زيادة محتوى الكسر الحجمي للدقائق، فيما يقابله إنخفاض قليل في القيم لنظيرتها من العينات المقواة بدقائق الزركونيوم المطعمة بالايتيريوم عند زيادة محتوى الكسر الحجمي لمحتوى الدقائق في المادة المتراكبة، لأن كل مادة تعتمد على مدى قابليتها في معامل المرونة, بألاضافة الى طبيعة تغلغلها وإنسجامها داخل مكونات المادة المتراكبة, حيث إنَ الدقائق تلعب دوراً مهماً عن طريق إعاقة زيادة الإنزلاق داخل السلاسل البوليميرية، وإن التوزيع المتجانس لدقائق التقوية داخل أرضية المادة الأساس سيعمل على حصر الحركة للسلاسل البوليمرية للمادة المتراكبة، كل هذا أدى إلى ألإنخفاض أو الزيادة الحاصلة في معامل مرونة الشد للمادة المتراكبة المحضرة. [14,13].



الشكل (3) يبين مقاومة الشد



الشكل (4) يبين معامل مرونة الشد

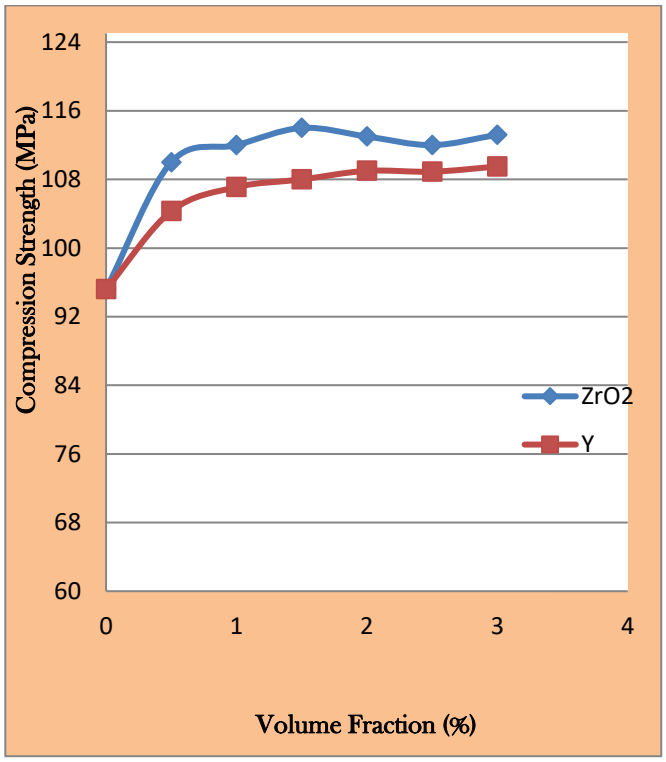


الشكل (5) يبين النسبة المئوية للأستطالة

اختبار الإنضغاط :

مقاومة الانضغاط يمكن تعريفها على إنها : أقصىٰ إجهاد تتحمله المادة الصلبة أو الجاسئة تحت تأثير الضغط العمودي المسلط عليها، ويمكن قياسها من قسمة القوة المسلطة على وحدة المساحة للمقطع العرضي للنموذج، لذا فأن إجهاد الإنضغاط يسمى ب مقاومة الإنضغاط، أو مقاومة الانضغاط عند الفشل [15].

وتمتاز المواد الهشة مثل السيراميك والراتنجات المتصلدة بالحرارة مثل البولي أستر غير المشبع والفينولات بمقاومة إنضغاطية عالية بألمقارنة مع مقاومتها الى إجهاد الشد، وسبب ذلك يعود إلى وجود الإجهادات الجديدة والمتولدة نتيجة الشقوق في المادة. الشكل (6) يبين مقاومة الانضغاطية لجميع العينات للمادة المتراكبة المحضرة ذات أساس البولي أستر غير المشبع (UP) كدالة للكسر الحجمي لمحتوى دقائق ($UP:ZrO_2Y_2O_3$) النانوية، ودقائق($UP:ZrO_2$) النانوية في الخليط البوليمري وبشكل منفرد، إن قيمة مقاومة الانضغاط تزداد بزيادة محتوى الكسر الحجمي لدقائق التقوية النانوية في المادة المتراكبة المحضرة، وذلك بسبب ما تتمتع به مادتي التقوية من صلابةٍ عاليةٍ، بالمقارنة مع مادة الأساس البوليمرية، وفضلاً عن ذلك على السهولة في تغلغل الدقائق النانوية داخل الفسح البينية بين السلاسل البوليمرية، مما يؤدي إلى التقليل من الفراغات الحرة داخل المادة المتراكبة وهذا سيعيق من حركة السلاسل البوليمرية، فيؤدي بألتالي الى زيادة مقاومة الإنضغاط. [13,16] ونلاحظ أيضاً أن قيم مقاومة الإنضغاط للعينات المدعمة بدقائق الزركونيا النانوية تكون أعلى من قيم مقاومة الانضغاط للعينات المدعمة بدقائق الزركونيوم المطعمة بالأيتيريوم النانوية، يعود سبب ذلك إلى الزيادة في لزوجة المادة المتراكبة عند تدعيمها بدقائق الزركونيوم المطعمة بالأيتيريوم النانوية بألمقارنة مع دقائق الزركونيا النانوية، مما أدى إلى صعوبة في سيولة مادة الأساس وتغلغلها في دقائق الزركونيوم المطعمة بالأيتيريوم النانوية، وهذا بدورهِ قلل من التبللية لمواد التقوية قبلَ أن تتصلب المادة الأساس مسببة ضعف في التلاصقية بين مادة الأساس ومواد التقوية.



الشكل (6) يوضح مقاومة الانضغاط لمادة متراكبة ذات اساس بولي أستر غير مشبع كدالة للكسر الحجمي لدقائق الزركونيوم المطعمة بالايتيريوم والزركونيوم النانوية

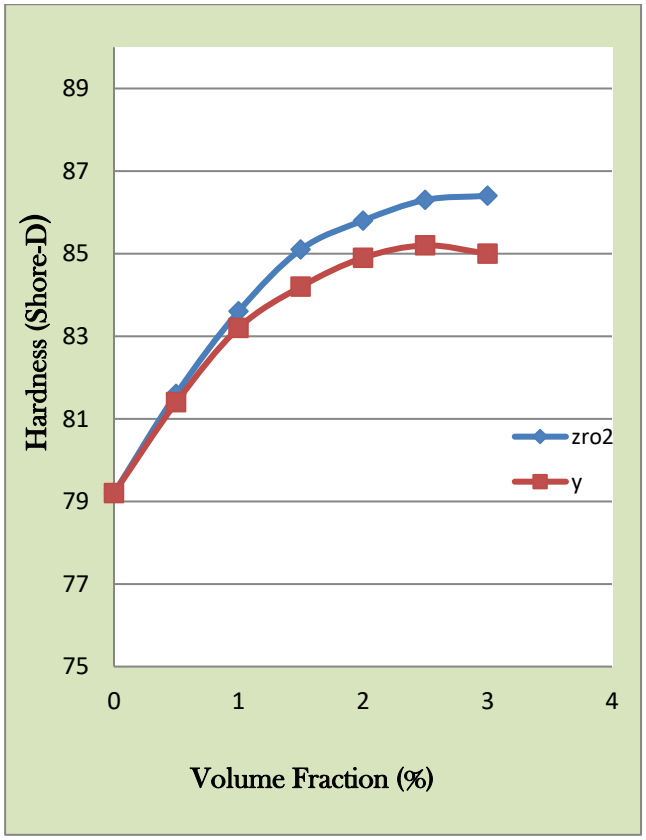
اختبار الصلادة:

إتُبِع في إختبار الصلادة نوع (Shore D) للبولي أستر غير المشبع (UP) قبل وبعد التقوية بالدقائق النانوية ولكلا المادتين، وتم إعتماد المعدل لِخمس قراءات لِكل عينة ولجميع العينات المحضرة، وذلك للحصول على دقة عالية في حساب النتائج.

ويلاحظ من الشكل (7) ان قيمة الصلادة تزداد مع زيادة محتوى الكسر الحجمي للدقائق المضافة، ويعود سبب ذلك إلى شكل وحجم دقائق التقوية النانوية وصلابتها، والى سهولة تغلغلها بين الفسح الموجودة بين السلاسل البوليمرية، وذلك يؤدي الى زيادة التراص للسلاسل البوليمرية، وهذا بدوره سيقيد من حركة السلاسل البوليمرية ويرفع من صلادة المادة التي تم تحضيرها.

إن قيم الصلادة للعينات المدعمة بدقائق الزركونيوم النانوية كانت أعلى قليلاً من قيم الصلادة للعينات المدعمة بدقائق الزركونيوم المطعمة بألأيتيريوم النانوية، وقد يكون سببه لزوجة منصهر المتراكب البوليمري المدعم بالدقائق النانوية وكذلك قد يكون بسبب التجانس بين

المادة الأساس ونوع الدقائق المدعمة، وهذا بدوره سوف يقلل من قابلية تغلغُل المادة الأساس السائلة إلى داخل المسامات البينية والفسح البينية الموجودة داخل المادة المتراكبة، وبألتالي تزداد صلادة المادة المتراكبة المحضرة [17].



الشكل (7) صلادة المادة المتراكبة ذات الاساس (UP) كدالة للكسر الحجمي لدقائق أوكسيد الزركونيوم المطعمة بالايتيريوم واوكسيد الزركونيوم النانوية

اختبار المورفولوجية

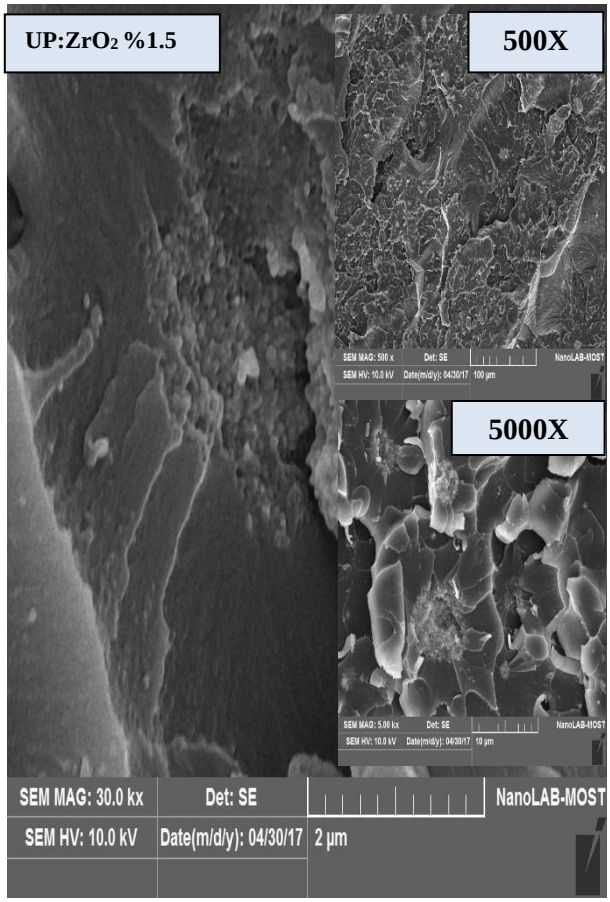
المجهر الالكتروني الماسح

إن المورفلوجية للسطح تعتمد في المواد البوليمرية على صنف المواد البوليمرية ونسب مواد التقوية سواء كانت وزنية او حجمية في المادة المتراكبة البوليمرية وظروف التصنيع وكذلك على لزوجة الانصهار لمكونات المادة البوليمرية المتراكبة. لذلك تم استخدام إستعمال ألمجهر الألكتروني الماسح (SEM) لدراسة مورفولوجية أو طوبوغرافية سطح الكسر لمادة البولي أستر غير المشبع (UP) ومتراكباتها التي شملت مادتي ($UP : ZrO_2Y_2O_3$) و ($UP \quad ZrO_2$)

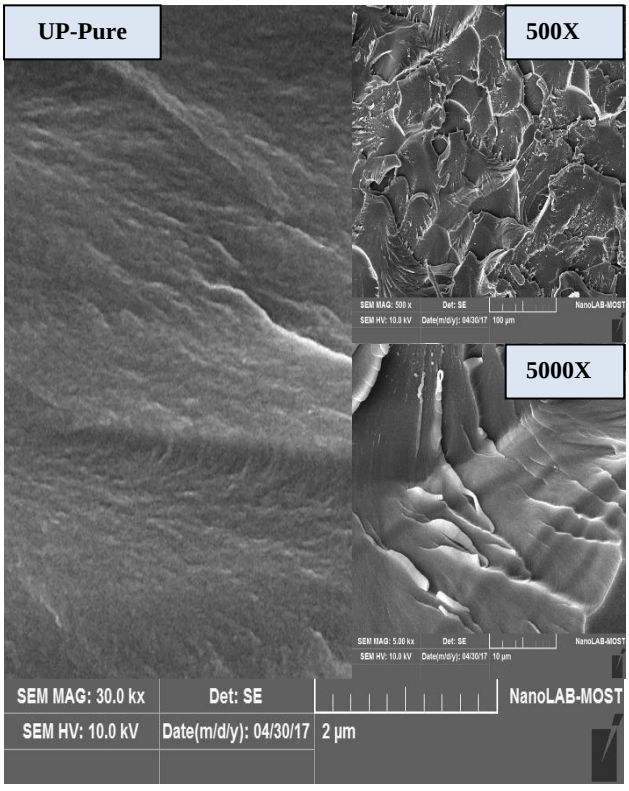
النانويتين وعند تكبيرات مختلفة تبدأ من (500X) مرة وتصل الى (5000X) مرة، وبمعدل خمسةُ صورٍ فوتوغرافية لكل نسبة ولجميع النسب التي تم تحضيرها من المادتين بألإضافة الى المادة الأساس (UP Pure) قبل التدعيم التي يوضحها الشكل (8).

وكذلك يظهر من الشكلين (9) و(10) على التوالي بنية ذات تشكيل مجهري متجانس لكلا المادتين، ولوحظ أيضاً أن البنية المجهرية لمورفولوجية سطح الكسر تظهر كألطور شبه المستمر (semi-continuous phase) ومتجانسة، وكما لوحظ تكوِن مناطق بيضاء صغيرة غير منتظمة الشكل، منها كروية الشكل والتي هي جزء لا يتجزأ (embedded) من بُنية الخليط البوليمري، والتي تمثل طور الدقائق النانوية في بنية الخليط البوليمري والتي تَظهر على شكل أشكال ميكروية مشتتة داخل بنية الخليط البوليمري، وقد أثبتت البحوث السابقة أن ظهور الجزيئات النانوية بشكل مقارب للكروي يكون بمثابة مراكز لتشتت الطاقة في مادة البولي أستر [18].

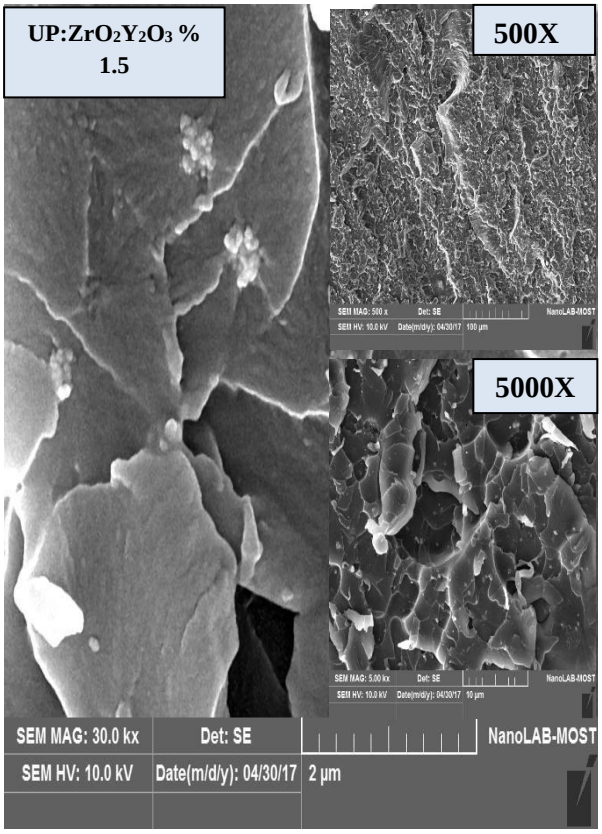
ويلاحظ كذلك من خلال التصوير المجهري (SEM) لسطح الكسر لعينات المواد المتراكبة النانوية إن أغلب المناطق تبدوا ذات سطوح ملساء ناعمة وخاصةً عند التدعيم بالزركونيوم النانوي يكون أكثر من الزركونيوم المطعم بألأيتيريوم، وهذا يقّلل تفوق (UP:ZrO2)على المتراكب الآخر في اختبار الصلادة, مما يدل ذلك على حصول ترابط كبير بين مكونات المادة المتراكبة النانوية. وتم أختيار النسبة (1.5%) من كلا المادتين وبتكبيرات مختلفة.



الشكل (8) التصوير الفوتوغرافي SEM للمادة الاساس (UP Pure)



الشكل(9)التصوير الفوتوغرافي SEM لمتراكب(UP)المطعم بالزركونيوم المطعم بالايتيريوم النانوي بنسبة(1.5%)



الشكل (10) التصوير الفوتوغرافي SEM لمتراكب(UP)المدعم بدقائق الزركونيوم النانوية بنسبة (1.5%)

الاستنتاجات

في هذا العمل تمت دراسة بعض الخواص الميكانيكية لمجموعتين من المواد المتراكبة النانوية التي تتكون من راتنج البولي أستر غير المشبع بصفته المادة الاساس مع كسور حجمية من دقائق لكل من أوكسيد الزركونيوم المطعمة بالأيتيريوم ودقائق أوكسيد الزركونيوم النانوية وتم إستنتاج ما يلي :-

إن إضافة الدقائق النانوية المتمثلة بأوكسيد الزركونيوم المطعمة بالأيتيريوم وأوكسيد الزركونيوم قد أدت الى تحسين بعض الخواص الميكانيكية مثل (معامل مرونة الشد, مقاومة الإنضغاط، الصلادة) بينما قلت قيمة (مقاومة الشد والنسبة المئوية للأستطالة) كلما إزداد محتوى الكسر الحجمي وإن العينات المدعمة بدقائق الزركونيوم فقط أعطت خصائص أعلى من نظيرتها وهي الزركونيوم المطعمة بالأيتيريوم النانوية، والذي عززته نتائج الفحص المجهري الإلكتروني. لذا فأن الفكرة من إضافة مساحيق نانوية وبنسب محدودة الى البولي أستر غير المشبع من المتوقع أن تكون ناجحة في التطبيقات الهيكلية.

المصادر

1. Wang, Zhao، Jia، Yu، Li Q, Wang, Zhou L. H., Dang G. and Chen. Toughening of thermosetting resins with thermoplastic polyimide: thermal, morphological and mechanical characterization, Advanced Materials Research Vol. 150-151, pp. 1330-1335,(2011).
2. Department of Defense, Handbook, U.S.A. "Composite Material Handbook" Vol.2,Polymer Matrix,(2000).
3. نجلاء رشدي محمد العاني "تشكيل ودراسة الخصائص الميكانيكية والحرارية لبعض الخلطات البوليميرية والمقويات الأخرى"، رسالة دكتوراة، قسم العلوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية، (2002).
4. خالد محمد خليفة الشعباني، " تحضير ودراسة الخواص الفيزيائية و الميكانيكية لراتنج البولي أستر المدعم بمسحوق الخشب والأطيان المعدنية النانوية", رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعةالأنبار (2012).
5. S.N.E. Naqvi, S. Naveed, S.H. Javaid, N. Ramzan. "Enhancing The Chemical And Mechanical Properties Of Upr"Journal Of Quality And Technology Management Volume X, Issue I, pp,(01 – 15), (2014).
6. Astm, D. 638,. Standard Test Method for TensileProperties of Plastics. ASTM, West Conshohocken, PA, (2003).
7. Astm, D. 695,Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics, ASTM materials standards,(2002).
8. Kopeliovich D, "Shore (Durometer) Hardness Test", Subs & Tech last modification.28, Apr., (2012).
9. S. C. Siong,"Eeffects of polystyrene–modified natural rubber on the properties of polypropylene / polystyrene blends", University Sains Malaysia,(2008).
10. Sihama I. Al-Shalchy, Kadhum M. Shabeeb, Rula F. Hasan,. "Comparative Study of Some Properties of Two Groups' Binary Polymer Blends Prepared By a Twin-Screw Extruder" " Eng. & Tech. Journal Vol.(33) part A No.(8),pp,1971-1985, (2015).
11. Majid, S, Nabi, M. K. and Abbas, R, " An Experimental Investigation of HA/AL2O3 Nano Particles on Mechanical Properties of Restoration Materials ", Engineering Solid Mechanics، Vol. (2), No. (3), PP. (173-182), (2014).
12. Sahai, R. S. N. and Dr. Mahanwar, P. A. "Effect of Particle Size and Concentration of Fly Ash on Mechanical Properties of Polyphenylene Oxide Composites ", International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS), Vol. (3), No. (2), PP. (164-168), (2015).
13. Sihama Issa Salih, Safaa Nayyef, Alyaa H.Abd alsalam and Ammar Mousa Hasan, "Evaluation of Mechanical Properties of Polymer Composites Reinforced by different Metal Powders" Eng. & Tech. Journal, Vol:(33), Part (B), NO:(3), pp:(1348-1360), (2015).
14. K. Rajeswari, G. Ramesh, and S. Guhanathan. "Synthesis and Characterization of Vinylester /Surface Treated ZnO Nano Composites" International Journal of Advanced Chemical Science and Applications (IJACSA):(2347-761X), Vol.(3), Issue (3), pp.(1-6), (2015).
15. R. P. Sheldon," Composite Polymeric Material" School of Materials Science Publishing, London, (2007).
16. -(Nassier Abdul-Hussain Nassir)"Studying The Effect Of Nano Carbon Black On Mechanical Properties Of Unsaturated Polyester Resin"University of Technology/ Baghdad, Material Engineering, Vol.(13), No.(4), (2013).
17. Callister W.D,"Materials Science and Engineering An Introduction" 6th ed, John Wiely and Sons,Inc. New York, (2003).
18. D. G. Dikobe, A. S. Luyt."Comparative study of the morphology and properties of PP/LLDPE/wood powder and MAPP/LLDPE/Wood powder polymer blend composites" Express Polymer Letters, Vol.(4), No:(11), pp.(729–741), (2010).

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2017,11 (3) :83-91

Study of Effect Add of Nanoparticals Zirconiam Oxide with Yttrium ($ZrO_2Y_2O_3$) and Zirconiam Oxide (ZrO_2) on the Mechanical Properties of Unsaturated Polyester

Husam S. Hamad, Waleed B. Salih

Abstract

Nano composite polymeric - based polymers of thermosets material consisting of two groups of Nano composite polymeric, first: is unsaturated polyester resin (UP) which being considered the base material that supported with Zirconium oxide with Nano yttrium ($ZrO_2Y_2O_3$), that has granular size (83.98nm), and other group consist of unsaturated polyester resin (UP) that supported with Nano Zirconium oxide (ZrO_2) that has granular size (47.23nm), where the study include impact of selected volume fraction with (0.5%، 1%، 1.5%، 2%، 2.5%، 3%) all separately and for every material support, Also through this study number of mechanical tests have been carried out and these includes (Tensile, Compression Strength, Hardness) which all tests were conducted at room temperature by Hand Lay-up method. The results show that (tensile strength coefficient, Compression Strength, hardness), where it increase with the increase of volume fraction of nanoparticle for both polymeric Nano composites material, while (tensile strength) decreased with increasing of volume fraction of nanoparticle for both polymeric Nano composites material too. The polymer mixture of polyester basis which supported with Zirconium only shows that it has higher mechanical and physical properties than the polymer mixture supported by Zirconium particles with Nano yttrium.