

دراسة تأثير إضافة بعض الاكاسيد على الخواص الميكانيكية لمتراكبات البولي استر غير المشبع

انعام وادي وطن

قسم الفيزياء/كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) /جامعة بغداد

استلم في : ٩ تشرين الثاني ٢٠١٤ ، قبل في : ٢ شباط ٢٠١٥

الخلاصة

تضمنت هذه الدراسة تحضير نماذج من البولي استر غير المشبع المدعم باوكسيد الألمنيوم (Al₂O₃-Powder) واو كسيد النحاس (CuO-powder) التي تم دراسة بعض الخواص الميكانيكية لها تمثلت باختبار (الصلادة- الانضغاطية -البلى) وبكسور حجمية (٨%، ٥%، ٣%). تبين من النتائج المستحصلة ان الخواص الميكانيكية (الصلادة - الانضغاطية) تتأثر ايجابا بزيادة الكسر الحجمي لمادة التدعيم حيث امتلكت العينات ذات الكسر الحجمي الأعلى أعلى قيمة للصلادة ومقاومة الانضغاط ، اما بالنسبة لاختبار البلى والذي اجري بظروف تغيير الحمل فقد تبين ان معدل البلى يزداد بزيادة الحمل المسلط لجميع العينات قبل وبعد التدعيم حيث اعتمدت الأحمال (١٥، ١٠، ٥) نيوتن على التوالي أما علاقة معدل البلى بزيادة الكسر الحجمي فقد اوضحت النتائج ان هنالك نقصان في معدل البلى بزيادة الكسر الحجمي .

الكلمات المفتاحية: بولي استر غير المشبع ، الخواص الميكانيكية، البلى .

المقدمة

تعد راتنجات البولي أستر (Polyester Resin) أكثر الأنظمة المرغوبة حالياً في العمل بسبب كلفتها البسيطة وخواص الأداء العالي والتشغيل بمعدلات سريعة، تعد تفاعلات البولي أستر من التفاعلات الباعثة للحرارة لذا يجب التغلب على هذه الحرارة والتحكم فيها أثناء عملية التشكيل، فالحرارة العالية المجاوزة للحد تكون حرجة وتؤدي إلى حدوث شروخ ناتجة عن الاجهاد الحراري في المنتج النهائي ويؤثر ذلك في الخواص الميكانيكية إلى حد ما وكذلك يؤثر في الخواص الفيزيائية والكهربائية.

من أهم مميزات البولي أستر فضلاً عن سهولة تداوله الثبات الجيد في الإبعاد، ومقاومة للتآكل كما تصبح مقاومة للتأثيرات الناتجة عن الضوء والظروف الجوية الشديدة. كما أن التطور الذي تم ادخاله على هذه المادة جعل بالامكان تشكيل منتجات ذات أحجام غير محددة بسعر اقتصادي، وهو ما كان يعد من المستحبات في الماضي ولكن راتنجات البولي أستر لاتصلح للاستعمال بمفردها حيث أنها ليست قوية ولا تتميز بالجساءة العالية، ولكن بإدخالها في تركيبات مع مواد مقوية معينة تكتسب خواصاً جيدة تجعلها مناسبة للاستعمال وتتميز بالقدرة العالية في تحمل الأحمال. أن راتنجات البولي أستر تمتاز بأنها ذات لون مضيء فضلاً عن أنها شفافة، وصلبة، ومقاومة للماء والمواد الكيماوية، تستعمل لغاية 790C أو أكثر اعتماداً على دقائق النقوية وهي تنقلص بالحجم ما بين (4-8 %) فضلاً عن ذلك فإن راتنج البولي أستر ذو عزل كهربائي عالٍ لذلك فهو يدخل في الكثير من التطبيقات كصناعة المواد البلاستيكية المختلفة، وصناعة الرقائق (الأفلام) وتحضير بعض أنواع الطلاءات الواقية وفي صناعة العوازل، وكمواد مترابطة في صناعة هياكل الزوارق الصغيرة والطائرات وهياكل البناء والجسور.

تستعمل البولي أستر غير المشبعة في العديد من المجالات العامة مثل التشييد والبناء، والصناعات البحرية، والكهربائية، والصناعية، والنقل، وكذلك الشؤون الصحية. ففي مجال البناء تستعمل للحصول على شرائح الأسقف، وممرات تكييف الهواء، والقواطع وإطارات الشبائيك والأبواب، وحمامات السباحة، وألواح الرخام الصناعي، وكذلك الأكساء المقاوم للماء [1].

فمن ضمن الدراسات ما قام به الباحثان (Young&Beaumont) [1978] بدراسة الخواص الميكانيكية لنظام مكون من الأيبوكسي المدعم بدقائق السليكا كدالة للكسر الحجمي للدقائق فوجد ان اجهاد الخضوع المقاس بوساطة اختبار الانضغاطية يزداد بزيادة الكسر الحجمي للدقائق [2].

كما درس الباحثون (سهامة وجماعتها) [2010] الخواص الميكانيكية لمادة مترابطة هجينة ذات اساس بوليمري من البولي أستر غير المشبع كمادة اساس والياف الزجاج ودقائق الكرافيت كمجموعة اولى للعينات والياف الكفلر (49) ودقائق الكرافيت كمجموعة ثانية للعينات وبينت الدراسة تحسن في خواص الشد والانضغاط والصلادة بزيادة الكسر الحجمي [3] أما الاختبارات الميكانيكية فقد قام الباحثون (Prabhush Wamy&Siddaramaiah, B.Shivamurthy) [2009] بدراسة لمتراكبات الأيبوكسي المدعمة بدقائق SiO₂ وتبين ان هنالك زيادة في معدل البلى بزيادة الحمل المسلط وتم دراسة سطوح المتراكبات بالمجهر للإلكتروني الماسح [4].

الهدف من البحث دراسة بعض الخواص الميكانيكية للبولي أستر غير المشبع المدعم باوكسيد الالمنيوم واوكسيد النحاس وكيفية تحسن هذه الخواص تبعاً لتغير نسبة الكسر الحجمي لدقائق التدعيم المضافة .

الجانب العملي

تقنية تحضير العينات

تم استعمال راتنج البولي أستر غير المشبع كمادة اساس للمادة المترابطة وهو سائل لزج بكثافة (1,2 gm/cm³) يتحول في درجة حرارة الغرفة الى مادة صلبة بعد اضافة المصلد اليه وهو من نوع (MEKP) (المثيل اثيل كيتون بروكسيد) اما الدقائق المدعمة المستعملة فهي كل من دقائق اوكسيد الالمنيوم ذو كثافة (3,72 gm/cm³) ودقائق اوكسيد النحاس بكثافة (6,315 gm/cm³) فقد تم استعمال الدقائق المضافة بكسور حجمية مختلفة وهي (3%، 5%، 8%) التي تم اضافتها للبولي أستر غير المشبع لغرض التدعيم اعتماداً على العلاقات الاتية [5]:-

$$\Psi = W_f / W_c \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

$$W_c = W_f + W_m \dots\dots\dots(2)$$

$$\phi = \frac{1}{1 + \frac{1 - \psi}{\psi} \cdot \frac{\rho_f}{\rho_m}}$$

Ψ:-الكسر الوزني لمادة التدعيم في المادة المترابطة

W_c, W_m, W_f:-وزن المادة المترابطة والمادة الاساس والمادة المدعمة على التوالي

ρ_m, ρ_f:- كثافة المادة المدعمة على التوالي

ϕ:-الكسر الحجمي لمادة التدعيم

استعملت طريقة القولية اليدوية في تحضير النماذج باستعمال قالب من الالمنيوم بأبعاد (5×5) cm الذي تم تنظيفه وطلاي الطبقة الداخلية له بمادة الفازلين لمنع التصاق المصبوبة بعد استخراجها اذ تم صب الراتنج المخلوط مع دقائق اوكسيد الالمنيوم واوكسيد النحاس وخلطت المكونات بصب المزيج قبل ان يصبح ذا قوام جلا تيني بصورة جيدة في القالب وبعد الانتهاء من عملية الصب تم التخلص من الفقاعات المتكونة وذلك من خلال الضغط بصورة عمودية على مستوى القالب للمادة المصبوبة بفرشاة مسننة وكذلك لغرض الحصول على السمك المطلوب وبعد ترك القالب لمدة (24) ساعة لغرض التصلب تم استخراج المصبوبة وتقطيع العينات لغرض إجراء الفحوصات وحسب المواصفات القياسية .

الاجهزة المستعملة وطريقة الفحص

جهاز اختبار الصلادة

اجري قياس فحص الصلادة باستعمال جهاز (Durometer Hardness) نوع (Shore D) المصنع من قبل شركة (Time Group INC) وذلك بطريقة استعمال غرز نقطية حيث يتم تغلغل أداة الغرز النقطية داخل سطح المادة نتيجة الضغط على الجهاز حيث يلامس سطح أداة التغلغل (Pressure foot) تماما مع سطح العينة فيتم قراءة قيم الصلادة.

جهاز اختبار الانضغاطية

تم اجراء اختبار الانضغاطية باستعمال المكبس الهيدروليكي نوع (Lay Bold Harris ,No3611) وذلك بتسليط الحمل بصورة تدريجية حتى حصول الفشل للعينة حيث يمثل أقصى حمل مسلط قيمة مقاومة الانضغاط.

جهاز اختبار البلى

تم اجراء اختبار البلى باستعمال جهاز البلى الانزلاقي يتكون من ذراع معدنية مستوية تحتوي على ماسك لثبيت العينة وقرص حديدي يتصل بمحرك كهربائي تبلغ سرعة القرص الحديدي (500) دورة/دقيقة وتم حساب معدل البلى باتباع الطريقة الوزنية اذ تتضمن حساب الفقدان بالوزن للعينة ويتضح من خلال الخطوات الآتية :-

1. كتلة العينة قبل الاختبار
 2. تثبت العينة بماسك الجهاز وجعل العينة متطابقة مع القرص
 3. وضع الحمل المطلوب عند كل اختبار
 4. تشغيل الجهاز وحساب الوقت
 5. إيقاف الجهاز عند الزمن المطلوب
 6. كتلة العينة بعد الاختبار لتحديد الفقدان بالوزن
- بعد ذلك يتم حساب معدل البلى بالاعتماد على العلاقة الرياضية الآتية :-

$$\text{Wear rate} = \Delta w \setminus S_D \text{ (g.cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (4)$$

$$\Delta w = w_1 - w_2 \dots\dots\dots (5)$$

حيث S_D : مسافة الانزلاق (cm) وتحسب من العلاقة الآتية:-

$$S_D = 2\pi n r t \dots\dots\dots (6)$$

N : عدد دورات القرص (500) دورة / دقيقة .

r : نصف القطر من مركز العينة الى مركز القرص (cm)

t : -: زمن الاختبار (دقيقة)

النتائج والمناقشة

اختبار الصلادة (Hardness test)

تعرف الصلادة بأنها مقاومة السطح للاختراق [6]، من النتائج المستحصلة لقياس الصلادة للعينات قبل وبعد التدعيم تبين ان قيم الصلادة تزداد بالنسبة للمادة في حالة التدعيم بزيادة الكسر الحجمي وكما يوضحه الشكل (1) حيث اظهرت النتائج امتلاك العينات المدعمة ذات الكسر الحجمي الاعلى (8%) اعلى قيمة للصلادة ويعزى السبب الى زيادة التشابك والتراص (الذي يقلل من حركة جزيئات البوليمير) مما ادى الى زيادة مقاومة المادة للخدش والقطع فتزداد مقاومتها للتشوه اللدن حيث تعتمد صلادة المواد على نوع القوى التي تربط بين الذرات او الجزيئات في المادة فكلما كان الرابط اقوى تزداد قيمة الصلادة ولذلك فان الرابط القوي عند السطح البيئي بين الطورين (الراتنج والمادة المدعمة) ادى الى زيادة الصلادة لهذه المواد [7].

اختبار الانضغاطية (Compressive test)

تم قياس مقاومة الانضغاط لنماذج من المواد التي استعملت في هذا البحث وهي أنموذج من البولي استر غير المشبع واخرى من البولي استر غير المشبع المدعم هجينيا بمادة اوكسيد الالمنيوم واوكسيد النحاس وقد تبين من النتائج التي

توضحها الاشكال (2)، (3)، (4)، (5) التي توضح العلاقة بين (الاجهاد- الانفعال) لعينات البولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم بالكسور الحجمية المختلفة ان العينات المدعمة ابدت مقاومة انضغاط اعلى مما في حالة المواد غير المدعمة ، اما الشكل (6) الذي يوضح العلاقة بين مقاومة الانضغاط والكسر الحجمي ان مقاومة الانضغاط تزداد بزيادة الكسر الحجمي حيث اعلى مقاومة انضغاط كانت للعينات ذات الكسر الحجمي الاعلى ويمكن تفسير ذلك بأن التدعيم بالدقائق يمتاز بمقاومته العالية للانضغاط مقارنة مع التدعيم بالالياف لان التدعيم بالدقائق يتميز بانه متمائل في جميع الاتجاهات فضلا عن قوة الربط للسطح البيئي بين الدقائق والمادة الاساس كذلك فان صغر حجم هذه الدقائق الذي ينتج عنه صغرا في المسافة البيئية سوف يعيق توليد الشقوق لذلك بزيادة الكسر الحجمي تزداد مقاومة الانضغاط [8,9]. كما ان تأثير التدعيم بالدقائق يمكن وصفه بوساطة التوزيع الاحصائي للعيوب في المادة المترابطة فعند اضافة الدقائق الى راتنج البولي استر غير المشبع فان ذلك يؤدي الى زيادة عدد الحواجز المانعة او المعيقة لنمو الفجوات التي ربما تلتقي مع الدقائق الحشوية ويؤدي الى زيادة في عدد الحواجز المانعة او المعيقة لنمو الفجوات وكذلك فان هذه الدقائق تعمل على تاخير الانهيار للمادة [10].

اختبار البلى (Wear test)

من النتائج المستحصلة من الشكل (7) الذي يوضح العلاقة بين معدل البلى والحمل المسلط لعينات البولي استر قبل وبعد التدعيم باوكسيد الالمنيوم واوكسيد النحاس حيث اعتمدت الاحمال (5، 10، 15، 20) نيوتن عل التوالي وكانت مدة الاختبار (2) دقيقة تبين من النتائج زيادة في معدل البلى بزيادة الحمل المسلط لعينات البولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم ويمكن ان يعزى السبب في ذلك الى زيادة قوة الاحتكاك الذي يعود سببه الى زيادة القوة الضاغطة

FαN

F= μN

حيث تمثل (μ) ثابت التناسب وهو معامل الاحتكاك فضلا عن ارتفاع درجة الحرارة بين سطح العينة والقرص إذ أنّ كلا السطحين المحتكين يمتلكان عدد كبيراً من النتوءات الحادة وعند اتصال هذه النتوءات بين السطحين نتيجة الحمل المسلط او السرعة اما يحدث تشوه لدن او تبقى في حالة اتصال مرن ولكن عندما تكون النتوءات حادة فان تأثير الاجهاد على النقاط الحادة ربما يكون اكثر من الاجهاد المرن وبذلك يحدث تشوه لدن عند كل النقاط الحادة اذ ان لقيمة الحمل المسلط تأثير مباشر في التشوه اللدن الذي يحدث عند قمم النتوءات والمنطقة القريبة من السطح اذ تتجمع الشقوق مع بعضها مؤدية الى حدوث ازالة او قشط الطبقات السطحية مكونة بذلك حطام البلى الذي يكون على شكل صفائح رقيقة لذا فان التشوه اللدن يزداد بزيادة الحمل المسلط [11] اما الشكل (8) الذي يوضح علاقة معدل البلى بزيادة الكسر الحجمي فيلاحظ ان هنالك نقصان في معدل البلى بزيادة الكسر الحجمي ويمكن تفسير ذلك بان اضافة دقائق اوكسيد الالمنيوم واوكسيد النحاس تزيد من مقاومة البلى بسبب صلادة الدقائق العالية اذ كلما زادت نسبتها زادت صلادة العينة وان مقاومة البلى مرتبطة مع الصلادة السطحية للمادة اذ تزداد بزيادتها فضلا عن ذلك فان الدقائق تعمل على انها عناصر حاملة للثقل والاجهاد داخل المادة الاساس تعمل على تقليل او عدم حدوث التلامس ما بين سطح العينة والقرص [12,13].

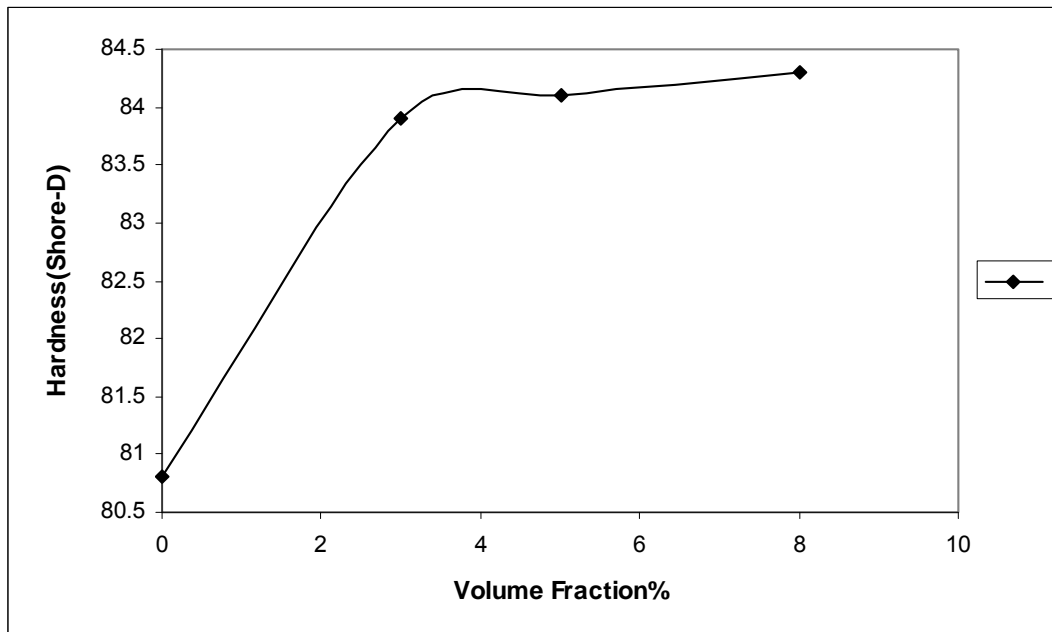
الاستنتاجات

1. زيادة في قيم الصلادة والانضغاطية للمادة بعد التدعيم .
2. زيادة في قيم الصلادة والانضغاطية بزيادة الكسر الحجمي .
3. نقصان في معدل البلى للمادة بعد التدعيم .
4. زيادة في معدل البلى للمادة مع زيادة الحمل المسلط للعينات قبل وبعد التدعيم بالدقائق .
5. نقصان في معدل البلى للعينات بزيادة الكسر الحجمي

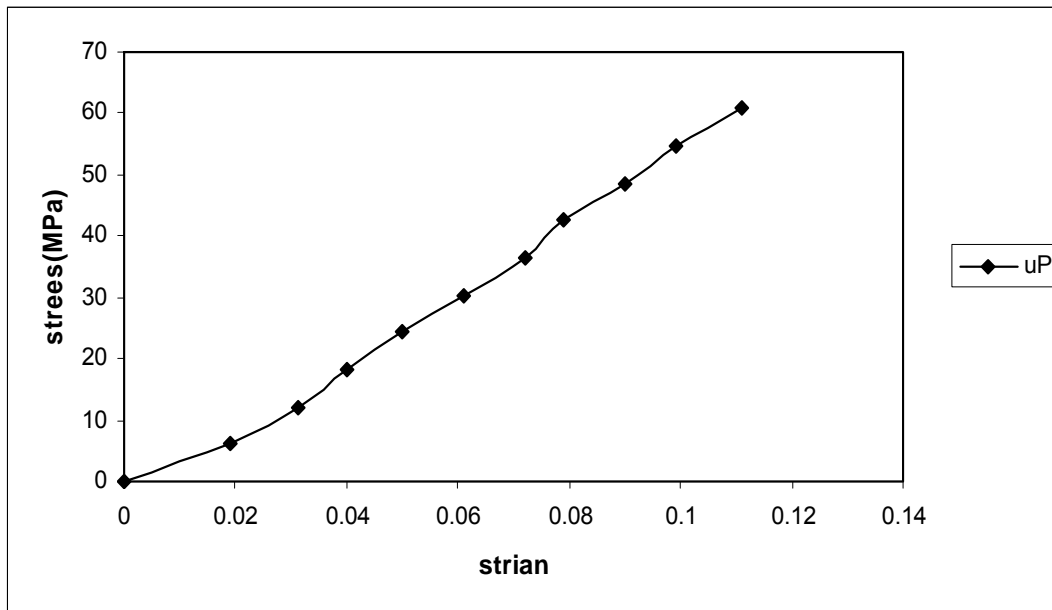
المصادر

1. William.D.Callister,(2003), Materials science & Engineering anIntroduction, Joan Wiley& Sons,Inc, 6th Ed.
- 2.Young, R.J. and Beaumont, P.W.R., (1978) , failure of Brittle Polymers by Slow Crack Growth,part.3,Journal of materials science , 12(4), 643-657.
- 3.صالح، عيسى، مطر، كاظم شبيب و حمد، قحطان عدنان (2010) دراسة الخواص الميكانيكية لمواد مترابطة ذات اساس بوليمري مقواة بالدقائق والالياف ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا ، المجلد (28)، العدد(4).
- 4.Shivamurthy B.,Siddaramaiah and Probhush wamy,(2009) Influence of (So₂) Fillers on sliding wear resistance and Mechanical Properties",Journal of Minerals &Materials characterization &Engineering ,8(7): 513-530.
- 5.Hull,D.,(1981), An Introduction to composite materials,Cambridge university press ,first published.

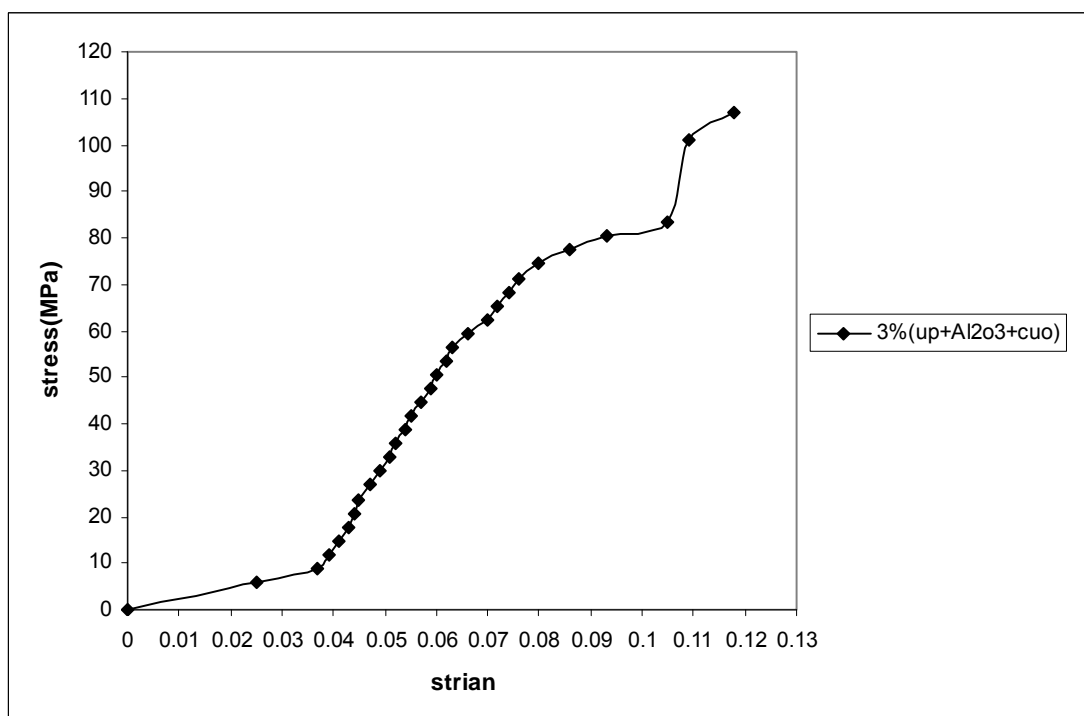
- 6.Chungm,D.D.L.(2010) Composite Material Science and Application,Second Edition, Springer Verlag ,London.
- 7.Strong ,A.Brent,(2000), plastic Materials &processing”2nd.ed Brigham Young university .
- 8.Kaufman,H.S. and Falcetta, J.J,(1977), Introduction to polymer science and Technology An SPE Text book,John Wiely and Sons.
- 9.Naplocha,K.and Kaczmar,J.W.(2011)mechanisms of fibre reinforced Wear composite materials based on 2024 and 7075 aluminum alloys,Journalof Achievements in Materials and Manufacturing Engineering,49,Issue2,. 180-187.
- 10.Chieruzzi ,M.A. Miliozzi and Kenny J.M.,(2013),Effects of the nano-particles on the thermal expansion and mechanical properties of unsaturated polyester/clay nanocomposites, Composites, A 45,.44–48.
- 11.Dhokey,N.B. and Rane ,K. K. (2011) Wear Behavior and Its Correlation withMechanical Properties of TiB₂ Reinforced Aluminium-Based Composites, Advances in Tribology,, 2011, p.8 .
- 12.Yoshlaki,A.K.and Keisuke,T.A. (1999)Effect of Volume Fraction on Fatigue Crack Propagation Behavior in SiC-Particulate-Reinforced Aluminum Alloy ,Journal of the Japan society for composite materials,25.188-195.
13. Johnson,O. T.Member, Iaeng, Rokebrand .P., and Sigalas. I.,(2014) Microstructure and Properties of Al₂O₃-SiC Nanomaterials,Proceedings of the World Congress on Engineering , II, July 2 – 4 London, 978-988.



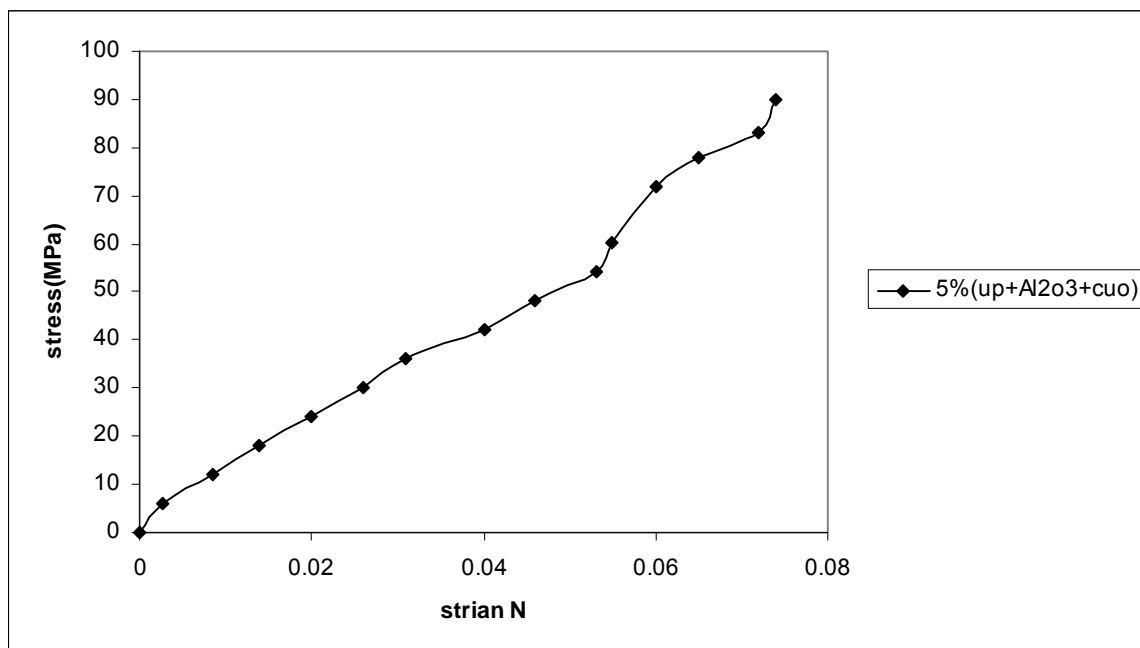
شكل رقم (١): يمثل العلاقة بين قيم الصلادة والكسر الحجمي لمادة البولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم



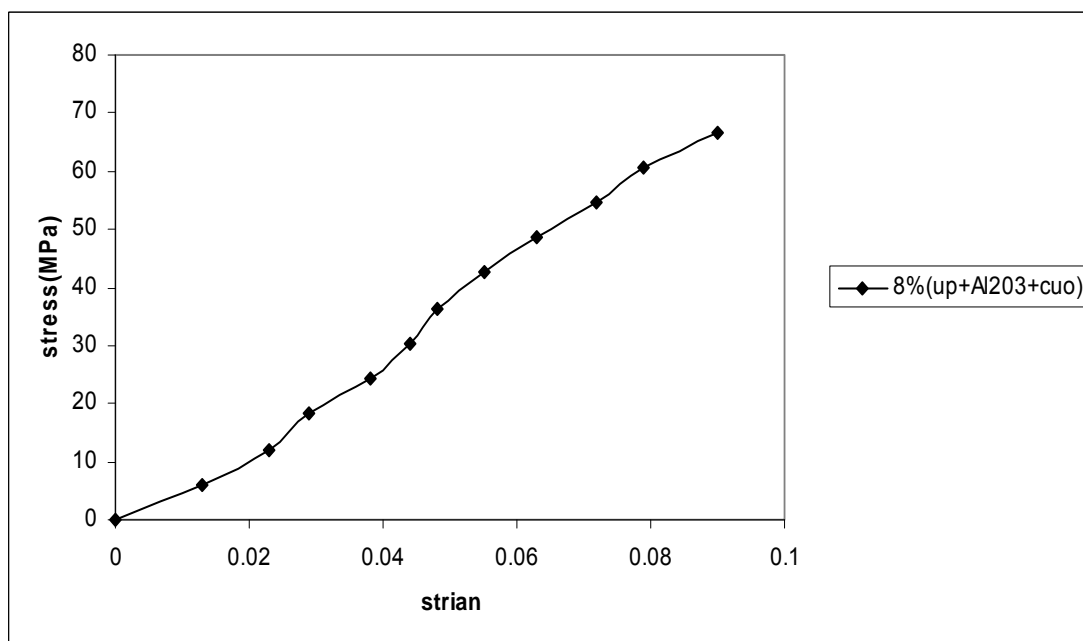
شكل رقم (2): يمثل العلاقة بين الاجهاد والانفعال للبولي استر غير المشبع قبل التدعيم



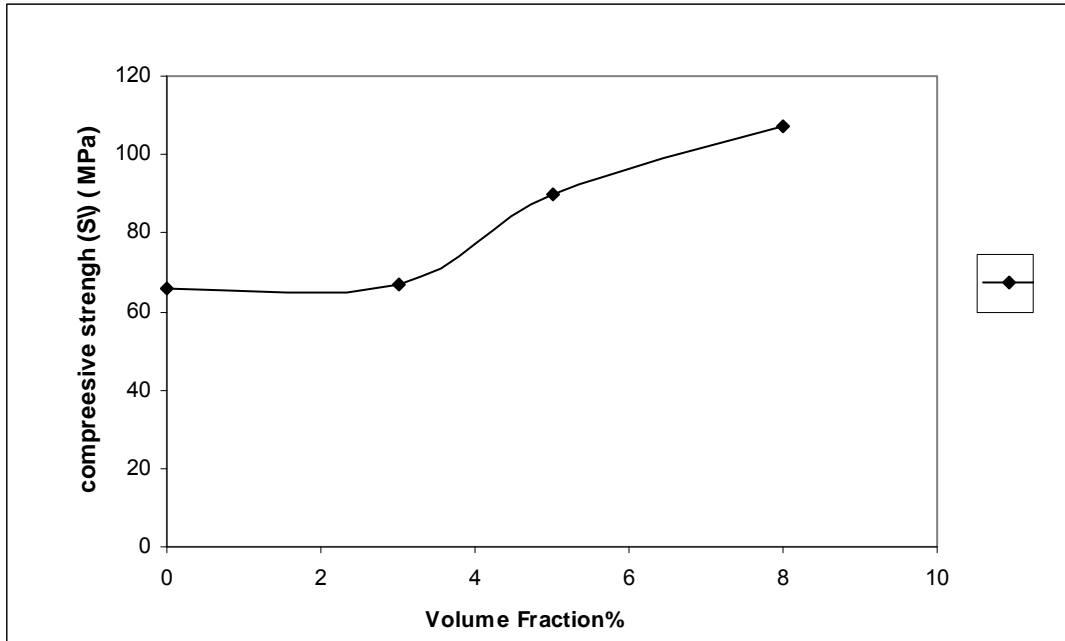
شكل رقم (3): يمثل العلاقة بين الاجهاد -الانفعال لعينات البولي استر بعد التدعيم بكسر حجمي 3%



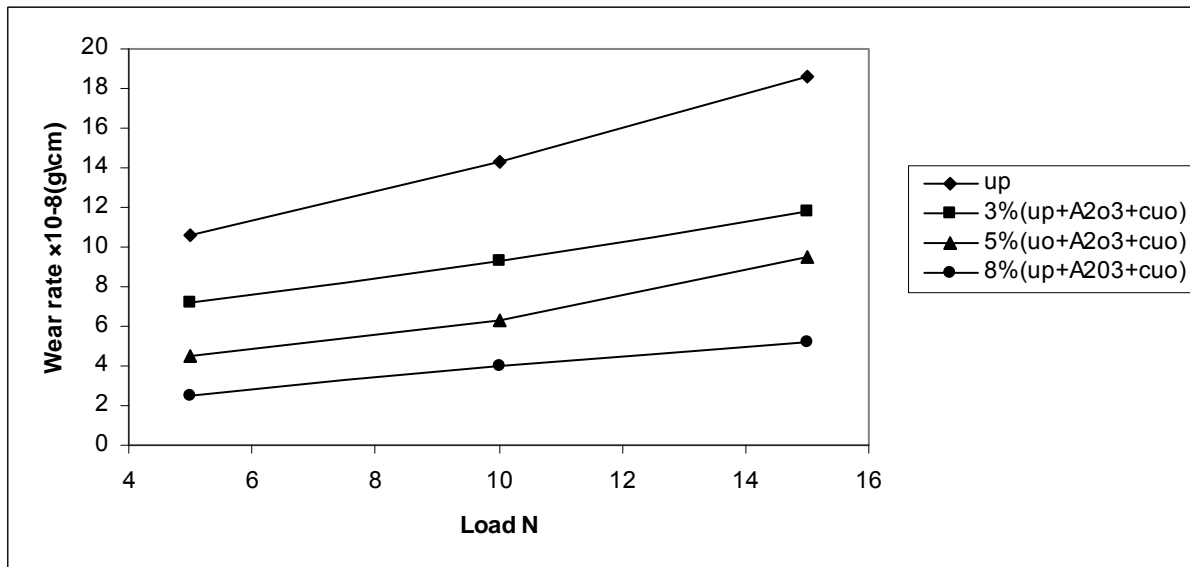
شكل رقم (٤): يمثل العلاقة بين الاجهاد - الانفعال لعينات البولي استر بعد التدعيم بكسر حجمي ٥%



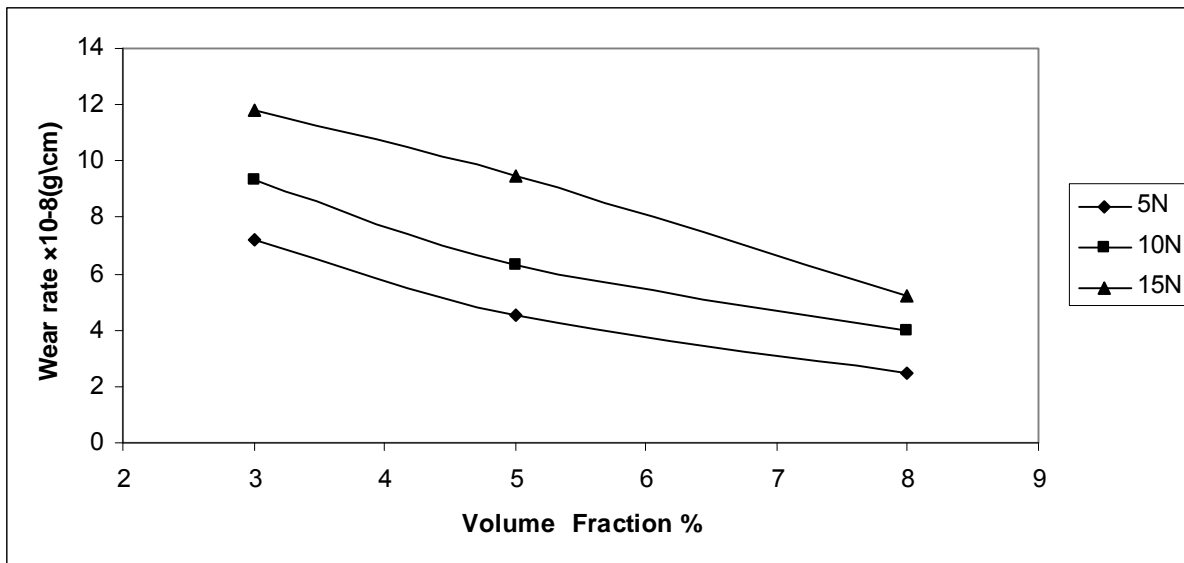
شكل رقم (٥): يمثل العلاقة بين الاجهاد - الانفعال لعينات البولي استر بعد التدعيم بكسر حجمي ٨%



شكل رقم (٦): يوضح العلاقة بين الكسر الحجمي ومقاومة الانضغاط لعينات البولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم



شكل رقم (٧): يوضح العلاقة بين معدل البلى والحمل المسلط لعينات البولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم ولكسور حجمية مختلفة



شكل رقم (٨) يمثل العلاقة بين معدل البلى والكسر الحجمي لعينات البولي استر غير المشبع قبل وبعد التدعيم لاحمال مختلفة

Study the Effect of Addition of Some Oxides on the Mechanical properties on Unsaturated Polyester Resin Composites

Anaam W. Watan

Dept.of Physics /College of Education for Pure Sciene (Ibn Al- Haitham)/
University of Baghdad

Received in :9 November 2014, Accepted in :2February 2015

Abstract

This study included preparation for the unsaturated polyester samples before and after reinforced by Alumina oxide powder and copper oxide powder of different volume fraction amounting (3%,5%,8%).

And this research included study of some of mechanical properties such as (hardness,compressive and wear).The results showed that increase of the hardness and compressive strength after the reinforced and increase with the volume fraction increase.As the wear test show that the wear rate increases with applied load from the different load(5,10,15)N,and the wear rate decreases with the volume fraction increase.

Key words:Unsaturated polyester, Mechanical Properties, and Wear.